



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ
INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

ANALÝZA POŠKOZENÍ VOZIDEL PŘI STŘETECH SE SILNIČNÍMI SVODIDLY

ANALYSIS OF VEHICLE DAMAGE IN COLLISIONS WITH ROAD SAFETY BARRIERS

DIPLOMOVÁ PRÁCE (VEŘEJNÁ)

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. JAN BERKA

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. STANISLAV TOKAŘ

BRNO 2016

Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství

Akademický rok: 2015/16

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Jan Berka

který/která studuje v **magisterském studijním programu**

obor: **Expertní inženýrství v dopravě (3917T002)**

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

Analýza poškození vozidel při střetech se silničními svodidly

v anglickém jazyce:

Analysis of vehicle damage in collisions with road safety barriers

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

DP se zaměří na analýzu a následné rozdělení charakteristických poškození vozidel vznikajících při dopravních nehodách vozidel se silničními svodidly.

Cíle diplomové práce:

1. Analyzovat současný stav v soudně inženýrské praxi při řešení nehod vozidel se silničními svodidly (metody, nástroje, postupy).
2. Navrhnout členění dopravních nehod vozidel se silničními svodidly na základě zvolených parametrů.
3. S využitím případových studií pro zvolenou kategorizaci definovat a popsat charakteristické poškození vozidel.

Seznam odborné literatury:

- [1] BRADÁČ, Albert a kol. Soudní inženýrství. Brno: CERM, 1999, 725 s. ISBN 80-720-4133-9.
- [2] BURG, Hrsg. Heinz. Handbuch Verkehrsunfallrekonstruktion. Wiesbaden: Vieweg Teubner, 2009, 1032 s. ATZ/MTZFachbuch. ISBN 978-3-8348-0546-1.
- [3] RÁBEK, Vlastimil. Analýza příčin vzniku a průběhu škodných událostí v oboru pojištění motorových vozidel. Olomouc: V. Rábek, 2012, 365 s. ISBN 978-80-260-3061-4.
- [4] VLK, František. Karosérie motorových vozidel. Brno: VLK, 2000. 1. vyd. 243 s. ISBN 80-238-5277-9
- [5] Sborníky konferencí analytiku dopravních nehod

Vedoucí diplomové práce: Ing. Stanislav Tokař

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2015/16.

V Brně, dne 20. 10. 2015



doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.
ředitel vysokoškolského ústavu



Abstrakt (vzor)

Tématem této diplomové práce je analýza poškození vozidel, které bylo způsobeno střetem se silničními svodidly.

V teoretické části jsou popsána svodidla, jejich rozdělení, konstrukce, proces návrhu a způsoby jejich zkoušení, včetně kritérií, která musejí splňovat. Dále je v teoretické části popsána bezpečnost vozidel v souvislosti se strukturou karoserie a její materiálové složení. Poslední kapitola v této části je zaměřena na postup pojišťoven, při řešení škodních událostí svých klientů.

Druhá (praktická) část je zaměřena na definování kritérií, která jsou důležitá pro zjišťování určitých skutečností předmětných škodních událostí. Tato kritéria byla zpracována na základě požadavků pojišťovny a zároveň k nim byl zpracován i katalog.

Tento katalog je hlavním výsledkem práce, kde jsou popsány děje škodních událostí, jejich zhodnocení podle nadefinovaných kritérií a odhad, jedná-li se o manipulovaný škodní děj, či nikoliv. Zároveň může být přínosem pro pojišťovny, kde lze využít jako pomůcka při řešení škodních událostí.

Abstract

The theme of this thesis is the analysis of vehicle damage, which was caused by a collision with road safety barriers.

The theoretical part describes the guardrail, their classification, structure, process design and methods of their testing, including criteria that must be met. Furthermore, the theoretical part describes the safety of vehicles in relation to the body structure and its material composition. The last chapter in this section is focused on the process of insurance companies in solving their clients' loss events.

The second (practical) part is focused on defining the criteria that are important for the determination of certain facts in question accident. These criteria were drawn up based on the requirements of insurance companies while they were processed catalog.

This catalog is the result of the work, which describes the happening of insured events, their assessment according to predefined criteria and estimate, if it is a plot manipulated insured or not. It can also be beneficial to insurance companies, which can be used as an aid in dealing with loss events.

Klíčová slova

Silniční svodidla, poškození vozidla, analýza poškození, škodní událost.

Keywords

Road barriers, vehicle damage, analysis of damage, damaging event.

Bibliografická citace

BERKA, J. *Analýza poškození vozidel při střetu se silničními svodidly*. Brno: Vysoké učení technické v Brně. Ústav soudního inženýrství, 2016. 64 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Stanislav Tokař

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval/a samostatně a že jsem uvedl/a všechny použité informační zdroje.

V Brně dne

.....

podpis diplomanta

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat všem, kteří mě během psaní této práce podporovali, kritizovali, radili mi a jinak pomáhali. Především, chci poděkovat přítelkyni, která mi byla po celou dobu psaní této práce nablízku. Za užitečné rady, připomínky, literaturu a materiály bych chtěl poděkovat panu Vlastimilu Rábkovi. Za výborné vedení, rady, trpělivost a ochotu naslouchat mým návrhům chci poděkovat vedoucímu práce panu Stanislavu Tokařovi. Neméně důležití byli i zástupci pojišťoven, za Českou Pojišťovnu a.s. pan Zdeněk Kaluža, který poskytl materiály pro vytvoření katalogu, vyjádřil požadavky na obsah práce a přiblížil mi práci pojišťovny. A za pojišťovnu Direct pan Jaroslav Mader, který mi přispěl radami a informacemi k porozumění práce pojišťovny při řešení pojistné události. Všem moc děkuji.

OBSAH

0	ÚVOD.....	10
1	SVODIDLA	11
1.1	Rozdělení záchytných systémů.....	12
1.1.1	<i>Rozdělení záchytných systémů a jejich typy</i>	12
1.1.2	<i>Rozdělení svodidel z pohledu legislativy</i>	12
1.1.3	<i>Druhy svodidel podle materiálu a konstrukce</i>	12
1.2	Konstrukce svodidel	16
1.2.1	<i>Svodnice NH4</i>	17
1.2.2	<i>Svodnice A-NH-94</i>	18
1.2.3	<i>Sloupky</i>	18
1.2.4	<i>Distanční díl</i>	19
1.2.5	<i>Trubková spojka</i>	19
1.2.6	<i>Obecné úpravy svodidel</i>	20
1.3	Navrhování svodidel.....	20
1.4	Obecná kritéria pro zkušební metody záchytných systémů	24
1.5	Funkční třídy, kritéria přijatelnosti nárazových zkoušek a zkušební metody	25
1.5.1	<i>Úrovně zadržení</i>	25
1.5.2	<i>Prudkost nárazu</i>	26
1.5.3	<i>Deformace záchytného systému</i>	26
1.5.4	<i>Kritéria přijatelnosti nárazových zkoušek</i>	28
2	KAROSERIE	31
2.1	Bezpečnost a Struktura karoserie	31
2.1.1	<i>Aktivní bezpečnost</i>	31
2.1.2	<i>Pasivní bezpečnost</i>	31
2.1.3	<i>Struktura karoserie z hlediska pasivní bezpečnosti</i>	32
2.2	Materiály použité ve struktuře karoserie	34
2.2.1	<i>Ocel</i>	34
2.2.2	<i>Hliník a jeho slitiny</i>	35
2.2.3	<i>Plasty</i>	35
2.3	Ochrana karoserie	36
7	POUŽITÁ LITERATURA	61

0 ÚVOD

Střety vozidel se silničními svodidly patří mezi časté případy dopravních nehod, ale zároveň patří i na přední příčky manipulovaných škodních událostí. Takové škodní události, bývají mnohdy považovány za opravdové dopravní nehody, z toho důvodu vznikla tato práce, která by měla pomoci při identifikaci jednotlivých škodních událostí.

Dalšími cíli této práce je přiblížení práce pojišťoven při řešení pojistných událostí a také nadefinování kritérií, která jsou klíčová pro rozhodování při řešení pojistných událostí.

V prvních dvou kapitolách jsou popsány hlavní dva objekty, které v problematice této práce hrají hlavní roli a těmi jsou svodidla a osobní vozidlo, přesněji karoserie vozu. Na pozemních komunikacích se vyskytují různé druhy svodidel, proto se tato práce zaměřila na ta nejpočetnější lemující pozemní komunikace v České Republice, a těmi jsou ocelová svodidla. Blíže je popsána jejich konstrukce, charakteristika i požadavky na jejich vlastnosti. Všechna tato specifika vycházejí z norem českých i evropských. Kapitola zaměřená na karoserii přiblíží bezpečnostní prvky, které jsou provázány s karoserií, její ochrana, sestávající z povrchové úpravy dílů, a jednotlivých vrstev, kterými je karoserie chráněna.

Obecný postu pojišťoven, od počátku pojistné události až po její řešení, popisuje kapitola třetí. Poznatky zde uvedené vycházejí z postupů používaných pojišťovnami v praxi.

Jedním z cílů této práce bylo vytvoření kritérií, která by pomohla při řešení pojistných událostí. Konkrétně by tato kritéria, která jsou definována ve čtvrté kapitole této práce, měla pomoci při vyhodnocování stop, které vznikly při pojistné události na vozidle, ale i na svodidlech.

Poslední kapitola je věnována praktické stránce této práce. Na základě podkladů poskytnutých Českou pojišťovnou a.s. byl zpracován katalog, který představuje komentované příklady pojistných událostí, s hodnocením vycházejícím z kritérií nadefinovaných ve čtvrté kapitole pro tyto pojistné události

1 SVODIDLA

Svodidla jsou jedním z bezpečnostních zařízení, která patří k základnímu vybavení pozemních komunikací. Navrhují se v místech, kde hrozí zvýšené nebezpečí úrazu sjetím vozidla nebo cyklisty z tělesa silnice a dálnice, popřípadě střetnutí motorového vozidla s jiným účastníkem provozu (např. s jiným vozidlem, chodcem apod.) nebo pevnou překážkou [1], [2].

Na místních komunikacích se bezpečnost zajišťuje opatřeními aktivními a pasivními.

Aktivní opatření vozidlo vedou a usměrňují jeho pohyb v souladu se zásadami zklidňování dopravy, ochrany chodců a cyklistů. Taková opatření musí být obsažena v návrhu jak novostavby, tak rekonstrukce místní komunikace podle následujících principů:

- dopravního a dopravně technického řešení;
- návrhových prvků (návrhová rychlost, délka rozhledu, sklony, oblouky a další);
- uspořádání komunikací se smíšeným provozem;
- komunikací s vyloučením motorového provozu;
- aplikací prvků podle zvláštních předpisů – technických podmínek (TP 85, TP 132, TP 135, TP 145).

Pasivní opatření působí až po vzniku nehody (mimo vodicí zařízení), minimalizují její následky a zajišťují je bezpečnostní zařízení [3].

Bezpečnostní zařízení se dělí podle účelu na:

- silniční záchytné systémy (svodidla, zábradlí a tlumiče nárazů);
- vodicí zařízení (směrové sloupky);
- ochranná zařízení (obrubníky);
- protinárazové zábrany u mostních konstrukcí;
- únikové zóny [1], [2], [3].

1.1 ROZDĚLENÍ ZÁCHYTNÝCH SYSTÉMŮ

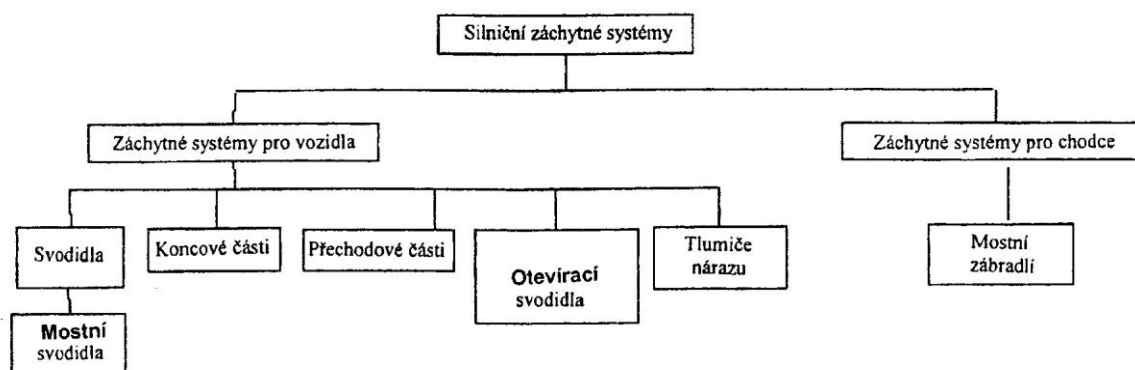
Záchytné systémy můžeme rozdělit podle toho, za jakým účelem jsou navrhovány, podle typu jednotlivých částí, místa jejich instalace, podle druhů konstrukce, či materiálu, ze kterého jsou vyrobeny, ale i podle toho, jak na ně nahlíží legislativa.

1.1.1 Rozdělení záchytných systémů a jejich typy

Silniční záchytné systémy se navrhují jako:

- svodidla, nebo zábradelní svodidla;
- tlumiče nárazů;
- zábradlí [1], [2].

Typy záchytných systémů, jsou uvedeny na následujícím obrázku (Obr. č. 1).



Obr. č. 1 – Typy záchytných systémů [4]

1.1.2 Rozdělení svodidel z pohledu legislativy

Z hlediska zákona a nařízení vlády se svodidla dělí na:

- „schválená“ (svodidla jako výrobky);
- „jiná“ (svodidla jako kusová výroba) [5].

1.1.3 Druhy svodidel podle materiálu a konstrukce

Podle druhu, materiálu, konstrukce a umístění svodidla rozlišujeme:

- silniční svodidlo;
- mostní svodidlo (viz Obr. č. 2);

- vodící stěnu;
- ocelové svodidlo (česká - NH4; viz Obr. č. 3; A-NH-94; německá - NH3; italská - FRACASSO; rakouská – VOEST-ALPINE);
- betonové svodidlo (NEW JERSEY; viz Obr. č. 4, CITY BLOCK, ostrůvek pro chodce);
- dřevoocelová svodidla (viz Obr. č. 5);
- lanové svodidlo (viz Obr. č. 6) [1], [2], [3], [6], [7], [8], [9], [10].



Obr. č. 2 – Mostní svodidlo [11]



Obr. č. 3 – Ocelové svodidlo, typ oboustranného NH4 (dvojmontáž) [12]



Obr. č. 4 – Betonové svodidlo, typ New Jersey [13]



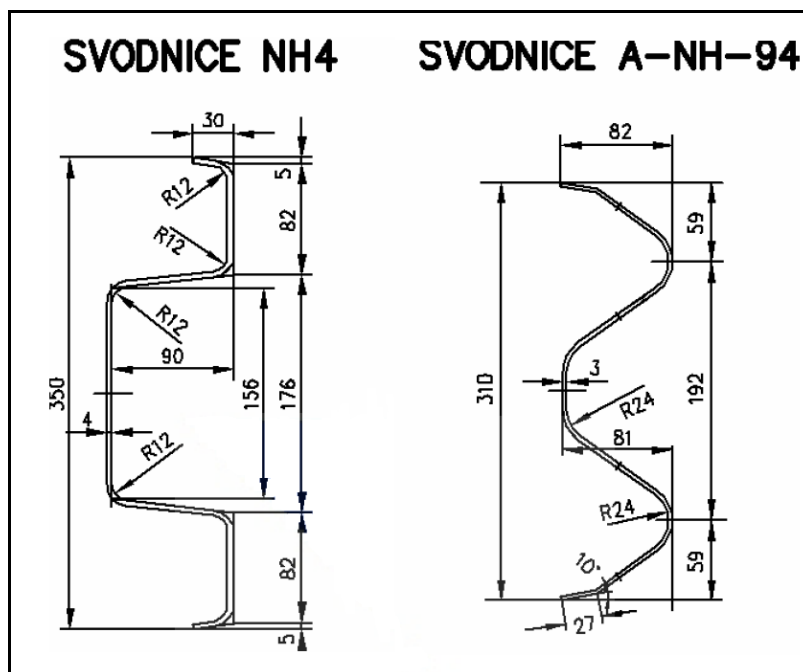
Obr. č. 5 – Dřevoocelové svodidlo [14]



Obr. č. 6 – Lanové svodidlo [15]

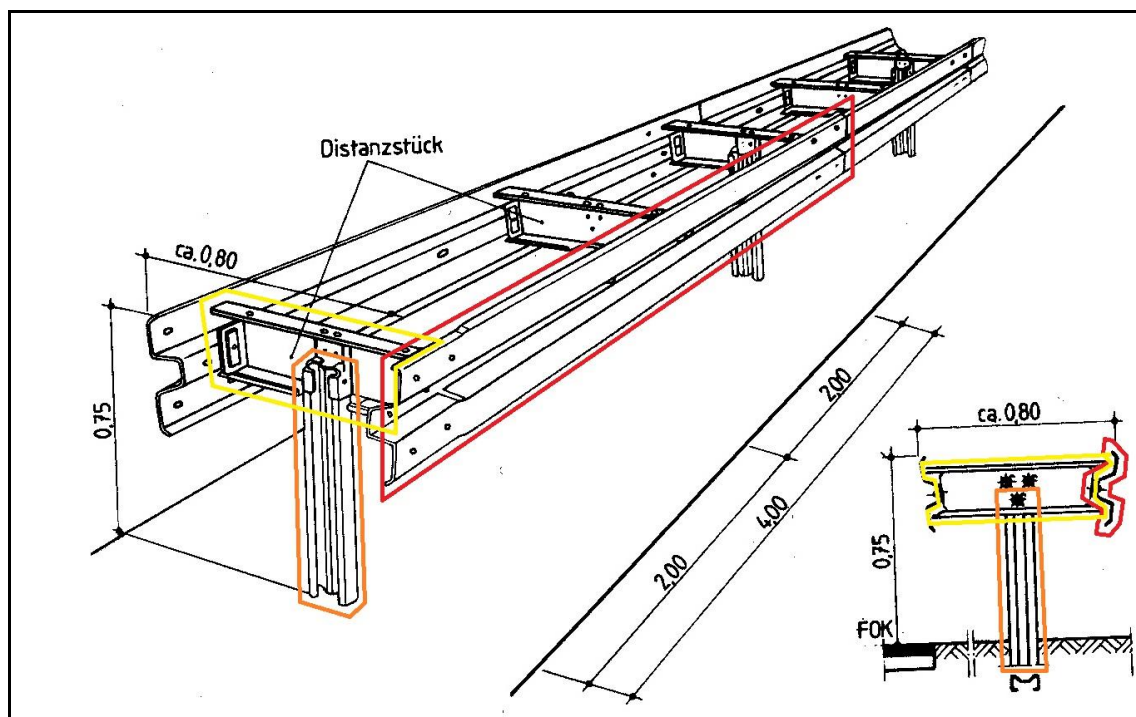
1.2 KONSTRUKCE SVODIDEL

Tato část práce je zaměřena na konkrétní záchytné systémy a těmi jsou ocelová svodidla typu NH4 a A-NH-94 (A-AM-11), lišící se tvarem svodnice (viz Obr. č. 7).



Obr. č. 7 – Příčné řezy svodnic [10]

Svodidlu NH4 je věnována pozornost především proto, že je nejčastěji používaným svodidlem na komunikacích na našem území a svodidlo se svodnicí typu A-AM je nejčastěji používáno na nově postavených a zrekonstruovaných úsecích silnic a dálnic. Jednotlivé části svodidla můžeme rozdělit na základní konstrukční prvky: sloupky, trubkovou spojku, respektive distanční díl a svodnici (viz Obr. č. 8 a Obr. č. 9).



Obr. č. 8 – Konstrukční prvky svodidla – svodnice (červeně), sloupek (oranžově) a distanční díl (žlutě) [16]

1.2.1 Svodnice NH4

Svodidlo můžeme podle osazení svodnicí rozdělit na jednostranné (označení JSNH4) a oboustranné (označení OSNH4) [7], [10].

Společným dílem obou druhů (jednostranné a oboustranné svodidlo) je svodnice vyráběná z plechu o tloušťce 4 mm [7], [10].

Na délku měří 4 250 mm a její šířka je 94 mm. Její výška v průřezu činí 350 mm (v běžné, nekalibrované části). Svodnice má jeden konec nekalibrovaný a druhý kalibrovaný – kalibrací se v tomto případě rozumí taková úprava jednoho konce svodidla tak, aby bylo možné jej přiložit z rubové strany na nekalibrovaný konec další svodnice a sešroubovat je. Kalibrovaný konec má průřez vysoký 341 mm. Pro použití v obloucích (vnitřních nebo vnějších) se vyrábějí svodnice obloukové pro poloměry 6 až 100 m, pro větší poloměry se používají svodnice přímé [7], [10].

Otvory pro vzájemné spojení svodnic jsou dvojího tvaru v závislosti na tom, na které straně svodnice se nacházejí. Kapkovité na konci nekalibrovaném a na konci kalibrovaném jsou kruhové. Pro připojení k distančnímu dílu, nebo ke sloupku jsou oválné [7], [10].

Svodnice jsou stejné pro silnice i mosty [7], [10].

Spojení svodnice je zajištěno osmi šrouby s polokruhovou hlavou a maticí s podložkou, které jsou umístěny z rubové strany svodnic [7], [10].

Spojování svodnic se provádí tak, že ve směru jízdy se konec jedné svodnice přeloží přes začátek svodnice následující (tzv. „po chlupu“). Platí to pro svodidla na krajnici a v případě rozdělení jízdních směrů dělicím pásem [7], [10].

1.2.2 Svodnice A-NH-94

Touto svodnicí se převážně osazuje svodidlo jednostranně (NJS3A-1,2,3/N2).

Svodnice se vyrábí z plechu tloušťky 3 mm. Někdy je označována jako typ “A” a je tvořena z hlediska příčného řezu dvojvlnou (viz Obr. č. 7 vpravo). Výška svodnice je 310 mm a široká je 81 mm. Délka svodnice je oproti svodnici typu NH 4 větší – 4 318 mm. Tato svodnice umožňuje osazení sloupků každých 1,333 m nebo po 2,00 m. Pro použití v obloucích jsou svodnice vyráběny běžně v poloměrech 6 až 35 m. Pro poloměry větší než 35 m se používají svodnice přímé a pro poloměry menší než 6 m platí stejně jako u typu NH4, doporučení používat tyto poloměry pouze tam, kde je dovolená rychlost do 60 km/h a kde z prostorových důvodů větší poloměr není možný. To vše kvůli tomu, že náraz vozidla do svodnice o poloměru menším než 6 m je nebezpečný [10].

Vzájemné spojení svodnic je stejné jako u typu NH4, tedy osmi šrouby s polokruhovou hlavou a oválem, maticí a podložkou. Spojení je vždy v místě sloupku [10].

1.2.3 Sloupky

Další částí jsou sloupky vyráběné z válcovaných profilů UE 100 s různým děrováním pro jednostranná a oboustranná svodidla proto, aby je nešlo zaměnit. Sloupky se běžně osazují po 4 m, pokud není uvedeno jinak (např. u překážek) [7], [10].

Půdorysná orientace sloupků je vnější stranou stojiny proti směru jízdy v přilehlém jízdním pruhu a v případě oboustranného svodidla se doporučuje, aby pro jeden osazovaný úsek měly sloupky stejnou orientaci [7], [10].

Délka sloupků je 1 900 mm [7], [10].

Použití kratších sloupků o délce 1 500 mm je podmíněno povrchem terénu, do kterého se sloupky beraní. Ten musí být zpevněn nejméně v tloušťce 100 mm, nebo se dodatečně kolem sloupků povrch zabetonuje ve stejné tloušťce (100 mm v půdorysném rozsahu nejméně 0,5 x 0,5 m) [7], [10].

Pokud není možné sloupky beranit, je dovoleno je osadit do betonového základu kruhového půdorysu o průměru 450 mm, nebo čtvercového půdorysu o straně délky 400 mm a hloubky 1 000 mm. V tomto případě se použije sloupek délky 1 300 mm [7], [10].

U přesypávaných mostů s výškou přesypávky nad 1 300 mm se použijí beraněné sloupky. U přesypávky nižší se sloupky osazují do výše uvedených betonových základů. Klesne-li výška přesypávky pod 800 mm, použije se průběžný základ šířky nejméně 400 mm ze železobetonu. U přesypávky nižší než 400 mm se provede individuální návrh [7], [10].

1.2.4 Distanční díl

Distanční díl se vyrábí ze stejného plechu jako svodnice o tloušťce 4 mm a má průřez tvaru U s rozměry 240/60 mm. Nahoře je distanční díl dlouhý 786 mm, dole 772 mm. Osazován je každé 2 m [7], [10].

Svodnice se k distančnímu dílu připojují šrouby s polokruhovou hlavou, které jsou vždy na lící straně svodnice včetně obdélníkové podložky. Stejná podložka se dává u téhož šroubu i z druhé strany plechu distančního dílu. Kromě obdélníkové podložky přijde pod matici i podložka kruhová [7], [10].

Ke sloupku je distanční díl připevněn dvěma šrouby s polokruhovou hlavou a čtyřhranem. Hlava šroubu je uvnitř sloupku a čtyřhran je zasunut do otvoru ve stojině sloupku. Pod maticí je opět kruhová podložka [7], [10].

1.2.5 Trubková spojka

Trubkovou spojku tvoří ocelová trubka s průměrem 133 mm a tloušťkou 3 mm (viz Obr. č. 9) [7], [10].

Pro připojení svodnice k trubkové spojkě a trubkové spojky ke sloupku se používají šrouby s polokruhovou hlavou a čtyřhranem. Hlava šroubu je uvnitř trubkové spojky, podložka pod matici se čtvercovým otvorem na lící straně a na straně příruby sloupku se používá klínová U-podložka [7], [10].



Obr. č. 9 – Konstrukční prvky svodidla – trubková spojka (vyznačena žlutě) [17]

Při stavbě není montážní závadou, jsou-li hlavy šroubů na lícní straně svodnice, resp. na straně příruby sloupku [7], [10].

1.2.6 Obecné úpravy svodidel

Je dovoleno provádět pouze takové úpravy, které nemají dopad na nosný systém svodidla. Z toho důvodu se nedovoluje přerušit svodnici (u zábradelních svodidel ani madlo). V případě odůvodněné potřeby zkrácení svodnice, lze toto provést řezáním a opětovným svařením, ale pouze tak, aby nebyla snížena její únosnost v tahu a ohybu. Při eventuálním svařování dvou částí se doporučuje přeplátování v místě sváru ze zadní strany svodnice. Pro zajištění požadované životnosti je třeba upravované díly opatřit vhodným nátěrem, nebo je znovu pozinkovat [7].

1.3 NAVRHOVÁNÍ SVODIDEL

Navrhování svodidel na silnicích a dálnicích se provádí na základě pokynů stanovených v Českých technických normách, jako je ČSN 73 6101 Projektování silnic a dálnic z října roku 2004 nebo ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací z ledna 2006.

Kromě těchto pokynů je třeba brát v úvahu i několik dalších kritérií. Návrh svodidel je nutné posuzovat s ohledem na hospodárnost a místní podmínky, např. nevhodná trasa s vloženým nelogickým obloukem malého poloměru, nebo s velkým rozdílem poloměrů protisměrných následných oblouků. Dalším důležitým kritériem pro umístování svodidel je,

aby nebránily požadovanému rozhledu (různé pro silnice a dálnice, směrové oblouky a křižovatky silnic a dálnic) [2].

Norma stanoví, že se smí používat pouze taková konstrukce svodidel, která byla schválena a/nebo povolena k používání ústředním úřadem státní správy ve věcech dopravy (Ministerstvo dopravy ČR) [2].

Dále svodidlo na vnější straně pozemní komunikace se navrhuje podle zvláštních předpisů (tzv. Technických podmínek pro jednotlivé druhy svodidel) a to tak, aby jeho funkce byla zabezpečena při šířce krajnice, která je pro potřeby osazení svodidlem rozšířena na 1,50 m. Do prostoru předpokládané deformace za svodidlem (pracovní šířka svodidla) se nesmí ani dodatečně umisťovat žádné pevné překážky, pokud to neumožní zvláštní předpis (konkrétně předpis týkající se betonových svodidel) [2], [6], [7], [8], [9], [10], [18].

Změna typu nebo druhu svodidla, s přihlédnutím k zvláštním předpisům, se má navrhovat na ucelených úsecích silnic a dálnic. Toto omezení se nevztahuje na mosty, podjezdy, opěrné zdi a propustky [2], [6], [7], [8], [9], [10], [18].

Pokud svodidlo vymezuje volnou šířku směrově nerozdělené silnice, opatří se odrazkami ve funkčním uspořádání stanoveném pro směrové sloupky (ve vzdálenostech 5 až 50 m v závislosti na poloměru oblouku dané komunikace). K zajištění plynulého výškového optického vedení se odrazky umístí u ocelových svodidel buď v prolisu svodnice (viz Obr. č. 10) nebo na směrovém nástavci, u betonových svodidel podle jejich konstrukčních možností a u lanových svodidel na víčkách sloupků [2].



Obr. č. 10 – Reflexní prvky na svodidlech [19]

U dálnic a směrově rozdělených silnic (kromě kategorijského typu S20,75) se odrazky nebo směrové návstavy umisťují na svodidlo, konkrétně na jejich vnější straně a v postranním dělicím pásu obdobně jako v předchozím odstavci. Na svodidle ve středním dělicím pásu se odrazky umisťují na lanové svodidlo vždy a na ostatní svodidla tehdy, pokud není vnitřní vodící proužek vyznačen vodorovným dopravním značením nebo dopravními knoflíky ve vzdálenosti cca 9 m [2].

Slouží-li svodidlo také k ochraně chodců (při oddělení provozu vozidel od provozu chodců) a jedná-li se o svodidlo svodnicového typu (např. ocelové svodidlo se svodnicí na sloupcích – viz Obr. č. 11), doplní se na straně přiléhající k pruhu pro pěší alespoň jedním vodorovným prvkem, který slouží k vedení chodců podél svodidla, do výšky závislé na druhu svodidla. Má-li svodidlo plnit rovněž funkci zábradlí a je-li jeho výška menší než 1,10 m, resp. 1,30 m pro cyklisty, doplní se zábradelním návstavcem do požadované výšky (1,10 m, resp. 1,30 m) nebo se použije zábradelní svodidlo [2], [6], [7], [8], [9], [10], [18].



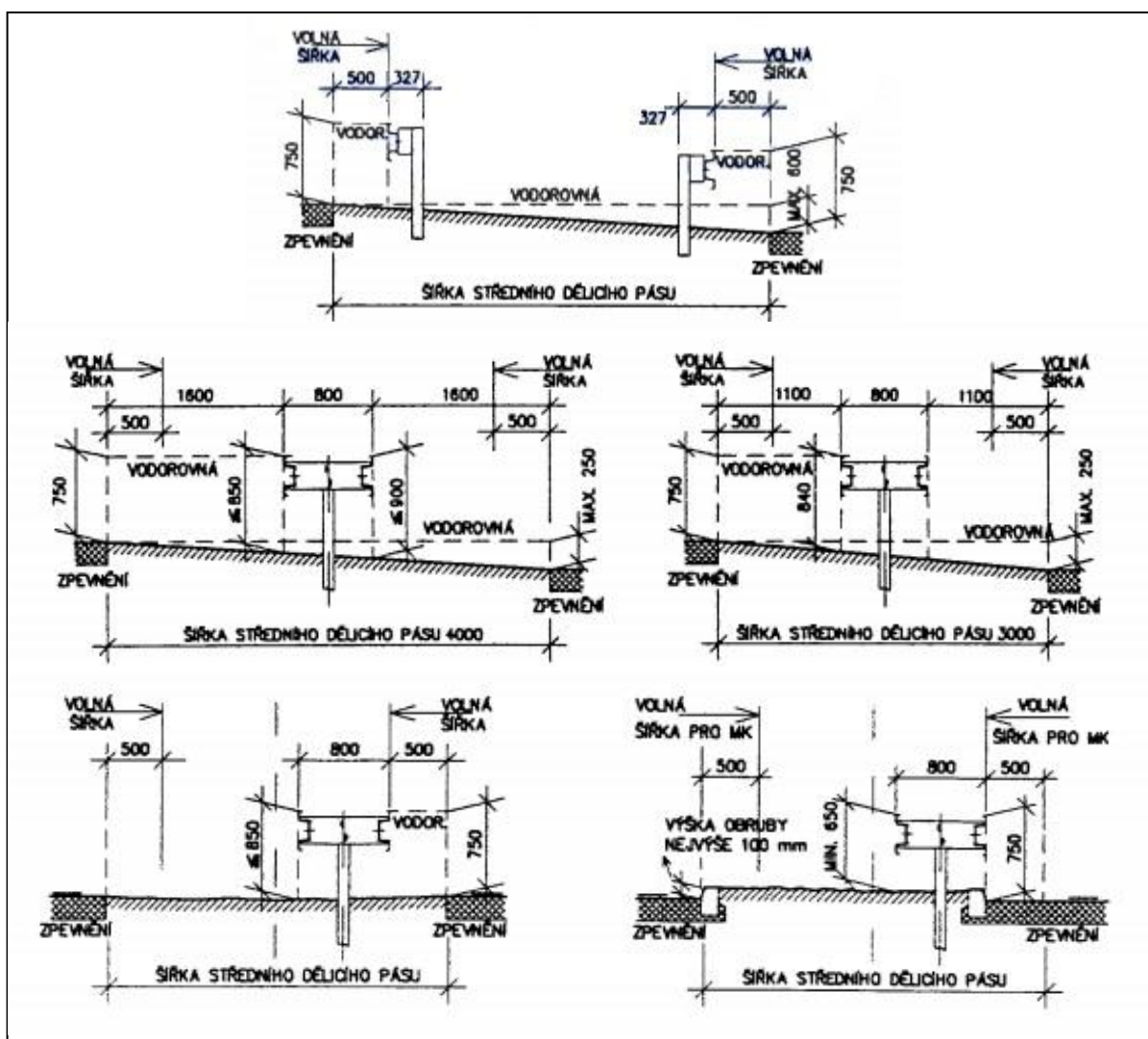
Obr. č. 11 – Svodidla se svodnicí na sloupcích (horní obrázek zobrazuje tato svodidla opatřená zábradlím pro chodce) [20]

Svodidlo nesmí žádnou svou částí zasahovat do volné (popř. dílčí volné) šířky silnice nebo dálnice, kromě dolní části betonového svodidla, které může zasahovat nejvíce 180 mm do volné šířky podle normy ČSN 73 6201, a to jak ve volné krajině, tak na mostech a jim podobných objektech. V žádném z těchto míst nesmí snižovat délku rozhledu pro zastavení (v závislosti na podélném sklonu jízdního pásu a návrhové/směrodatné rychlosti se délka rozhledu pro zastavení pohybuje od 15 do 270 m) [2], [8].

V prostoru krajnice se svodidlo osazuje na hranici volné šířky silnice nebo dálnice, pokud bezpečnost silničního provozu (např. rozhled) nevyžadují větší vzdálenost od okraje zpevnění než 0,50 m [2].

V prostoru středního dělicího pásu se svodidlo umísťuje v ose (z důvodu zajištění rozhledu ve směrovém oblouku se může osadit v krajní poloze), nebo v krajních polohách (viz Obr. č. 12) [2].

V případě návržení nadobrubníkového ocelového svodidla (podle ČSN 73 6201) lícuje svodnice s podstupnicí obruby chodníku nebo odrazného proužku, anebo (podle ČSN 73 6110) lícuje svodnice ocelového svodidla s obrubou a betonové svodidlo obrubu nahrazuje, přičemž výška soklu svodidla tvaru New Jersey musí být 60 až 90 mm nad povrchem jízdního pásu [2], [4].



Obr. č. 12 – Příklady umístění svodidla ve středním dělicím pásu (svodidlo JSNH4 nahoře; svodidlo OSNH4 v dělicích pásech šířky 4 a 3 m uprostřed a krajní polohy svodidla dole) [7]

Výška horní hrany svodnice ocelových svodidel a výška ostatních svodidel nad přilehlým zpevněným povrchem silnice nebo dálnice je stanovena pro lanová svodidla na 680 mm (vrchní dvě lana 585 mm s tolerancí ± 30 mm), ocelová svodidla typu NH4

a A-NH-94 na 750 mm (s přípustnou tolerancí při osazování ± 10 mm vůči teoreticky správné výšce), betonová svodidla v závislosti na umístění 800 až 1 100 mm a dřevoocelová svodidla v rozmezí 600 až 800 mm. Svodnice musí mít plynulý výškový průběh s výjimkou začátečních, přechodových a koncových úseků svodidel [2], [6], [7], [8], [9], [18].

Svodidlo se osazuje v nejkratší nutné délce, nejméně však v minimální spolupůsobící délce své konstrukce a přitom musí být zajištěno předsazení svodidla před překážkou nebo nebezpečným či chráněným místem, stanoveném zvláštními předpisy (Technické podmínky jednotlivých typů svodidel) [2].

Osazování svodidly na navrhovaných úsecích v prostoru nezpevněné části krajnice silnice nebo dálnice, popř. křižovatkové větve (s výjimkou případu zábradelního svodidla na mostech, opěrných zdech a propustcích bez přesypávky) upravují normy ČSN z oboru navrhování a provádění staveb, konkrétně výše uvedené ČSN 73 6101 a ČSN 73 6110 [2], [3].

1.4 OBECNÁ KRITÉRIA PRO ZKUŠEBNÍ METODY ZÁCHYTNÝCH SYSTÉMŮ

Kritéria pro zkušební metody svodidel a dalších záchytných systémů vycházejí z evropské normy EN 1317 (v České republice pod označením ČSN EN 1317) schválené Evropským výborem pro normalizaci v červenci 2010 a je závazná pro všechny jeho členy [4].

Tato norma obsahuje ustanovení pro měření působení výrobků pro silniční záchytné systémy během nárazu a úrovně prudkosti nárazu, dále pak data o zkušebním místě, definuje silniční záchytné systémy, specifikuje požadavky pro vozidla použitá při nárazových zkouškách, přístrojové vybavení, postupy výpočtu a metody zaznamenávání dat o nárazových zkouškách včetně úrovní prudkosti nárazu a index deformace kabiny vozidla [4].

Kritéria zkušebního místa, přesněji požadavků na zkušební místo, na kótování půdorysného náčrtu zkušební plochy a samotné zkoušky jsou blíže specifikována v normě ČSN EN 1317-1 na straně 11, kapitola 5.1. Důležité je, aby se základy, kotvení a přípoje chovali (účinkovali) v souladu s návrhem záchytného systému pro vozidla. Výrobce těchto záchytných systémů musí uvést podrobnosti o maximálních silách, které mohou být přeneseny kotvením do základů. Tyto maximální síly musí být takové, které vzniknou při mezním porušení záchytného systému pro vozidla včetně mostního svodidla vlivem

jakéhokoliv myslitelného nárazu a normálně budou větší než ty, které mohou být změřeny během nárazu. To znamená, že mezní síly, které mohou být přeneseny do mostovky, musí být získány výpočtem nebo zkouškou na místě [4].

Kritéria a požadavky na zkušební vůz jsou specifikovány ve výše zmíněné normě na stranách 11 a 12 v kapitole 5.2 [4].

Přístrojové vybavení vozidla je vyjmenováno v následující kapitole normy v kapitole 6. na straně 13. Nejdůležitější částí jsou pak výstupy z přístrojů, s jejichž pomocí se měří a dopočítávají tyto veličiny:

- index prudkosti nárazu (ASI);
- nárazová rychlost teoretické hlavy (THIV);
- index deformace kabiny vozidla (VCDI) [4].

1.5 FUNKČNÍ TŘÍDY, KRITÉRIA PŘIJATELNOSTI NÁRAZOVÝCH ZKOUŠEK A ZKUŠEBNÍ METODY

Jedním z hlavních účelů zachytných systémů (konkrétně svodidel) je usměrnit vozidlo tak, aby v případě, že řidič nad ním ztratí kontrolu, nesjelo mimo vozovku. Z toho vyplývá, že hlavními kritérii na svodidla jsou:

- úroveň zadržení;
- úroveň prudkosti nárazu;
- deformace vyjádřená pracovní šířkou a vychýlením vozidla [21].

Svodidla/mostní svodidla musejí splňovat výše uvedená kritéria (viz kapitoly 1.5.1 až 1.5.3), pokud jsou zkoušena v souladu s parametry nárazových zkoušek uvedenými v tabulce č. 1 (viz Příloha č. 1) [4], [21].

1.5.1 Úrovně zadržení

Úroveň zadržení svodidla je dána velikostí bočního nárazu vozidlem, kterému je schopné svodidlo vzdorovat, aniž by došlo k jeho překonání. Pro jednotlivé úrovně zadržení jsou požadovány konkrétní nárazové zkoušky specifikované v tabulce č. 2 (viz Příloha č. 1) [21].

Hodnocení záchytného systému pro vozidla v rámci úrovní zadržení vyžaduje provedení rozdílných zkoušek:

- zkoušky podle maximální úrovně zadržení pro určitý systém;
- zkoušku/y s použitím vozidla za účelem ověření, zda úspěšné dosažení maximální úrovně zadržení je rovněž kompatibilní s bezpečností pro osobní vozidla [21].

1.5.2 Prudkost nárazu

Vyhodnocení prudkosti nárazu (ASI) a nárazová rychlost teoretické hlavy (THIV) se provádějí u osobních vozidel a musejí splňovat požadavky uvedené v tabulce č. 3 (viz Příloha č. 1), ze které vyplývá, že úroveň prudkosti nárazu A poskytuje větší úroveň bezpečnosti pro cestujícího v neovládaném vozidle než úroveň B a úroveň B větší než C. Oba výše zmíněné indexy jsou definovány (včetně jejich výpočtu) v evropské normě EN 1317-1:2010 (resp. ČSN EN 1317-1) [21].

1.5.3 Deformace záchytného systému

Deformace svodidla v průběhu nárazové zkoušky je charakterizována:

- dynamickým průhybem (D_m);
- pracovní šířkou (W_m);
- vychýlením vozidla (VI_m)(viz Obr. č. 13) [21].

Přesnost požadovaná pro měření je specifikována v normě ČSN EN 1317-2.

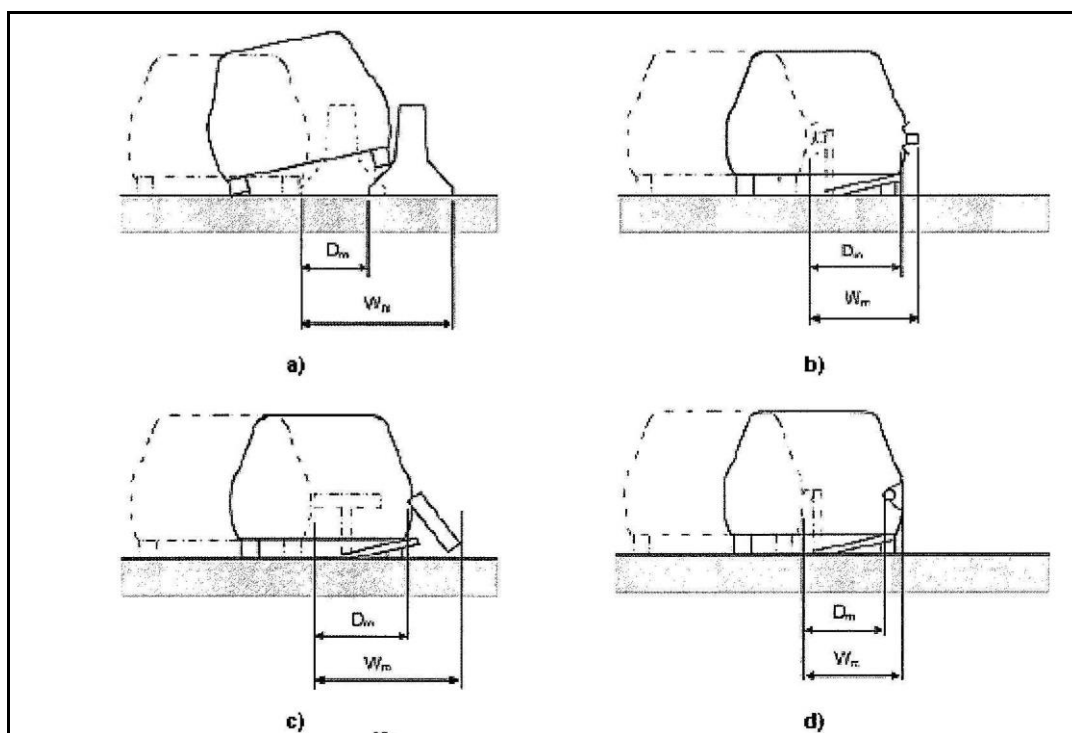
Dynamický průhyb

Dynamický průhyb je maximální boční dynamické přemístění kteréhokoliv bodu líce záchytného systému [21].

Pracovní šířka

Pracovní šířka je maximální boční vzdálenost mezi kteroukoliv částí svodidla na jeho lící straně před nárazem a maximální dynamickou polohou kterékoliv části svodidla během nárazu [21].

Pokud se karoserie vozidla deformuje kolem záchytného systému pro vozidla tak, že tento záchytný systém nelze použít pro účel měření pracovní šířky, musí být vzata jako alternativa maximální boční poloha vozidla (viz obrázek 13 d) [21].



Obr. č. 13 – Naměřené hodnoty dynamického průhybu (D_m),
pracovní šířky (W_m) a vychýlení vozidla (VI_m) [21]

Tato práce je zaměřena na střety osobních vozidel se svodidly (znázorněnými na obrázku č. 13, ale norma, zmíněná v úvodu této podkapitoly, definuje i podmínky zkoušek s nákladními vozidly [21].

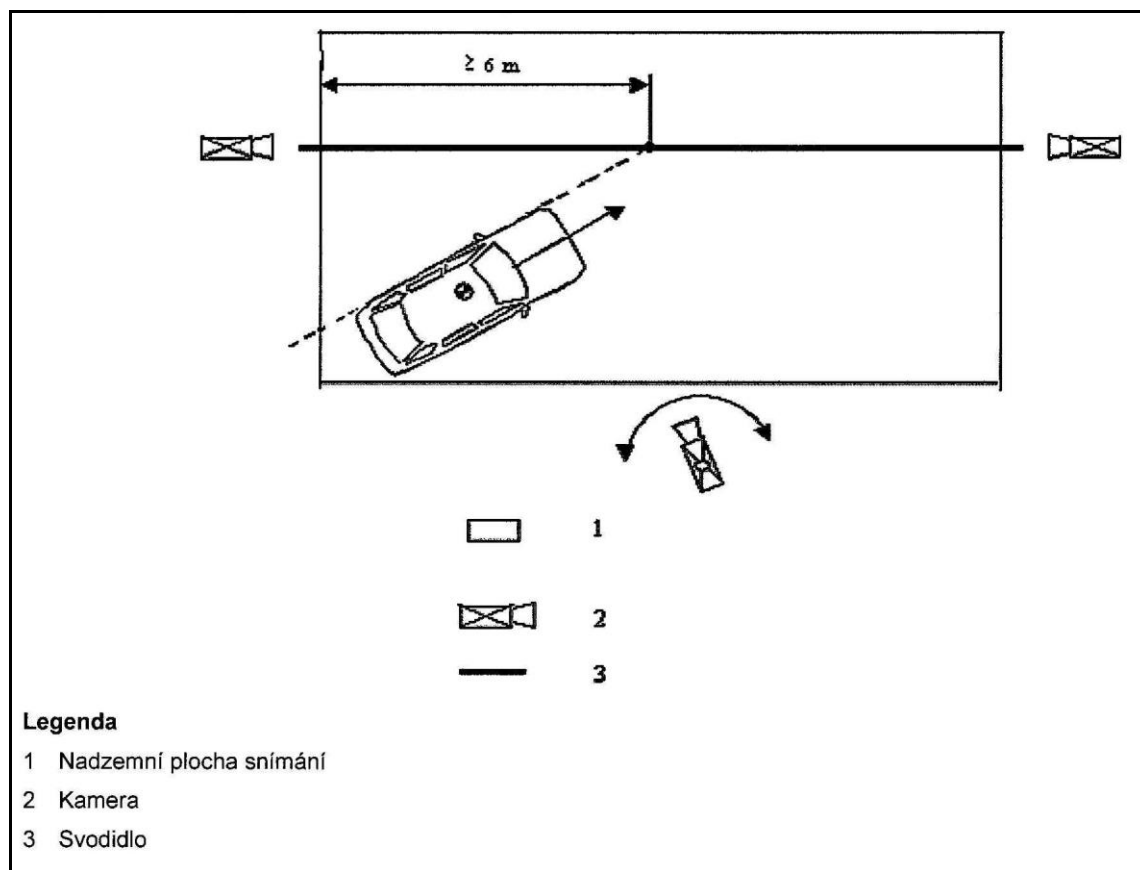
Pracovní šířka se vyhodnocuje ze záznamů vysokorychlostních kamer, nebo video záznamů. Na obrázku č. 14 je vidět statické rozmístění vysokorychlostních kamer. Ty jsou rozmístěny tak, že dvě z nich jsou umístěny v rovině svodidla na jeho koncích otočených směrem k sobě, aby zaznamenaly střet vozidla se svodidlem a zároveň pracovní šířku svodidla. Třetí z kamer sleduje pohyb vozidla ve snímané oblasti [21].

Dále se vyhodnocuje měřením polohy a úhlu plošiny vozidla za předpokladu, že normové (teoretické) zatížení zůstane nedeformované a kolmé k plošině vozidla nebo použitím zkušebního vozidla s normovým (teoretickým) zatížením [21].

Vychýlení vozidla, konkrétně autobusu, je jeho maximální dynamická boční poloha, která se vyhodnotí ze záznamů vysokorychlostních kamer nebo video záznamů [21].

Požadovaná přesnost pro vyhodnocení vychýlení vozidla musí být $\pm 0,2 \text{ m}$ [21].

Deformace záchytného systému se klasifikuje v souladu s tabulkami 4 a 5 (viz Příloha č. 1) [21].



Obr. č. 14 – Rozmístění kamer pro pořízení záznamů zkoušek [21]

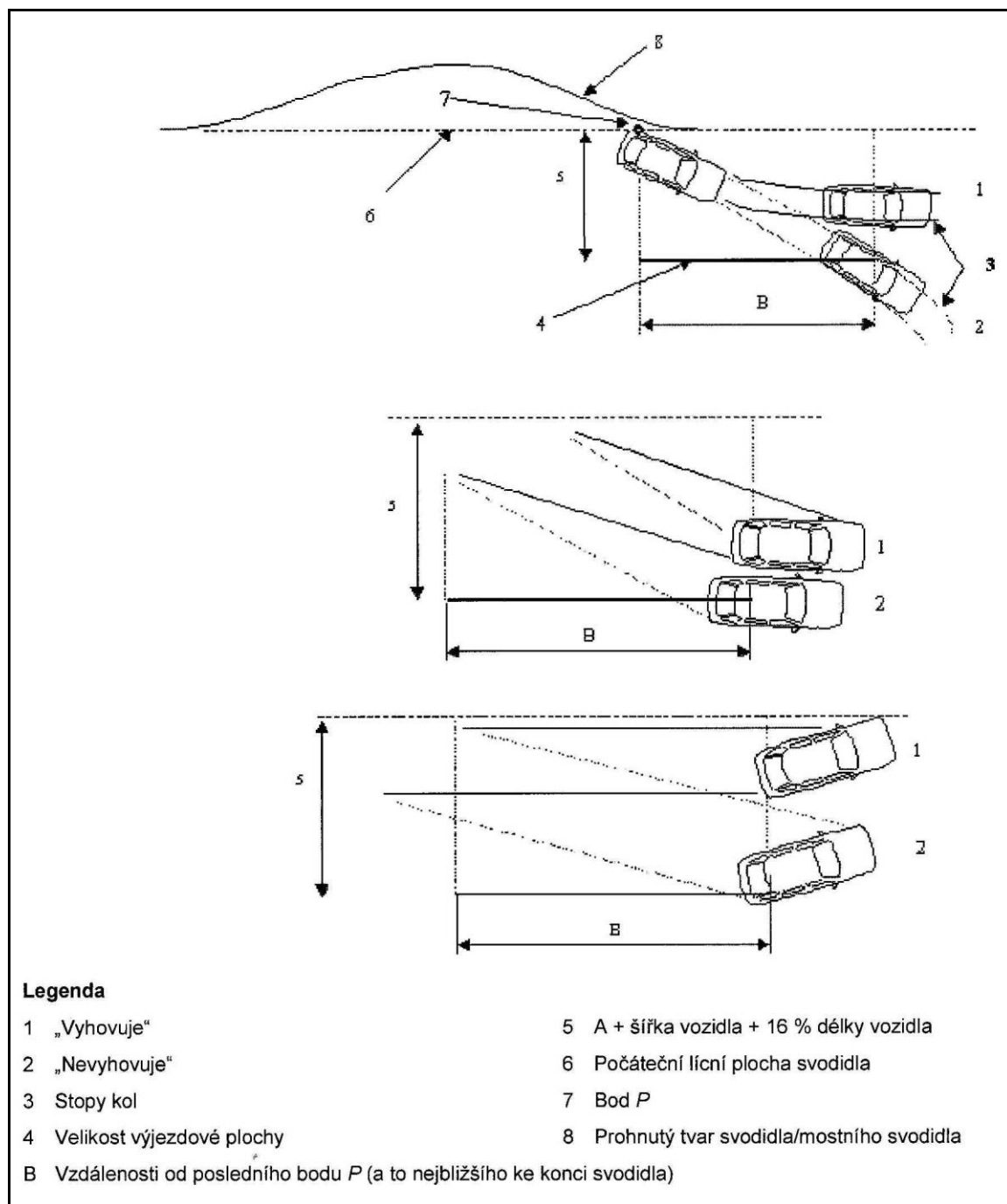
1.5.4 Kritéria přijatelnosti nárazových zkoušek

Zkušební parametry, na jejichž základě se stanoví kritéria přijatelnosti, jsou uvedeny v tabulce č. 6 (viz Příloha č. 1).

Svodidlo/mostní svodidlo musí zadržet vozidlo, aniž by došlo k úplnému zničení jakýchkoliv základních prvků svodidla. Žádný z prvků svodidla nesmí proniknout do kabiny vozidla. Deformace nebo proniknutí do kabiny vozidla, které by mohly způsobit vážná zranění, nejsou přípustné. Základy, kotvení do zeminy a upevnění se musí chovat podle návrhu záchytného systému [21].

Funkčnost záchytného systému může být silně ovlivněna chováním jeho základu, kotvení a upevnění. U kotvení zapuštěním do zeminy má být zkoušená položka instalována do zeminy odpovídající specifikacím v návrhu svodidla. V případě instalace svodidla (které je

k tomuto účelu navrženo) na mostě nebo opěrné zdi, únosnost podpírajícího povrchu a pevnost kotvení nemá být menší než v návrhových požadavcích [21].



Obr. č. 15 – Dráhy výjezdové plochy [21]

Z pohledu vozidel, v průběhu nárazu a po něm se nesmí více než jedno kolo vozidla dostat za svodidlo (vrchem nebo spodem) a nesmí dojít k převrácení vozidla (ani na střechu, ani na bok). Vozidlo musí po nárazu opustit svodidla tak, aby stopa kol nepřekročila čáru rovnoběžnou s původní lící plochou svodidla (bod 6 na Obr. č. 15) ve vzdálenosti (bod 5 na Obr. č. 15), která činí 2,2 m (pro osobní vozidlo; pro ostatní je tato hodnota 4,4 m) plus

šířka vozidla plus 16 % délky vozidla; ve vzdálenosti (B na Obr. č. 15) 10,0 m (pro osobní vozidla; pro ostatní je tato hodnota 20,0 m) od posledního bodu P (nejbližšího ke konci svodidla; na Obr. č. 15 pod číslem 7), kde poslední stopy kol vozidla znovu překročí čáru danou původní lící plochou svodidla po počátečním nárazu, jak je znázorněno na Obr. č. 15. [21].

2 KAROSERIE

Karoserie tvoří nosnou část konstrukce vozidla rozdělující vnitřní uspořádání vozidla na část pro přepravu osob a na část pro přepravu nákladu. Účelem karoserie je zajistit:

- ochranu vozidla, posádky a nákladu před vnějšími vlivy;
- co nejlepší ochranu posádky před zraněním v případě havárie (deformační zóny);
- co nejnižší aerodynamický odpor vozidla;
- v případě samonosné karoserie (karoserie bez samostatného rámu) tvoří základní nosnou část pro hnací ústrojí a ostatní podvozkové části [22].

2.1 BEZPEČNOST A STRUKTURA KAROSERIE

Požadavky kladené na karoserii úzce souvisejí s bezpečností silničního provozu, kterou u motorového vozidla, označenou jako provozní bezpečnost dělíme na aktivní a pasivní.

2.1.1 Aktivní bezpečnost

Pod pojmem aktivní bezpečnost se skrývají všechna opatření snižující možnost vzniku dopravní nehody. Jízdní bezpečnost, kondiční bezpečnost, pozorovací bezpečnost a ovládací bezpečnost jsou hlavními skupinami, na které lze aktivní bezpečnost rozdělit [22].

2.1.2 Pasivní bezpečnost

Pasivní bezpečnost zahrnuje všechna opatření sloužící ke zmenšení následků nehody. Faktory, které ji ovlivňují, lze rozdělit na ty, které působí po nárazu, nebo při nárazu - ty se pak dále dělí na vnější a vnitřní [22].

Vnitřní faktory zajišťují ochranu posádky vozidla a ty vnější ochranu všech ostatních účastníků silničního provozu včetně chodců [22].

Pasivní bezpečnost – vnější

Jak už bylo řečeno výše, vnější bezpečnost je dána provedením obrysu vozidla tak, aby zranění ostatních účastníků dopravy bylo co nejmenší. Tomu odpovídá zaoblení vnějších hran vozidla; nárazníky; deformační vlastnosti přídě; zamezení podjetí osobního vozidla pod

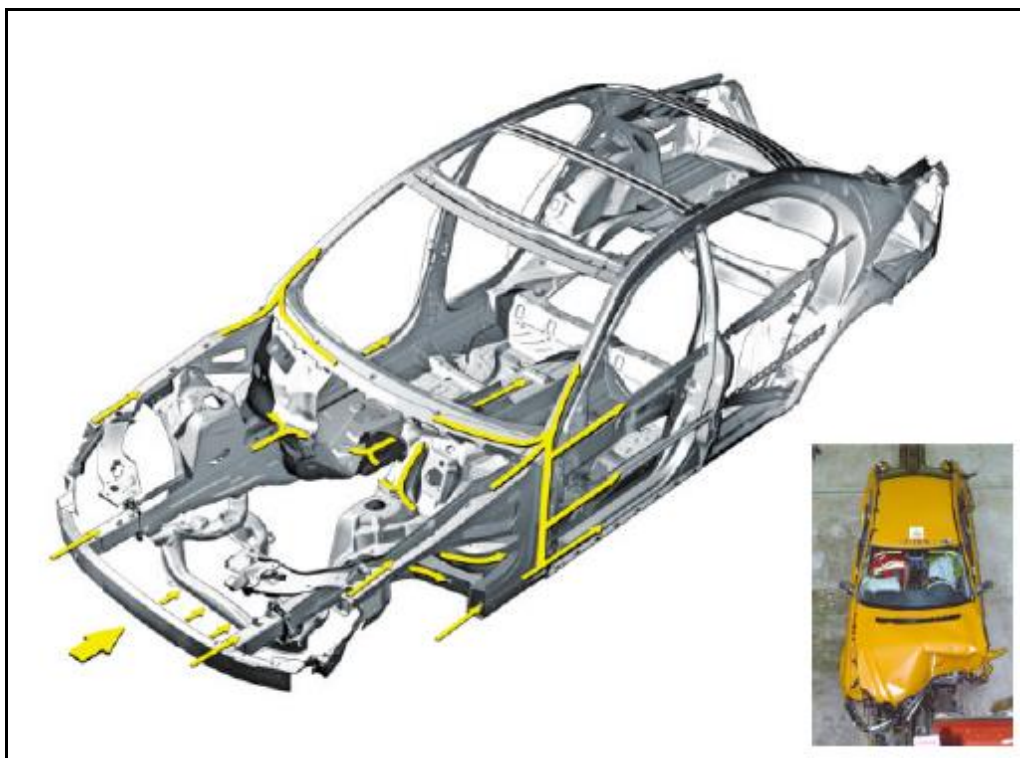
nákladní; absorbéry nárazové energie; kliky, závěsy, tlačítka; raménka stěračů; kryty kol; mřížky, vstupní otvory pro vzduch; štítky světlometů a ochranné systémy při srážce s chodcem [22].

Pasivní bezpečnost – vnitřní

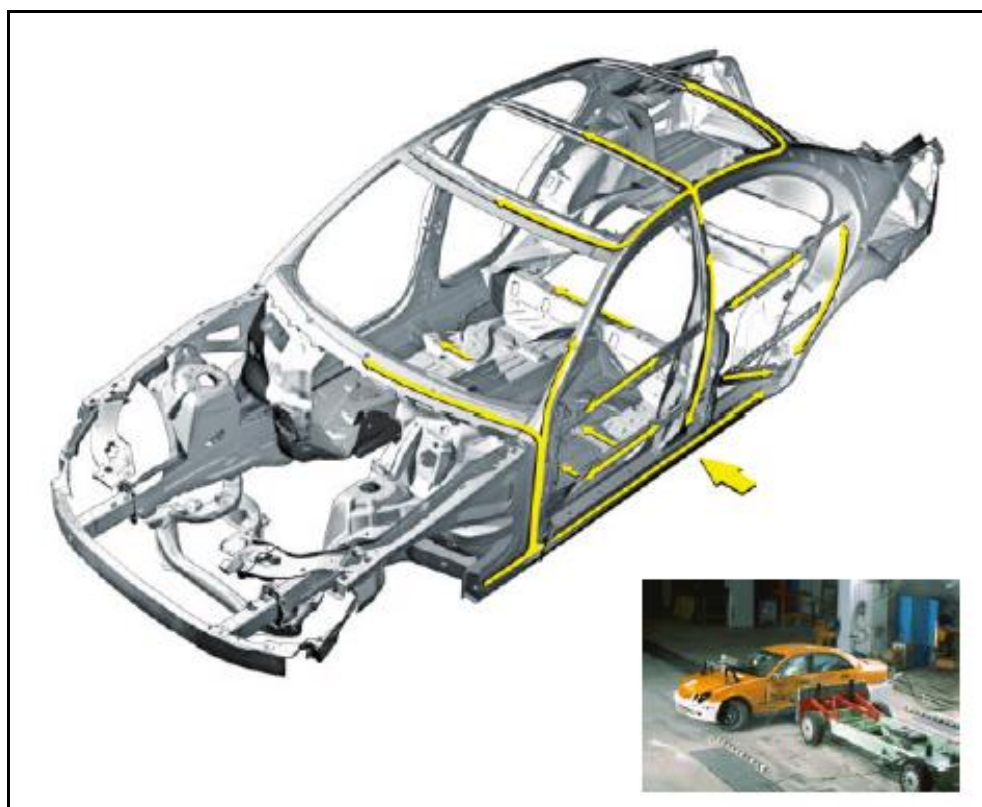
Je souborem opatření k zabránění nebo zmenšení zranění posádky. Tyto soubory můžeme rozdělit na deformovatelnou před' a zád'; ochranu proti požáru; ochranu proti vymrštění osob - jako jsou zámkové a závěsy dveří, zadržovací systémy a bezpečnostní skla; ochrana proti dalšímu nárazu – sem patří zadržovací systémy (aktivní a pasivní), hlavové opěrky, vnitřní vybavení interiéru, deformovatelné uložení volantu; zachování prostoru pro přežití – ten je dán odolností při převrácení, při posunutí nákladu, při čelním a bočním nárazu [22].

2.1.3 Struktura karoserie z hlediska pasivní bezpečnosti

Z hlediska pasivní bezpečnosti musí struktura karoserie splňovat dvě důležité funkce. Při kolizi musí mít nosná struktura, podle druhu namáhání, dostatečnou schopnost absorpce energie, a její rozložení do struktury karoserie (viz Obr. č. 16 a 17), zaručující nepřekročení biomechanických tolerančních limitů lidského těla. To znamená, že karoserie musí mít při své deformaci takovou silovou charakteristiku, aby zpoždění člověka ve vozidle nepřekročilo mezní hodnoty. Na druhé straně, deformace nosné struktury nesmí být tak velká, aby byl narušen vnitřní prostor pro posádku [22].



Obr. č. 16 – Rozložení energie při čelním nárazu do karoserie vozidla (znázorněno žlutě) [23]

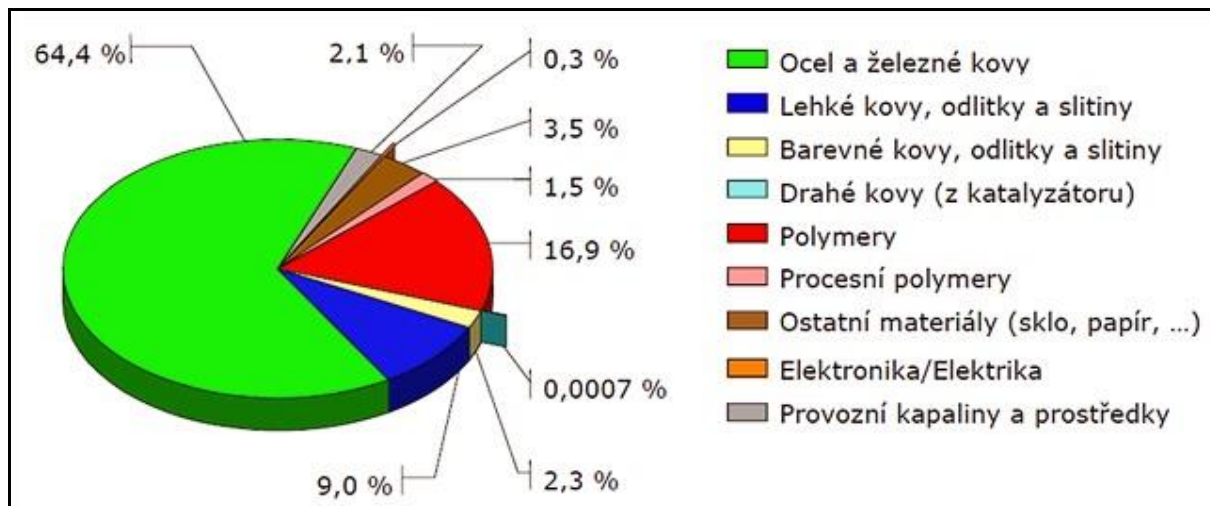


Obr. č. 17 – Rozložení energie při bočním nárazu do karoserie vozidla (znázorněno žlutě)
[23]

2.2 MATERIÁLY POUŽITÉ VE STRUKTUŘE KAROSERIE

V automobilovém průmyslu se pro stavbu karoserií a dalších částí vozidla používá velké množství nejrůznějších materiálů. Škála použitých materiálů sahá od kovů a jejich slitin, přes ropné produkty, jíly až po materiály rostlinného původu.

Příklad různorodosti materiálů použitých v konstrukci automobilu:



Obr. č. 18 – Příklad materiálového složení vozu Škoda Octavia 1,9 TDI 74 kW, 5-stupňová manuální převodovka, hmotnost 1363 kg – členění dle normy VDA 231-106 [24]

2.2.1 Ocel

Základním materiálem pro výrobu karoserie je ocel. Jejími přednostmi jsou vysoká pevnost, snadná tvárnost (tažnost), dobrá svařitelnost, možnost spojování pájením, dostatečná životnost při antikoroziční úpravě a také její cena [22], [25].

Ocel je do výroby navážena ve formě pásů, svitků a tabulí. Dále se používá ocel ve formě trubek (výztuhy), různých druhů profilů, výkovek (závěsy dveří) a odlitků (součásti zámků) [22], [25].

Velkou nevýhodou oceli je její hmotnost. Současné trendy v ochraně životního prostředí tlačí na snižování emisí, a proto jsou výrobci nuceni hledat způsoby, jak konstrukci vozidel odlehčit. Jednou z metod je ULSAB (Ultra Light Steel Auto Body), která je založená na sendvičovém řešení, kdy mezi dvěma tenkými ocelovými plechy je umístěn polypropylen o větší tloušťce. Takovéto řešení uspoří až 25 % hmotnosti oproti karoserii z ocelových plechů. Další možností je použití různých tloušťek plechů, tzv. metoda „tailor blanks“. Obě z metod mají své výhody i nevýhody v podobě spojování materiálů, technologických postupů a likvidace odpadů [22], [25].

2.2.2 Hliník a jeho slitiny

Nejvýznamnějším lehkým kovem používaným při výrobě karosérií je hliník a jeho slitiny (Mg – hořčík). Metoda používání hliníku je označována jako ASF (Aluminium-Space-Frame-Technik). Nejčastěji je možné vidět použití hliníku na kolech, ale v karoserii se používá v oblastech dveří, nosičů nárazníků u zavěšených kol (příčná ramena u přední nápravy) a na dalších místech [22], [25].

Nespornou výhodou hliníku je jeho hmotnost a odolnost vůči korozi. Naopak kvůli menšímu modulu pružnosti je malá tvarová pevnost a z ní vyplývající malá absorpce energie při nárazu. Proto se musí používat plechy o větší tloušťce a to má za následek, že výsledná úspora na hmotnosti se pohybuje kolem 30 % oproti ocelovým plechům. Další nevýhodou je vyšší cena hliníku [22], [25].

Hlavní využití hliníku a jeho slitin je na stavbu karosérií u sportovních a luxusnějších vozidel, skříní autobusů a u užitkových vozidel, hlavně jejich nástaveb a návěsů. U ostatních automobilů je hliník použit jen na některé samostatné díly karoserie, jako je kapota, víka, lišty a jiné [25].

2.2.3 Plasty

Použití plastů ať už vně či uvnitř karoserie se neustále rozšiřuje, i když zatím se celé karoserie zatím nevyrábějí, vývoj v této oblasti jde neustále kupředu. Nejčastější použití plastu je na kapoty, nárazníky a blatníky, kde nahrazují těžší plechy [22], [25].

Plasty jsou tedy lehčí než plech, nekorodují, dobře tlumí hluk a navíc jsou dostatečně elastické, čímž zvyšují ochranu chodců a snižují riziko malých poškození. Elasticita plastů je tak velká, že se dokáží deformovat dovnitř až o 50 mm [22], [25].

Nevýhodou je jejich obtížná oprava, špatná absorpce energie při nárazu, křehnutí při nízkých teplotách a nižší pevnost oproti kovovým materiálům. Z plastů lze vytvořit i tvarově velmi složité prostorové díly, které by z kovu nešly vyrobit nebo za cenu vysokých nákladů. Pevnost takových prostorových dílů lze zvýšit jejich žebrováním, nebo zesílením stěny. Funkčnost plastových dílů lze zvýšit integrací různých prvků (pro elektroinstalaci, aj.) [25].

Výroba plastových dílů se provádí lisováním, vakuovým tažením a hlavně vstřikováním [25].

Druhy plastů:

- termoplasty (ABS – kopolymer, PVC - polyvinylchlorid, PE - polyetylen, PP - polypropylen, PA – polyamid, PMMA – polymethylmetakrylát, PS – polystyrén, SAN – styrol – akronitril kopolymer, PC – polykarbonát, AC – acetátcelulosa, PUR – polyuretan);
- termosety;
- elasticky modifikované plasty [25].

2.3 OCHRANA KAROSERIE

Nejdůležitější z hlediska ochrany ocelové karoserie je její odolnost proti korozi. Dnešní karoserie vykazují z hlediska tuhosti a pevnosti vysokou odolnost proti mechanickému poškození a to i při jízdě po vozovkách ve špatném technickém stavu. To vše, díky tomu, že je věnována mimořádná pozornost antikorozní úpravě povrchu karoserie zvyšující její životnost [25].

Antikorozní ochrana se skládá z několika tenkých vrstev s dobrou soudržností a přilnavostí mezi sebou. Díky použití různých materiálů ve struktuře karoserie bývá obtížné těchto vlastností dosáhnout. Největší riziko vzniku koroze je v místech spojů, záhybů a dutin. Jsou to místa s nižší kvalitou úpravy, či místa kde se drží vlhkost [25].

Postup ochrany karoserie a lakování se u jednotlivých výrobců může lišit. Základní postup ochrany karoserie včetně hloubky jednotlivých vrstev jsou zapsány níže v tabulce č. 1 [25], [26].

Tabulka č. 1 – Postup při nanášení vrstev ochrany karoserie a jejich hloubky [25], [26]

Postup / vrstva	Stručný popis	Hloubka v μm
Odmaštění	Alkalické odmaštění, oplachování demineralizovanou vodou, odmaštění organickými rozpouštědly a elektrolytické odmaštění v elektrolytu.	-
Fosfátování / Chromatování	Ponorem nebo postřikem, tvorba vrstvy nerozpustných fosforečnanů zvyšujících ochranu proti korozi / chromatování je dražší alternativou fosfátování, kvůli toxicitě nahrazováno zinkovými povlaky.	0,25 – 0,40
Kataforéza	První vrstva barvy, provádí se ponorem karoserie s připojenou anodou do lakovací lázně, v níž je ponořena katoda, díky stejnosměrnému proudu lze vytvořit požadovanou tloušťku vrstvy, následně se barva vysuší.	15 – 30, někdy až 45
Plnič	Nátěrová hmota s vysokou koncentrací pigmentů a plniv, má funkci tlumiče nárazů kamínku do karoserie, barva je nanášena elektrostatickou metodou ve dvou až třech vrstvách a následně vysušena.	40 – 100
Broušení a očištění	Předchází nástřiku vrchního laku, v případě že není vrchní lak nástřikán ještě na vlhký plnič (metoda „mokrý do mokrého“).	-
Vrchní lak	Vytváří optický vzhled vozidla a slouží jako ochrana karoserie, odolává mechanickým a chemickým vlivům prostředí, nanášen ve dvou vrstvách. První vrstva je tvořená barevným lakem. Druhá vrstva z bezbarvého laku, jehož funkcí je ochrana vrstev pod sebou.	1. vrstva = 15 – 18 2. vrstva = 40 – 50

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

7 POUŽITÁ LITERATURA

[1] RADIMSKÝ, M. *Bezpečnostní zařízení na pozemních komunikacích* [online prezentace]. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav pozemních staveb. [cit. 2015-05-12]. Dostupné z: [http://lences.cz/skola/subory/-%20-%20PREDMETY%20%20\(semester%201%20-%202010\)%20-%20-%20-%209-semester/-%20CM01%20-%20Projektovani%20pozemnich%20komunikaci/Prednasky/11%20-%20Bezpecnostni%20zarizeni%20na%20PK.pdf](http://lences.cz/skola/subory/-%20-%20PREDMETY%20%20(semester%201%20-%202010)%20-%20-%20-%209-semester/-%20CM01%20-%20Projektovani%20pozemnich%20komunikaci/Prednasky/11%20-%20Bezpecnostni%20zarizeni%20na%20PK.pdf)

[2] ZPRACOVATEL: PRAGOPROJEKT A.S., VE SPOLUPRÁCI S ČVUT V PRAZE. *ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA: ČSN 73 6101 - Projektování silnic a dálnic*. Nahrazení předchozích norem (ČSN 73 6101 z ledna 2000). Praha: Český normalizační institut, 2004. ICS 93.080.10.

[3] ZPRACOVATEL: ING. STANISLAV PROKEŠ. *ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA: ČSN 73 6110 - Projektování místních komunikací*. Nahrazení předchozích norem (ČSN 73 6110 z 1986-03-18). Praha: Český normalizační institut, 2006. ICS 93.080.10.

[4] ZPRACOVATEL: SILNIČNÍ VÝVOJ - ZDZ SPOL. S.R.O. VE SPOLUPRÁCI S ING. PAVLEM MINAŘÍKEM. *ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA: ČSN EN 1317-1 (73 7001) - Silniční záchytné systémy - Část 1: Terminologie a obecná kritéria pro zkušební metody*. Nahrazení předchozích norem (ČSN 1317-1 (73 7001) z dubna 1999); Revize normy EN 1317-1:1998. Brusel: Evropský výbor pro normalizaci (CEN), 2011. ICS 01.040.93; 93.080.30.

[5] JURÁŇ, Ing. František. *DOPRAVOPROJEKT BRNO, A.S. Svodidla na pozemních komunikacích: Technické podmínky – TP 114* [online]. Třetí vydání. Schválilo: Ministerstvo dopravy ČR 2015 [cit. 2015-12-05]. Dostupné z: <http://www.pjpk.cz/TP%20114a.pdf>

[6] JURÁŇ, Ing. František. *DOPRAVOPROJEKT BRNO, A.S. Lanová svodidla na pozemních komunikacích – prostorové uspořádání: Technické podmínky – TP 106* [online]. Schválilo: Ministerstvo dopravy a spojů ČR - Odbor pozemních komunikací, 1998 [cit. 2015-12-05]. Dostupné z: <http://www.pjpk.cz/TP%20106.PDF>

[7] JURÁŇ, Ing. František. *DOPRAVOPROJEKT BRNO, A.S. Ocelové svodidlo NH4 – prostorové uspořádání: Technické podmínky – TP 128* [online]. Schválilo: Ministerstvo dopravy a spojů ČR - Odbor pozemních komunikací, 1999 [cit. 2015-12-05]. Dostupné z: <http://www.pjpk.cz/TP%20128.pdf>

[8] JURÁŇ, Ing. František. DOPRAVOPROJEKT BRNO, A.S. *Betonové svodidlo: Technické podmínky – TP 139* [online]. Třetí vydání. Schválilo: Ministerstvo dopravy ČR, 2015 [cit. 2015-12-05]. Dostupné z: <http://www.pjpk.cz/TP%20139a.pdf>

[9] JURÁŇ, Ing. František. DOPRAVOPROJEKT BRNO, A.S. *Dřevoocelová svodidla TERTU – prostorové uspořádání: Technické podmínky – TP 140* [online]. Schválilo Ministerstvo dopravy ČR – Odbor pozemních komunikací. FLOP – dopravní značení, s.r.o., 2011 [cit. 2015-12-05]. Dostupné z: <http://www.pjpk.cz/TP%20140.pdf>

[10] JURÁŇ, Ing. František. DOPRAVOPROJEKT BRNO, A.S. *Ocelová svodidla ArcelorMittal: Technické podmínky – TP 167* [online]. Schválilo Ministerstvo dopravy ČR, 2012 [cit. 2016-04-23]. Dostupné z <http://www.pjpk.cz/TP%20167.pdf>

[11] [cit. 2016-01-16]. Dostupné z: www.cihal-omo.cz

[12] [cit. 2016-01-16]. Dostupné z: www.znackymorava.cz

[13] [cit. 2016-01-16]. Dostupné z: www.svodidla.cz

[14] [cit. 2016-01-16]. Dostupné z: www.flop-dz.cz

[15] [cit. 2016-01-16]. Dostupné z: www.dalnice.cz

[16] HUGEMANN, Wolfgang. *Unfallrekonstruktion. Band 2, Praxis*. 1. Auflage. Münster: Verlag Autorenteam, 2007. ISBN 3-00-019419-3

[17] [cit. 2016-01-16]. Dostupné z: www.tvstav.cz

[18] ŠMERK, Ing. Pavel. DOPRAVOPROJEKT BRNO, A.S. Výpočet svodidel: Technické podmínky - TP 101 [online]. Schválilo: Ministerstvo dopravy a spojů ČR - Odbor pozemních komunikací, 1997 [cit. 2015-12-05]. Dostupné z: <http://www.pjpk.cz/TP%20101.pdf>

[19] [cit. 2016-01-16]. Dostupné z: www.svodikon.cz

[20] [cit. 2016-01-16]. Dostupné z: www.svodidla-vesiba.cz

[21] ZPRACOVATEL: SILNIČNÍ VÝVOJ - ZDZ SPOL. S.R.O. VE SPOLUPRÁCI S ING. FRANTIŠKEM JURÁNĚM. *ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA: ČSN EN 1317-2 (73 7001) - Silniční záchytné systémy - Část 2: Svodidla a mostní svodidla - Funkční třídy, kritéria přijatelnosti nárazových zkoušek a zkušební metody*. Nahrazení předchozích norem (ČSN 1317-2 (73 7001) z dubna 1999); Revize normy EN 1317-2:1998. Brusel: Evropský výbor pro normalizaci (CEN), 2011. ICS 13.200; 93.080.30.

[22] VLK, František. *Karoserie motorových vozidel: Ergonomika Biomechanika Struktura Pasivní bezpečnost Kolize Materiály*. 1. vydání. Brno: VLK, 2000. ISBN 80-238-5277-9.

[23] HANEL Frederik: *Kraftfahrzeugtechnik*. In podklady k přednáškám předmětu. TU Kaiserslautern 2008. 400 s

[24] [cit. 2016-01-16]. Dostupné z: is.muni.cz

[25] VONDRÁK, Z. *Materiály pro karoserie osobních vozidel*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 32 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Petr Hejtmánek.

[26] KUBÍČEK, D. *Povrchová úprava karoserie automobilu metalickým lakováním*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 39 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jaroslav Kubiček.

[27] RÁBEK, Vlastimil. *Analýza příčin vzniku a průběhu škodných událostí v oboru pojištění motorových vozidel: Sborník převzatých tuzemských a převzatých cizojazyčných publikací*. Olomouc, 2012. ISBN 978-80-904944-0-4.

[28] BRÖSDORF, Dipl.-Ing. Klaus-Dieter, Dipl.-Ing. Klaus DEPRÉ, Dipl.-Ing. (FH) Jörg GÖRITZ a Ing. Vlastimil RÁBEK, Ph.D. *Schadenaufklärung: Objasnování průběhu a příčin vzniku poškození dopravních prostředků*. Zdroj: Hrsg. Burg / Moser. Oddíl A17 Handbuch Verkehrsunfallrekonstruktion. ISBN 978-3-8348-0172-2.

[29] materiály poskytnuté Českou Pojišťovnou a.s.

[30] WEBER, Dipl.-Ing. Michael a Ing. Vlastimil RÁBEK, Ph.D. *Versicherungsbetrug: Pojistné podvody na motorových vozidlech*. Zdroj: Hugemann (Hrsg.), Verlag autorenteam. Unfallrekonstruktion. Kapitola 6.1. Münster, 2007, str. 953 – 1007. ISBN 3-00-019419-3

[31] ŠACHL, Jindřich, MIČUNEK, Tomáš, FRYDRÝN, Michal. *Limity úhlu havarijního výjezdu vozidla z pozemní komunikace*. Brno: XVIII. Mezinárodní vědecká konference soudního inženýrství, 2009.

[32] SCHEJBAL, Ing. Jan a Ing. Albert BRADÁČ, PH.D. *ExFoS 2012 (Expert Forensic Science) XXI. mezinárodní vědecká konference soudního inženýrství, sborník příspěvků*: DRAHOTSKÝ, Ivo, RÁBEK, Vlastimil, PÝCHA, Daniel, a Tomáš MIČUNEK *Zákonitosti a specifika tečného střetu vozidla se silničními svodidly*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2012. ISBN 978-80-214-4412-6.

[33] [cit. 2016-01-16]. Dostupné z: www.tuzing.cz

[34] [cit. 2016-01-16]. Dostupné z: www.silverton.cz

[35] ČÍRTKOVÁ, Ludmila. *Forenzní psychologie*. 3., upr. vyd. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2013. 445 s. ISBN 978-80-7380-461-9.

[36] 20. EVU ANNUAL MEETING, 15TH-17TH SEPTEMBER 2011, GRAZ., 20. EVU Annual Meeting, 15th-17th September 2011, Graz. *Proceedings: English version*. Dt. Version: BECKE, Dr. Manfred: *Occupants load during safety fence collision in the high speed range*. Graz: University of Technology, 2011. ISBN 978-385-1251-746.

[37] [cit. 2016-04-15]. Dostupné z: www.denik.cz

Seznam příloh:

Příloha č. 1 – Tabulky související se zkoušením svodidel

Příloha č. 2 – Ilustrování dokumentace vysokorychlostních zkoušek střetů vozidel se svodidly prováděných kanceláří Schimmelpfennig + Becke

Příloha č. 3 – Katalog poškození vozidel s popisem [29]

Příloha č. 1 – Tabulky související se zkoušením svodidel.

Tab. č. 1 – Popisy nárazových zkoušek

Označení nárazu (test č.)	Nárazová rychlost [km·h ⁻¹]	Úhel nárazu [stupně]	Celková hmotnost vozidla [kg]	Typ vozidla	Kinetická energie E _k [kJ]
TB 11	100	20	900	osobní	40,6
TB 21	80	8	1300	osobní	6,2
TB 22	80	15	1300	osobní	21,5
TB 31	80	20	1300	osobní	43,3
TB 32	110	20	1300	osobní	81,9
TB 41	70	8	10 000	nákladní	36,6
TB 42	70	15	10 000	nákladní	126,6
TB 51	70	20	13 000	autobus	287,5
TB 61	80	20	16 000	nákladní	462,1
TB 71	65	20	30 000	nákladní	572,0
TB 81	65	20	38 000	nákladní s návěsem	724,6

Tab. č. 2 – Úrovně zadržení

Úrovně zadržení				Požadovaná zkouška
Nízkoúhlové zadržení	T1			TB 21
	T2			TB 22
		T3		TB 41 a TB 21
Běžné zadržení	N1			TB 31
	N2			TB 32 a TB 11
Vyšší zadržení	H1			TB 42 a TB 11
	L1			TB 42 a TB 32 a TB 11
	H2			TB 51 a TB 11
	L2			TB 51 a TB 32 a TB 11
	H3			TB 61 a TB 11
	L3			TB 61 a TB 32 a TB 11
Velmi vysoké zadržení	H4a H4b			TB 71 a TB 11 TB 81 a TB 11
	L4a L4b			TB 71 a TB 32 a TB 11 TB 81 a TB 32 a TB 11

POZNÁMKA 1 – Nízkoúhlová zadržení jsou určena jen pro dočasná svodidla. Dočasná svodidla mohou být rovněž zkoušena pro vyšší úrovně zadržení.

POZNÁMKA 2 – Úspěšně odzkoušené svodidlo pro danou úroveň zadržení se považuje za svodidlo splňující zkušební podmínky jakékoliv nižší úrovně s výjimkou toho, že N1 a N2 nezahrnují T3, úrovně H nezahrnují úrovně L, a H1, ..., H4b nezahrnují N2.

POZNÁMKA 3 - Vzhledem k tomu, že zkoušení a vývoj svodidel velmi vysoké úrovně zadržení se prováděly v různých zemích s použitím výrazně odlišných typů těžkých vozidel, jsou do této normy v současnosti zahrnuty zkoušky TB 71 i TB 81. Dvě úrovně zadržení H4a a H4b nemají být považovány za ekvivalentní a není mezi nimi žádná hierarchie. Totéž platí i pro dvě úrovně zadržení L4a a L4b.

POZNÁMKA 4 – Ve vztahu k úrovním zadržení H jsou úrovně zadržení L rozšířeny o nárazovou zkoušku TB 32.

Tab. č. 3 – Úrovně prudkosti nárazu

Úroveň prudkosti nárazu	Hodnoty indexu		
A	$ASI \leq 1,0$	a	$THIV \leq 33 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$
B	$ASI \leq 1,4$		
C	$ASI \leq 1,9$		

Tab. č. 4 – Úrovně normalizované pracovní šířky

Třídy normalizovaných úrovní pracovní šířky	Úrovně pracovní šířky [m]
W1	$W_N \leq 0,6$
W2	$W_N \leq 0,8$
W3	$W_N \leq 1,0$
W4	$W_N \leq 1,3$
W5	$W_N \leq 1,7$
W6	$W_N \leq 2,1$
W7	$W_N \leq 2,5$
W8	$W_N \leq 3,5$
POZNÁMKA 1 – Ve zvláštních případech může být stanovena třída úrovně pracovní šířky nižší než W1. POZNÁMKA 2 – Dynamický průhyb, pracovní šířka a vychýlení vozidla umožňují určit podmínky pro instalaci každého svodidla a rovněž definovat vzdálenosti, které mají být zajištěny před překážkami tak, aby umožňovaly uspokojivou funkci systému. POZNÁMKA 3 – Deformace závisí jak na typu systému, tak i na charakteristikách nárazové zkoušky.	

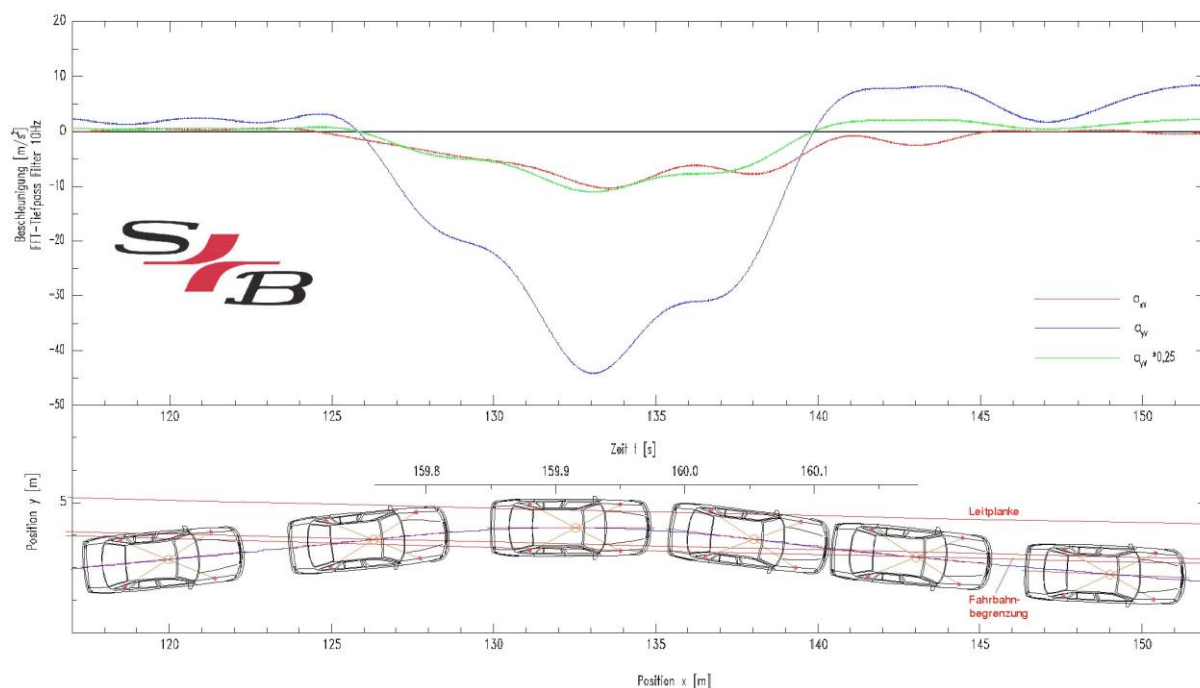
Tab. č. 5 – Úrovně normalizovaného vychýlení vozidla

Třída normalizovaných úrovní vychýlení vozidla	Úrovně normalizovaného vychýlení vozidla [m]
VI1	$VI_N \leq 0,6$
VI2	$VI_N \leq 0,8$
VI3	$VI_N \leq 1,0$
VI4	$VI_N \leq 1,3$
VI5	$VI_N \leq 1,7$
VI6	$VI_N \leq 2,1$
VI7	$VI_N \leq 2,5$
VI8	$VI_N \leq 3,5$
VI9	$VI_N > 3,5$
POZNÁMKA 1 – Ve zvláštních případech může být stanovena třída úrovně vychýlení vozidla nižší než VI1. POZNÁMKA 2 – Dynamický průhyb, pracovní šířka a vychýlení vozidla umožňují určit podmínky pro instalaci každého svodidla a rovněž definovat vzdálenosti, které mají být zjištěny před překážkami.	

Tab. č. 6 – Parametry pro zkoušky svodidla

Úroveň zadržení	PARAMETRY			
	Chování svodidla/mostního svodidla a vozidla	Úroveň prudkosti nárazu ASI- THIV	Deformace vozidla (VCDI)	Deformace svodidla/mostního svodidla
T1	TB 21	TB 21	TB 21	TB 21
T2	TB 22	TB 22	TB 22	TB 22
T3	TB 41 + TB 21	TB 21	TB 21	TB 41 + TB 21
N1	TB 31	TB 31	TB 31	TB 31
N2	TB 32 + TB 11	TB 32 + TB 11 ^a	TB 32 + TB 11	TB 32 + TB 11
H1	TB 42 + TB 11	TB 11	TB 11	TB 42 + TB 11
H2	TB 51 + TB 11	TB 11	TB 11	TB 51 + TB 11
H3	TB 61 + TB 11	TB 11	TB 11	TB 61 + TB 11
H4a	TB 71 + TB 11	TB 11	TB 11	TB 71 + TB 11
H4b	TB 81 + TB 11	TB 11	TB 11	TB 81 + TB 11
L1	TB 42 + TB 32 + TB 11	TB 32 + TB 11 ^a	TB 32 + TB 11	TB 42 + TB 32 + TB 11
L2	TB 51 + TB 32 + TB 11	TB 32 + TB 11 ^a	TB 32 + TB 11	TB 51 + TB 32 + TB 11
L3	TB 61 + TB 32 + TB 11	TB 32 + TB 11 ^a	TB 32 + TB 11	TB 61 + TB 32 + TB 11
L4a	TB 71 + TB 32 + TB 11	TB 32 + TB 11 ^a	TB 32 + TB 11	TB 71 + TB 32 + TB 11
L4b	TB 81 + TB 32 + TB 11	TB 32 + TB 11 ^a	TB 32 + TB 11	TB 81 + TB 32 + TB 11
POZNÁMKA – VCDI není kritériem přijatelnosti				
^a – Úroveň prudkosti nárazu je určena nejvyšší hodnotou ze zkoušek, přičemž všechny výsledky mají být zahrnuty v protokolu o zkoušce.				

Příloha č. 2 – ilustrování dokumentace vysokorychlostních zkoušek střetů vozidel se svodidly prováděných kanceláří Schimmelpfennig + Becke



Einlauf



Tiefste Eindringung



Auslauf



Beschädigung (nach Kollision 1, 2 und 3)

Fahrzeug	Opel Senator B
Leitplankentyp	EDSP 2.0

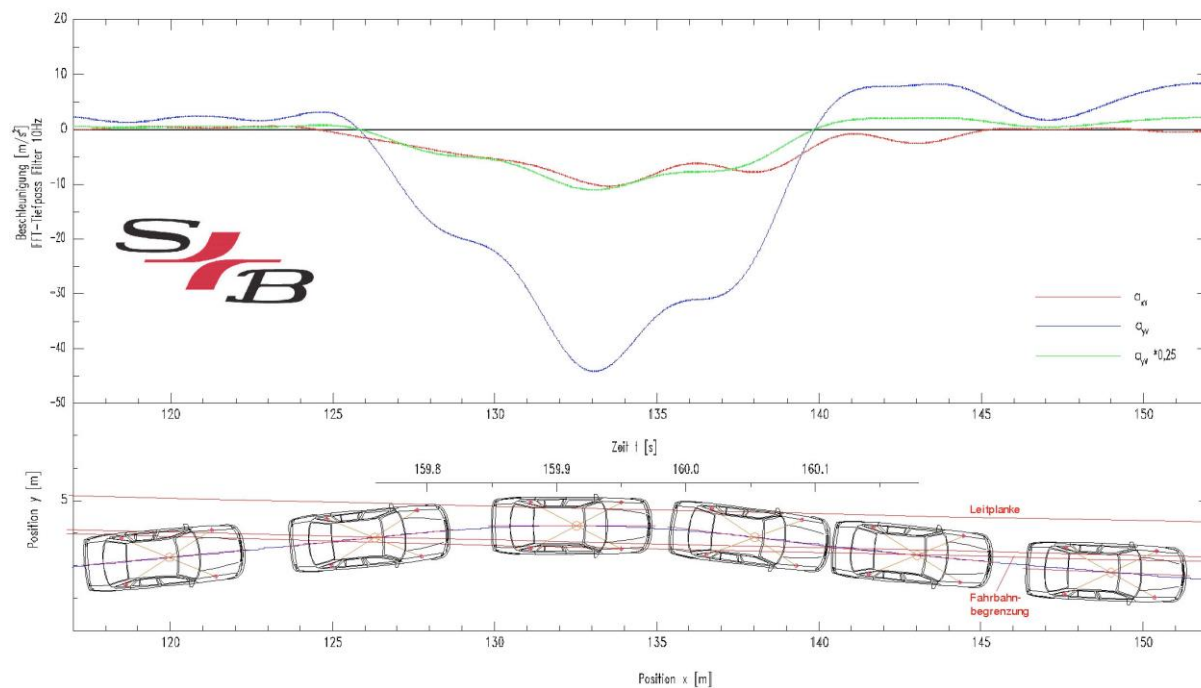
PocketDAQ + Datalogger	
Einlaufparameter	
Geschwindigkeit v	150 km/h
Kurswinkel ψ	7.2 °
Gierwinkel Ψ	7.0 °
Auslaufparameter	
Geschwindigkeit v	141 km/h
Kurswinkel ψ	-4.1 °
Gierwinkel Ψ	-4.0 °
Kollisionsdauer Δt	0.46 s
mittlere Beschleunigung	
in Längsrichtung $\langle a_{x/v} \rangle$	-5.6 m/s²
in Querrichtung $\langle a_{y/v} \rangle$	-19.7 m/s²
des Fahrzeugs	

UDS	
mittlere Beschleunigung	
in Längsrichtung $\langle a_{x/v} \rangle$	-5.4 m/s²
in Querrichtung $\langle a_{y/v} \rangle$	-19.3 m/s²
des Fahrzeugs	

Bemerkungen:
Der Versuch führte zu drei Kollisionen.



Obr. A – Dokumentace I3800, první náraz s kolizním časem 0,46 s (EVU_2011_Graz)



Einlauf



Tiefste Eindringung



Auslauf



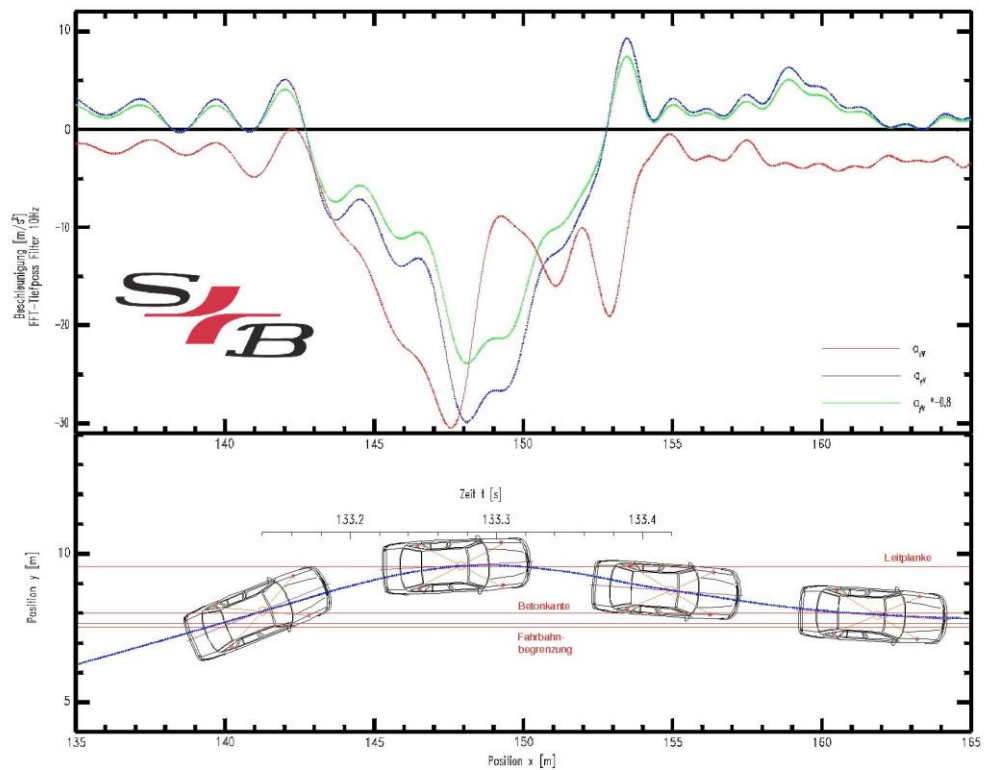
Beschädigung (nach Kollision 1, 2 und 3)

Fahrzeug	Opel Senator B
Leitplankentyp	EDSP 2,0
PocketDAQ + Datalogger	
Einlaufparameter	
Geschwindigkeit v	150 km/h
Kurswinkel ψ	7.2 °
Gierwinkel Ψ	7.0 °
Auslaufparameter	
Geschwindigkeit v	141 km/h
Kurswinkel ψ	-4.1 °
Gierwinkel Ψ	-4.0 °
Kollisionsdauer Δt	0.46 s
mittlere Beschleunigung	
in Längsrichtung $\langle a_{x/v} \rangle$	-5.6 m/s²
in Querrichtung $\langle a_{y/v} \rangle$	-19.7 m/s²
des Fahrzeugs	
UDS	
mittlere Beschleunigung	
in Längsrichtung $\langle a_{x/v} \rangle$	-5.4 m/s²
in Querrichtung $\langle a_{y/v} \rangle$	-19.3 m/s²
des Fahrzeugs	

Bemerkungen:
Der Versuch führte zu drei Kollisionen.



Obr. B – Dokumentace 13801, první náraz s kolizním časem 0,56 s (EVU_2011_Graz)



Einlauf



Tiefste Eindringung



Auslauf



Beschädigung (nach Kollisionen 1, 2, 3 und Endkollision)

Fahrzeug	Opel Senator B
Leitplankentyp	DDSP 4.0

PocketDAQ + Datalogger	
Einlaufparameter	
Geschwindigkeit v	83 km/h
Kurswinkel ψ	16.2 °
Gierwinkel Ψ	21.5 °

Auslaufparameter	
Geschwindigkeit v	47 km/h
Kurswinkel ψ	-8.9 °
Gierwinkel Ψ	-2.5 °

Kollisionsdauer Δt	0.79 s
----------------------------	--------

mittlere Beschleunigung	
in Längsrichtung $\langle a_{xx} \rangle$	-12.7 m/s²
in Querrichtung $\langle a_{yy} \rangle$	-9.5 m/s²

UDS	
mittlere Beschleunigung	
in Längsrichtung $\langle a_{xx} \rangle$	-12.8 m/s²
in Querrichtung $\langle a_{yy} \rangle$	-10.1 m/s²

Bemerkungen:
Das Fahrzeug prallt unter einem hohen Gierwinkel von 21.5° in die Leitplanke. Der Schwimmwinkel beträgt 5.3°.



Obr. C – Dokumentace 13801, třetí náraz s kolizním časem 0,79 s (EVU_2011_Graz)

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.

Obsah této stránky diplomové práce podléhá utajení.