

**UNIVERZITA PARDUBICE  
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**2009**

**Bc. Pavel Dvořák**

**UNIVERZITA PARDUBICE**  
**DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA**  
**KATEDRA DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ**

**Tažné zařízení pro osobní automobil s odnímatelným tažným  
hákem**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**AUTOR PRÁCE:**

**Bc. Pavel Dvořák**

**VEDOUCÍ PRÁCE:**

**Ing. Jan Krmela, Ph.D.**

**2009**

**UNIVERZITY OF PARDUBICE**  
**JAN PERNER TRANSPORT FACULTY**  
**DEPARTMENT OF TRANSPORT MEANS**

**Towing bracket for passenger vehicle with towing bar**

**DIPLOMA WORK**

**AUTHOR:**

**Bc. Pavel Dvořák**

**SUPERVISOR:**

**Ing. Jan Krmela, Ph.D.**

**2009**

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Pavel DVOŘÁK**

Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**

Studijní obor: **Dopravní prostředky-Silniční vozidla**

Název tématu: **Tažné zařízení pro osobní automobil s odnímatelným  
tažným hákem**

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

1. Literární rešerše
2. Tažné zařízení (přehled konstrukčních řešení, normy, požadavky)
3. Analytický přístup k řešení
4. Navrhované změny geometrie a konstrukční úpravy zakončení tažného zařízení
5. Konstrukční návrh upínacího systému
6. Analýza vybraných variant řešení a závěr

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

[1] HORYL, P. Inženýrské základy MKP. Studijní materiál. [2] FEM Computer program COSMOSWorks 2007 Advanced Professional. SolidWorks Corporation. [3] Kniha: KRMELA JAN: Systémový přístup k výpočtovému modelování pneumatik I. 1. vydání, Brno, knihovnička.cz, 2008, 106 stran, ISBN 978-80-7399-365-8.

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Jan Krmela, Ph.D.**

Katedra dopravních prostředků a diagnostiky

Datum zadání diplomové práce: **20. února 2009**

Termín odevzdání diplomové práce: **25. května 2009**



prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.

děkan

L.S.



doc. Ing. Miroslav Tesař, CSc.

vedoucí katedry

dne

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Použité literární prameny a informace, které jsem využil ke své práci, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že na moji práci se vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a dále s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 25. května 2009

Bc. Pavel Dvořák

*Poděkování:*

*Děkuji vedoucímu diplomové práce panu Ing. Janu Krmelovi, Ph.D. za jeho odborné vedení, motivaci a poskytované konzultace.*

*Dále bych chtěl poděkovat firmě Škoda - Auto a.s., jmenovitě panu Ing. Radomírovi Jeníkovi za ochotně poskytnuté informace a konzultace, které jsem k práci potřeboval, ale i poděkovat vedení a pracovníkům firmy Inex DK. s.r.o. za cenné rady a poskytnuté zázemí při tvorbě názorných pomůcek. Rovněž děkuji všem, kteří mi při vytváření diplomové práce vyšli vstříc nebo mi pomohli svými cennými radami. V neposlední řadě patří poděkování rodině a přátelům, kteří mě v průběhu celého studia na vysoké škole všestranně podporovali.*

## **ANOTACE**

Diplomová práce se zabývá návrhem změn v konstrukčním řešení tažného zařízení pro osobní automobily s odnímatelným hákem. Součástí práce je ověření návrhu tažného zařízení výpočtovým modelováním, návrh konstrukce upínacího mechanismu a vytvoření technické dokumentace včetně výroby zkušební pomůcky. Pro návrhy byly použity programy Pro/ENGINEER a ANSYS. Cílem práce je navrhnout takovou konstrukci tažného zařízení, která by byla výrobně a konstrukčně jednoduchá, dostatečně pevná, uživatelsky a ekonomicky přívětivá a splňovala všechny požadavky dané výrobcem tažného zařízení.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

tažný hák, konstrukce, výpočtové modelování, metoda konečných prvků, Pro/ENGINEER

## **TITLE**

Towing bracket for passenger vehicle with towing bar

## **ANNOTATION**

The diploma work deals with the proposal about the changes in the construction of the towing bar for cars with the removable towing hook. One part of this diploma work is checking of the proposal of the towing bar by a computational modelling, the proposal of the construction of the fixing mechanism and creation of technical documentation and producing (making) testing means. Modelling programs ANSYS and Pro/ENGINEER were used for the proposals. The aim of the diploma work is to project such construction, that would be productively and constructively easy, firm, user and economically friendly and that would match the requirements given by a towing bar maker.

## **KEYWORD**

towing bar, construction, computational modelling, finite element method, Pro/ENGINEER

<b>Obsah:</b>	<b>str.</b>
1. Úvod .....	10
2. Cíl práce.....	11
3. Tažné zařízení pro automobily .....	12
3.1 Legislativa a požadavky .....	12
3.2 Analytický výpočet pro tažné zařízení .....	18
3.2.a Souprava vozidla s točnicovým přívěsem .....	19
3.2.b Přívěs s pevnou ojí.....	20
3.2.c Souprava vozidla s přívěsem s pevnou ojí.....	21
3.3 EHS Schválení typu konstrukčních částí.....	22
3.3.a EHS schválení typu vozidla.....	23
3.4 Požadavky na mechanická spojovací zařízení.....	24
3.5 Typy tažných zařízení z pohledu konstrukce .....	29
4. Zkoušení mechanických spojovacích zařízení .....	32
4.1 Postup zkoušek .....	33
4.2 Zkoušení jednotlivých spojovacích zařízení.....	35
4.3 Požadavky pro schvalování typu vozidla z hlediska volitelné montáže mechanických spojovacích zařízení .....	36
4.4 Montáž spojovacích hlavic na vozidlo .....	38
4.5 Zápis tažného do technického průkazu vozidla.....	38
5. Přístupy k řešení .....	40
5.1 Vznik a princip metody konečných prvků:.....	41
5.2 Porovnání dostupných programů.....	44
5.3 Způsoby modelování .....	47
5.4 Výpočtové modelování.....	47
5.5 Nástin problematiky simulace tažných zařízení v provozních podmínkách .....	48
6. Návrh tažného háku .....	51
6.1 Teorie návrhu.....	51
6.2 Návrh tažného háku .....	53
6.3 Navržená tělesa háků .....	56
6.4 Trny .....	59
6.4.a Návrh válcových trnů .....	59
6.4.b Návrh trnů čtvercových profilů s drážkou.....	62

6.4.c	Koule ISO 50 .....	64
6.4.d	Zajišťovací čep .....	64
6.5	Ukázka vybraných kombinací tážných háků .....	65
7.	Konstrukční návrhy upínacího systému .....	67
7.1	Návrh torza .....	68
7.1.a	Torzo se čtvercovým profilem .....	69
7.2	Čepy .....	70
7.3	Optimalizační přípravek .....	70
7.4	Návrh segmentů .....	71
7.4.a	Segment_1 .....	71
7.4.b	Segment_2 .....	74
7.5	Návrh pružin .....	76
7.5.a	Návrh pružiny_1 .....	76
7.5.b	Návrh pružiny_2 .....	77
7.6	Návrh ovládání upínacího mechanismu .....	77
7.7	Návrh krytů .....	80
7.8	Popis jednotlivých pracovních stavů upínacího mechanismu .....	81
8.	Analýza vybraných variant konstrukčních řešení .....	83
8.1	Výběr sestav pro výpočtový model .....	86
8.2	Výpočtový model .....	87
8.3	Optimalizace .....	97
8.4	Zhotovení názorné pomůcky .....	97
9.	Závěry, doporučení a možnosti uplatnění pro výrobu .....	98
	Literatura: .....	99
	Přílohy: .....	100

## 1. Úvod

Diplomová práce je orientována na konstrukci tažných zařízení. V současné době jsou mechanismy odnímatelných bajonetových tažných zařízení od různých výrobců koncepčně a konstrukčně propracované. Některé z nich jsou možná až zbytečně složitá, což se odráží ve vyšší pořizovací ceně a projevuje snížením spolehlivostních ukazatelů z důvodů většího počtu funkčních, ovládacích prvků a mechanismů.

Zadavatel diplomové práce (firma Škoda–Auto a.s. oddělení TZD) stanovil požadavky na vypracování návrhu konstrukčního řešení tažného zařízení. Konstrukčním požadavkem na tažné zařízení je jeho jednoduchost, spolehlivost, uživatelská nenáročnost a zejména cenová dostupnost. Tažné zařízení má obsahovat jen nezbytné prvky pro bezproblémovou funkčnost a zejména zajištění bezpečnosti upnutí tažného háku.

Je žádoucí, aby torzo tažného zařízení bylo pevně spojeno s příčným nosníkem automobilu. Dále ovládání upínacího systému musí být vyřešeno uživatelsky přívětivým způsobem, nejlépe přes lankový převod např. jako u otevírání kapoty, nebo modernějším elektromagnetickým ovládním. Výhodou lankového ovládním je jeho jednoduchost konstrukce založená čistě na mechanickém principu, z čehož plyne výhoda jeho bezporuchovosti.

Požadavkem je, aby oddělitelný tažný hák měl jednoduchý geometrický tvar pouze s některými opracovanými dosedacími plochami. Je třeba navrhnout takový upínací systém, aby se využívalo působení podélné síly (tj. síla mezi tažným a přípojným vozidlem) k vymezení vůlí mezi oddělitelným tažným hákem a pevnou částí tažného zařízení.

Návrh prototypového modelu si vyžaduje provedení výpočtových analýz. V diplomové práci budou vhodně využity programy Pro/ENGINEER a ANSYS pro jejich dostupnost na DFJP (VŠ). Pro vybrané části upínacího systému bude navrženo několik variant jejich konstrukčního řešení, tak aby splňovaly požadavky zadavatele. S využitím programu AutoCad bude vyhotoven model tažného zařízení pomocí CNC stroje.

Součástí práce bude i vytvoření výkresové dokumentace pro výrobu tažného zařízení. Případně budou navrženy i jiné konstrukční úpravy tažného zařízení.

Práce bude předkládat ucelený konstrukční návrh tažného zařízení až po jeho realizaci v podobě výroby názorné pomůcky.

## **2. Cíl práce**

1. Vytvořit návrh tažného zařízení s odnímatelným tažným hákem podle požadavků zadavatele.
2. Navrhnout zařízení s ohledem na jeho praktičnost, ekonomičnost v provozu a vyrobiteľnosť.
3. Provést výpočtové modelování vybraných částí tažného zařízení.
4. Vytvořit technickou dokumentaci k výrobě prototypu s výrobou názorné pomůcky tažného zařízení.
5. Závěry, doporučení pro praxi.

### **3. Tažné zařízení pro automobily**

Zvyšující se provoz motorových vozidel na veřejných komunikacích ve 20. století zapříčinil vznik a rozvoj kontroly způsobilosti vozidel. To si vyžaduje současně řešit mechanické spojovací zařízení, jako důležitého konstrukčního prvku ke spojení přípojného vozidla s automobilem.

#### **3.1 Legislativa a požadavky**

Motorová vozidla musí splňovat podle vnitrostátních právních předpisů technické požadavky, které se zabývají i mechanickými spojovacími zařízeními. Problém nastal pro exportní a obchodní firmy s tažnými zařízeními. Aby nedocházelo ke schvalování jednoho výrobku například deseti směrnici jednotlivých států do kterých se zařízení vyváží, muselo dojít k podnětům a zavedení stejných požadavků v rámci jednotlivých členských států Evropské unie. Tím se odstranily určité nedostatky a vytvořil se standart. Nezbytné je postavit legislativu tak, aby zákazník, který si koupí tažné zařízení třeba vyrobené v Ukrajinské republice, měl zaručenou kvalitu bude-li uvedeno že splňuje danou směrnici či normu). Dnes jsou stejné požadavky jak například v Německu tak na Ukrajině. Může se stát, že výrobce tohoto zařízení bude splňovat nejen požadavky dané směrnicí, ale požadavky přísnější plynoucí z vlastní interní směrnice. Teoretická část diplomové práce vychází především ze směrnice evropského parlamentu a rady 94/20/ES vydanou 30. května 1994.

#### **➤ Postupný vývoj norem a jejich směrnic**

Roku 1958 byla sjednána dohoda o přijetí jednotných technických pravidel pro kolová vozidla, zařízení a části, které lze montovat nebo užívat na kolových vozidlech o podmínkách pro vzájemné uznání homologací udělených na základě těchto pravidel. Přílohou je předpis č. 55 Evropské hospodářské komise Organizace spojených národů obsahující jednotná ustanovení pro součásti mechanických spojovacích zařízení jízdních souprav stanovující administrativní i technické požadavky na homologaci systémů vozidel, jejich konstrukčních částí nebo samotných technických celků.

Roku 1970 byl použit postup schvalování typu EHS jenž je předmětem směrnice Rady 70/156/EHS o přibližování právních předpisů členských států týkající se schvalování typu motorových vozidel a jejich přípojných vozidel. Směrnicí lze označit za zvláštní v případě postupu EHS schvalování. Pro zvýšení bezpečnosti silničního provozu, zlepšení univerzálnosti motorových a přípojných vozidel s jejich zařízeními. V době mezinárodního provozu je nutné, aby všechny druhy vozidel, které tvoří jízdní soupravy s přívěsy nebo

návěsy, měly mechanická spojovací zařízení se systémy normalizovanými a harmonizovanými. Pro jednotné rozměry daných systémů v zájmu zajištění zaměnitelnosti jednotlivých vozidel tvořících jízdní soupravy s přívěsy a návěsy, jakož i volného pohybu zboží. V členských státech se braly v úvahu především mezinárodní normy (ISO).

Roku 1994 byla zavedena směrnice ES/94/20. Tato směrnice je obdobná jako EHK 55, která v České republice před vstupem do Evropské unie platila za hlavní směrnici. Předpis EHK 55 je přílohou č. 54 EHK/OSN z roku 1958. Vydána Evropskou hospodářskou komisí pro Evropu. Státy jako Německo, Rakousko a Francie nepřistoupily na směrnici a uznávají směrnici ES 94/20.

Roku 1998 sjednána tzv. EHK dohoda o celosvětově platných technických předpisech GTR, u kterých stačí jediné schválení pro výrobek do celého světa. Výhledově se předpokládá, že EHK, ale i ES budou pro vyšší harmonizaci nahrazovány technickými požadavky uvedenými v příslušných celosvětových předpisech GTR [2].

#### **Poznámka:**

Předpis EHK je na dobrovolném užívání.

Směrnice EHS/ES pro členské státy evropské unie povinná.

#### **➤ Směrnice ES 94/20**

Obsahuje celkem 4 články a 9 příloh.

**Článek 1** Vozidlem se rozumí každé motorové vozidlo dle definice 70/156/EHS k určení provozu na pozemních komunikacích, úplné nebo neúplné nejméně se 4 koly a max. rychlostí překračující 25km/h i s přípojnými vozidly bez kolejových vozidel. Typem mechanického spojovacího zařízení je chápáno takové, které smí být uděleno schválení typu konstrukčních částí podle článku 2 směrnice 70/156/EHS.

**Článek 2** Členské země nesmějí odmítnout udělit EHS schválení typu nebo vnitrostátní schválení typu pro určitý typ vozidla nebo i odmítnout či zakázat prodej registraci uvedení do provozu. Pokud toto zařízení splňuje požadavky příloh této směrnice. Používání daného vozidla z důvodů týkajících se jeho volitelných mechanických spojovacích zařízení.

**Článek 3** Jestliže členské státy přijmou a zveřejní právní a správní předpisy musí tak učinit do 18 měsíců od přijetí směrnice. Opatření přijaté členskými státy musí obsahovat odkaz na tuto směrnici. Způsob odkazu stanoví členské státy. Použití předpisů po 18 měsících ode dne přijetí této směrnice.

#### **Článek 4** Určeno členským státům.

##### ➤ **Oblast působnosti norem**

Žádost o EHS schválení typu, rozšíření schválení typu a shodnost výroby. Směrnice je pro mechanická spojovací zařízení motorových vozidel a jejich přípojných vozidel a pro připevnění těchto zařízení na silniční vozidla dle článku 1.

##### **Stanovené požadavky:**

- Kompatibilita při spojení vozidel s různými typy přípojných vozidel.
- Bezpečné spojení vozidel za všech provozních podmínek.
- Bezproblémové a bezpečné spojení a rozpojování.

##### **Klasifikace podle druhů:**

- **Normovaná spojovací zařízení** – která jsou v souladu s normalizovanými rozměry a normalizovanými charakteristickými hodnotami stanovenými v této směrnici. V pojetí třídy jsou zaměnitelná nezávisle na typu a výrobci.
- **Nenormalizovaná spojovací zařízení** – jako zařízení tříd A až J, která nejsou zahrnuta v klasifikaci normalizovaným spojovacím zařízením dané třídy.

##### ➤ **Definice tažných zařízení**

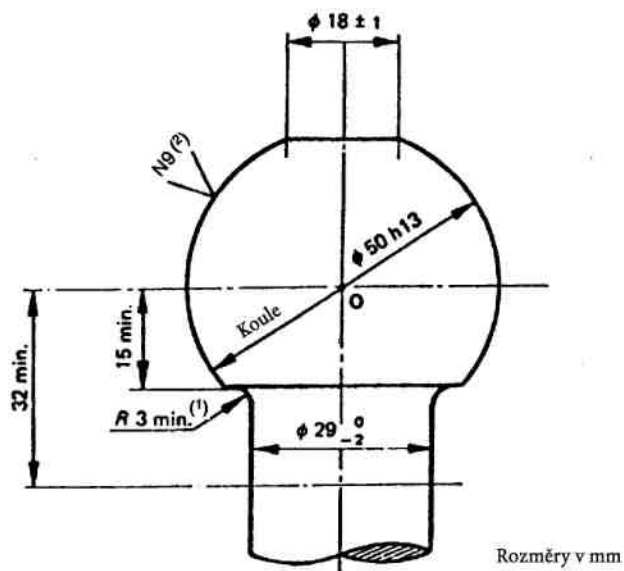
U mechanických spojovacích zařízení mezi motorovými vozidly a přípojnými vozidly se berou všechny části, zařízení na rámech, nosných částech karoserie a podvozku vozidel, pomocí kterých jsou navzájem spojena tažná a tažená vozidla. Dále jsem patří připevněné či snímatelné části, které slouží k připevnění, seřízení nebo obsluze uvedených spojovacích zařízení.

**Tabulka 3.1:** *Klasifikace spojovacích zařízení*

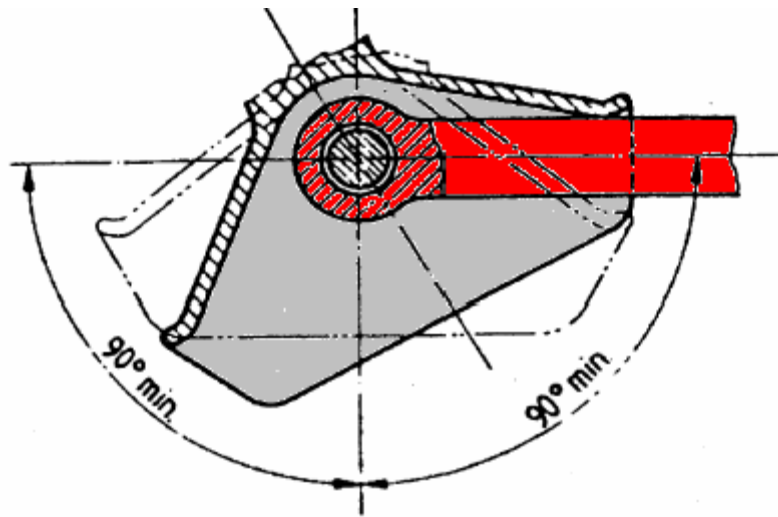
<b>Třída</b>	<b>Popis</b>	<b>Definice</b>	<b>Viz.</b>
<b>A</b>	<b>Spojovací koule s držákem</b>		
A 50-1 až 50-3	Normalizované spojovací koule s přírubovým držákem	Mechanická spojovací zařízení s koulí na připevňovacím držáku na tažném vozidle určená ke spojení se spojovací hlavici přívěsu.	<b>Obr. 3.1</b>
A 50-X	Nenormalizované spojovací koule s držákem		
<b>B</b>	<b>Spojovací hlavice</b>		
B 50-X	Nenormalizovaná spojovací hlavice 50	Mechanická spojovací zařízení na oji přívěsů určená ke spojení se spojovací koulí na tažném vozidle.	
<b>C</b>	<b>Automatická spojovací zařízení s čepem</b>		
C 50	Spojovací zařízení s čepem	Mechanická spojovací zařízení s hubicí a se samočinně se zasunujícím a zajišťujícím čepem na tažném vozidle určená ke spojení s okem oje na přívěsu.	<b>Obr. 3.2</b>
C 50-1 až 50-6	Normalizovaná spojovací zařízení s čepem 50		
C 50-X	Nenormalizovaná spojovací zařízení s čepem		
<b>D</b>	<b>Oka ojí</b>		
D 50	Oka ojí 50	Mechanická spojovací zařízení na oji přívěsu, která mají válcový otvor a jsou určena ke spojení s automatickými spojovacími zařízeními s čepem.	<b>Obr. 3.3</b>
D 50-A	Normalizovaná oka ojí 50 k připevnění svařením		
D 50-B	Normalizovaná oka ojí 50 k připevnění šroubovým spojem		
D 50-C	Normalizovaná oka ojí D 50-C k připevnění přírubovým spojem		
D 50-X	Nenormalizovaná oka ojí 50		
<b>E</b>	<b>Nenormalizované oje</b>	Nájezdová zařízení a podobná zařízení namontována vpředu na taženém vozidle nebo na podvozku vozidla určená ke spojení s tažným vozidlem pomocí ok, spojovacích hlavice a podobných spojovacích zařízení.	
<b>F</b>	<b>Nenormalizované připevňovací mezičleny</b>	Všechny části a zařízení, které se nacházejí mezi spojovacím zařízením a rámem, nosnými částmi karoserie nebo podvozkem tažného vozidla.	

Tabulka 3.1: Pokračování

Třída	Popis	Definice	Viz.
<b>G</b>	<b>Točnice</b>	Deskovitá spojovací zařízení na tažných vozidlech, které mají automatický uzávěr a spojují se s návěsným čepem.	<b>Obr. 3.4</b>
<b>G 50</b>	Normalizované točnice 50		
<b>G 50-X</b>	Nenormalizované točnice 50		
<b>H</b>	<b>Návěsné čepy</b>	Spojovací zařízení tvaru čepu, která jsou montována na návěsech a spojují se s točnicí tažného vozidla.	
<b>H 50-X</b>	Nenormalizované návěsné čepy 50		
<b>J</b>	<b>Nenormalizované základní desky</b>	Všechny části a zařízení sloužící k připojení točnic na rám tažného vozidla. Základní deska může být vodorovně posuvná.	
<b>S</b>	<b>Nenormalizovaná různá spojovací zařízení</b>	Části které jsou namontovány na návěsech a které ve spojení s točnicí ovládají nucené řízení návěsu.	

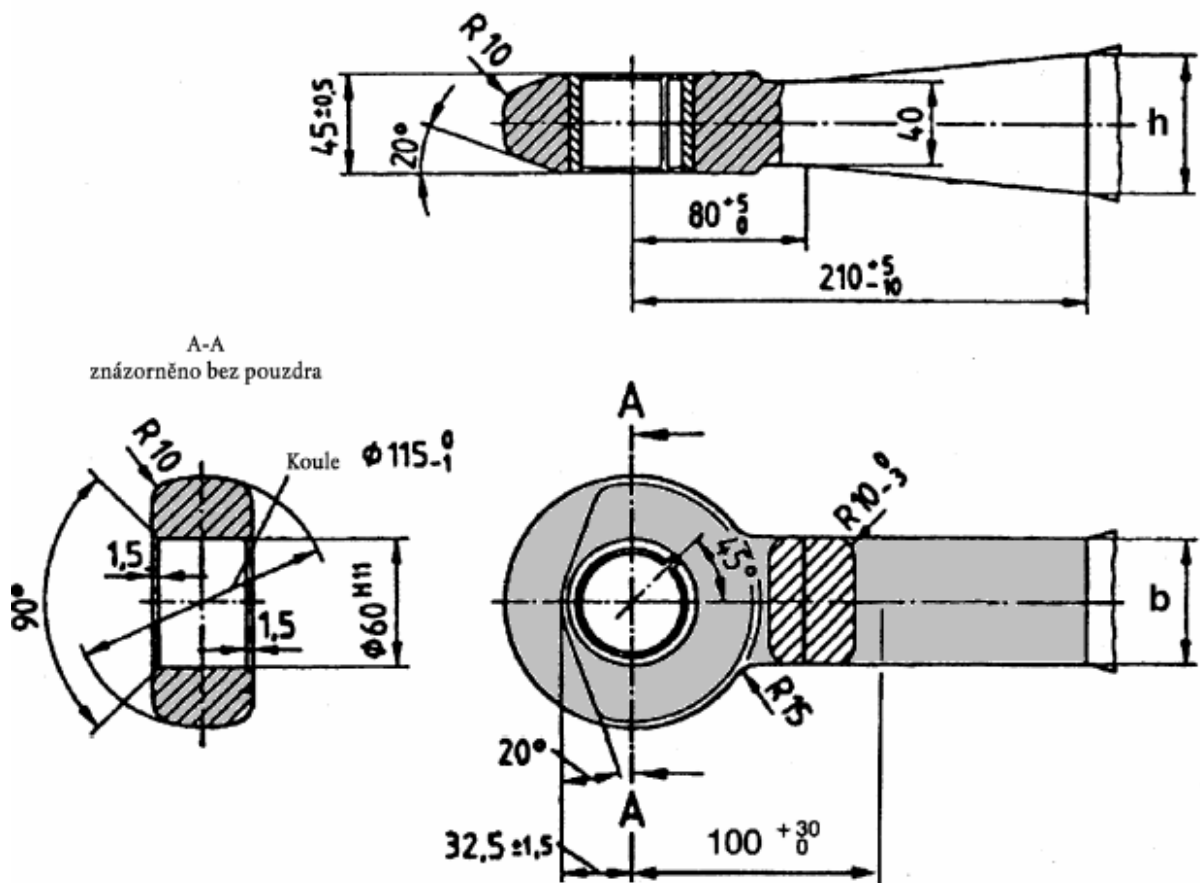


Obr. 3.1: Spojovací koule [1]

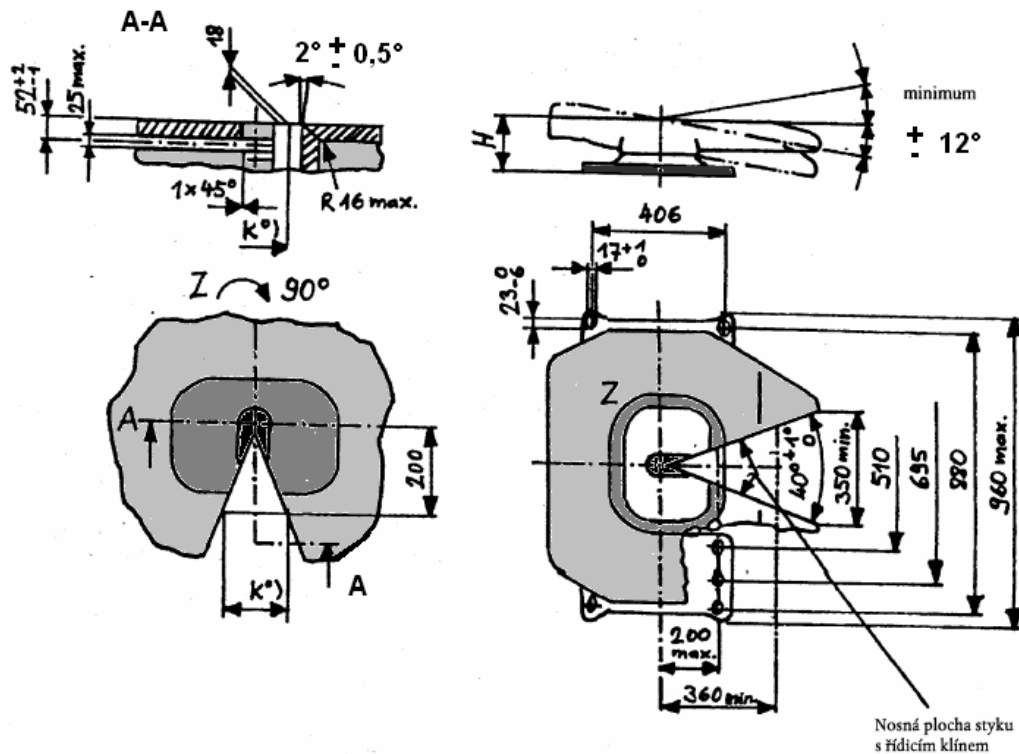


Podélná osa tažného vozidla

Obr. 3.2: Spojovací zařízení s čepem [1]



Obr. 3.3: Oka ojí [1]



Obr. 3.4: Točnice s rozměry [1]

### Kritéria výběru do mechanických spojovacích zařízení

- Třídy spojovacích zařízení.
- Výrobní značky nebo obchodního názvu.
- Tvarů, hlavních rozměrů nebo jiných podstatných rozdílů v konstrukci.
- Charakteristické hodnoty D, S, V a U.

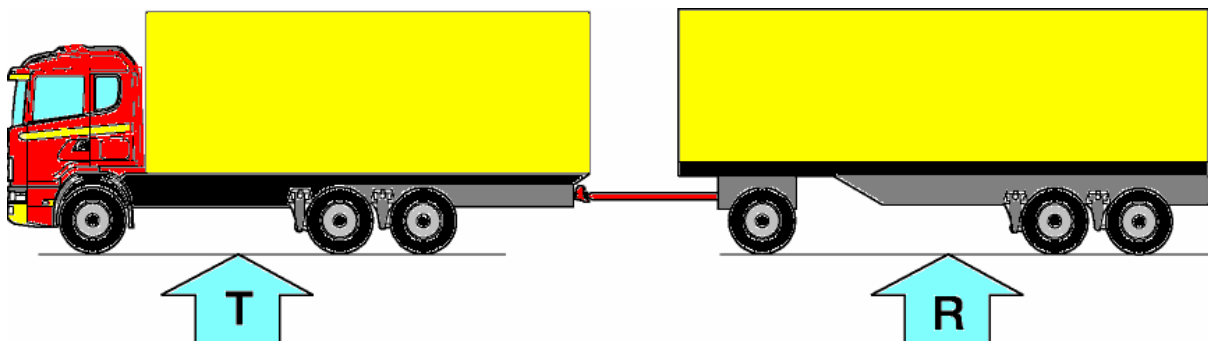
### 3.2 Analytický výpočet pro tažné zařízení

Dané hodnoty pro určení rozměrů tažných zařízení (příček, závěsů, ojí apod.) používaných mezi vozidlem a přívěsem. Při volbě rozměrů tažných zařízení by u celé sestavy součástí, která tažné zařízení tvoří, hodnoty D, Dc, S a V neměly klesnout pod hodnoty vypočítané pro jízdní soupravu.

Za maximální hmotnost přívěsu s nápravami uprostřed se bere do výpočtu hmotnost, kterou na vozovku působí nápravy přívěsu, pakliže je přívěs připojen k tažnému vozidlu a naložen nákladem na maximální nosnost. Jsou-li vozidla, která nespádají do kategorií, posuzují se jako vozidla druhu kterému jsou nejvíce podobná. Typem vozidla se rozumí vozidla nelišící se v hlavních vlastnostech jako konstrukce, rozměry, tvar a materiály

odpovídající části souvisejících s montáží spojovacího zařízení na tažné vozidlo nebo na přední přípojné vozidlo.

### 3.2.a Souprava vozidla s točnicovým přívěsem



Obr. 3.5: Souprava vozidla s točnicovým přívěsem [5]

#### Hodnota D (přívěs s točnicovou ojí)

- Bere se jako základ pro vodorovné zatížení při dynamických zkouškách. Určená pro mechanická spojovací zařízení, která nejsou schopna nést svislé zatížení.
- Je teoretická horizontální referenční síla pro tažná zařízení odpovídající silám působícím v podélném směru u přívěsů s točnicovou ojí.

Hodnota D je definována vztahem:

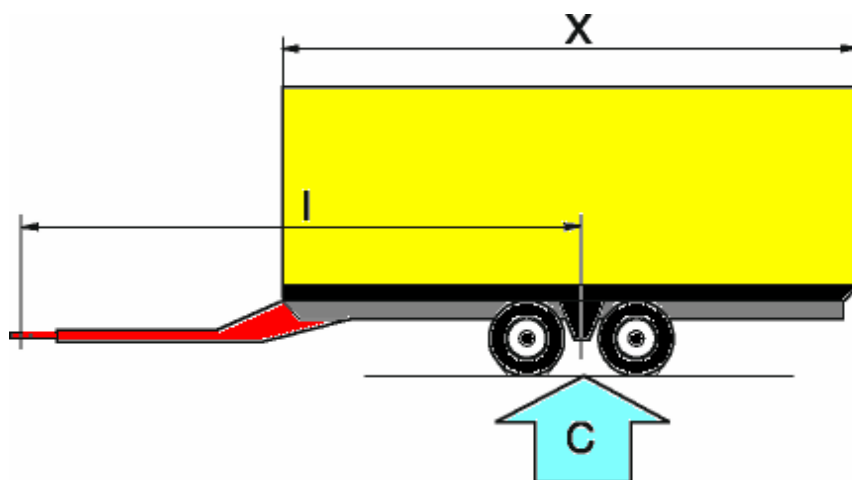
$$D = g \cdot \frac{T \cdot R}{T + R} \text{ (kN)} \quad (1)$$

kde  $g$  = gravitace ( $9,81 \text{ m/s}^2$ ),

$T$  = celková maximální hmotnost tažného vozidla a maximální vertikální statické zatížení, které vlek přenáší na tažné zařízení (=S), vyjádřeno v tunách,

$R$  = maximální celková hmotnost přívěsu v tunách.

### 3.2.b Přívěs s pevnou ojí



Obr. 3.6: Rozměry přívěsu s nápravami uprostřed [5]

#### Hodnota V (přívěs s pevnou ojí)

Je teoretická vertikální referenční síla pro amplitudu svislé síly mezi tažným vozidlem a přívěsy s nápravou uprostřed o maximální hmotnosti větší než 3,5 t. Hodnota V se bere za základ pro svislé zkušební zatížení při dynamických zkouškách.

**Hodnota V je definována:**

$$V = a \cdot \frac{X^2}{l^2} \cdot C \quad (2)$$

kde  $X$  = délka ložné plochy vleku v metrech,

$l$  = teoretická délka oje v metrech,

$C$  = celkové maximální zatížení náprav vleku v tunách,

$a$  = ekvivalentní vertikální zrychlení v bodě připojení (závisí na odpružení vozidla),

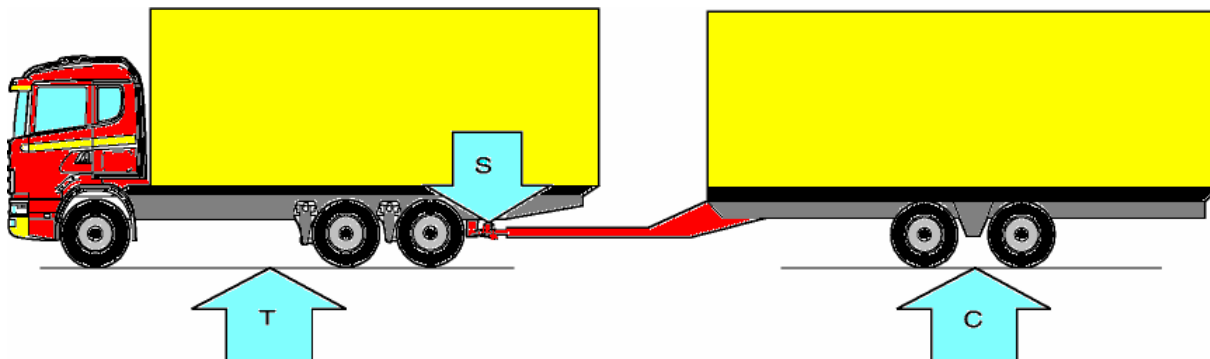
$a_1 = 1,8 \text{ m/s}^2$  pro vozidla se vzduchovým odpružením,

$a_2 = 2,4 \text{ m/s}^2$  pro vozidla s odpružením listovými pružinami.

Přívěsem s nápravami uprostřed je bráno jako tažné vozidlo s tažným zařízením, které se nemůže pohybovat svisle (vzhledem k přívěsu), a také kde jsou nápravy umístěny blízko těžiště vozidla (při rovnoměrnosti rozložení nákladu) čímž se na tažné vozidlo přenáší malé

svislé zatížení nepřekračující 10 % maximální hmotnosti přívěsu nebo 1000 kg. Platí z obou určovacích metod hodnota menší.

### 3.2.c Souprava vozidla s přívěsem s pevnou ojí



Obr. 3.7: Schéma soupravy s pevnou ojí [5]

#### Hodnota $D_C$ - přívěsy s pevnou ojí (tandemový)

Je teoretická horizontální referenční síla pro tažná zařízení odpovídající silám působícím v podélném směru vozidla u vleků s pevnou ojí.

Hodnota  $D_C$  je definována:

$$D_C = g \cdot \frac{T \cdot C}{T + C} \quad (\text{kN}) \quad (3)$$

kde  $T$  = celková maximální hmotnost tažného vozidla a maximální vertikální statické zatížení, které vlek přenáší na tažné zařízení ( $=S$ ), vyjádřeno v tunách,

$C$  = Maximální celkové zatížení náprav vleku v tunách,

$g$  = gravitace ( $9,81 \text{ m/s}^2$ ).

#### Hodnota $S$ (přívěsy s pevnou ojí)

Je teoretické vertikální statické zatížení v kg, které vlek s pevnou ojí ve statických podmínkách přenáší na tažné vozidlo, měřeno v přípojovacím bodě.

#### Důležité poznatky:

- Přípustné statické zatížení nesmí být překročeno.
- Vypočtené hodnoty  $D$ ,  $D_C$  a  $V$  musí být stejné nebo menší než příslušné  $D$ ,  $D_C$  a  $V$  hodnoty závěsu.

- Závěs, u kterého ještě není hodnota V, nesmí být překročena povolená přípustná hmotnost tandemového přívěsu.

### **3.3 EHS Schválení typu konstrukčních částí**

Žádost o EHS schválení typu podle článku 3 odstavce 4 směrnice 70/156/EHS pro typ mechanického spojovacího zařízení podává výrobce. V příloze 1 je uveden vzor informačního dokumentu. Technické zkušebně provádějící zkoušky pro schválení typu se předloží mechanické spojovací zařízení představující dotyčný typ, zpravidla bez nátěru (lze požádat o další části spojovacího zařízení).

Technická zkušebna, na které se zkouší spojovací zařízení pro schválení typu může vyžadovat určité části, základní desky nebo držáky popřípadě výkresy či vzorky použitých materiálů. U mechanických spojovacích zařízení určených pro specifický typ vozidla musí předložit výrobce zařízení údaje o montáži na vozidlo, které si vyžádá od výrobce vozidla podle směrnice 92/21/EHS – lze vyžadovat předložení vozidla představující dotyčný typ.

#### **Označení vzorků**

- Základní údaj – označení, každý vzorek určitého typu, pro který byla předložena žádost o EHS schválení typu konstrukční části.
- Výrobní – obchodní značka.
- Název výrobce.
- Typ případně verze.
- Dostatečně velké místo pro EHS značku, schválení typu a pro doplňkové údaje.

#### **Udělení EHS schválení typu**

Musí být splněny odpovídající požadavky – schválení typu dle článku 4 odstavce 3, popřípadě dle článku 4 odstavce 4 směrnice 70/156/EHS.

V příloze 2 je uveden vzor certifikátu EHS schválení typu. Pro každý schválený typ mechanického spojovacího zařízení se přidělí číslo schválení typu směrnice 70/156/EHS.

Podmínka – tentýž členský stát nesmí přidělit stejné číslo jinému typu mechanického spojovacího zařízení.

Každé MSZ, které je shodné s typem mechanického spojovacího zařízení schváleného podle této směrnice, musí být viditelné a na snadno přístupném místě uvedeném v certifikátu schválení typu označeno mezinárodní značkou schválení.

### Rozlišovací číslo členského státu, který udělil EHS schválení typu:

- 1 Německo
- 2 Francie
- 3 Itálie
- 4 Nizozemsko
- .....
- .....

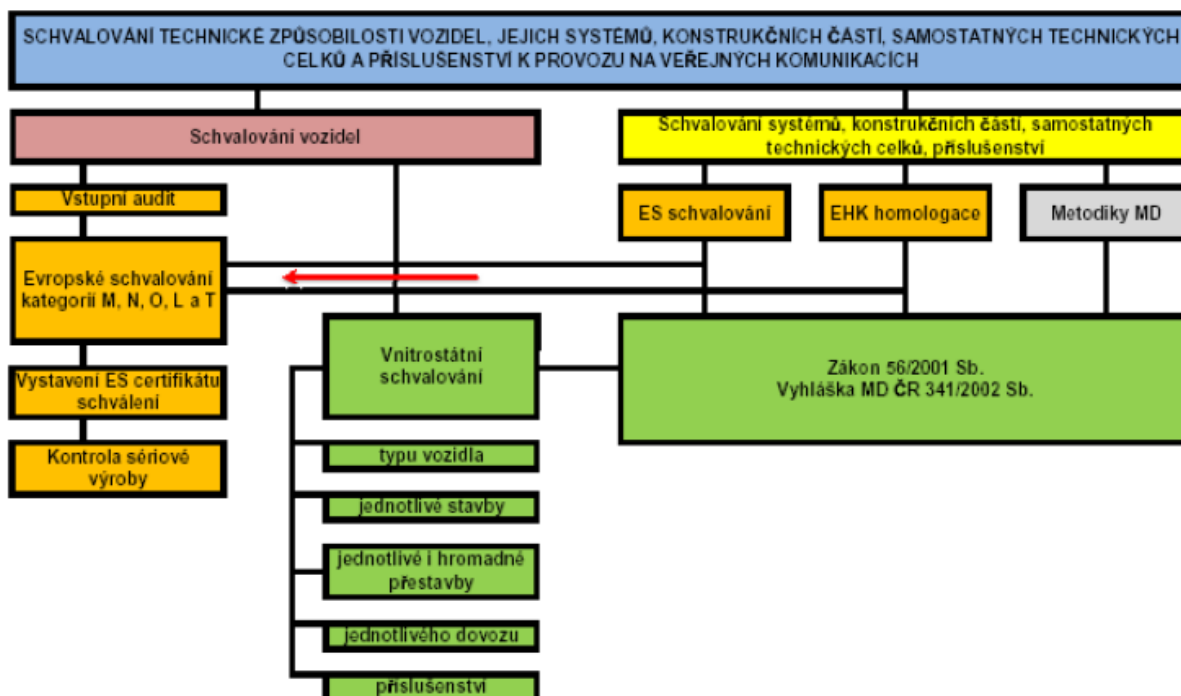
### 8 Česká republika

- 20 Polsko
- 27 Slovensko

Značka schválení typu musí být nesmazatelná a zřetelně čitelná i po namontování spojovacího zařízení vozidlo.

### 3.3.a EHS schválení typu vozidla

Žádost o EHS schválení typu podle článku 3 odstavce 4 směrnice 70/156/EHS pro typ vozidla z hlediska jeho typu MSZ podává výrobce. V příloze 3 je uveden vzor informačního dokumentu (viz. **Obr. 3:8**).



Obr. 3.8: Obecný postup schvalování zařízení [2]

### **Technické zkušebně se předloží:**

- Vozidlo představující dotyčný typ, které může být vybaveno spojovacím zařízením, jemuž bylo uděleno EHS schválení typu.
- Má-li typ vozidla MSZ namontované výrobcem vozidla jako první vybavení předloží se typ (typy) MSZ, včetně základní desky, popřípadě držáků, rovněž je nutné předložit certifikát EHS schválení typu pro spojovací zařízení.

Udělení EHS schválení typu se děje, jsou-li splněny odpovídající požadavky podle článku 4 odst. 3 a 4 směrnice 70/156/EHS. V příloze 4 je vzor certifikátu. U každého schváleného typu vozidla je přiděleno číslo schválení typu podle směrnice 70/156/EHS. Tentýž členský stát nesmí přidělit stejné číslo jinému typu vozidla.

Úpravy typu vozidla a rozšíření při změně schválení typu uděleného podle této směrnice se využije směrnice 70/156/EHS. Držitel EHS schválení může žádat o jeho rozšíření na jiné typy nebo třídy spojovacího zařízení.

### **Příslušný orgán udělí toto rozšíření:**

- Pro tento jiný typ spojovacího zařízení již bylo uděleno EHS schválení typu konstrukční části.
- Jiný typ je vhodný pro typ vozidla, pro které byla předložena žádost o rozšíření EHS schválení typu vozidla.
- Připevnění spojovacího zařízení na vozidlo odpovídá připevnění, které bylo předloženo k EHS schválení typu konstrukční části.

U normalizovaných spojovacích zařízeních tříd A, C, D a G platí EHS schválení typu vozidla pro jiná spojovací zařízení téže třídy, aniž je třeba nová zkouška připevnění a rozšíření EHS schválení typu vozidla.

### **3.4 Požadavky na mechanická spojovací zařízení**

- Mezi motorovými vozidly a přípojnými vozidly musí být vyrobena a namontovaná tažná zařízení v souladu s dosaženým stavem techniky a provozně spolehlivá.
- Zařízení musí umožňovat, aby vozidla bezpečně spojila a rozpojila jedna osoba bez použití náradí. K připojení přípojných vozidel o maximální hmotnosti větší než 3,5 t se musí používat automatická spojovací zařízení zabezpečující automatický postup spojení.

- Konstrukce a výroba taková, aby při běžném používání, při běžné údržbě a včasné výměně částí podléhávající opotřebení trvale uspokojivě fungovala.
- Musí být přiložen návod pro montáž a obsluhu obsahující dostatečné informace, aby kvalifikovaná osoba byla schopna namontovat zařízení na vozidlo a správně je obsluhovat. Návod musí být v jazyce členského státu, ve kterém je plánován prodej. U spojovacího zařízení dodávaných výrobci vozidel nebo karosářským podnikům k sériové montáži lze od přikládání návodů pro montáž a obsluhu ke každému spojovacímu zařízení ustoupit. Výrobce vozidla nebo karosářský podnik je pak odpovědný, aby uživateli vozidla poskytl potřebné informace pro obsluhu spojovacího zařízení.
- Musí být použity takové materiály, jejichž vlastnosti jsou pro tento účel stanoveny normou, nebo takové jejichž vlastnosti jsou uvedeny v dokumentaci – příloha 1.
- Všechny části, jejichž porucha by mohla mít za následek oddělení obou vozidel, musí být vyrobeny z oceli. Jiné materiály mohou být použity, jestliže výrobce technické zkušební uspokojivým způsobem prokáže materiální rovnocennost.
- Všechna spojovací zařízení musí být konstruována pro mechanické tvarové spojení a musí být zajištěna ve spojené poloze nejméně jedním mechanickým tvarovým uzávěrem, pokud nejsou stanoveny další požadavky.

#### **Požadavky na zatížení:**

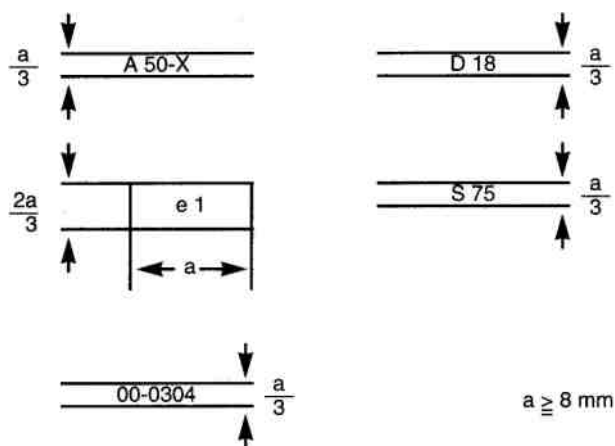
- Mechanická spojovací zařízení se podrobují zkouškám.
- Tyto zkoušky nesmějí způsobit trhliny, lomy nebo jiné viditelné poškození nebo nadměrnou trvalou deformaci, která by mohla ohrozit uspokojivou funkci zařízení.

Montáž mechanických spojovacích zařízení na vozidlo se ověří podle požadavků. To se týká jak EHS schválení typu vozidla, jestliže dotyčný typ vozidla má mechanické spojovací zařízení jako první výbavu od výrobce vozidla, tak EHS schválení typu mechanického spojovacího zařízení určeného pro specifický typ vozidla. Výše uvedené požadavky se odpovídajícím způsobem vztahují i na různá spojovací zařízení (třídy S).

## Shodnost Výroby

Opatření k zajištění shodnosti výroby jsou obecně přijímána v souladu s článkem 10 směrnice 70/156/EHS. Obvyklá četnost kontrol z pověření příslušného orgánu na jednu kontrolu za roky.

### Vzor EHS značky schválení typu pro spojovací kouli s držákem



Obr. 3.9: EHS – značení se spojovací koulí [1]

Spojovací zařízení s výše znázorněnou značkou EHS schválení typu je nenormalizovaná spojovací koule s držákem třídy A 50-X s maximální přípustnou hodnotou D rovnou 18 kN a maximálním přípustným statickým svislým zatížením spoje 75 kg, pro kterou bylo uděleno EHS schválení typu konstrukční části.

### Požadavky na mechanická spojovací zařízení

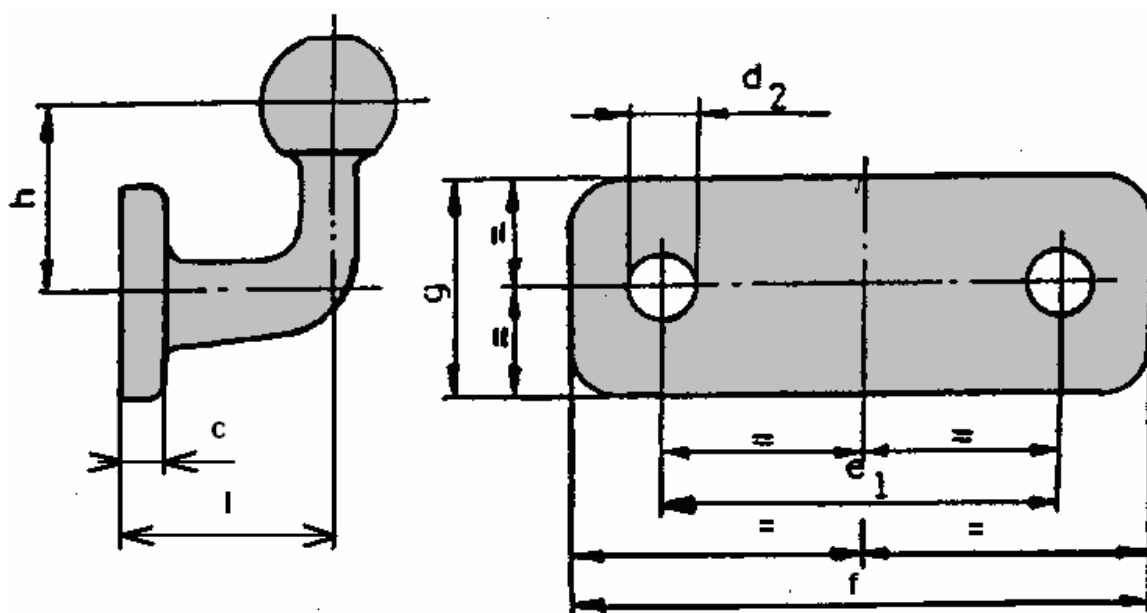
Uvedeny doplňkové požadavky, které musí splňovat normalizované spojovací koule 50 s přírubovým držákem.

- Tvar a rozměry spojovací koule třídy A znázorňuje **Obr. 3.1**.
- Tvar a rozměry držáků musí splňovat požadavky výrobce vozidla týkající se místa připevnění, případně dalších připevňovacích zařízení.
- Jsou-li spojovací koule snímatelné, musí být místo připojení a zajištění spojovací koule konstruováno pro mechanické tvarové spojení.
- Spojovací koule a připevňovací zařízení musí vyhovět při zkouškách.

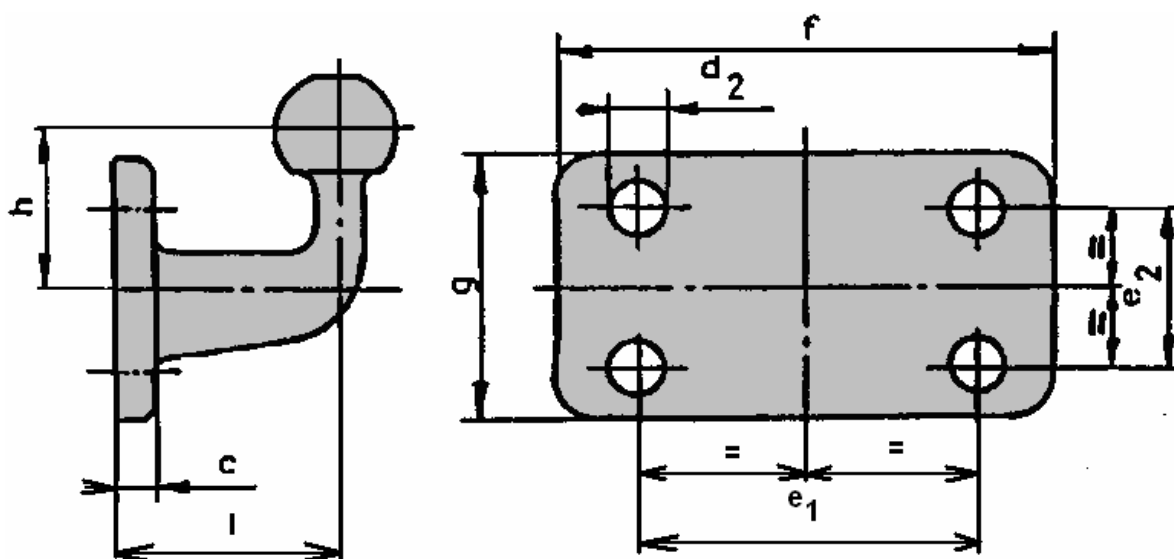
Bližší rozměry a specifika spojovací koule, jako zaoblení drsnost (viz. **Obr. 3.1**).  
Rozměry spojovacích koulí s přírubovým držákem třídy A 50-1 musí být takové, jak udává **Obr. 3.10** a **Tab. 3.2**. Okolo spojovací koule musí být zachován volný prostor (viz. **Obr. 4.10**).

Rozměry spojovacích koulí s přírubovým držákem třídy A 50-2 a A 50-3 musí být takové, jaké udává **Obr. 3.11** a **tabulka 3.2**. Okolo spojovací koule musí být zachován volný prostor (viz. **Obr. 4.10**).

Spojovací koule s přírubovým držákem třídy A 50-1, A 50-2 a A 50-3 musí vykazovat charakteristické hodnoty uvedené v **Tab. 3.3**; dodržení hodnot musí ověřit zkouška.



**Obr.3.10:** Rozměry spoj. koulí s přírubovým držákem třídy A 50-1 (mm) [1]



**Obr. 3.11:** Rozměry spoj. koulí s přírubovým držákem třídy A 50-2 a A 50-3 (mm) [1]

**Tabulka 3.2:** *Rozměry normalizovaných spojovacích koulí s přírubovým držákem (mm)[1]*

	A 50-1	A 50-2	A 50-3	Poznámky
$e_1$	90	83	120	$\pm 0,5$
$e_2$	—	56	5	$\pm 0,5$
$d_2$	17	10,5	15	H13
f	130	110	155	+ 6, -0
g	50	85	90	+ 6, -0
c	15	15	15	maximum
l	55	110	120	$\pm 5$
h	70	80	80	$\pm 5$

**Tabulka 3.2:** *Charakteristické hodnoty[1]*

Zatížení	A 50-1	A 50-2	A 50-3
D	17	20	30
S	120	120	120

### Spojovací hlavice

- Třídy B 50 musí být konstruovány tak, aby docházelo k bezpečnému používání se spojovacími koulemi a přitom si udržely předepsané vlastnosti.
- Konstruovány tak, aby bylo zajištěno bezpečné spojení i při opotřebení spojovacích zařízení.
- Případná doplňková zařízení (např. brzdové zařízení, stabilizátor atd.) nesmějí mechanické spojení nepříznivě ovlivnit.
- Možnost otáčení ve vodorovné rovině nejméně o  $90^\circ$  na každou stranu od střednice spojovací koule. Zároveň se musí pohybovat volně ve svislé rovině v úhlu  $20^\circ$  nad vodorovnou rovinu a pod ní. Mimo to při natočení ve vodorovné rovině v úhlu  $90^\circ$  musí být pohyblivá okolo vodorovné osy v úhlu  $25^\circ$  v obou směrech.

### Musí být možné tyto kombinace pohybů:

- naklonění  $\pm 15^\circ$  s axiálním otočením  $\pm 25^\circ$ ,
- otočení  $\pm 10^\circ$  se svislým nakloněním  $\pm 20^\circ$ ,
- při všech úhlech natočení ve vodorovné rovině.

### Spojovací zařízení s čepem

Pro názornost uvedeny údaje zařízení s čepem (viz. **Tab. 3.3**), ale blíže se tomuto zařízení nebudu věnovat. Požadavky jednotlivých bodů se vztahují na všechna spojovací zařízení s čepem třídy C 50. Doplnkové požadavky musí splňovat normalizovaná spojovací zařízení s čepem třídy C 50-1 až C 50-6.

V = maximální hodnota V (kN),

D = maximální hodnota D (kN),

$D_C$  = maximální hodnota D (kN) pro přívěsy s nápravami uprostřed,

S = maximální statické svislé zatížení spoje (kg).

**Tabulka 3.3:** Charakteristické hodnoty spoj. zařízení s čepem [1]

	C 50-1	C 50-2	C 50-3	C 50-4	C 50-5	C 50-6
D	18	25	70	100	130	190
$D_C$	18	25	50	70	90	120
S	200	250	650	900	1000	1000
V	12	10	18	25	35	50

### 3.5 Typy tažných zařízení z pohledu konstrukce

Dnes nejpoužívanější tažná zařízení jsou s v provedení odnímatelném. Kdy rozdělení je podle roviny upínání.

- Horizontální rovina upínání.
- Vertikální rovinou upínání.

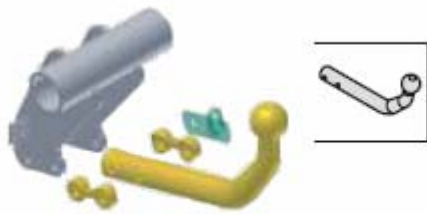
Druhý systém má tu výhodu, že po vyjmutí háku je upínací mechanismus schován pod nárazníkem a je tak zabezpečeno i estetické hledisko. Osobní automobil s tímto systémem nevypadá na první pohled, že má zabudované tažné zařízení.

### **Používané systémy upnutí tažných zařízení:**

- **Dvoušroubový systém I-** dle směrnice 94/20 ES a předpisu EHK 55 je na tento systém nahlíženo jako na nerozebíratelný. Tento systém se nesmí použít na vozidlech kde kulový čep překrývá registrační značku. Podle původního schválení (národní atest MD) je tento systém brán jako na demontovatelný čep za pomoci nářadí. Proto u národního schválení je možné použít tento systém i u vozidel, kde kulový čep překrývá registrační značku, zde však platí zásada že musí být kulový čep demontován pokud není připojen přívěsný vozík (viz. **Obr. 3.12**).
- **Dvoušroubový systém II** - tento systém má stejné vlastnosti jako předcházející systém. Používá se tam, kde se nedá výrobně použít předcházející systém (viz. **Obr. 3.13**).
- **Bajonetový systém** - jde o systém jednoduché demontáže kulového čepu bez použití nářadí. Výhodou systému je jednoduchá a rychlá možnost demontovat kulový čep z vozu a zachovat vozidlu originální vzhled. Při vývoji je u tohoto tažného zařízení kladen větší důraz na vzhled výrobku na vozidle. Tento systém se dále používá pro vozidla, kde kulový čep překrývá registrační značku vozidla a pokud je vozidlo vybaveno senzory pro couvání. Kulový čep se nemusí zamykat, protože při připojení přívěsného vozíku ho nelze demontovat, tím je zamezeno zcizení přívěsného vozíku (viz. **Obr. 3.14**).
- **Vertikální automatický uzávěr** - tento kulový systém je na vozidle uložen vertikálně, což umožňuje, že po demontáži kulového čepu z vozu není na vozidle patrné, že je vybaveno tažným zařízením. Toto řešení zachová vozidlu úplný originální vzhled a estetiku. Při použití tohoto systému není změněn zadní nájezdový úhel, jako u ostatních provedení. Systém je většinou dodáván se systémem SKL = sklopnou auto zásuvkou pod nárazník (viz. **Obr. 3.15**).
- **Přírubový čep** - systém je konstruován na vyšší zatěžovací hodnoty, proto se používá na pracovních, užitkových a terénních vozidlech (viz. **Obr. 3.16**).

### **Výběr vhodného upínacího systému pro daný automobil**

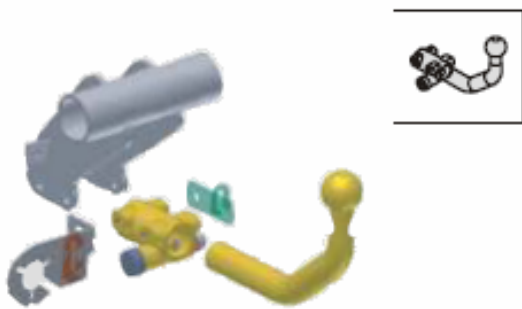
Pro výběr vhodného typu upínacího systému tažného zařízení slouží katalogy jednotlivých výrobců. Kde jsou uvedeny hodnoty zatížení, které snesou jednotlivé systémy tažných zařízení a nebo jsou rovnou uvedeny pro jaké typy automobilů jsou vhodné.



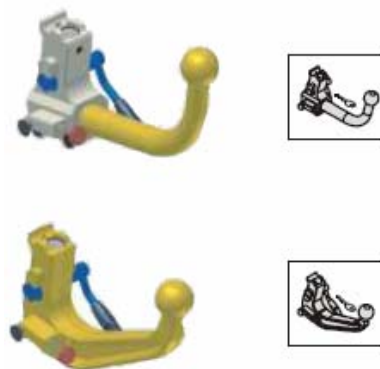
**Obr. 3.12:** *Dvoušroubový systém I* [9]



**Obr. 3.13:** *Dvoušroubový systém II* [9]



**Obr. 3.14:** *Bajonetový systém* [9]



**Obr. 3.15:** *Vertikální systém* [9]



**Obr. 3.16:** *Přírubový čep* [9]

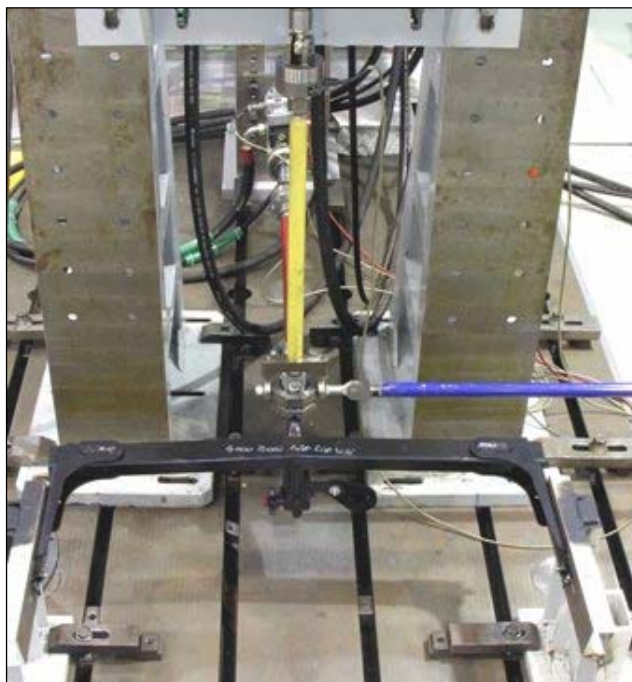
Vertikální systém byl vybrán s ohledem na vhodné vlastnosti a přednosti pro návrh zjednodušení upínacího systému zadavatelem diplomové práce, kdy v současnosti většina konstrukčních řešení těchto upínacích systémů jsou složitá a tím ekonomicky náročná na výrobu. Upnutí provedeno bez potřeby zámku a dalších vnějších viditelných zajišťovacích prvků.

#### 4. Zkoušení mechanických spojovacích zařízení

Spojovací zařízení se podrobují pevnostním a funkčním zkouškám. Technická zkušebna však může od pevnostní zkoušky upustit, jestliže jednoduchá konstrukce určité části umožňuje ověřit její pevnost výpočtem. Ověření výpočtem musí zajistit výsledky stejné kvality jako dynamické nebo statické zkoušky. V případě pochybností jsou rozhodujícími výsledky dynamické zkoušky.

Pevnost spojovacích zařízení se ověřuje dynamickou zkouškou. Při dynamických zkouškách se používá přibližně sinusové zatížení, které je závislé na druhu materiálu. Při zatížení nesmějí vznikat trhliny či lomy. Při předepsaných statických zkouškách se připouští jen malá trvalá deformace. Plastická deformace po uvolnění nesmí být větší než 10 % maximální deformace. Základem pro volbu zatížení při dynamických zkouškách je vodorovná složka síly v podélné ose vozidla a svislá složka síly. Do úvahy o zatížení se neberou vodorovné složky síly kolmé k podélné ose vozidla a momenty.

Vodorovná složka síly v podélné ose vozidla je představována teoreticky určenou referenční silou (hodnotou D). Je-li svislá složka síly brána v úvahu, tak je představována svislým statickým zatížením S, které působí v bodě spojení a s předpokládaným svislým zatížením V. Charakteristické hodnoty D, S, V a U, na nichž jsou zkoušky založeny, se převezmou ze žádosti výrobce o udělení EHS schválení typu (viz **Obr.4.1**).



**Obr. 4.1:** Zařízení pro experimentální zkoušky tažných zařízení [4]

#### 4.1 Postup zkoušek

U dynamických a statických zkoušek se vybrané části spojovacího zařízení upnou do zkušebního zařízení a vhodně se zatíží. Podmínkou je, aby nevznikaly při zatěžování další síly či momenty. Zkouška se střídavým zatížením ukládá, aby směr působícího zatížení se neodchýlit od stanoveného směru o více než  $+1^\circ$ . U zkoušek s pulzujícím nebo statickým zatížením je nutno nastavit úhel působení maximálního zatížení. Většinou je k tomu zapotřebí kloub v místě působení zatížení a další kloub v přiměřené vzdálenosti.

Frekvence zatěžování nesmí být větší než 35 Hz. Vybraná frekvence musí mít dostatečný odstup od rezonančních frekvencí zkušebního zařízení, včetně zkoušeného vzorku. Spojovací zařízení z oceli se podrobují  $2 \times 10^6$  zatěžovacích cyklů. Pro zkoušky spojovacích zařízení vyrobených z jiných materiálů mohou být zapotřebí větší počty zatěžovacích cyklů. Přítomnost trhlin se zjišťuje s využitím kapilární metody s barevnou indikací nebo jinou rovnocennou metodou.

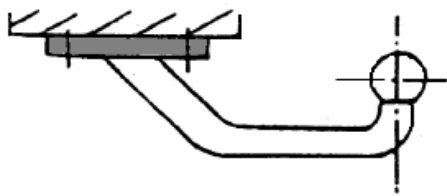
Zkoušky se střídavým zkušebním zatížením (složkou zatížení) je střední zatížení rovné nule. Pro zkoušky s pulzujícím zatížením se zkušební zatížení rovná maximálnímu zatížení a minimální zatížení může dosahovat až 5 % maximálního zatížení.

U statických zkoušek musí být udržováno zatížení po dobu nejméně 60 sekund. Připevnění spojovacího zařízení ke zkušebnímu zařízení je co nejužším způsobem a ve skutečné poloze, ve které bude užíváno na vozidle. Spojovací zařízení je třeba zkoušet pokud možno v původním stavu, v jakém jsou určeny pro provoz. Na požadavek výrobce a se souhlasem technické zkušebny lze odpojit pružné členy, jestliže je to nutné s ohledem na postup zkoušky a nebudou tak ovlivněny výsledky zkoušky.

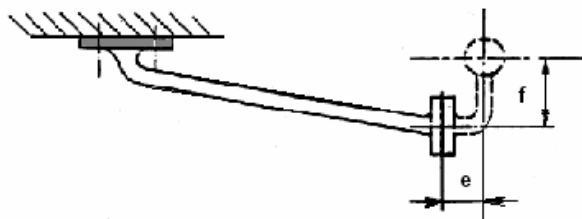
Pružné členy, při dynamických zkouškách se mohou přehřát a mohou být v průběhu zkoušky nahrazeny.

#### Pro zkoušku jsou stanoveny zvláštní požadavky pokud se jedná o druh:

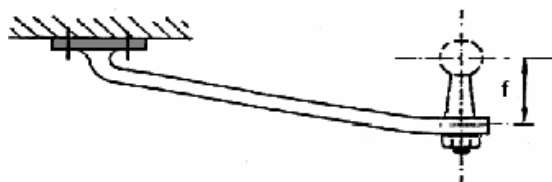
- spojovací koule z jednoho kusu, včetně zařízení s nezaměnitelnými snímatelnými spojovacími koulemi (viz **Obr.4.2**),
- spojovací koule skládající se z více částí, které lze odmontovat (viz. **obr.4.3**, **Obr.4.4**),
- držáky pro spojovací koule (viz.**Obr.4.5**).



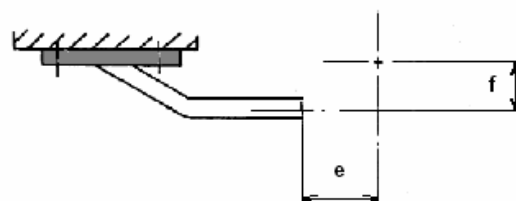
**Obr.4.2:** Spojovací koule z jednoho kusu [1]



**Obr.4.3:** Připevňovací část z jednoho kusu [1]



**Obr.4.4:** Držák a spojovací koule [1]



**Obr. 4.5:** Držák [1]

Základní zkouškou je únavová zkouška se střídavým zkušebním zatížením. Vzorkem je spojovací koule, dřík k této kouli a připevňovací části potřebné k montáži na vozidlo. Spojovací koule se tuhým způsobem a ve skutečné poloze, v níž má být používána, připevní ke zkušebnímu zařízení umožňujícímu vytvářet střídavé zatížení. Polohu bodů připevnění spojovacích koulí určí výrobce vozidla.

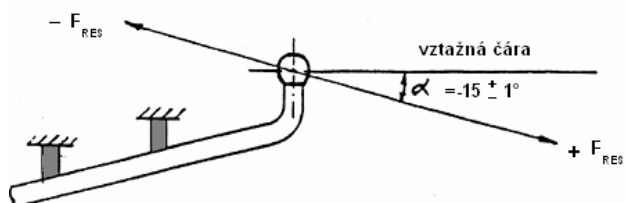
Zařízení předaná ke zkoušce musí obsahovat všechny detaily ovlivňující pevnostní vlastnosti (např. desku pro elektrický konektor, případné značení atd.). Oblast zkoušky je ohraničena body ukotvení a připevnění. Geometrická poloha spojovací koule a bodů připevnění spojovacího zařízení vůči vztažné čáře musí být určena výrobcem vozidla a zaznamenána ve zkušebním protokolu. Důležitá je reprodukovatelnost relativních poloh bodů ukotvení vzhledem ke vztažné čáře, u které je výrobce vozidla povinen dát výrobcí spojovacího zařízení všechny potřebné informace. Spojovací zařízení namontované na zkušebním zařízení se podrobí zkoušce na stroji pro zkoušky tahem se střídavým zatěžováním.

Střídavé zatížení působící na spojovací kouli pod úhlem  $(15 \pm 1)^\circ$  se nazývá zkušební zatížení. Je-li střed koule nad čarou, která je rovnoběžná se vztažnou čarou a prochází nejvýše položeným z nejbližších bodů připevnění, provede se zkouška při úhlu  $\alpha = (-15^\circ \pm 1^\circ)$  (viz **Obr. 4.6**). Je-li střed koule pod čarou, která je rovnoběžná se vztažnou čarou (viz **Obr. 4.8**) a prochází nejvýše položeným z nejbližších bodů připevnění, provede se zkouška při úhlu  $\alpha = (+15 \pm 1)^\circ$  (viz **Obr.4.7**). Úhel je zvolen tak, aby se bralo v úvahu svislé statické a

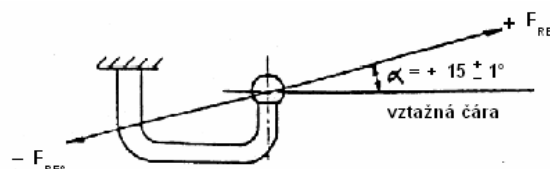
dynamické zatížení. Tento způsob zkoušky může být použit jen do přípustného statického zatížení.

Je-li zapotřebí statické zatížení větší než  $120D$ , zvětší se úhel při zkoušce na  $20^\circ$ .

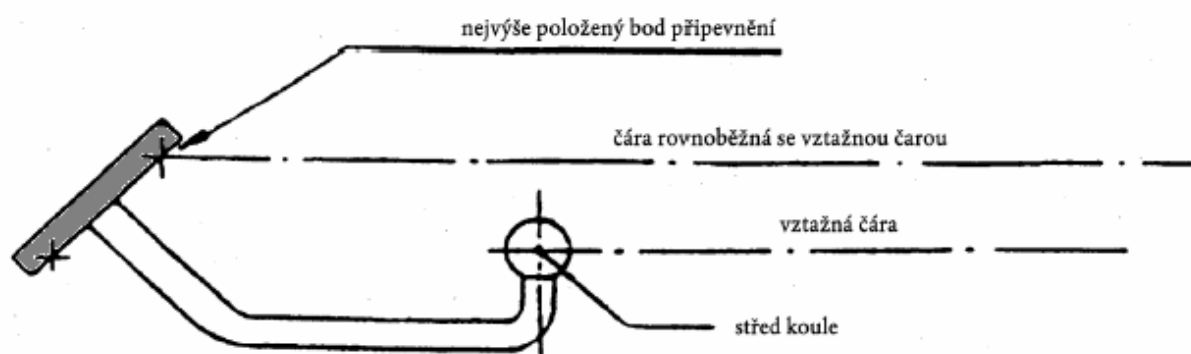
$$S = \frac{120 * D}{g} \qquad F_{h,res} = \pm 0,6 * D \qquad (4)$$



Obr.4.6: Zkušební přípravek I [1]



Obr. 4.7: Zkušební přípravek II [1]



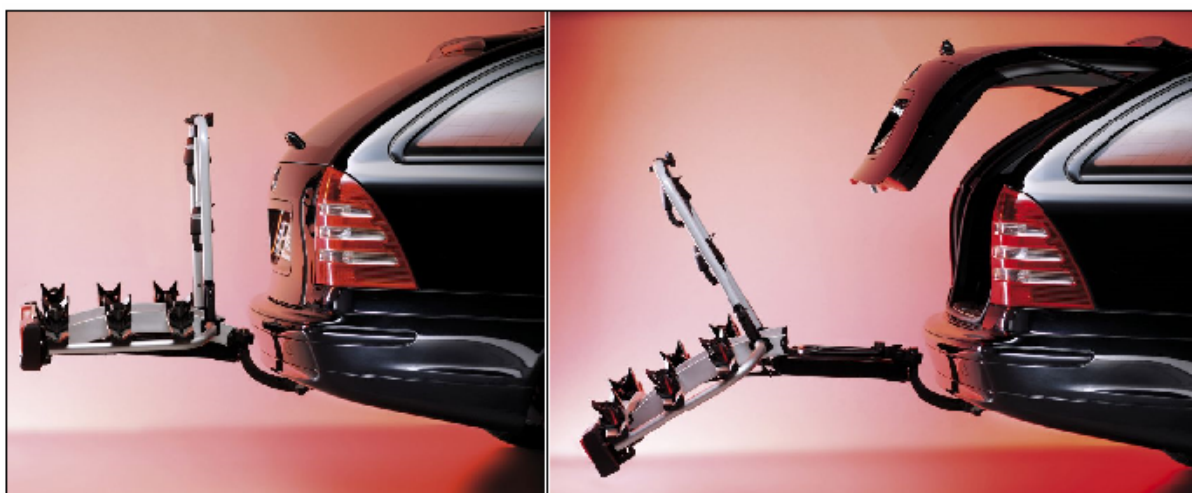
Obr. 4.8: Kritéria pro volbu úhlu použitého při zkoušce [1]

## 4.2 Zkoušení jednotlivých spojovacích zařízení

- Spojovací koule z jednoho kusu, včetně zařízení s nezaměnitelnými snímatelnými spojovacími koulemi (viz Obr.4.2).
- Pevnostní zkouška zařízení se provede podle požadavků (viz bod 4.2).

Pevnostní zkouška zařízení se provede pro rozebíratelné zařízení, aby v protokolu byly uvedeny rozměry  $e$  a  $f$ . Tyto rozměry jsou určeny výrobcem. Zkouší se i držák, ale jen s namontovanou spojovací koulí. Jestliže se dohodne výrobce a technická zkušebna stačí zkouška nejméně příznivého uspořádání. Jinak odzkoušení lze provést simulačním programem. Při zjednodušeném zkušebním programu se určí hodnota  $f$  z intervalu, kde je omezena horní hranicí a počítají se všechny možné polohy koule. Zkouší se hlavně dvě polohy dané minimální a maximální hodnotou  $f$  a to je dolní a horní poloha spojovací koule.

V současnosti je nutné brát i zatížení od nosičů kol, která jsou upevněná na tažném háku.



**Obr.4.9:** *Nosiče kol uchycení na tažném zařízení [10]*

#### **4.3 Požadavky pro schvalování typu vozidla z hlediska volitelné montáže mechanických spojovacích zařízení**

Tyto požadavky jsou rozděleny do dvou bodů.

##### **➤ Obecné požadavky**

Výrobce vozidla uvádí, které typy a třídy spojovacích zařízení lze namontovat na určitý typ vozidla. Potřebné hodnoty D, V, S, popřípadě U, které jsou určeny z konstrukce vozidla dotyčného typu v kombinaci s předpokládaným typem spojovacího zařízení. Charakteristické hodnoty D, V, S nebo U spojovacích zařízení schválených podle směrnice ES 94/20 musí být stejné nebo větší než charakteristické hodnoty stanovené pro dotyčnou kombinaci.

Spojovací zařízení se namontuje na typ vozidla podle návodu pro montáž vydaného výrobcem vozidla po dohodě s výrobcem spojovacího zařízení a technickou zkušebnou. Výrobce vozidla určí vhodné body k připevnění spojovacího zařízení na vozidlo a popřípadě též připevňovací mezičleny, základní desky atd., na které je třeba dotyčný typ vozidla namontovat.

K připojení přípojných vozidel maximální hmotnosti větší než 3,5 t mohou být na motorových vozidlech použita pouze automatická spojovací zařízení umožňující automatický postup spojení vozidel.

Při montáži spojovacích zařízení třídy B, D, E a H na přípojná vozidla se pro výpočet hodnoty D bere v úvahu maximální hmotnost tažného vozidla T o velikosti 32 t. Jestliže hodnota D spojovacího zařízení pro 32 t nepostačuje, musí se stanovit omezení hmotnosti T

tažného vozidla nebo hmotnosti jízdní soupravy uvést v certifikátu EHS schválení typu přípojného vozidla (viz. příloha 4).

#### ➤ Zvláštní požadavky

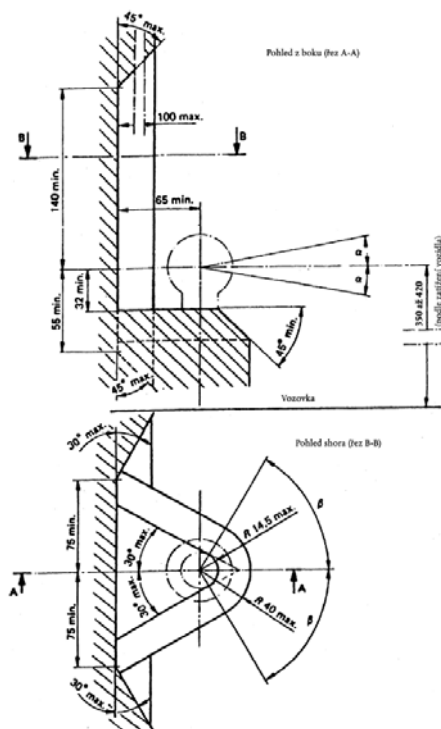
Spojovací koule s držákem musí být namontovány na vozidlo kategorie M<sub>1</sub>, kategorie M<sub>2</sub> maximální hmotnosti menší než 3,5 t a u kategorie N<sub>1</sub> tak, aby byly splněny požadavky na volný prostor okolo spojovacího zařízení a jeho výškovou polohu podle **Obr. 4.10**. Tento požadavek se nevztahuje na terénní vozidla podle definice směrnice 92/53/EHS.

Details, které nejsou udány, je třeba vhodně zvolit. Rozměry a úhly se měří vhodnými přístroji. Ke spojovacím koulím s držákem je výrobce vozidla povinen dodat návod pro montáž a uvést, zda je v místě připevnění nutné vyztužení. Spojovací hlavici musí být možno připojit a odpojit.

#### Rozdělení podle podélné osy spojovací hlavičky vzhledem ke střednici:

- ve vodorovné rovině svírá úhel  $\beta = 60^\circ$  ve směru doprava nebo doleva **Obr. 4.10**.
- ve svislé rovině svírá úhel  $\alpha = 10^\circ$  ve směru nahoru nebo dolů viz. **Obr. 4.10**.
- je axiálně natočena o  $10^\circ$  směrem doprava nebo doleva.

Namontovaná spojovací koule nesmí zakrývat zadní registrační značku nebo místo pro ni určené, v opačném případě je nutno použít spojovací kouli, kterou lze odmontovat bez speciálního nářadí.



**Obr. 4.10:** Volný prostor okolo spojovacích koulí [1]

#### 4.4 Montáž spojovacích hlavic na vozidlo

Pro přívěsy maximální hmotnosti 3,5 t včetně jsou přípustné spojovací hlavice třídy B. Spojovací hlavice musí být namontována tak, aby bod připojení přívěsu byl ve výšce  $(430 \pm 35)$  mm nad vodorovnou rovinou, na které stojí kola přívěsu, je-li přívěs ve vodorovné poloze a má maximální přípustnou hmotnost na nápravu **Obr. 4.11**.

Za vodorovnou polohu se u obytných a nákladních přívěsů pokládá vodorovná poloha podlahy nebo ložné plochy. U přívěsů, které tuto vztažnou plochu nemají (např. u přívěsů pro dopravu lodí a pod.), je výrobce přívěsu povinen určit odpovídající vztažnou čáru, kterou je vodorovná poloha definována. Požadavek týkající se výškové polohy se vztahuje pouze na přívěsy určené k připojení za vozidla.

Se spojovacími hlavicemi musí být možno bezpečně manipulovat ve volném prostoru okolo spojovací koule podle **Obr. 4.10**.



**Obr. 4.11:** Montážní výška spojovací hlavice [8]

#### 4.5 Zápis tažného do technického průkazu vozidla

Tažné zařízení (TZ) se zapisuje do technického průkazu (TP) vozidla ale i do osvědčení o registraci vozidla. [9]

##### **Možnosti při zápisu:**

- TZ schválené Ministerstvem dopravy, doloženo typovým listem, který garantuje shodnost daného TZ se schváleným typem (razítko a podpis držitele schválení včetně datumu vystavení). V typovém listu se potvrzuje odborná montáž TZ na vozidlo.
- Jednotlivě dovezené TZ – homologace dle 94/20/ES, zkušební stanice zkontroluje zástavbu TZ na vozidle dle předložených dokladů TZ.

- Montáž homologace TZ na základě rozhodnutí MD o povolení montáže závěsného zařízení na vozidlo musí být uvedena na štítku TZ a v dokladech k TZ.

### **Upozornění**

- Je-li vozidlo typově schváleno MD je vybaveno TZ již při první registraci a TZ se řádně zapíše v TP vozidla, typový list se nevyžaduje.
- Kontroluje se jestli jednotlivý držitelé typového schválení TZ, který obsahuje číslo a rozsah schválení, pověřené montážní pracoviště a vzory typových listů. Seznam je cca jednou za měsíc aktualizován.
- Za originální provedení typového listu se považuje provedení, které je zveřejněno na webových stránkách Ministerstva dopravy včetně barev a dalších uvedených prvků.

## 5. Přístupy k řešení

V současnosti při řešení konstrukčních problémů nejen v automobilovém průmyslu je využíváno především výpočtové modelování, kdy vypočtené hodnoty jsou dále porovnávány, ověřovány a případně podloženy experimentálním přístupem. Výpočet tažných zařízení musí splňovat kritéria popsána v bodu 3 a 4.

### Rozdělení:

- Analytický přístup
- Numerický přístup
- Experimentální přístup

Přístup vychází z problematiky tažných zařízení, kde jde o zkoušení tažného háku, jak spojovací koule, tak i dosedací plochy v upevňovacím zařízení při daném charakteru zatížení.

### Analytický přístup

Vychází se z teorie pružnosti a pevnosti, kde přístup je založen ve zjednodušujících výpočtech pro ověření silové a napět'ové analýzy. Analytický výpočet má za úkol zjistit v jakých hodnotách působících sil a napětí se lze pohybovat při daným zatížení. Pro zadané tažné zařízení byl výpočet tažného zařízení proveden metoda numerického přístupu za pomoci k tomu určených programů.

### Numerický přístup

V současnosti při návrzích a výpočtech jsou uplatňovány programové systémy mající širokou oblast využití. Numerický přístup výpočtu byl zvolen jako hlavní pro svoje nesporné výhody. Například při použití moderních programů jako (Pro/ENGINEER, ANSYS a Cosmos), lze získat věrohodné, přijatelné výsledky. Předpokladem je určit co je cílem řešené problematiky, kde především záleží na zkušenostech výpočtáře. Rozvoj výpočetní techniky umožnil naplno využívat tyto typy programů. Jednak jde o použití programu Pro/ENGINEER s výpočetní nástavbou Pro/Mechanika, tak i program klasického využití metody FEM, která je z jednou opor dnešních konstruktérských výpočtů. Výhody jsou v možnostech simulací různých stavů zatížení a předepsání různých okrajových podmínek, které jsou problematické získat u experimentů. Důležité je nastavení verifikačních kritérií pro správnost výpočtu. Po výpočtech je dále nutné ověření vypočtených hodnot např. na zkušební zařízení a nebo v reálných podmínkách v provozu. Výpočty lze výrazně zkrátit na potřebnou dobu daného zatížení a předejít tak finančním a časově náročným zkouškám.

Při prvotním návrhu je nezbytné provést několik experimentů, ale následně při modifikaci některých částí stačí provést výpočet bez dalších experimentů, předpoklad, že budou dávat věrohodné výsledky.

### **5.1 Vznik a princip metody konečných prvků:**

Metoda vznikla kolem roku 1956 v Ohiu USA pro měsíční program Apollo na vývoj a konstrukci nosných raket. Konstrukce raket se experimentálně nedala v daný čas zvládnout a bylo nutné se více uplatnit numerické metody. Tím se otevřel prostor pro velký rozvoj výpočtových metod. Vedoucí týmu byl prof. R.W. Clough, který se na vývoji podílel s R.L. Melosh, H.C. Martin J.L. Tocher. Již dříve konstruktéři používali tuto metodu, ale až za několik let byla dokázána konvergence těchto metod a došlo ke schválení platnosti výpočtů.

Východní země neměli možnost dosáhnout na tuto metodu, protože byla zařazena do strategicky důležitých metod. Rozšíření dopomohl i rychlý vývoj výpočetní techniky. V dnešní době většina výpočtů je řešena výpočtovou metodou, kdy velká část praktických úloh není řešitelná s dostatečnou přesností analyticky.

Matematická definice MKP: „FEM je zobecněná Ritz-Galerkinova variační metoda, užívající básových funkcí s malým kontaktním nosičem, úzce spjatým se zvoleným rozdělením řešené oblasti na konečné prvky“ [3]

#### **MKP lze počítat různé typy úloh:**

- Lineární a nelineární mechaniky tuhých a poddajných těles.
- Proudění kapalin a plynů.
- Šíření tepla a záření.
- Stacionární a nestacionární magnetické pole.
- Modelování ekonomických problémů.
- Vědecko-technické výpočty meteorologů.

#### **Charakteristika metody**

Vědní obor je rozpracovaný do částí teoretické, matematické, počítačově a inženýrsko problémové. Základním krokem pro výpočtový model je rozdělit mechanický systém na konečný počet prvků. Postup, při kterém je vybrán jistý počet těchto parametrů se nazývá diskretizace. Dělení systému na prvky je ovlivněno technickými zkušenostmi, softwarovými možnostmi a citem výpočtáře. Řešení problémů se provádí na vybraných součástích místo celých soustav těles. Kde je neznámá funkce popsána malým počtem parametrů ve vybraných

uzlech. Je třeba poznamenat, že zatímco v klasickém pojetí variačních metodách je funkce posunutí nahrazena aproximační funkcí v celé řešené oblasti. V MKP je zvolena aproximační funkce pro jediný typický prvek a pro ostatní prvky téže kategorie se pak jen opakuje.

### **Princip MKP:**

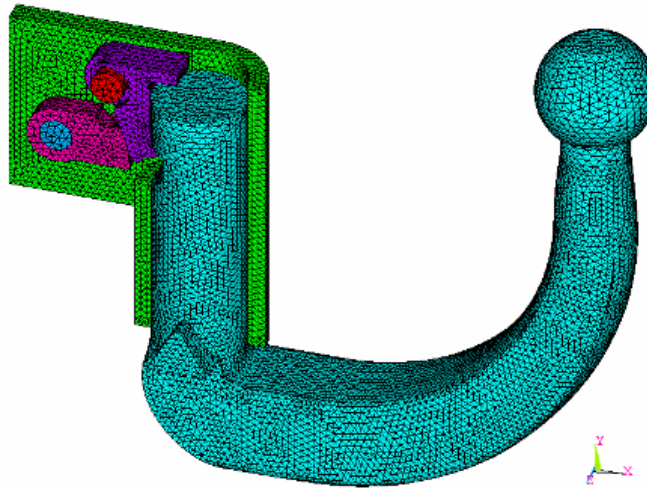
Jde o rozdělení postupů u programů s MKP metodou při tvorbě výpočtového modelování.

- **Teorie**
  - Formulace variačních principů.
  - Odvozování pro různé typy prvků.
- **Matematický postup**
  - Problematika vhodných numerických metod.
  - Výběr algoritmů.
  - Konvergence numerického řešení.
  - Odhad chyby řešení.
- **Výpočet**
  - Preprocessing
    - Generování vstupních dat.
    - Grafické zobrazení řešeného problému.
    - Vstupní data.
    - Okrajové a počáteční podmínky.
    - Opravy dat, atd.
  - Processing
    - Výpočet matic prvků.
    - Sestavování matic celého systému.
    - Sestavení maticových rovnic a jejich řešení, atd.
  - Postprocessing
    - Výpočty závislých parametrů.
    - Výstupní parametry.
    - Grafické znázornění výsledků.
    - Výstupy výsledků na periferie, atd.
- **Aplikace**
  - Využití MKP pro dané inženýrské problémy.
    - Dělení tělesa na konečné prvky.
    - Výběr typu prvků pro danou úlohu.

- Zadání potřebných vstupních údajů podle typu úlohy a požadavků na výstupu.

### Diskretizace

Základem je rozdělit, diskretizovat model (rám, desku apod.). Rozdělit prvky není jednoduché. Bere se v úvahu zkušenosti výpočtáře, typ, rozsah úlohy, počítačové vybavení a software. Dnes je možné využít automatického generování sítí především u rovinných prvků, jinak je nutné u náročnějších modelů upravit síť ručně, což někdy představuje časově náročnější úkon. Dostatečná hustota sítě v podstatném reprezentativním (kritickém) místě je důležitá pro přesnost a správnost výsledku.



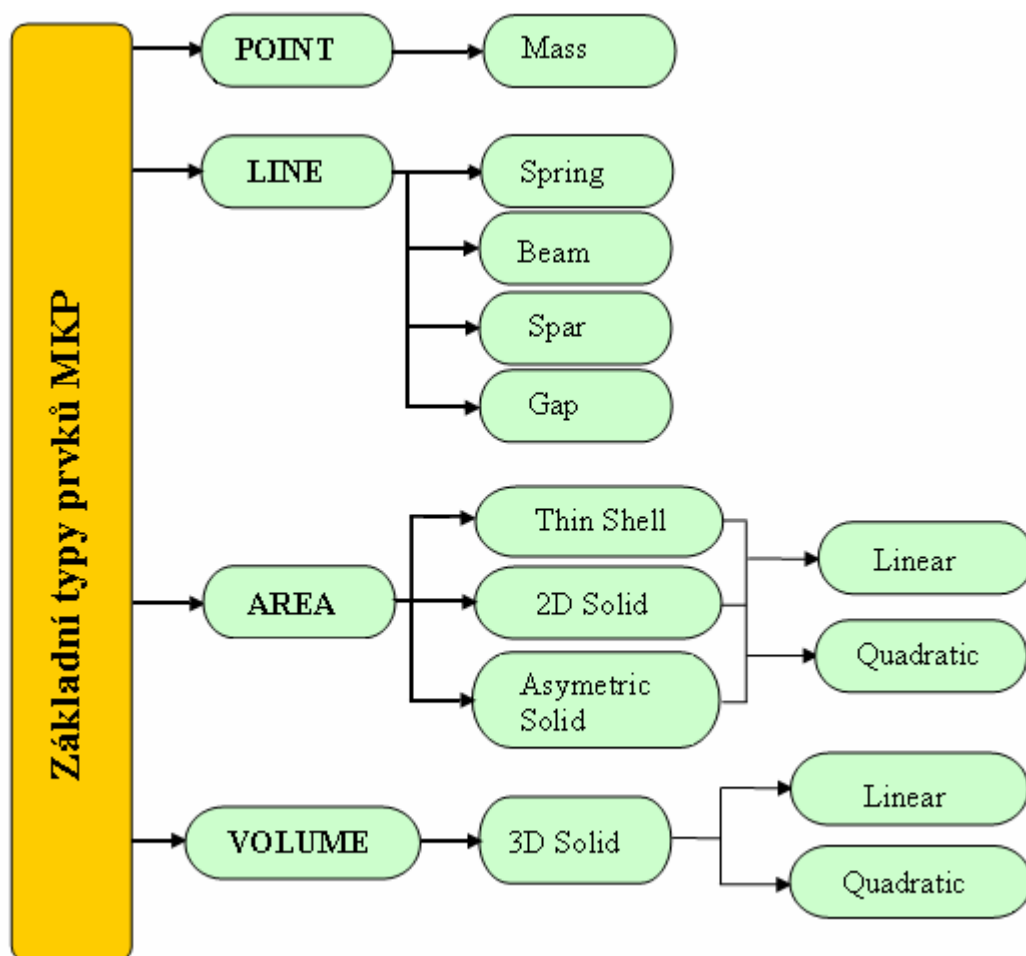
**Obr.5.1:** Ukázka diskretizacetažného háku

### Je třeba respektovat 3 základní požadavky:

- rovnováhu tělesa jako celku i jakékoliv jeho části,
- vzájemnou kompatibilitu jednotlivých částí tělesa,
- splnění předpokládaných fyzikálních vztahů mezi tenzory napětí a deformacemi.

## Základní typy prvků MKP

Zvolení těchto prvků určuje typ úlohy s daným cílem řešení problému.



Obr. 5.1: Základní rozdělení prvků MKP [3]

## 5.2 Porovnání dostupných programů

Hlavním rozlišujícím znakem u programů s metodou MKP je přesnost výpočtu, která je daná maximálním počtem elementů, výstupů, grafickým prostředím a okrajovými podmínkami. V současnosti jsou rozšířené programy s klasickým pojetím MKP jako ABAQUS, ADINA, ANSYS, NASTRAN. Program Pro/ENGINEER je odlišný od těchto programů zaměřených na MKP. S nadstavbou Pro/Mechanica přichází až v průběhu 90. let s jinou koncepcí základního algoritmu.

## **Pro/ENGINEER**

Program byl vybrán pro jeho dostupnost na Dopravní fakultě Jana Pernera Univerzity Pardubice, ale také pro uživatelsky přívětivé prostředí a pohodlné modelování. Program vznikl pro jednoduché modelování 2D objektů a 3D objektů. Postupem času byly vyvinuty nástavby například jako Pro/Mechanika pro výpočtové modelování.

Program je založen na 3D parametrickém konstruování reálných součástí pomocí definovaných konstrukčních prvků. Základní charakteristický prvek výhodnosti programu je v možnosti u celého procesu modelování provádět efektivně změny v jakékoliv fázi vývoje modelu. Veškeré provedené změny na dílu i sestavě výkresu se automaticky promítají do všech dalších aplikací. Lze provádět různé simulace vyhodnocení a optimalizovat tak, strukturální chování navržených modelů v různých oblastech.

### **Programové (dovednosti) možnosti:**

- Modelování dílů a sestav.
- Plošné modelování dílů.
- Vytváření rozsáhlých sestav.
- Výrobní dokumentace.
- Komunikace s jinými Cad systémy.
- Animace výrobku.
- Zpracování geometrie z jiných Cad systémů.
- Mechanismy návrh bez kolizí.
- Standardizace a kvalita konstrukce.
- Možnost ovládání menu v českém jazyce.

## **ANSYS**

Program byl vybrán pro jeho dostupnost na Dopravní fakultě Jana Pernera Univerzity Pardubice. Vhodný pro detailnější výpočty, kde jeho předností je „mapované mešování“, které bude ukázáno na výpočtových modelech. Počet prvků a uzlů je prakticky neomezen. Řešitelné typy úloh geometrické, fyzikální a materiálové.

### **Možnosti programu při výpočtu:**

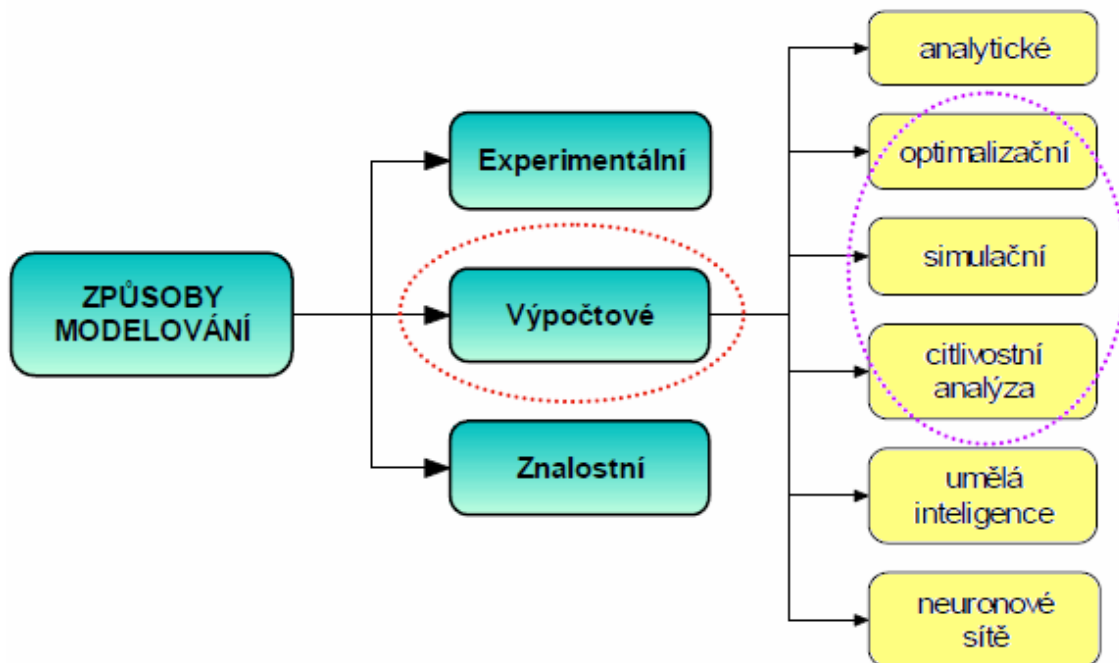
- **Statika**
  - Lineární, nelineární, stabilita, účinek počátečního napětí.
- **Dynamika**
  - Vlastní kmitání, vliv počátečních napětí, odezva na dynamické účinky strojů, odezva na seismická zatížení, odezva na dynamickou zátěž větrem.
- **Výpočetní modely**
  - Rovinná úloha s kombinacemi s pruty, 2D ohyb s kombinací s pruty, skořepina s možností s pruty, 3D těleso s možností s pruty, vazební, kontakt těles, multiphysics.
- **Preprocessing**
  - Grafický výstup, nezávislost zadání na diskretizaci, automatické generování sítě, automatické výpočty průniků.
- **Postprocessing**
  - Zobrazení výsledků různou formou barevných ploch, zobrazení v řezu, grafické výstupy.

Po uvážení návrhového typu tažného zařízení a s ohledem na návrhové prostředí programů byl pro namodelování návrhů a výpočet zvolen program Pro/ENGINEER.

U nastavby Pro/Mechanika v tomto programu je možné provést diskretizaci navrženého modelu, ale jen pomocí předdefinovaných prvků založených na metodě geometrických prvků (GEM), kde základní prvek je čtyřstěn.

### 5.3 Způsoby modelování

Máme tři způsoby modelování. Pro návrh konstrukce je využito výpočtové modelování.



Obr. 5.3: Způsoby modelování technických problémů [7]

### 5.4 Výpočtové modelování

Je modelování, které jako pomocný objekt využívá matematickou teorii. Ta je realizována výpočtem a nazvaná matematické modelování, pro výše zvýrazněné výpočtové modelování. Řešení problémů je pomocí výpočtového modelování s využitím matematické teorie při splnění požadavků řešitelnosti, vstupních údajů a algoritmizovatelnosti. Pomocným objektem u VM je matematická teorie.

Experimentální modelování je modelování u něhož pomocný objekt je reálný objekt, například zmenšený či zvětšený. Algoritmus se realizuje přímo na materiálovém objektu. Vývoj a výzkum konstrukčních prvků pro technické aplikace využívá VM jako pomocného prostředku při návrhu nebo ověření funkčnosti výrobku v souladu s klasickým experimentálním přístupem. VM je možno aplikovat pro řešení daného technického problému různou mírou na různé úrovni a přístupu k VM:

- Od znalosti vstupních údajů do výpočtových modelů.
- Od požadavků na výstupy a jejich přesnosti.
- Na úrovni výpočetní techniky a počítačové vybavenosti.

Výpočtově lze modelovat i zatěžující stavy, ke kterým dochází při provozování konstrukčních prvků a je problematické z nějakých důvodů (z rozměrnosti zkoušených vzorků, působení kombinovaného provozního zatěžování apod.) změřit.

VM je a bude progresivní metodou pro vystižení namáhaných konstrukčních prvků. Například deformačně napětíové stavy zatíženého konstrukčního prvku vyžadují veškeré informace o konstrukčním prvku z hlediska struktury, konstrukce, zatěžování, provozování atd. Přístup k návrhu modelování tažného zařízení bude záviset na zvolené metodice a dostupnosti výpočtových podpor.

### **Kritéria výběru modelu**

Výpočty jsou závislé na vhodné a reprezentativní kritéria výběru.

#### **Výběr typu modelu je závislý na:**

- charakter vstupních veličin,
- existence matematické teorie,
- řešeném problému.

#### **Kritéria výběru modelu:**

- jaký objekt se modeluje,
- oblast použití modelu,
- dostupné vstupní veličiny,
- účel modelu z hlediska vlastností a chování,
- složitost modelu.

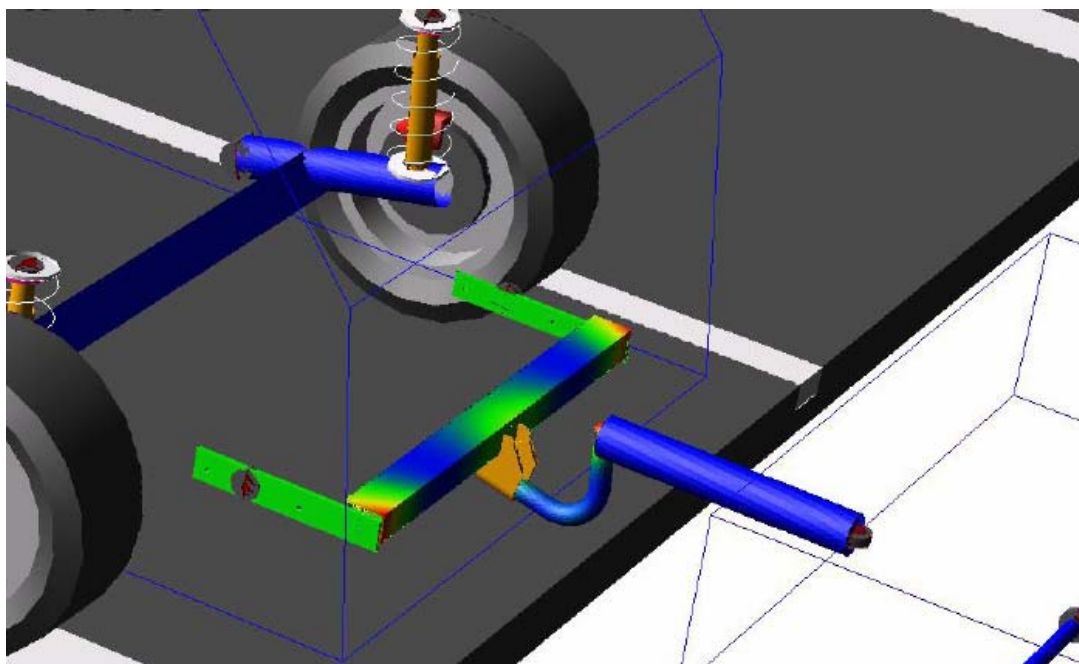
## **5.5 Nástin problematiky simulace tažných zařízení v provozních podmínkách**

Jde o informativní význam této podkapitoly k ucelení možností zkoušení konstrukčních návrhů. Při simulaci vždy vznikají určité nepřesnosti z výpočtového modelování a je žádoucí tyto nepřesnosti snížit na minimum. Tento typ výpočtu je-li správně nakonfigurován, tak se může velice přibližovat reálným podmínkám v provozu a dávat věrohodné výsledky.

### **Rozdělení vstupních hodnot pro simulaci**

- Hlavní – velmi ovlivňují průměr a materiál.
- Vedlejší – při různých stavech můžou ovlivnit – opracovávání povrchu.
- Zanedbatelná – neovlivňuje se (teplota, voda).

Vytvoření modelu tažného zařízení pro simulaci a jeho částí je složen z pružných těles, která jsou implementována do daného modelu osobního automobilu přívěsem (viz **Obr. 5.4**).



**Obr. 5.4:** Ukázka podvozkového modelu s tažným zařízením [12]

### **Problematika návrhů pro simulaci**

- Přichází v podobě, v jakém programu došlo k návrhu jednotlivých částí, v jakém se bude provádět výpočet a simulace.
- Získání konkrétních údajů o charakteristikách tlumičů a pružin skutečného zkoušení automobilu.
- Hmotnostní a dynamické vlastnosti.

### **Sestava pro počítání a věrohodnou simulaci musí zahrnovat:**

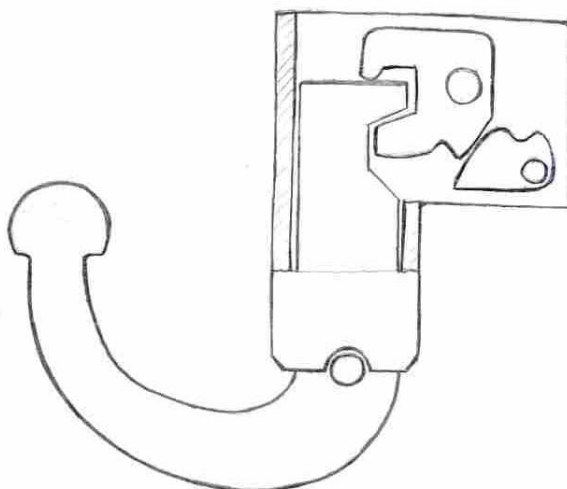
- Příčný nosník připevněný pomocí šroubového spojení k podélníkům karoserie.
- Tážný hák se specifickým trnem, zakončením a mechanismem uchycení.
- Torzo mechanismu, jak je spojeno případně jakým svárem je přivařeno podle směrnice pro sváry a jakou metodou svařování.

Například pro sledování vlivu tuhosti tažného zařízení na přenos sil do karoserie je potřebné vytvořit několik příčných nosníků s rozdílnou tuhostí. Citlivostní stabilita se musí řešit při jakékoliv změně, která nastane v modelu.

Důležité pro provedení simulaci je zjištění charakteristik tuhosti a tlumení tažného zařízení. Jedná se především u tažných zařízení o tuhosti tažného zařízení z hlediska minimálního přenosu dynamických účinků z přívěsu do karosérie vozidla například při přejezdu terénních nerovností. Výsledky dosažené při simulacích je nutné ověřit pomocí naměřených dat při reálné zkoušce. Tyto simulace slouží jako dodatečný optimalizační nástroj.

## 6. Návrh tažného háku

Prvotní návrh háku vychází z náčrtku firmy Škoda – Auto a.s. z oddělení TZD. Návrh musí splňovat geometrické a konstrukční podmínky. Dále je složen z upínacího systému a tažného háku jak zobrazuje **Obr. 6.1**. Jde o konstrukční návrh, který lze zařadit do skupiny odnímatelných tažných háků s vertikálním rovinou upevnění nazývaných také jako bajonetové tažné zařízení. Vzorem pro tvorbu návrhů tažných zařízení byly získané náčrty a volně dostupné technické dokumentace.



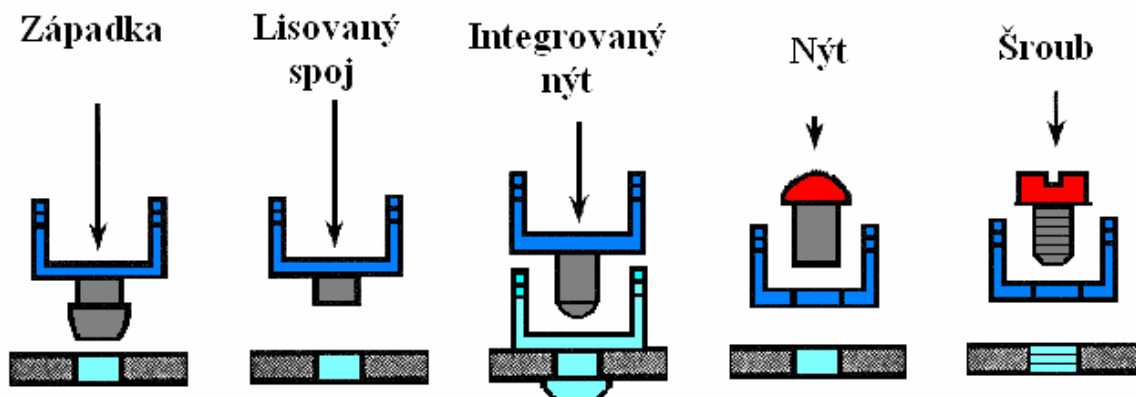
**Obr. 6.1:** *Náčrtek tažného zařízení*

### 6.1 Teorie návrhu

Návrhem konstrukce lze považovat snadně vyrobitelné skupiny dílů, ze kterých se zkompletuje výsledný výrobek. Návrhem konstrukce pro montáž je brán návrh snadně smontovatelného výrobku.

Jednoduchost tvarů a nižší náklady na výrobu jsou základními požadavky návrhu konstrukce. Schopnost reálně odhadovat montážní a výrobní náklady v co nejranější době návrhu je v současnosti velice přínosné, důležité a žádané. Dále je nutné počítat s pozdějšími modifikacemi návrhu, provést srovnávání konkurence schopnosti výrobku, předvídat a zjistit možné vzniklé výrobní a konstrukční problémy. Při zjišťování různých návrhů konstrukcí v provozu byly nalezeny velké rozdíly u typově stejných výrobků.

Pro názornost v uvedeném příkladu lze vidět jednotlivé rozdíly návrhů stejných součástí, kde návrhy od jednotlivých konstrukčních firem jsou velice rozdílné. Na **Obr. 6.2** jsou ukázány rozdíly ve složitosti konstrukce u vybraných ventilů plynoměru.



**Obr.6.2:** Ukázka rozdílnosti konstrukce ventilu [12]

U studentů technických škol je předpoklad kromě teoretických znalostí o konstrukci strojů i znalosti z praktických řešení. Správný konstruktér má již při návrhu brát v úvahu postupy, které vedou ke snížení výrobních nákladů.

Návrh součástí musí v sobě zahrnovat komplexní informace o dokumentaci jednotlivých dílů, tvarů, materiálů a tolerancí. CAD systémy se používají při návrzích a výpočtech. Výkresová dokumentace je předána do výroby a montáže, kde je zjišťována vhodnost návrhu. Proto je důležité věnovat návrhu dostatečnou pozornost a myslet dopředu nad možnými konstrukčními problémy.

V současnosti jsou k dispozici programy zahrnující analýzy všech oblastí problematických částí. Dále umožňují definovat, stanovit možnosti pro snížení prostojů při modifikacích u výrobních a montážních nákladů. Tyto programy jsou velice sofistikované, kde je potřeba vyškolená obsluha. Tento přístup se používá především u velkosériové výroby, kde je nedílnou součástí návrhu i výběr materiálu. Lze využít i jiné výrobní postupy, které v sobě zahrnují ekonomickou stránku a uzpůsobující automatický návrh bez zásahu konstruktéra, který se už nemusí touto ekonomickou otázkou zabývat.

**Všeobecně pro vhodný návrh konstrukce je nezbytné mít veškeré informace o výrobku z hlediska:**

- geometrie a složitosti technického objektu,
- materiálového složení součástí,
- údržby, opravy a požadavků na funkci součástí s ohledem na prostředí, ve kterém bude pracovat,
- životnosti finálního výrobku,
- přípustných ekonomických, materiálových a časových výloh na obrábění,
- estetického provedení,
- požadované přesnosti výpočtu a jiné.

## **6.2 Návrh tažného háku**

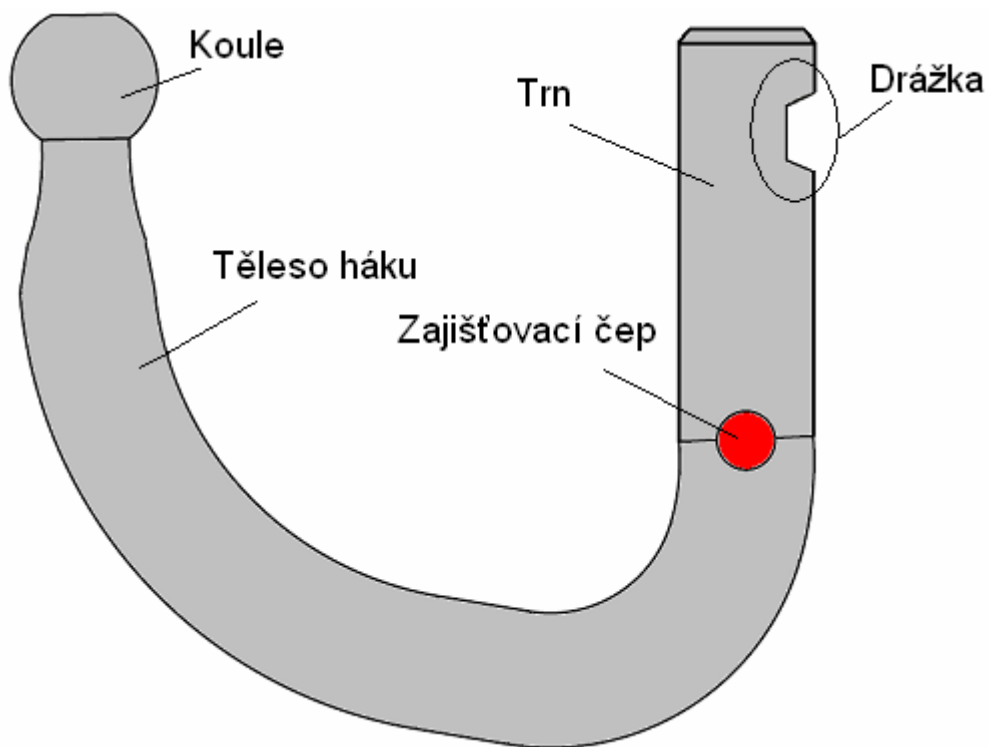
Pro návrh je nutné mít tyto údaje o tažném zařízení:

- geometrickém tvaru a konstrukci všech částí tažného zařízení,
- použitých materiálech,
- funkci tažného zařízení,
- zatížení tažného zařízení v provozu,
- opotřebení funkčních ploch,
- technologie výroby.

**Návrh musí být takový aby tažné zařízení:**

- splňovala účel,
- splňovala použití,
- konstrukčně jednoduché,
- výrobně, ekonomicky nenákladné na výrobu,
- jednoduchá uživatelská ovladatelnost,
- bezpečnost a spolehlivost celé konstrukce.

Na vytvoření návrhu tažného háku byl využit program Pro/ENGINEER. Na **Obr. 6.3** lze vidět rozdělení tažného háku na části samostatně navrhované pro případné modifikace. Tažný hák je rozdělen do 4 částí, kde jednotlivé části na sebe navazují. V Trnu tažného háku je drážka, která při návrhu má důležitou upevňovací funkci pro tažný hák.



**Obr.6.3:** Rozdělení návrhu tažného háku

Rozdělení je provedeno jen z důvodu přehlednějšího návrhu a případné lepší univerzálnosti při sestavování návrhů jednotlivých navržených variant tažného háku. Jinak ve skutečnosti tažný hák tvoří jeden nerozebíratelný celek.

Důležitou součástí návrhu tažného háku je i řešení upínacího mechanismu, kterému je věnována následující kapitola č. 7.

## Rozdělení návrhu tažného háku

Podle **Obr. 6.3** jsou vytvořeny navrhnuté možnosti kombinací návrhů tažného háku. Rozdělení je provedeno přehledně s dostačujícím výběrem navrhnutých možností, jako například podle profilů, drážky a velikostí jednotlivých návrhových částí.



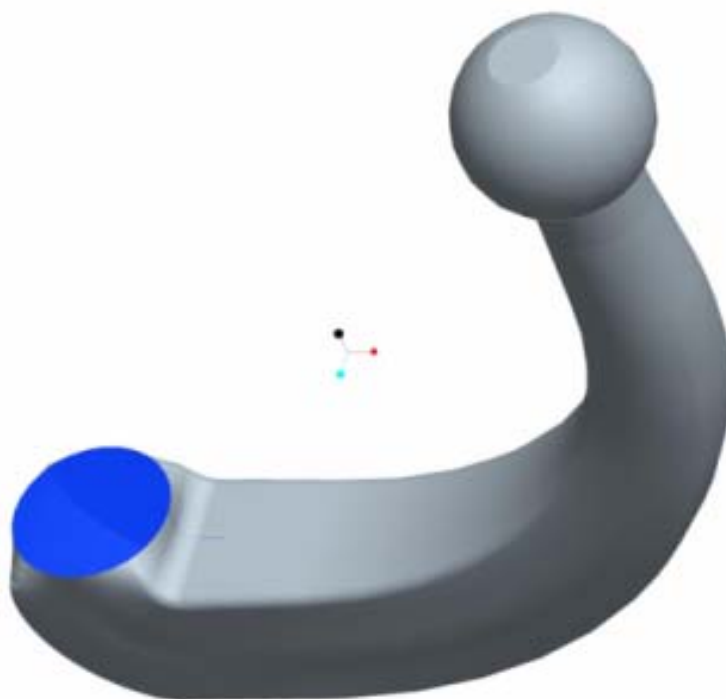
**Obr.6.4:** Schéma rozdělení návrhů tažných háků

### 6.3 Navržená tělesa háků

Z prvotních návrhů se postupným vývojem dospělo k předkládaným návrhům. Kde byly vybrány 3 typy těles háků podle potřebných požadavků. Jednotlivé typy těles tažných háků jsou pro názornost návrhu ukázány i s koulí ISO 50, která je dána normou. Typy těles háku se odlišují profilem. Základní křivka, podle které se jednotlivě navržené profily nechávaly vysunout zůstává u všech typů těles stejná. Je to z důvodů dodržet požadovaných rozměrů okolo koule, kde hlavně se vychází z tvaru zadního nárazníku osobního automobilu.

Zvýrazněné modré plochy ukazují jaký typ trnu podle profilu bude použit a taky jaký je konečný profil tělesa háku.

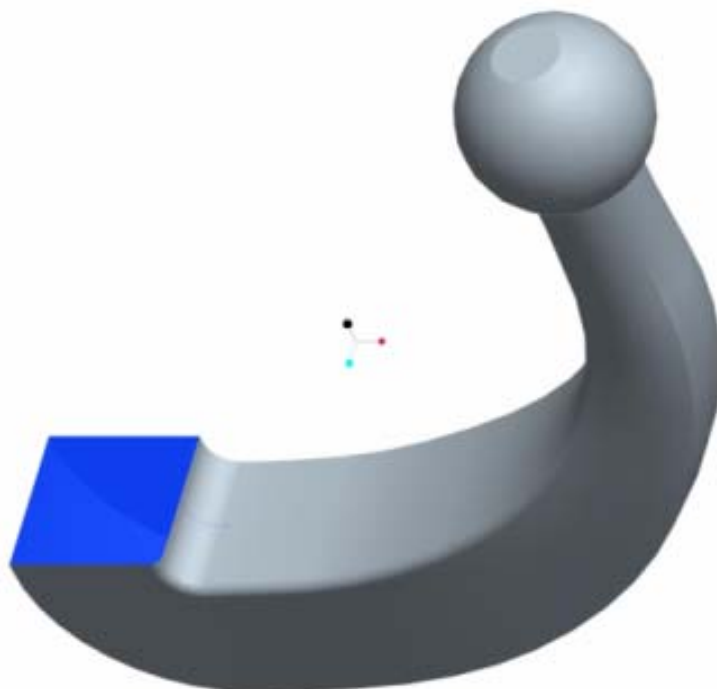
#### Kombinovaný profil



**Obr. 6.5:** *Návrh tělesa háku s kombinovaným profilem*

Je kombinací profilů čtvercového, který postupně zvyšuje svoji velikost až do hodnoty 40mm a na konci plynule přechází do profilu kruhového. Tento návrh tělesa háku je navržen pro trn kruhového průřezu. Na **Obr. 6.5** je vidět tvar háku, který odpovídá daným požadavkům. Tvar háku je vytvářen z co největší univerzálností podle různých tvarů zadních nárazníků. Tento typ tělesa háku bude použit pro výpočtový model.

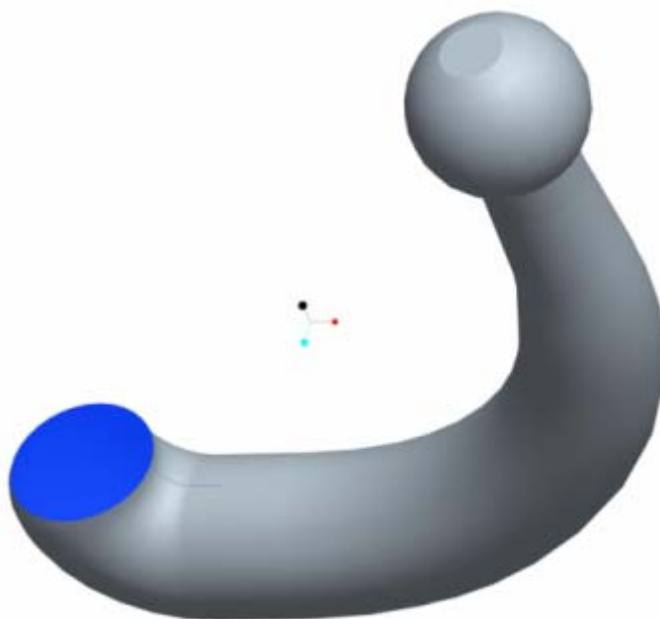
## Proměnný čtvercový profil



**Obr. 6.6:** *Návrh tělesa háku s proměnným čtvercovým profilem*

Jde o vytažení profilu dle vytvořené základní křivky (viz **Obr. 6.6**). Profil navržen jako čtvercový, kde jeho velikost je proměnná a postupně se od koule zvyšuje. V nejširším místě (nejnižší místo návrhu) má profil čtverce rovný 40mm. Návrh tělesa je navržen s důrazem na vhodné rozložení napětí při namáhání. Při stejných velikostech profilů u jednotlivých návrhů těles háků snese tento návrh vyšší zatížení. Proto tento typ tělesa háku bude použit ve výpočtovém modelu a vyhotovena technická dokumentace pro výrobu modelu. Nevýhodou se může jevit porovnání se třetím typem tělesa háku (viz **Obr. 6.7**) má tento hák větší hmotnost, ale za to může odolávat vyššímu zatížení od bočních sil.

## Proměnný kruhový profil



**Obr. 6.7:** *Návrh tělesa háku s proměnným kruhovým profilem*

Jde o vytažení profilu podle základní křivky, kde navržený profil je kruhový proměnný a v nejširším místě má hodnotu průměru 44mm. Profil o průměru 44mm začíná od začátku zaoblení v nejnižším místě tělesa. Větší průměr zvolen pro vhodnější rozložení napětí v místě ohybu. Místo vybarvené modrou barvou má průměr 40mm a je navrženo pro trn kruhové profilu. Kruhový profil tělesa háku navrženo pro poměrně jednoduchou výrobu háku, například tvářením za studena.

Všechny tyto tři typy mají zakončení koulí ISO 50, která je navržena a namodelována podle požadavků směrnice ES/94/20. Rozdělení tažného háku na těleso háku a trn háku je jen pro názornost a vhodnější pro detailnější popsání trnu tažného zařízení s jeho drážkou. Tažný hák se zajišťovacím čepem, koulí ISO 50 a trnem tvoří jeden nerozebíratelný celek. Přes kouli ISO 50 se přenáší do tělesa háku různé zatížení, které musí částečně pohltit, ale i přenést přes uložení do uchycení karosérie a naopak. Při provozním zatížení nesmí docházet na tělesu háku k trvalým deformacím.

Lze navrhnout více variant těles háku i s jinými základními křivkami, ale pro zadané podmínky jsou tyto varianty dostačující.

Průřezové rozměry lze v programu Pro/ENGINEER snadno a rychle změnit, například zvětšit rozměry pro požadované vyšší přenášené zatížení.

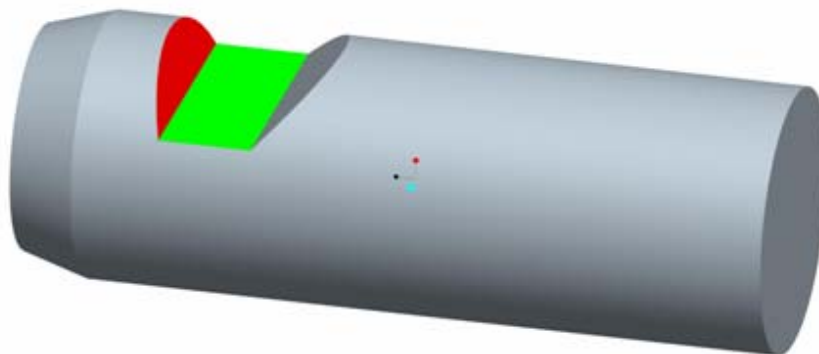
## 6.4 Trny

Jejich velikost, profil a tvar drážky zajišťuje uchycení tažného háku na torzu tažného zařízení, které je spojeno příčným nosníkem automobilu. Kde návrh torza bude popsán v následující kapitole. Je žádoucí navrhnout vzájemnou optimální polohu drážky trnu s upínacím mechanismem a zajišťovacím čepem takovou, aby bylo zabezpečeno bezproblémové, bezpečné upnutí a zajištění tak uzamknutý stav tažného háku.

Návrh trnu je závislý na mnoha faktorech. Jednak se vychází ze vzdálenosti mezi příčným nosníkem automobilu a vozovkou (viz **Obr. 4.10**). Dále je nutné splnit danou vertikální vzdálenost středu koule od vozovky (viz **Obr. 4.11**) a zajistit optimální rozložení namáhání v trnu tažného háku, který přenáší namáhání na upínací mechanismus a torzo tažného zařízení. Proto důležitou roli při optimálním návrhu hraje velikost trnu, profil trnu, tvar zajišťovacího čepu a především tvar drážky mají vliv na bezpečné a bezproblémové upnutí. Návrhy s různými modifikacemi drážek je věnována náležitá návrhová a konstrukční pozornost, kde návrh drážek tažného háku musí splňovat stanovené podmínky. Pro lepší zvýraznění a názornost bylo použito vybarvení důležitých ploch trnu tažného háku.

### 6.4.a Návrh válcových trnů

#### Trn 1 s úhlem drážky 15°

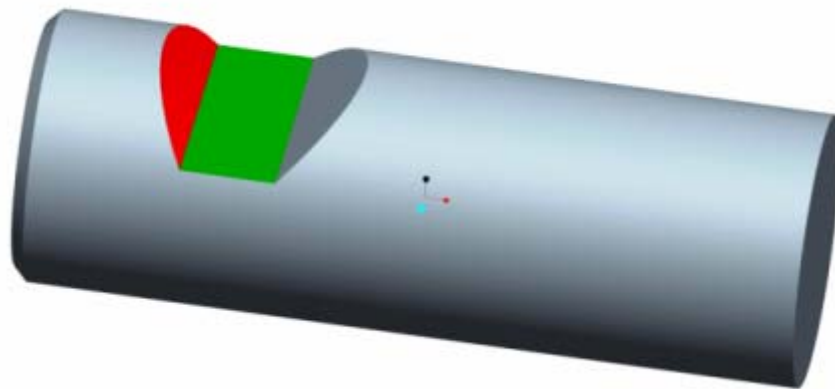


**Obr. 6.8:** *Návrh trnu 1 s drážkou o úhlu 15°*

Jde o prvotní návrh při začátku navrhování drážek trnů. Průměr trnu byl zvolen 40mm podle zakončení těles tažných háků. Tvar drážky je navržen aby splňoval návrhovou a výrobní jednoduchost, která je z jednou podmínek návrhu trnu tažného háku. Velikost trnu s ohledem na již zmiňované potřebné prostory a požadované vlastnosti stanovena, navržena na 115mm.

Upínací plocha drážky je na **Obr. 6.8** znázorněna červenou barvou, která taky ukazuje na důležitost této plochy při upnutí a zajištění. Drážka prvního návrhu má upínací plochu pod úhlem  $15^\circ$ . Opěrná plocha u návrhu je znázorněna zelenou barvou. Drážky trnu musí vydržet napětí a síly, které při upínání, zajištění a vymezení vůlí vznikají a především vydržet namáhání, které vzniká při provozu. Zvoleno z důvodu přijatelného působení sil při upínání a vytvoření dostatečného předpětí. Dalšími parametry drážky jsou hloubka 10mm a hlavní šířka 14mm, jak je vidět na **Obr. 6.8** u plochy znázorněné zeleně. spodní zkosení je provedeno pod úhlem  $45^\circ$  pro umožnění bezproblémového pohybu upínacího segmentu\_1. Horní část trnu tažného háku je zkosená pro lepší a snadnější manipulaci při vkládání tažného háku do torza tažného zařízení.

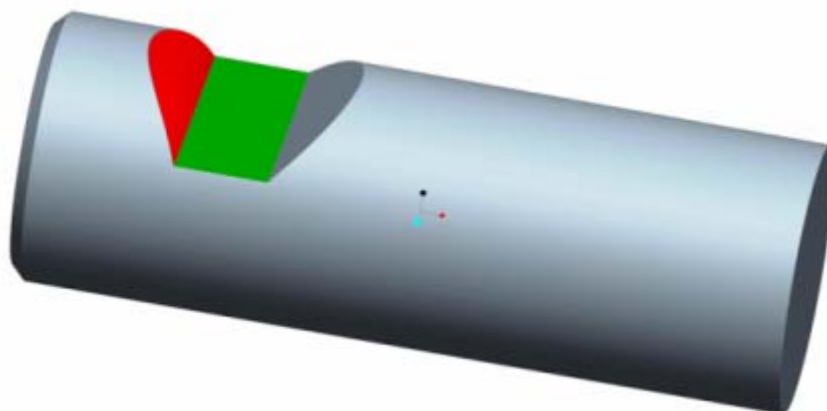
### **Trn 2 s úhlem drážky $30^\circ$**



**Obr. 6.9:** *Návrh trnu 2 s drážkou o úhlu  $30^\circ$*

Jedná se o modifikaci návrhu s úhlem  $15^\circ$ , kde je hlavní úhel upínací plochy zvolen dvojnásobný úhel než u předešlé varianty (viz **Obr. 6.9**). Důvodem tohoto návrhu je rozdílné rozložení napětí a sil při upínání trnu tažného háku. Kdy tento návrh má větší upínací plochu a tím při stejném zatížení upínací plochy se snižuje svislá složka síly. Vznik jiného, většího bočního předpětí než v předešlém návrhu trnu 1 s úhlem drážky  $15^\circ$ . Protože při větším úhlu se zvětšuje horizontální složka upínací síly vyvozená upínacím segmentem\_1, která snižuje předpětí a tlačí trn více na přilehlou plochu torza tažného zařízení.

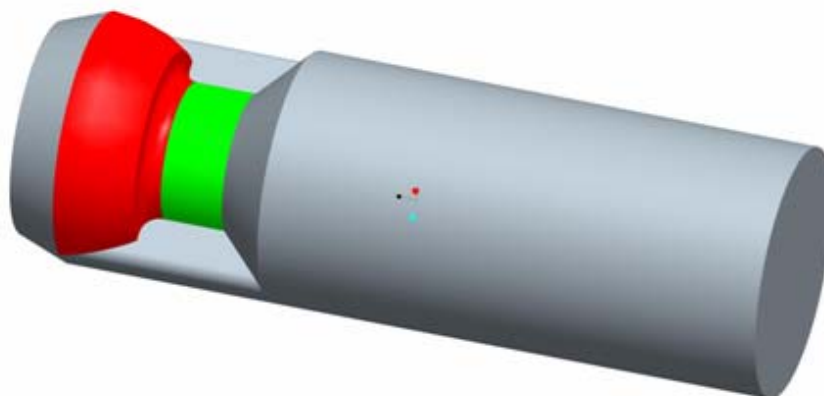
### Trn 3 s drážkou o rádiusu 25mm



**6.10:** *Návrh trnu 3 s drážkou o rádiusu 25mm*

Tento návrh tvaru drážky je se zaoblenou upínací plochou. Kde plocha drážky trnu tažného háku byla namodelována o poloměru 25mm (viz **Obr 6.10**). Zaoblená upínací plocha je znázorněna červenou barvou. Ostatní rozměry drážky zůstaly zachovány z předešlých návrhů. Důvodem vzniku namodelování drážky takového to tvaru je pro vhodnější rozložení napětí v místě upnutí. Plynulejší tvar drážky má příznivé vlastnosti na únavové namáhání.

### Trn 4 s drážkou profilu koule



**Obr. 6.11:** *Návrh trnu s drážkou profilu koule*

Návrh je ukázán jako prostor pro další možné modifikace určen pro optimální rozložení napětí v místě vetknutí. Jedná se o výrobně složitější drážku v trnu tažného háku. Drážka by mohla být provedena nejen, jak je ukázána na **Obr. 6.11**, ale také po celém obvodu. Jde o návrh trnu s válcovitým profilem, kde je drážka navržena podle koule ISO 50, ovšem s jinými rozměry, které byly přizpůsobeny na daný trn o průměru 40mm. Důvodem vzniku

byla větší opěrná a dosedací plocha v místě upnutí a zajištění tím rovnoměrnějšího rozložení napětí a tím i menších působících sil.

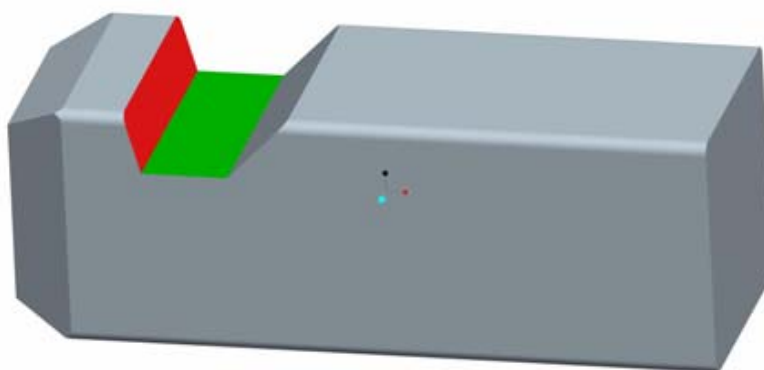
### **Ostatní návrhy**

Jiné navržené varianty už blíže neuvádím, ale vznikly kombinací daných návrhů, kde se především měnily tvary a umístění drážek především upínací plochy. Například s jiným úhly a poloměry. Pro tento případ návrhu s válcovým profilem jsou tyto 4 navržené modely plně dostačující a splňují zadání.

### **6.4.b Návrh trnů čtvercových profilů s drážkou**

Pro stejné rozměry profilů jako u předešlých válcových háků mají trny čtvercového profilu tu nevýhodu že o stejných rozměrech jsou těžší, ale za to více odolnější při bočním zatížení pro jejich tvar a než 25% větší opěrné plochy. Čtvercové profily splňují jednak podmínku jednoduché výroby a také malý počet dodatečných úprav. Při použití těchto profilů jsou vhodně přenášeny boční síly od tažného háku na torzo tažného zařízení. Tyto síly působí na tažný hák například při brzdění v zatáčce s přípojným vozidlem. Namodelovány a navrženy byly tři typy trnů tažných háků o stejné délce 115mm. Kde návrh drážek trnu tažného háku musí splňovat stanovené podmínky pro návrhy. Pro lepší názornost bylo použito vybarvení důležitých ploch trnu tažného háku jako předešlém případě.

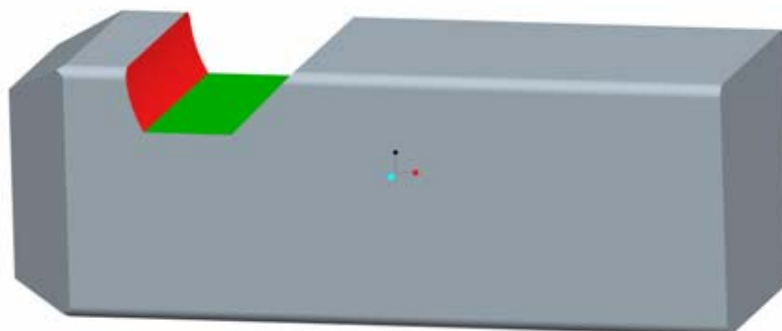
#### **Trn 5 s drážkou o úhlu 15°**



**Obr.6.12:** *Návrh trnu 5 s drážkou o úhlu 15°*

Návrh vychází z trnu kruhového profilu, kde drážka je stejného tvaru jako u trnu 1 tažného háku. Hrany trnu jsou zaobleny pro odstranění možných koncentrátorů napětí. Pro lepší manipulaci je zakončení trnu zkoseno pro snadné zasunutí trnu tažného háku do torza tažného zařízení (viz. **Obr. 6.12**).

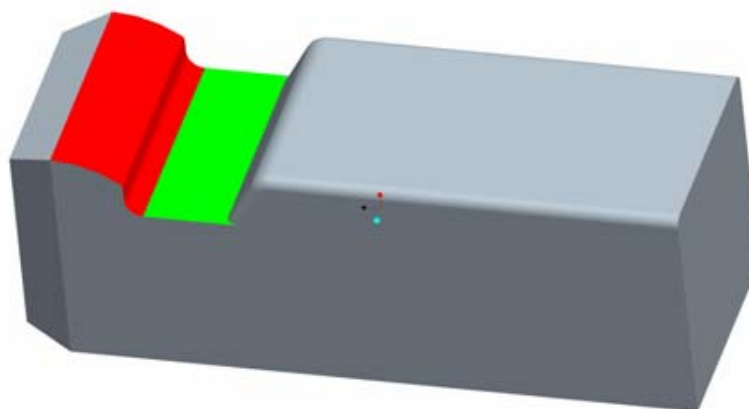
### Trn 6 s drážkou o rádiusu 20mm



**Obr. 6.13:** *Návrh trnu 6 s drážkou o rádiusu 20mm*

Návrh drážky v trnu 6 s vnitřním poloměrem 20mm byl vytvořen pro zjištění rozložení sil a napětí v kontaktním místě upínací plochy viz (**Obr. 6.13**). Červená barva zobrazuje upínací plochu, která při tomto návrhu je větší než u trnu 5 a tím zabezpečuje příznivější rozložení napětí. Opěrná plocha znázorněná zeleně je stejně velká jako v předešlých případech. Zakončení trnu je provedeno zkosením hran pro snadnou manipulaci při vkládání.

### Trn 7 s drážkou profilu koule



**Obr. 6.14:** *Návrh trnu 7 s drážkou profilu koule*

Jde o specifický návrh u čtvercovitého profilu. Profil drážky je odvozen od koule ISO 50, ale s tím rozdílem že je uzpůsoben na rozměry trnu tažného háku o velikosti 40mm. Jak je vidět z **Obr. 6.13**, tak upínací plocha znázorněná červenou barvou je skoro dvakrát větší než u návrhu trnu 5. Tento návrh je obtížnější z hlediska výroby než předešlé varianty trnů 5 a 6, ale rozložení napětí v upínací ploše je optimální.

### Ostatní návrhy trnů se čtvercovým profilem

Jsou obdobné jako u trnu s profilem kruhovým. Kde se mění, jak tvar drážky, tak její hloubka upínací a opěrná plocha.

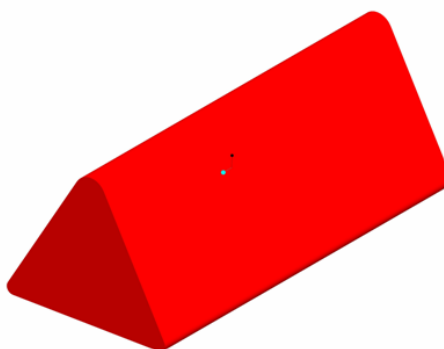
#### 6.4.c Koule ISO 50



**Obr.6.15:** *Namodelování koule ISO 50 podle normy*

Namodelována podle předepsané normy ES 94/20. Kde jsou všechny rozměry včetně tolerancí a drsností jednotlivých povrchů. Jde o kouli o průměru 50mm, která musí zabezpečit bezpečné a bezproblémové upnutí přípojného vozidla, ale také umožnit upevnění nosičů kol.

#### 6.4.d Zajišťovací čep



**Obr. 6.16:** *Návrh zajišťovacího čepu*

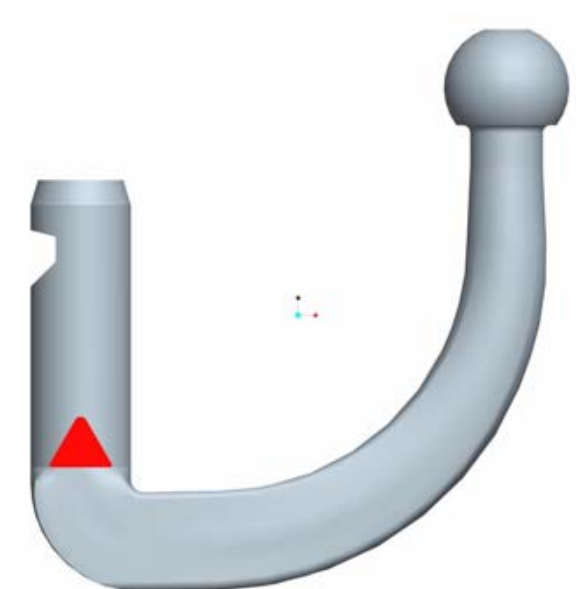
Je součástí Trnu tažného zařízení. Návrh čepu je trojúhelníkového tvaru. Pro názornost a přehlednost byl samostatně namodelován. Jak už z názvu plyne plní funkci zajišťovací, ale také má funkci vymežovací ve vertikální rovině. Délka čepu je navržena na 60mm, kde

v horní části je zaoblen pro vhodnější rozložení napětí. Umístění zajišťovacího čepu začíná od hrany trnu viz. **Obr. 6.17**. U kruhových profilů slouží čep také pro zachytávání bočních sil od přípojného vozidla například při průjezdu zatáčkou.

### 6.5 Ukázka vybraných kombinací tážných háků

Pro zachování ekonomičnosti a také výrobní jednoduchosti byly vybrány 3 typy variant, které jsou jednotlivými kombinacemi návrhů předešlých těles háků a trnů tážných háků.

#### Návrh háku typ\_A

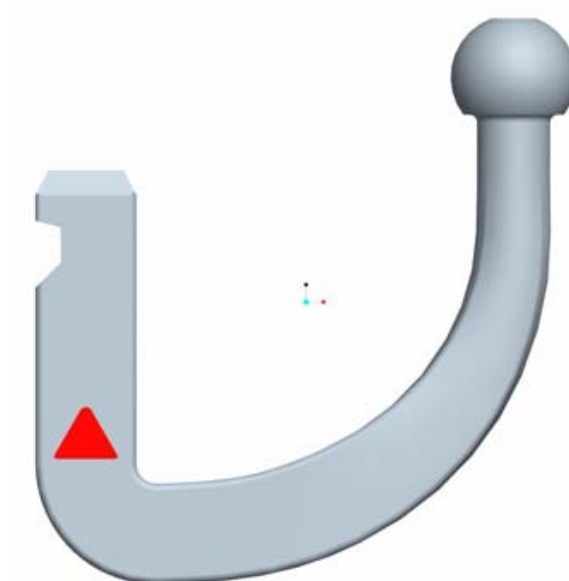


**Obr. 6.17:** *Návrh tážného zařízení typu\_A*

Byl koncipován s ohledem na jednoduchost výroby a bezúdržbovost tážného háku. Tato varianta obsahuje těleso háku č. 1, kde jeho profil je čtvercovitého tvaru, ale na konci plynule přechází do kruhového profilu pro vybraný typ trnu.

Dále obsahuje tážný hák kouli ISO 50, zajišťovací čep trojúhelníkového profilu, který je znázorněn červenou barvou a trn 1 s drážkou o upínací ploše skloněné o 15°. Kromě normalizované koule, byly všechny zbylé části tážného háku navrženy. Těleso háku začíná na průměru 29mm, který je stanoven od ISO koule (viz **Obr. 6.17**).

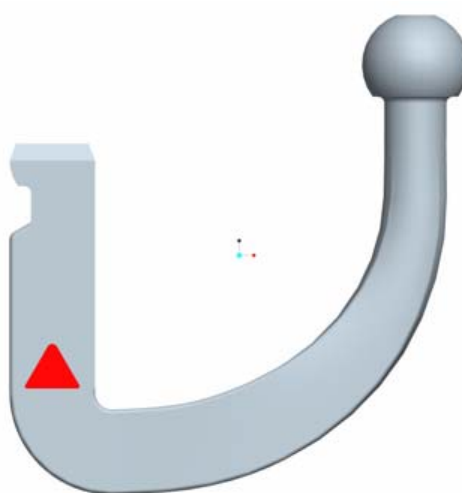
## Návrh háku typ\_B



**Obr. 6.18:** *Návrh tažného zařízení typu\_B*

Jde o návrh, kde celé těleso háku má čtvercový profil, který se plynule zvětšuje až na hodnotu 40mm. Tato varianta je složena z tělesa háku 2 včetně koule ISO 50, zajišťovacího čepu stejného pro všechny návrhy a trnu 5 tažného háku s drážkou upínací plochy o úhlu 15°. Jde o obdobu trnu 1 z předešlého návrhu typu\_A, ale s tím rozdílem, že má čtvercový profil.

## Návrh háku typ\_C



**Obr. 6.19:** *Návrh tažného zařízení typu\_C*

Jde o návrh, kdy celé těleso i trn jsou sestavovány ze čtvercových profilů, kde největší namodelovaný rozměr je 40mm. Použito těleso háku s proměnným čtvercovým profilem a trn háku 7 s drážkou s drážkou profilu koule, navrženo pro lepší rozložení napětí v upínací ploše.

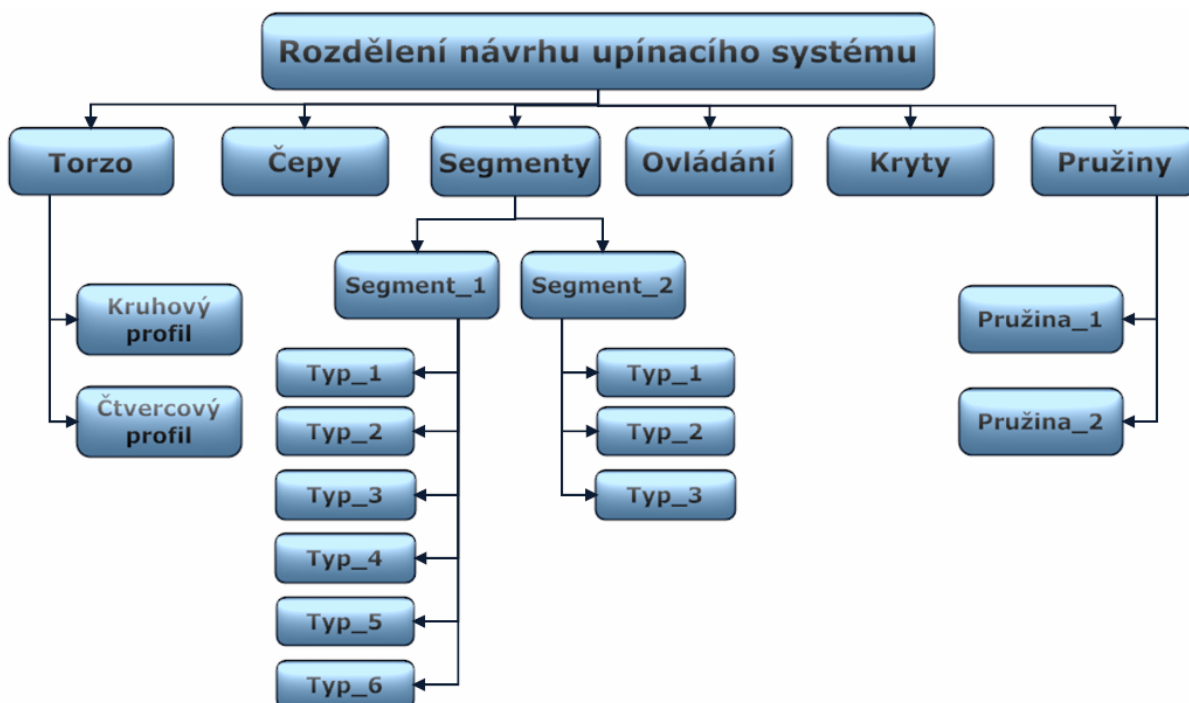
## 7. Konstrukční návrhy upínacího systému

Návrh upínacího systému se skládá z návrhů vybraných komponentů, které bylo nutné navrhnout. Postupem času při návrzích jednotlivých částí se ukázaly problémová místa v podobě kompatibility a provázanosti jednotlivých částí. Bylo nutné navrhnout upínací systém, aby nedocházelo při různých zatíženích a stavech funkčnosti ke kolizním stavům. Problematika vhodného návrhu spočívalo v navržených kontaktních stavů. Proto bylo nutné navrhnout a vyrobit optimalizační přípravek sloužící pro umístění čepů v torzu tažného zařízení. Torzo je pevnou část navrženého tažného zařízení, do kterého je vkládán tažný hák.

Součástí návrhu je tažný hák, segmenty, čepy, pružiny ovládací část, ale také kryty torza proti znečištění.

### Kritéria pro upínací mechanismus

- Jednoduché ovládání.
- Bezpečné upnutí.
- Bezporuchovost.
- Ekonomickou nenáročnost.



Obr. 7.1: Schéma rozdělení návrhu upínacího systému

## 7.1 Návrh torza

Jedná se o návrh součásti, která je pevně spojena s příčným nosníkem osobního automobilu. Navrženo je pevné nerozebíratelné spojení. To je docíleno svařením. Kdy jde o přivaření torza k příčnému nosníku. Je to základní těleso upínacího mechanismu.

### Specifika návrhu

Jde o návrh, kdy základním polotovarem pro vyhotovení je trubka. Zvoleno z důvodu jednoduchosti a nenáročnosti na výrobu. Profil trubky je závislý podle typu použití trnu tažného háku, který musí mít tvarově stejný profil. Proto byly navrženy 2 typy profilů torza tažného zařízení. V prvním návrhu jde o profil kruhový a druhý má s profilem čtvercovým. Rozměry torza tažného zařízení jsou uzpůsobeny podle trnu tažného háku.

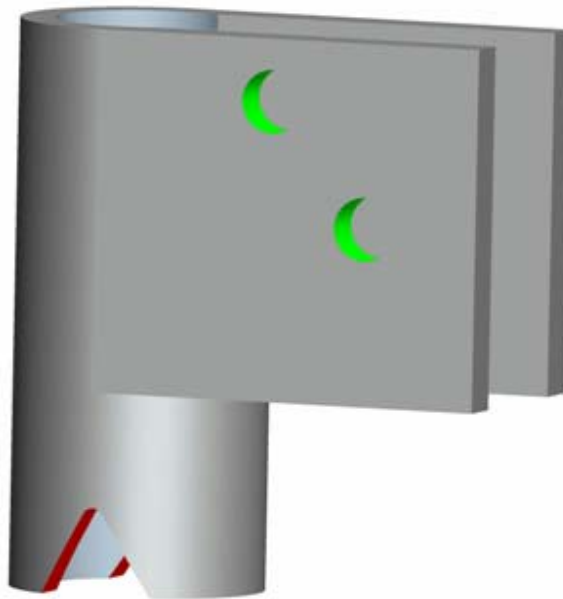
### Návrh torza tažného zařízení musí zabezpečovat a zvládat:

- Bezpečné a bezproblémové zasunutí.
- Vhodně zvolené tolerance.
- Zachytávat síly a momenty vzniklé od zatížení, jak svislé tak boční síly.
- Odolávat tlakům na stěnách torza.
- Odolávat zatížení vyvolané zrychlováním a nebo brzděním, především v podélné ose torza.
- Dostatečná tuhost pro tažný hák a uložení čepů.

### Torzo s kruhovým profilem

Jedná se o návrh prvku, kruhového profilu. Délkový rozměr návrhu torza stanoven na 130mm. Tento rozměr je stanoven s ohledem na kladené požadavky v normě ES 94/20. Důležité je dodržet výšku středu koule od vozovky. A díky požadavkům v normě byla tato hodnota stanovena na 130mm. Samozřejmě je důležité říci, že pro různé typy automobilů je to jiné, ale pak stačí uzpůsobit rozměry torza pro konkrétní typ automobilu a může být použito na daný typ vozidla. Horní část u torza bude přivařena k příčnému nosníku automobilu. Tento návrh je poměrně jednoduchý na výrobu, kde základní tvar má profil tlustostěnné trubky a k ní jsou přivařeny postranní držáky s otvory pro čepy, na kterých jsou nasazeny segmenty. Otvory čepů jsou znázorněny zelenou barvou. Tloušťka stěny je navržena na 7,5mm pro dodržení pevnostních charakteristik. V dolní části torza jsou navrženy drážky pro zajišťovací čepy, které mají zajišťovací, dorazovou a vymežovací funkci. Na **Obr. 7.2** jsou znázorněny červenou barvou. Vnitřní průměr byl navrhnut na 41mm s příslušnými

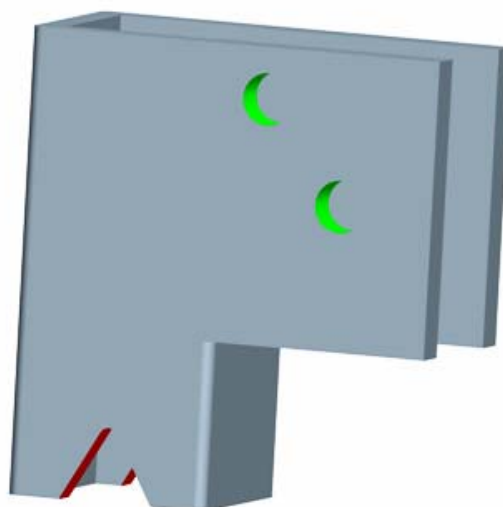
tolerancemi pro uživatelsky přívětivé zastrčení. Drážka torza a zajišťovací čep při tomto návrhu v provozu musí zachytávat veškeré boční síly.



**Obr. 7.2:** *Návrh torza kruhového profilu*

#### **7.1.a Torzo se čtvercovým profilem**

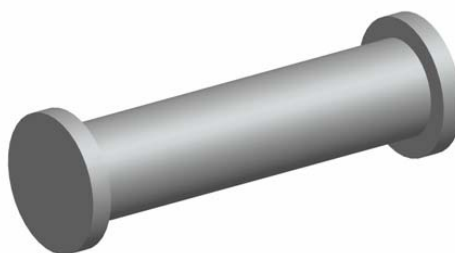
Tento návrh byl namodelován obdobně jako předešlý návrh torza. Při stejných rozměrech má návrh vyšší hmotnost, ale pomocí čtvercového profilu je vyřešen problém v podobě zachytávání a odolávání tažného zařízení při působení bočních sil od tažného háku (viz **Obr. 7.3**). Vnitřní průměr byl navržen na 41mm, jako v předešlém návrhu. Další rozměry jsou stejné s kruhovým torzem.



**Obr. 7.3:** *Návrh torza se čtvercovým profilem*

## 7.2 Čepy

Tento prvek návrhu je nedílnou součástí návrhu tažného zařízení a jeho upínacího mechanismu. Na čepích jsou nasazeny navrhnuté segmenty, které by se na čepích bez použití pružinek volně otáčely. Jde tedy o dva identické čepy a tak stačí návrh jednoho čepu. Průměr čepu navržen na 14mm a celková délka se zakončením činní 62mm. Kde na zakončení na obou koncích připadá 6mm. Při montáži by nebylo možné čepy dostat do navržených otvorů pro torza, a tak při výrobě a montáži je druhý konec uzpůsoben pro rozklepnutí, jde tedy o čep s nýtovým zajištěním. Lze i zajištění provést vhodně zvolenou metodou svařování. Zakončení při návrhu čepu má průměr 20mm.



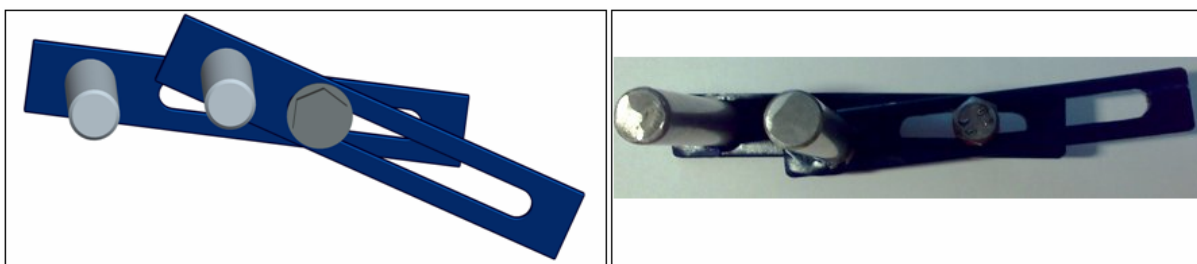
**Obr. 7.4:** *Návrh čepu torza*

## 7.3 Optimalizační přípravek

Důležité je umístění čepů v torzu tažného zařízení, které bylo postupně optimalizováno, kde bylo nutné navrhnout a pro názornost i vyrobít optimalizační přípravek na zjištění vzájemného rozmístění čepů a taky jejich rozteče. Tato část návrhu byla opravdu náročná pro optimální naladění všech aspektů a parametrů, aby segmenty plnily bezproblémově a bezpečně svoji funkci. Ověřit jednotlivé funkční stavy mechanismu upevnění. Pomocí přípravku se ověřovala vzájemná kompatibilita, jestli nedochází k nežádoucím kolizím od jednotlivých segmentů. Kontakt u funkčních ploch je žádoucí a potřebný. Složení optimalizačního přípravku je ze dvou plechů s drážkami, kde na konci jsou upevněny čepy o průměru shodném jako čepy na torzu tažného zařízení (viz **Obr. 7.5**). Čep musí být uložen kolmo vůči plechu. To zaručuje požadovanou sousost čepů. Spojení je provedeno pomocí vhodně zvoleného typu svařování s ochranným plynem CO<sub>2</sub>, kde je tato metoda vyhovující. Spojení těchto plechů je zajištěno šroubovým spojením s podložkami pro požadovanou tuhost mechanismu při zkoušení a zafixování zvolené polohy. Předností tohoto přípravku je univerzálnost nastavení různých poloh.

## Výroba přípravku

Vyroben z oceli typu 11500 a čep z tyčoviny o stejném materiálu, šířka 20mm a délka 120mm a tloušťka plechu 4mm. Čepy s průměrem 14mm o délce 70mm. Vyvrtány v koncích díry pro čepy na zavaření s využitím metody el. oblouku s ochranným plynem CO<sub>2</sub>. Do plechů vyfrézovány drážky o velikosti 75mm. Spojení je provedeno šroubem M8×20 pevnosti 5.8. Výhoda přípravku spočívá v možnosti variabilního nastavení, a tak reálně zkoušet velikost jednotlivých segmentů a zkoušet jednotlivé stavy, které pomohou pro modifikace součástí.



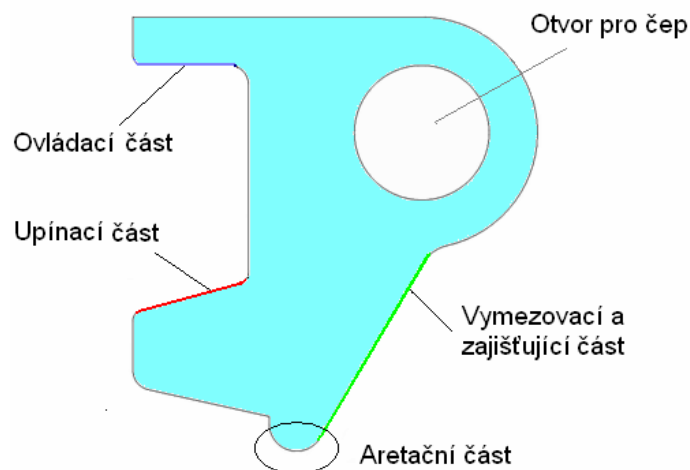
**Obr. 7.5:** *Optimalizační přípravek – návrh a výrobek*

### 7.4 Návrh segmentů

Jedná se o návrhy 2 segmentů s odlišnými tvary a funkcemi. První segment plní funkci upínací a druhý má za úkol udržet první segment v uzamknuté poloze, je-li tažný hák uvnitř vložen.

#### 7.4.a Segment\_1

Tento návrh musí splňovat podmínky upínacího systému. Segment zajišťuje tažný hák proti vysunutí díky navrženému tvaru to lze zabezpečit. Pro segment všech daných typů návrhu je důležitá tuhost a přesnost funkčních ploch. Na **Obr. 7.6** je vidět popis segmentu\_1 jednotlivých důležitých částí, kde se jedná o plochy.



**Obr. 7.6:** *Obecný popis segmentu\_1*

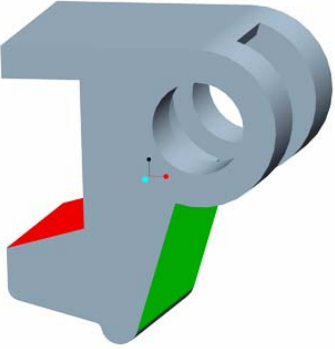
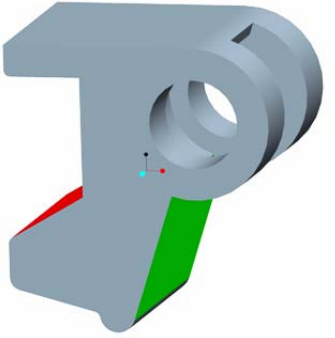
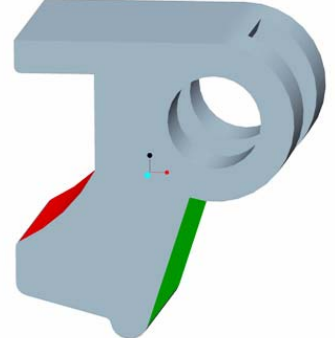
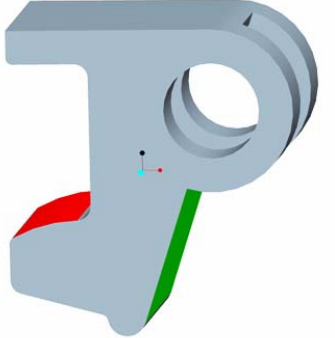
Horní část segmentu\_1 je ve všech návrzích stejná. Tato ovládací část zabezpečuje upnutí tažného háku. V odemknutém stavu dosedá do drážky segmentu\_2 aretační část. Při zasouvání trnu tažného háku se dotkne ovládací části a díky tomu, že je segment otočně uložen na čepu tak při dalším pohybu dochází k upínání tažného háku, kdy upínací část dosedá do navrhnuté drážky trnu tažného háku. K zajištění této polohy je navrhnut segment\_2, kdy jeho vymezovací a zajišťovací plocha dosedne na vymezovací a zajišťovací plochu segmentu\_1.

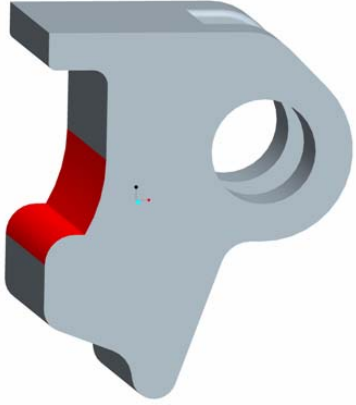
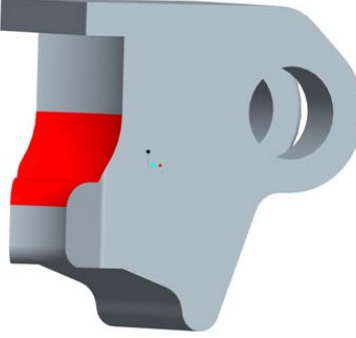
### **Navržené typy segmentu\_1**

Tloušťka segmentu je stanovena na 34mm u všech typů. Jde o kompaktní návrhy, kde další výška je 45mm a šířka 42mm. Tloušťka byla stanovena s ohledem na vnitřní využitelný prostor u torza tažného zařízení. Kde vzniklá vůle je optimálně navržena vzhledem ke konstrukčnímu návrhu tažného zařízení a pro bezproblémový chod segmentu\_1. Otvor pro čep je navržen s tolerancemi, aby bylo možné volně otáčet segmentem a nedocházelo k zadrhnutí.

Varianty segmentu\_1 byly navrženy s co nejmenšími náklady na výrobu. Z navržených variant bylo vybráno šest, které odpovídají navrženým drážkám trnů tažného háku.

**Tabulka 7.1:** Navržené typy segmentu\_1

Typ segmentu_1	Popis variant	Obrázek
<p><b>Typ_1</b></p>	<p>Jedná se o návrh, kde upínací část má plochu skloněnou pod úhlem 15°. Jde o prvotní návrh pro minimální hmotnost a objem. Ovládací část je navržena pro všechny typy stejně.</p> <p>Vymezovací část znázorněná zelenou barvou je pod úhlem 70°.</p>	
<p><b>Typ_2</b></p>	<p>Jedná se o návrh, kde upínací část má plochu skloněnou pod úhlem 30°. U tohoto typu je větší upínací plocha. působí menší složka síly při upnutí. Boční zatížení vyvozené upínací plochou na stěnu torza je vyšší.</p>	
<p><b>Typ_3</b></p>	<p>Jde o návrh segmentu s jiným tvarem upínací části. Navržená plocha je znázorněná červeně a jde o vydutým poloměr o velikosti 25mm. Tento typ má větší plochu pro upínání a tím i přívětivější napěťový průběh v místě upnutí.</p>	
<p><b>Typ_4</b></p>	<p>Jde o návrh s vypouklým poloměrem o velikosti 20mm. Upínací plocha je menší než u předešlého typu.</p>	

<p><b>Typ_5</b></p>	<p>Jedná se o návrh s profilem koule promítnuté do jedné roviny. Kde tvar profilu je uzpůsoben pro trn tažného háku čtvercového profilu. Jak lze vidět na obrázku tak červeně znázorněná plocha je větší než u předešlých typů, lepší rozložení napětí v kontaktním upínacím místě.</p>	
<p><b>Typ_6</b></p>	<p>Jde o návrh, který je určen pro trn 4tažného háku na ukázkou. Tento návrh segmentu už není moc výrobně jednoduchý, Ale za to má vhodné rozložení napětí v upínací ploše, které vychází z největší upínací plochy.</p>	

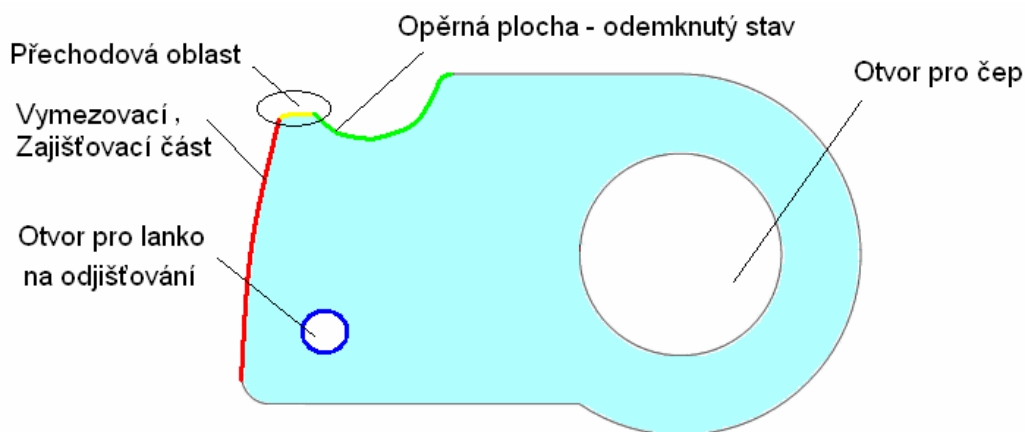
#### 7.4.b Segment\_2

Návrh tohoto prvku byl navržen současně se segmentem\_1, protože spolu vytvářejí mechanismus. Důležité je vhodně zvolit a navrhout jednotlivé rozměry a rozteče z důvodů, kdy některé funkční plochy v závislosti na stavu (zamknutý, zajištění a odemčený) se musejí vzájemně dotýkat.

U segmentu\_2 byly navrženy 3 typy. Tento segment má za úkol zajistit a uzamknout segment\_1 v upnuté poloze. Kdyby nebyl navržen segment\_2 tak by sice silou člověka se dostal segment\_1 do upínací polohy, ale po odstranění této působení síly by tažný hák vypadnul z torza.

Při těchto návrzích bylo nutné dbát zvýšené pozornosti na nežádoucí kolizní stavy. Navrhnutý a vyrobený optimalizační přípravek velice zrychlil a pomohl najít optimální polohy v uzamknutém a odemčeném stavu a možné kolizní stavy.

Tvar byl zvolen s ohledem na jednoduchost výroby. Při upínání pomocí navržené pružiny\_2 je segment\_2 ovládán a zajišťuje tak přes kontakt 2 ploch uzamknutí segmentu\_1. Vznik předpětí a velikost je dáno vyvozující silou od pružiny\_2. Lze zařadit tento segment\_2 do bezpečnostních prvků upínacího mechanismu.

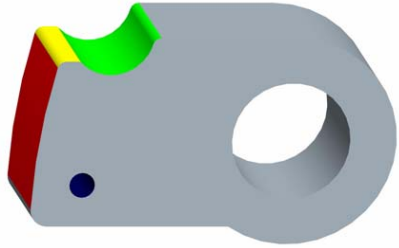
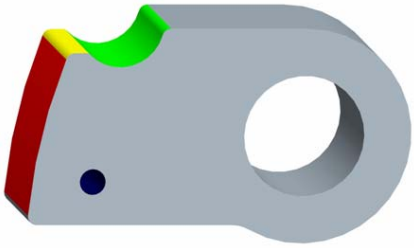


**Obr. 7.7:** Obecný popis segmentu\_2

Dolní část segmentu je pro všechny návrhy stejná. Modrou barvou je znázorněn otvor pro lanko na odjišťování. Jednotlivé návrhy se liší ve vymezovací a zajišťovací části, ale také v opěrné ploše. Tuto plochu jsem dále tvarově optimalizoval pro nalezení vhodného tvaru zajištění segment\_1 v odemknutém stavu (viz **Obr. 7.7**). Přechodová oblast zvýrazněná žlutou barvou se odvíjí od sousedních ploch znázorněné červenou a zelenou barvou. Otvor pro čep je navržen s tolerancemi pro volný pohyb na navrženém čepu.

**Tabulka 7.2:** Navržené typy segmentu\_2

Varianta segmentu_2	Popis variant	Obrázek
Typ_1	Jde o typ návrhu, kde důležité plochy segmentu_2 jsou barevně zvýrazněny. Funkční plocha znázorněná zeleně ukazuje profil drážky. U tohoto typu má malou hloubku. Navazují žlutá přechodová plocha je tedy pozvolnější. Sklon červeně vybarvené plochy je strmý.	A 3D perspective view of the segment_2 part. The left edge is red, the top transition area is yellow, the top support surface is green, and the small hole on the left is blue. The rest of the part is grey.

<p><b>Typ_2</b></p>	<p>Jedná se o typ návrhu, kde opěrná plocha vybarvená zeleně má hlubší profil drážky pro lepší držení segmentu v odemknuté poloze a tím je přechodová oblast zvýrazněná žlutě menší, ale méně plynulá. Červeně vybarvená zajišťovací a vymežovací plocha má stejný sklon poloměru jako Typ_1.</p>	
<p><b>Typ_3</b></p>	<p>Tento návrh má stejně namodelovanou opěrnou plochu jako u předešlého typu. Rozdíl je v umístění a poloměru zajišťovací a vymežovací plochy značené červenou barvou. Jde tedy o plynuleji svažující plochu. Při použití tohoto typu návrhu dojde ke vzniku většího předpětí v místě upnutí.</p>	

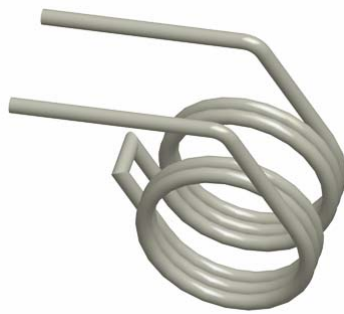
## 7.5 Návrh pružin

U upínacího mechanismu jsou pružící prvky důležitou součástí. Kde pružiny slouží pro vymezení vůlí, vyvození předpětí v místě kontaktu upínací plochy segmentu\_1 a drážky trnu tažného zařízení. Mají úkol zabezpečit polohy při jednotlivých stavech. Pružina\_2 při návrhu upínacího systému je brána jako hlavní pro větší vyvození síly.

### 7.5.a Návrh pružiny\_1

Jde o návrh pružiny, která je umístěna na čepu segmentu\_1 a opírá se v drážce segmentu, ale i o příčný nosník osobního automobilu. Pružina je brána jako vedlejší pro svoji funkci. Vymezuje segment\_1 při odemknutí, aby byl schopen se vrátit a zůstat v otevřené poloze. Pružina je navržena, tak aby vyvíjela odpor proti upínání trnu, kde velikost působící síly proti pohybu je v rozmezí od 5N do 10N.

Průměr pružiny je navržen na 1,5mm o navrženém tvaru (viz **Obr. 7.8**).

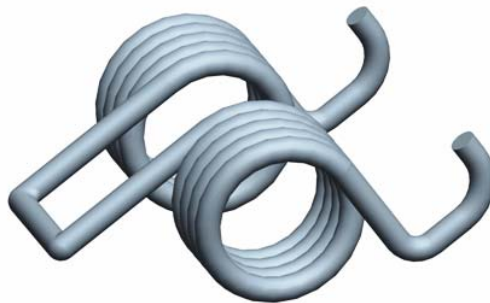


**Obr. 7.8:** *Návrh pružiny\_1 pro segment\_1*

### **7.5.b Návrh pružiny\_2**

Jedná se o návrh pružiny umístěné na čepu segmentu\_2. Kde její konce se opírají o opěrný čep v torzu a část pružiny se opírá o dolní plochu segmentu\_2. Tato pružina je brána jako hlavní pro svoji funkci, kdy spolu se zajišťovací plochou segmentem\_2 jde o bezpečnostní prvek. Díky této pružině nedojde k vypadnutí tažného háku z torza.

Průměr pružiny byl stanoven na 3mm, kde pro výrobu je použita pružinová ocel 14 260. Danou tuhostí a při stlačení pružiny vzniká síla, která zabezpečuje přes segment\_2 upnutí segmentu\_1.



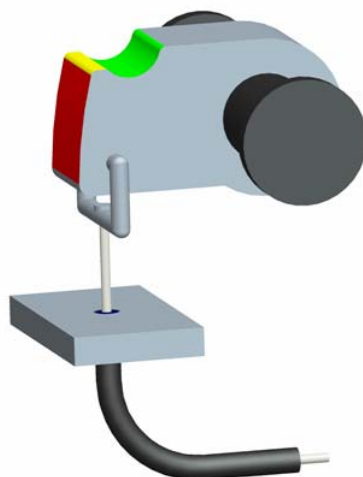
**Obr. 7.9:** *Návrh pružiny\_2 pro segment\_2*

### **7.6 Návrh ovládání upínacího mechanismu**

Pro upínací mechanismus bylo potřebné navrhnout ovládání, které zabezpečí odemknutí mechanismu a tím se tažný hák uvolní a může být vysunut z torza tažného zařízení. Způsob odjišťování je navržen především pro jednoduchost a ekonomickou nenáročnost, tedy navrženo jednoduché, praktické a uživatelsky přívětivé ovládání.

### Prvotní návrh

Je pro ukázkou a jednoduchost složen z lankového vedení, které na jednom konci je provléknuto do připraveného otvoru v segmentu\_2 znázorněné modrou barvou (viz **Obr: 7.7**) a druhý konec je uzpůsoben pro zakončení, kterým se bude ovládat segment\_2. Toto ovládání bude použito u připravené názorné pomůcky.



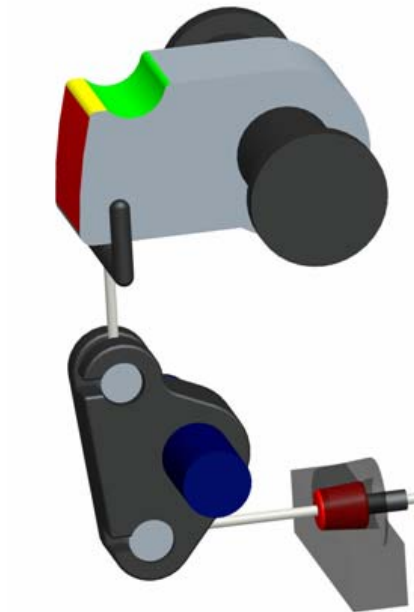
**Obr. 7.10:** První návrh ovládacího mechanismu segmentu\_2

### Druhý návrh

Vychází se z předešlého návrhu, ale s tím rozdílem, že je navrženo jiné ovládání přes lankové vedení (viz **Obr. 7.11**). Uchycení lankového vedení je v torzu upínacího mechanismu. A samotné zakončení a ovládání je vhodně umístěno do zavazadlového prostoru automobilu, aby nedocházelo k nechtěnému odjištění. Ovládání je provedeno pákovým převodem, lze taky ovládat segment\_2 pomocí vhodně navržené rukojeti například z nejpříjemnějšího místa a tím je zavazadlový prostor. Je možné i použít pákový převod mezi segmentem\_2 a lankovým vedením. Pak stačí jen pomocí rukojeti zatáhnout (viz **Obr. 7.12**). Aby segment\_2 vydržel v této poloze musí se za aretovat. Vyřešeno díky uzpůsobené spodní části rukojeti. Zatáhne-li a otočí se rukojetí o 90° dojde k za aretování a odjištění tak segmentu\_2.

### Třetí návrh

Jde o doplněk řešení ovládání, kde v obou případech může být použito ovládání pomocí elektromagnetu. V kombinaci s pákovým ovládáním se tato varianta jeví velice uživatelsky přívětivá, ale cenově dražší.



**Obr. 7.11:** *Druhý návrh ovládacího mechanismu segmentu\_2*



**Obr. 7.12:** *Návrh rukojeti*

#### **Výhody navrhovaných ovládaní**

- Jednoduchost.
- Cena.
- Uživatelská přívětivost.
- Absence zámku.
- Ovládání jednou rukou.

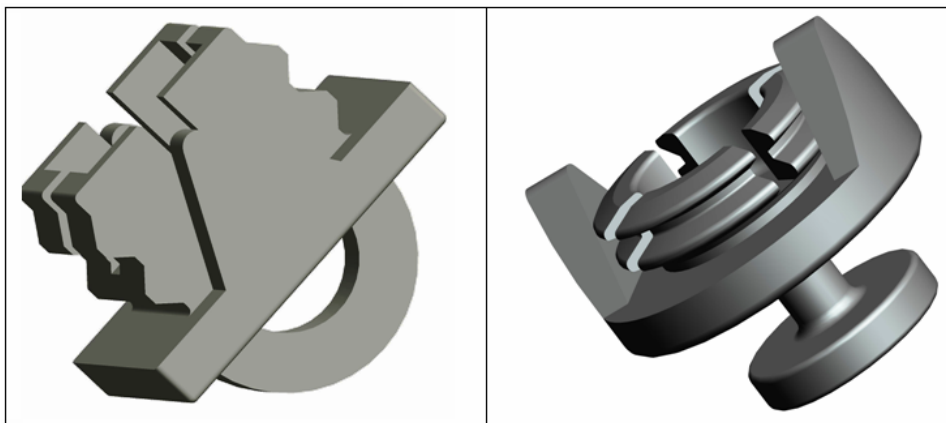
U druhého a třetího návrhu je uložení a vedení části elementů ovládaní v torzu tažného zařízení. Od něj přechází otvorem do karoserie automobilu, kde je uložena páčka či rukojeť.

## 7.7 Návrh krytů

Navrhované torzo tažného zařízení musí být uzpůsobeno tak, aby se nemohly dostat různé nečistoty dovnitř torza a způsobit například tak horší funkčnost. Návrh obsahuje dva kryty. Jeden je na otvor tažného háku při nepoužívání tažného zařízení. Druhý kryt slouží pro uzavření torza ze spodu a ze strany. Na horní část torza nemusí být navržen kryt, protože bude horní plochou přivařeno k příčnému nosníku a zamezí se tak vniknutí nečistot touto částí.

### Návrh krytky tažného háku

Vychází se z tvaru otvoru, které je v torzu. Pro kruhové torzo navrhnut kryt kruhového profilu. Vhodným materiálem pro kryty tohoto typu je polyethylen. Tvar vychází z poddajnosti daného materiálu v místě uchycení krytu. Tvar a profil drážek je znázorněn na **Obr. 7.12**.



**Obr. 7.12:** *Návrh spodních krytů na torzo*

### Návrh krytu pro torzo

Vychází se z tvaru plochy pro zakrytí a možného způsobu připevnění či upnutí. Zvoleno



**Obr. 7.13:** *Návrh krytu torza*

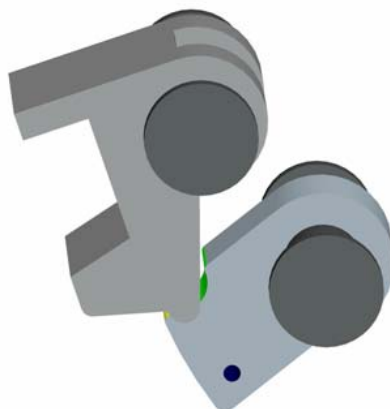
přípevnění pomocí šroubů na torzu u postraních plechů z důvodu místa použití. Materiál zvolen tenkostěnný plech. Kryt je navržen s ohledem na jednoduchost. Tvar krytu je vidět na **Obr. 7.13**.

### **7.8 Popis jednotlivých pracovních stavů upínacího mechanismu.**

V této podkapitole jde o názorné popsání možných stavů a jaké navržené části do pracovních stavů vstupují.

#### **Odemknutý stav**

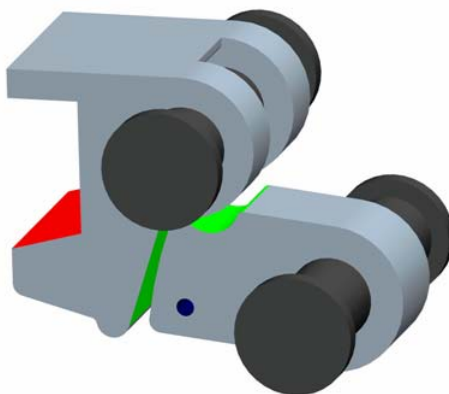
Jde o segment\_1 a segment\_2, které se musejí dotýkat svými funkčními plochami určenými pro danou polohu upínacího mechanismu. Segment\_1 při tomto stavu je skloněn vůči horizontální rovině pod blíže nespecifikovaným úhlem, kde ovládací část segmentu\_1 (viz. **Obr. 7.6**) zasahuje do vnitřního prostoru torza v pohotovostní poloze pro upínání tažného háku. Segment\_1 dosedá svojí aretační částí do opěrné plochy segmentu\_2, jak lze vidět na **Obr. 7.14** a tím je zajištěn upínací mechanismus v odemknutém stavu.



**Obr. 7.14:** *Poloha segmentů v odemknutém stavu*

#### **Uzamknutý stav**

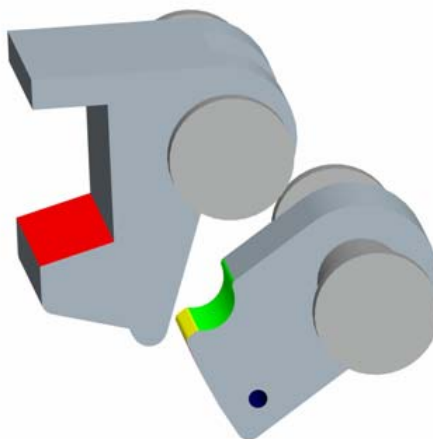
Upínací mechanismus se dostane do této polohy při působení síly, která je vyvolána zasouváním tažného háku a dojde-li přitom ke kontaktu horní plochy trnu s ovládací částí segmentu\_1. Při dalším působení síly se segment\_1 natáčí podle horní plochy trnu do drážky až dojde k úplnému zasunutí upínací části segmentu\_1 na upínací plochu drážky trnu. Přitom tento segment se už nedotýká opěrné plochy druhého segmentu, ale dotýkají se vymežovacími plochami (viz **Obr.7.15**). Pomocí pružiny segmentu\_2 je zajištěno bezpečné uzamknutí v této poloze. Pružina musí být dostatečně silná aby vytvořila potřebné předpětí.



**Obr. 7.15:** *Poloha segmentů v uzamknutém stavu*

### **Odjišťování**

Jde o stav, kdy pomocí ovládacího mechanismu, v tomto případě pomocí lanka a lankového vedení, dochází k odjišťování. Segment\_2 je ovládán přes lanko, kde v dolní části je otvor pro lanko. Zatažením za lanko se vyvolá síla, která překoná odpor vyvozovaný pružinou\_2 na segmentu\_2 a dojde k nastavení segmentů do odemknuté polohy (viz **Obr. 7.16**). Vrácení segmentu\_1 je zajištěno vysouváním tažného háku z torza a pružinou\_1, která je u segmentu\_1.



**Obr. 7.16:** *Poloha segmentů při odjišťování*

## 8. Analýza vybraných variant konstrukčních řešení

Z navržených variant byly vybrány takové sestavy tažných zařízení, která splňují požadovaná kritéria daná zadavatelem diplomové práce. Kompletní návrh tažného zařízení sestává z velkého počtu částí. Pro jednotlivé části, zejména pro ty, které jsou funkční, bylo navrženo několik možných geometrických variant. Návrhy částí lze různě kombinovat a proto je možné ve výsledku získat několik celkových variant řešení tažného zařízení, která se mohou lišit například pouze ve změně jediné funkční části. Tímto způsobem je možné sestavit na základě účelu - požadavku požadované tažné zařízení.

**Základními vyhodnocovacími kritérii návrhů (tj. kritéria výběru) jsou:**

- Jednoduchost výroby.
- Bezporuchovost v provozu.
- Bezpečné a uživatelsky přívětivé ovládání.
- Ekonomičnost výroby.
- Celková Praktičnost.

Jednotlivé varianty tažného zařízení je složena celkem z návrhových deseti prvků.

Rozdělení návrhu lze provést podle normovaných, navržených a variabilně navržených prvků.

### **Varianta\_A**

**Normované prvky:**

- koule ISO 50.

**Navržené prvky:**

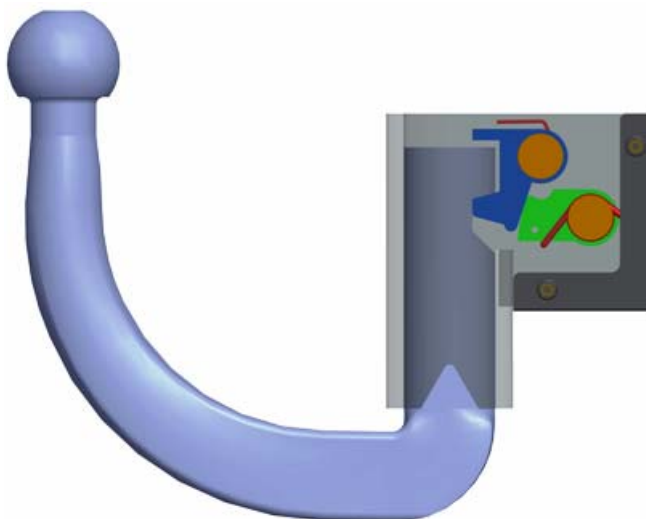
- zajišťovací čep,
- čepy torza,
- pružiny,
- kryty.

**Zvolené variabilně návrhové prvky**

- těleso háku o kombinovaném profilu,
- trn 1 tažného háku s úhlem drážky 15°,
- torzo kruhového profilu,
- segment\_1 typu\_1,
- segment\_2 typu\_2,
- jednoduché lankové ovládání.

Navržené varianty tří sestav tažných zařízení budou v textu blíže uvedeny s doprovodnými obrázky, na kterých budou zvýrazněny ty prvky, kterými se návrhy vzájemně odlišují.

U této varianty\_A sestavy (viz. **Obr. 8.1.**) jde především o prvotní modely volitelných návrhů.



**Obr. 8.1:** *Návrh tažného zařízení varianty\_A*

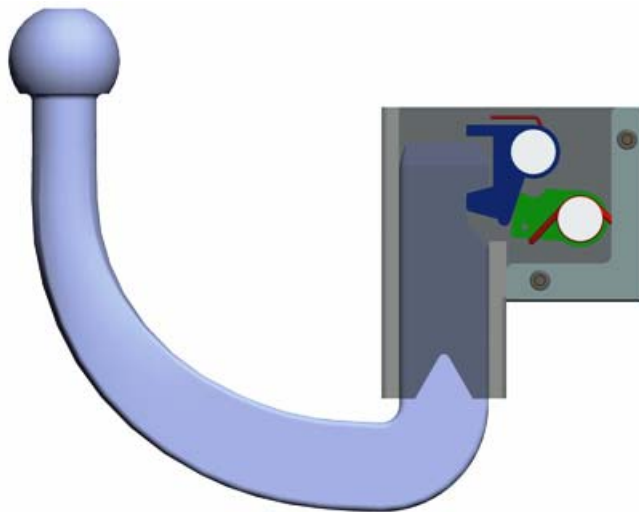
### **Varianta\_B**

Sestavením varianty\_B tažného zařízení z uvedených prvků jsou splněny stanovené kritéria. Tato varianta se liší v použití jiného tvaru profilu v upínací části trnu tažného háku a Dále v torzu čtvercového profilu tažného zařízení, jak je uvedeno na **Obr. 8.2.**

### **Zvolené variabilně návrhové prvky**

- těleso háku o čtvercovém profilu,
- trn 5 tažného háku s úhlem drážky 15°,
- torzo čtvercového profilu,
- segment\_1 typu\_1,
- segment\_2 typu\_2,
- jednoduché lankové ovládání.

Sestavením varianty\_B tažného zařízení z těchto prvků jsou splněny stanovené požadavky. Tato varianta se liší v použití jiného tvaru profilu v upínací části trnu tažného háku a v použití torza čtvercového profilu tažného zařízení jak je patrné z **Obr. 8.2.**



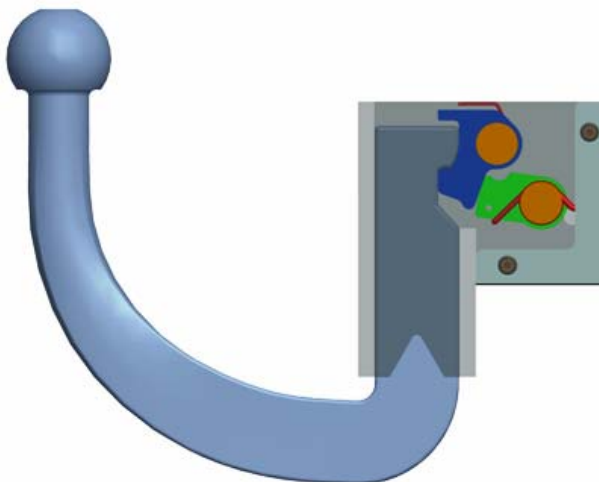
**Obr. 8.2:** *Návrh tažného zařízení varianty\_B*

### **Varianta\_C**

Varianta C vychází z varianty B. Rozdíl je v trnu tažného háku, kde je jiný tvar drážky. Profil drážky je zvolen z odvozením od profilu koule ISO 50.

#### **Zvolené variabilně návrhové prvky**

- tělesa háku o čtvercovém profilu,
- trn 7 s profilem koule,
- torzo čtvercového profilu,
- segment\_1 typu\_5,
- segment\_2 typu\_2,
- jednoduché lankové ovládání.



**Obr. 8.3:** *Návrh tažného zařízení varianty\_C*

Hlavní změna této varianty spočívá v zakončení trnu. Kde drážka trnu a segment\_1 typu\_5 má upínací plochu tvarovanou podle profilu koule pro rovnoměrnější rozložení napětí viz. **Obr. 8.3**.

### **Porovnání variant z hlediska návrhu**

Pro zvolené varianty tažných zařízení je provedeno vyhodnocení z hlediska jejich výhod a nevýhod, které jsou dané typem návrhu. S ohledem na jednoduchost návrhu, výrobní nenáročnost a pro porovnání dvou odlišných profilů byly vybrány následující varianty:

Varianta\_A

Varianta\_B

Varianta\_C

Vybrané varianty navržených sestav tažných zařízení se liší především profily trnů tažných háku a na ně navazujícími segmenty\_1. U varianty\_A při použití tělesa háku zakončené kruhovým profilem, musel být použit trn kruhového profilu viz **Obr. 8.1**. Tento typ varianty je přívětivý vůči působení podélných sil například při brzdění nebo akceleraci osobního automobilu. Z daného profilu trnu je patrná problematika působení a přenosu bočních sil na tažné zařízení. To ukazuje na menší odolnost při působení bočních sil na tažný hák. Pro zajištění bočních sil je určen zajišťovací čep, který byl na tento typ namáhání mimo jiné navrhován.

U varianty\_B je profil dosedacích ploch navržených prvků čtvercový (viz **Obr. 8:2**). To zabezpečuje vhodnější rozložení sil a napětí při působení boční síly na tažný hák než u předešlé varianty.

Varianta\_C byla vybrána jako vhodný návrh z pohledu kontaktu dvou upínacích ploch vzhledem k rozložení napětí při upínání a v uzamknutém stavu.

Varianta\_B a varianta\_C je vhodná pro použití u vyšších zatížení tažného zařízení proti variantě\_A tažného zařízení, což je negativně doprovázeno větší hmotností tažného háku.

### **8.1 Výběr sestav pro výpočtový model**

Pro výpočtový model byla vybrána varianta\_A a varianta\_B. Důvodem výběru je porovnání rozdílných profilů v upínací části tažného zařízení a zjištění, která varianta je vhodnější pro stanovené zátěžové stavy.

Pro výpočtový model je nutné zjistit, určit nebo stanovit zátěžové kroky a výpočtová kritéria, se kterými má být výpočet proveden.

## 8.2 Výpočtový model

Jde o zjednodušený model, ve kterém nejsou uvedeny ty části, u kterých je předpoklad, že nebudou mít vliv na výsledky. Například předpětí vznikající upínací plochou a zajišťovacím čepem vyvolané pružinou\_2 se do úvahy nebere. Jednotlivá nastavení a výpočet je proveden v programu Pro/ENGINEER s využitím nástavby Pro/Mechanika. U výpočtových modelů je důležité se věnovat kritickým oblastem tažného háku (tj. oblastem s velkou koncentrací napětí) u vybraných výpočtových variant. Při provedení výpočtové analýzy zátěžových stavů, lze stanovit kritické oblasti potřebné pro případnou optimalizaci.

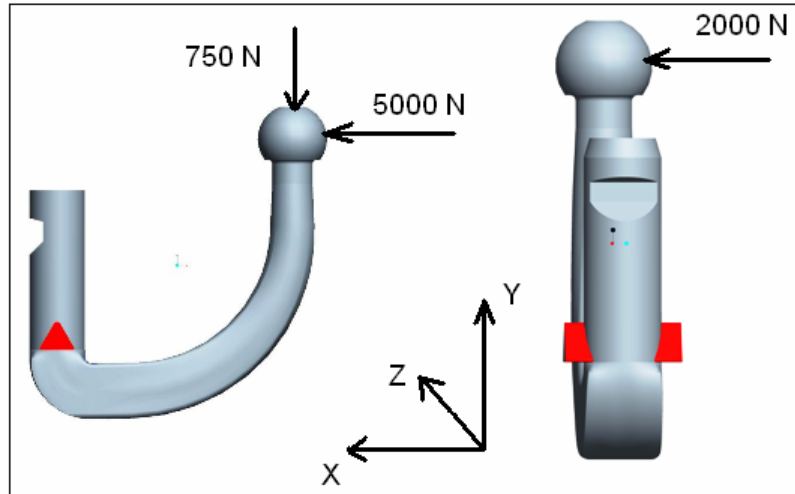
### Výčet zjednodušení - okrajové podmínky

- Zanedbání pružiny\_2 bez náhrady předpětí se segmentem\_2.
- Zanedbání pružiny\_1.
- Model bez krytů a ovládacího mechanismu (lanka).
- Všechny komponenty ze stejného materiálu.

I při zavedení okrajových podmínek pro výpočet lze získat věrohodné výsledky pro případné další modifikace. Porovnání variant tažného zařízení je provedeno pomocí vybraných srovnávacích veličin.

### Zátěžové kroky stanovené pro výpočtový model

- Definice zatěžující síly v podélném směru od brzdění a zrychlování.
  - Zatížení o velikosti 5000N.
  - Působí na plochu koule v ose X.
- Definice zatěžující boční síly na kouli tažného háku.
  - O velikost zatížení 2000N.
  - O působení v ose Z na danou plochu středu koule.
- Definice max. dovolené svislé síly (počítá se např. pro nosiče kol).
  - Hodnota zatížení stanovena na 750N.
  - Zadaná v ose -Y.



Obr. 8.4: Schéma zatížení

### Zavedení počátečních a okrajových podmínek do výpočtových modelů

V programu Pro/ENGINEER bylo provedeno zadání okrajových podmínek pro všechny varianty stejně.

#### ➤ Materiálové

- Z knihovny dostupných materiálů v programu byla zvolena ocel s hodnotami.
  - Poissonovo číslo = 0,3
  - $E = 210\,000\text{MPa}$

#### ➤ Geometrické

- Vetknutí na plochu u torza tažného zařízení, k příčnému nosníku osobního automobilu.
- Kontakt\_1 zaveden v místě dotyku drážky trnu tažného a segmentu\_1.
- Kontakt\_2 zaveden mezi zajišťovacím čepem tažného háku a torzem.
- Kontakt\_3 byl proveden u plochy trnu a torza, které jsou v kontaktu.
- Zavedení vazby – zavedení tuhého prvku mezi čepem a segmentem\_1

#### ➤ Zátěžové

- Zavedení síly
  - Velikost, směr a působiště.

Výsledky vypočítané od jednotlivých zatěžujících stavů vybraných variant tažného zařízení uvádí **Tab. 8.1**.

## Výpočet varianty\_A

Tato varianta byla vybrána pro předpoklady v oblasti uchycení tažného háku. Z výběrového předpokladu vychází že napětí v kontaktních plochách (u trnu tažného háku a vnitřní plochy torza) pomocí vhodně navrženého kruhového profilu je optimálněji rozloženo napětí.

Zatížením konstrukce a vyhodnocením bylo dosaženo z hlediska deformačně – napěťových stavů přijatelných výsledků. Pro ověření reálné velikosti zátěžových stavů je vhodné provést experiment, který by tento výpočet podložil.

### První zátěžový stav

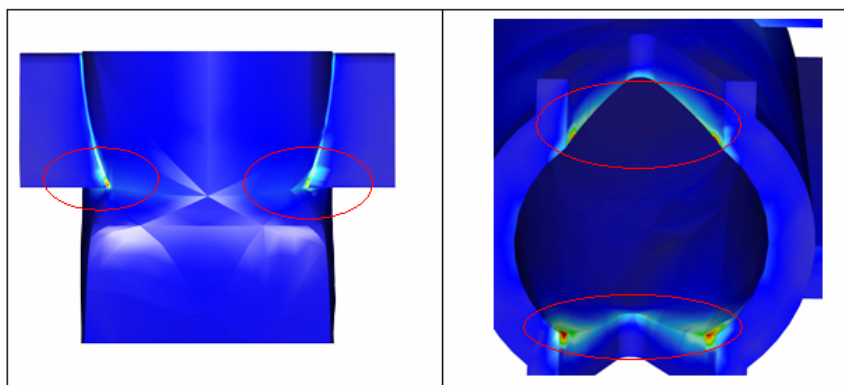
Při tomto zatížení má upevnění a uchycení tažného háku odolat bez větších deformací a napětí. Zatížení 5000 N je v provozu reálně možné dosáhnout, jak při tažení přívěsu do kopce tak i při zrychlování a brzdění. Při působení tímto zatížením vzniká moment, který zvyšuje napětí na ploše ve směru působící síly.

### Posuv

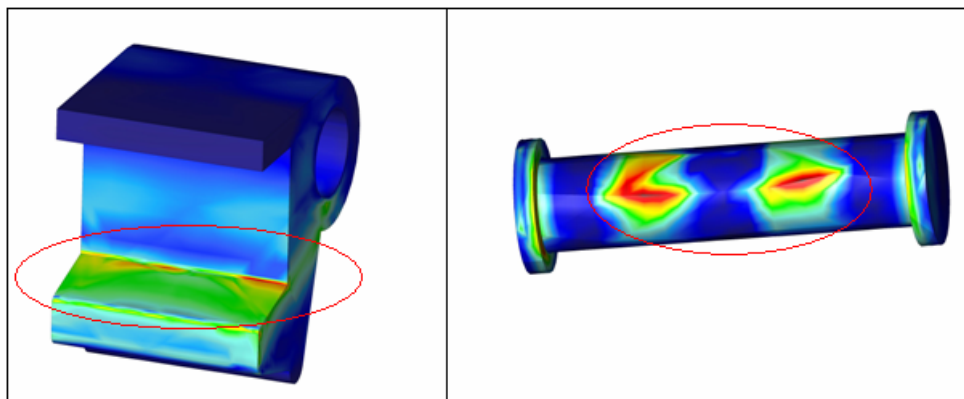
Posuvy samotného tažného háku jsou zanedbatelné a ukazují na vhodně na dimenzovanou část tažného zařízení z pohledů posuvů. Ostatní části jako segment\_1, torzo a čep mají nižší hodnoty srovnatelně veliké s Variantou\_B. Velikost max. posunutí tažného háku při tomto zatížení je 1,5 mm.

### Napětí

Při posuzování z pohledu napětí je hák jedna z nejvíce namáhanou částí výpočtového modelu, kde dochází kontaktu s vnitřní plochou torza. Hodnota největšího lokálního napětí u tažného háku je 1240 MPa (viz **Obr. 8.5**). Největší hodnota napětí na torzu činí 412 MPa (viz **Obr. 8.5**). čep má v lokálním místě 27,3 MPa a segment\_1 106,0 MPa (viz **Obr. 8.6**).



**Obr. 8.5:** Rozložení napětí u tažného háku a torza



**Obr. 8.6:** Rozložení napětí u segmentu\_1 a čepu

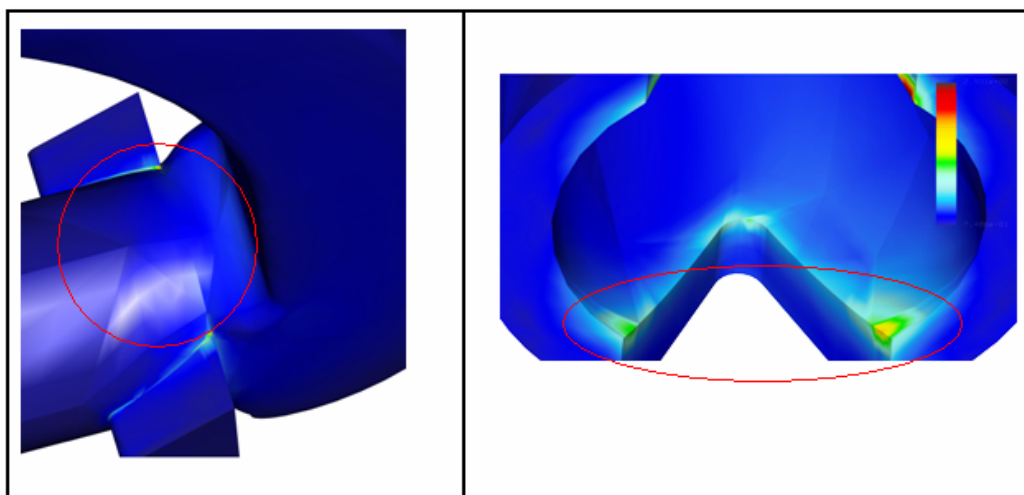
## Druhý zátěžový stav

### Posuv

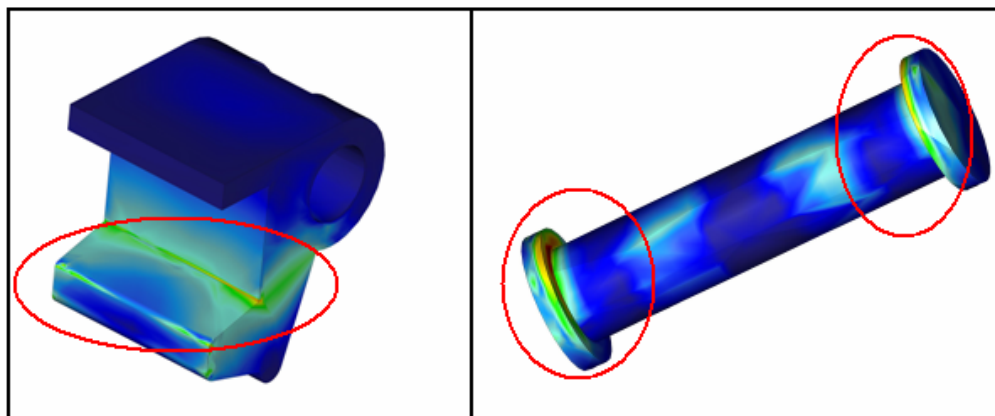
Při tomto zatížení jsou minimální posuvy jednotlivých částí tažného zařízení, které jsou pro výpočet zanedbatelné. Pro doplnění je největší posuv u tažného háku při tomto zatížení 0,8mm.

### Napětí

Při posuzování z pohledu napětí je hák nejvíce namáhán při kontaktu torza a tažného háku. Kde hodnota největšího lokálního napětí u tažného háku je 949,0 MPa (viz **Obr. 8.7**). Největší hodnota napětí na torzu činí 274,9 MPa (viz **Obr. 8.7**). Čep má napětí 42,9 MPa a na segment\_1 je napětí 108,0 MPa (viz **Obr. 8.8**).



**Obr. 8.7:** Rozložení napětí při působení boční síly na hák a torzo



**Obr. 8.8:** Rozložení napětí při působení boční síly na segment\_1 a čep

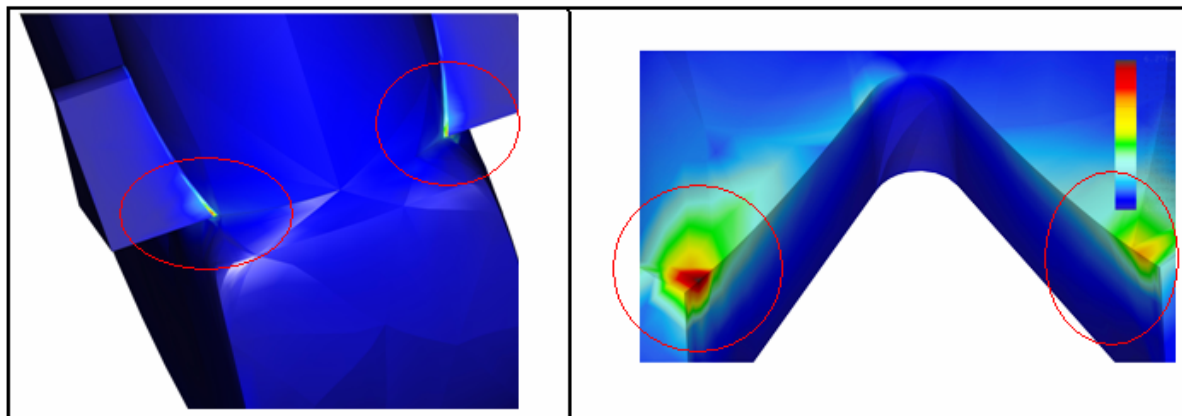
### Třetí zátěžový stav

#### Posuv

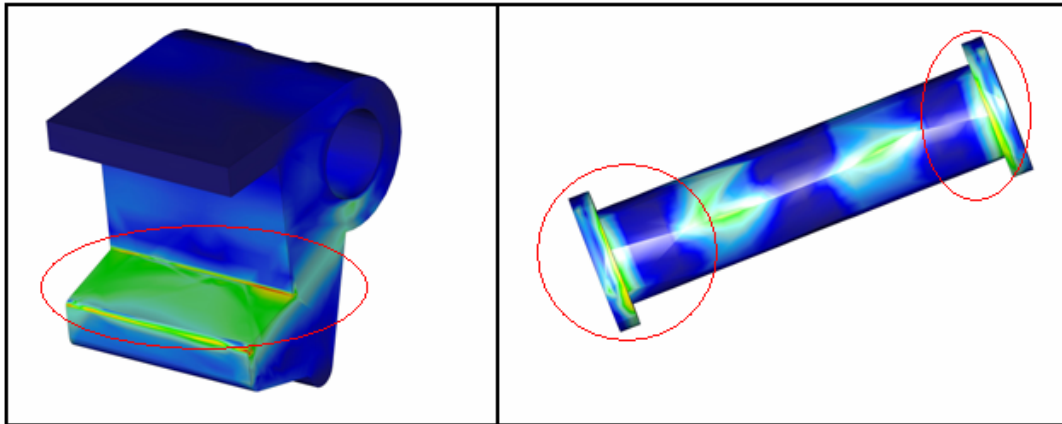
Při tomto zatížení jsou posuvy jednotlivých vypočítávaných prvků zanedbatelné. Největší hodnotu posuvu (největší deformaci) představuje tažný hák s velikostí 0,13 mm.

#### Napětí

Při daném zatížení byly vypočítávány velikosti napětí na jednotlivých částech tažného zařízení. Kde nejvíce zatížený byl tažný hák. Na **Obr. 8.9** je vidět oblast vysokého napětí s nejvyšší hodnotou 228 MPa. U torza bylo napětí 62,7 MPa (viz **Obr.8.9**) . Na Segmentu\_1 je 22,6MPa napětí a u čepu 9,4 MPa jak uvádí **Obr. 8.10**.



**Obr. 8.9:** Rozložení napětí od svislé síly na hák a torzo



**Obr. 8.10:** Rozložení napětí od svislé síly na segment\_1 a čep

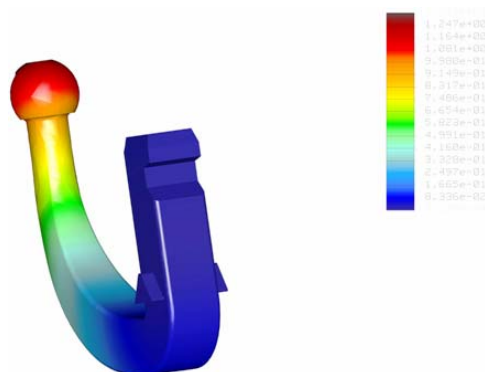
### Výpočet varianty\_B

U této varianty výpočtového modelu je odlišnost od předcházející v použití jiného profilu trnu tažného háku a torza tažného zařízení. Trn spolu s torzem byl navržen pro vhodnější odolávání bočního zatížení.

### První zátěžový stav

#### Posuv

Při působení podélné síly o velikosti 5000N jsou jednotlivé posuvy (deformace) v normálních hodnotách a lze je označit za vyhovující. Nejvyšší posuv (elastickou deformaci) z tažného zařízení mělo těleso háku v jeho horní poloze v oblasti působitě zadané síly (viz **Obr. 8.11**). Nejvyšší hodnota posuvu činila 1,25 mm. Ostatní části tažného zařízení měly z tohoto pohledu zanedbávající charakter.



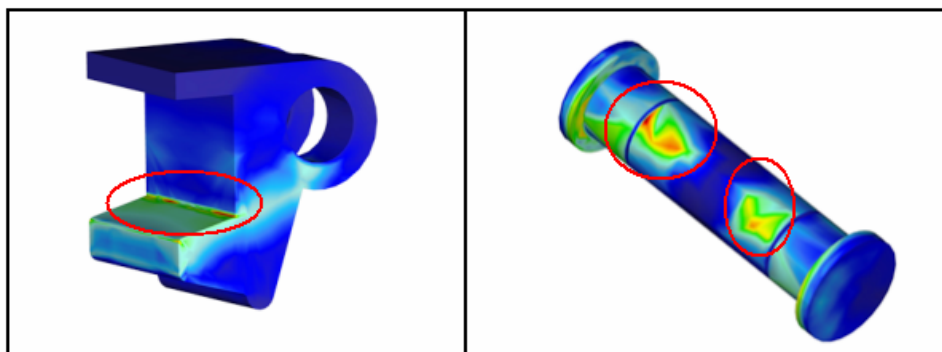
**Obr. 8.11:** Tažný hák se znázorněnými posuvy při daném zatížení

### Napětí

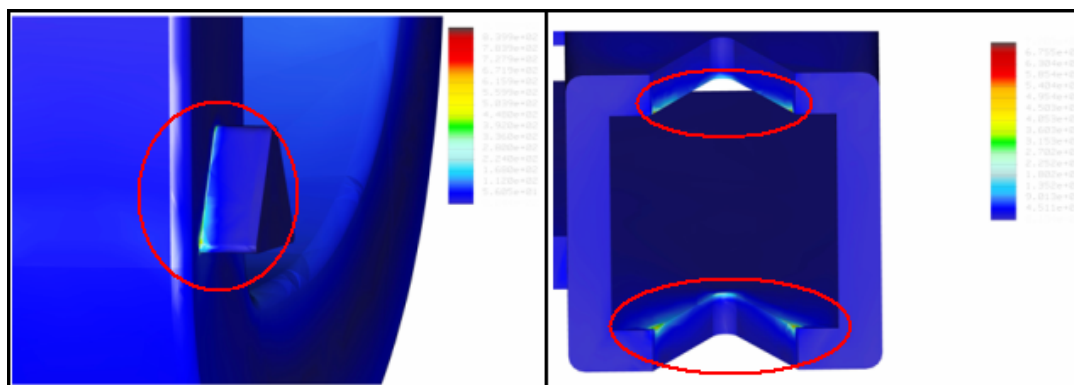
Tažné zařízení při vyhodnocení napětí obsahuje kritická místa tzv. koncentrátoři napětí. Čep uložený v torzu, na kterém je nasazen segment\_1 vykázal při daném zatížení hodnotu

maximálního napětí o velikosti 34 MPa (viz **Obr.8.12**). Na segmentu\_1 bylo zjištěno napětí 146 MPa (viz **Obr. 8.12**).

U tažného háku a torza byly získané hodnoty výrazně vyšší. Napětí v kritickém místě torza je 720 MPa, jak uvádí **Obr. 8.13**). Tažný hák je v kritické oblasti namáhán 890 MPa (viz **Obr. 8.13**).



**Obr. 8.12:** Rozložení napětí u segmentu\_1 a čepu



**Obr. 8.13:** Rozložení napětí u tažného háku a torza

Je třeba zdůraznit, že se jedná o pomocné výpočty deformačně napěťových stavů pro určení kritických oblastí tažného háku, kterým je třeba se blíže věnovat a optimalizovat je. Například z pohledu geometrické optimalizace tvaru v podobě zaoblení, zkosení nebo zvětšení rozměrů v kritických oblastech. Oblasti vysokého napětí jsou označeny červeně.

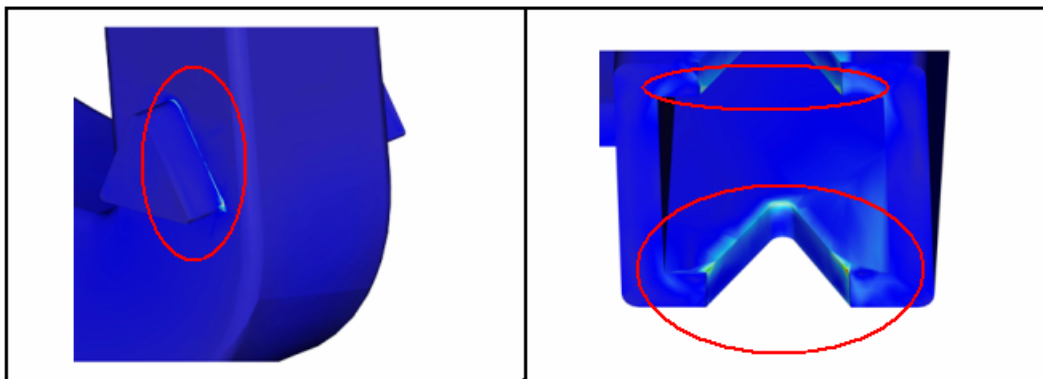
### **Druhý zátěžový stav**

#### **Posuv**

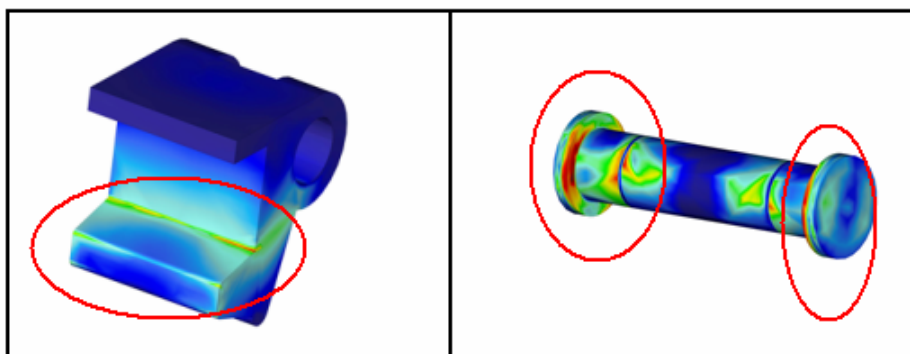
Při tomto zatížení jsou posuvy jednotlivých částí tažného zařízení, které jsou zahrnuty do výpočtu zanedbatelné. Pro doplnění je největší posuv u tažného háku o velikosti 0,8mm.

## Napětí

Při posuzování s pohledu napětí je tažný hák nejvíce namáhán při kontaktu torza a tažného háku. Kde hodnota největšího lokálního napětí u tažného háku je 800 MPa (viz **Obr. 8.14**). Největší hodnota napětí torza je 364 MPa (viz **Obr. 8.14**). Čep má v lokálním místě 22,7 MPa a segment\_1 má napětí 119 MPa (viz **Obr. 8.15**).



**Obr. 8.14:** Rozložení napětí tažného háku a torza při bočním zatížení



**Obr. 8.15:** Rozložení napětí na segmentu\_1 a čepu při bočním zatížení

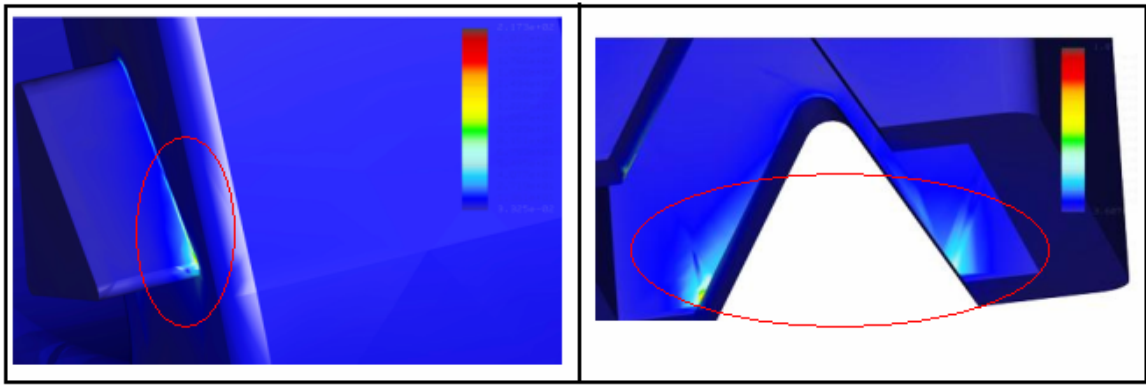
## Třetí zátěžový stav

### Posuv

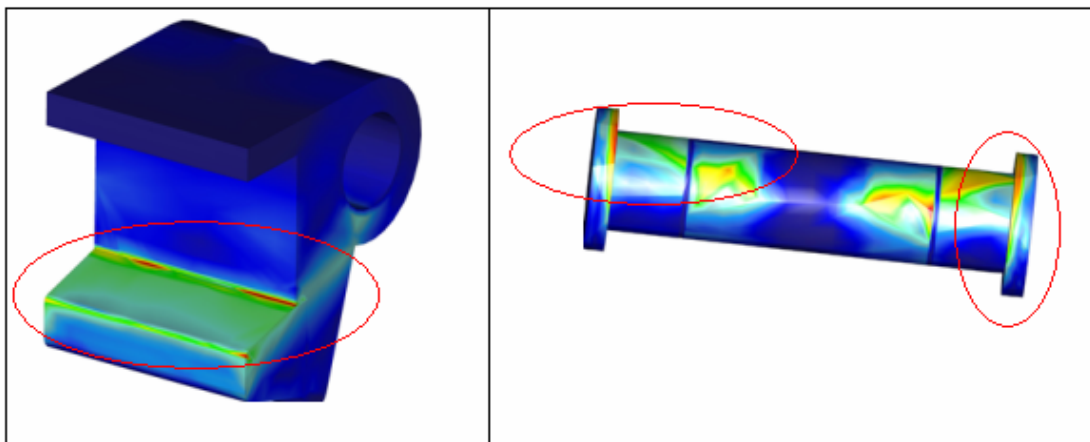
Při tomto zatížení jsou posuvy jednotlivých vypočítávaných prvků zanedbatelné, kde posuv (největší deformaci) představuje tažný hák s velikostí 0,13mm.

### Napětí

Při daném zatížení byly vypočítávány velikosti napětí na jednotlivých částech tažného zařízení. Kde nejvíce zatížený byl tažný hák. Na **Obr. 8.16** je vidět oblast vysokého napětí s nejvyšší hodnotou 217 MPa. U torza bylo napětí 187 MPa (viz **Obr.8.16**) . Na Segmentu\_1 je 25 MPa a u čepu 5,7 MPa jak uvádí **Obr. 8.17**.



**Obr. 8.16:** Rozložení napětí na tažném háku a torzu



**Obr. 8.17:** Rozložení napětí segmentu\_1 a čepu při svisle působícím zatížení

#### Srovnávacím kritériem variant návrhů tažných zařízení

- Posuv (mm)
- Napětí (MPa)

Pomocí těchto kritérií je možné porovnat vybrané varianty výpočtových modelů tažných zařízení jak uvádí **Tab. 8.1**. U výsledků bylo stanoveno napětí jako hlavní porovnávací kritérium.

Tyto hodnoty jsou brány pouze jako informativní a lze je využít pro optimalizaci. Hodnoty největších napětí u vybraných prvků by se měly v zápětí ověřit, jestli je reálné dosáhnout na podobné hodnoty experimentálních zkouškách. Z Tab.1 jsou patrné rozdíly ve zkoušených variantách. Je možné vyčíst z tabulky velikost napětí, které odpovídá dané zatížení a taky že tažný hák u varianty\_A je více namáhán od boční síly 2000 N.

**Tab. 8.1:** Výsledků z výpočtových modelů

Napět'ové porovnání [MPa]		Torzo	Čep	Tažný hák	Segment_1
Varianta_A	750 N	62,7	9,4	228,7	22,6
Varianta_B		187	34	217	25
Varianta_A	2000 N	274,9	42,9	949	108
Varianta_B		364	22,7	800	119
Varianta_A	5000 N	412	27,3	1240	106
Varianta_B		720	5,7	890	146

### Porovnání variant z hlediska výpočtu

Pro zvolené varianty tažných zařízení je provedeno vyhodnocení podle stanovených kritérií.

**Tab. 8.2:** Klady a zápory vybraných variant

<b>Varianta_A</b>	<b>Klady</b>	➤ Nižší hmotnost
	<b>Zápory</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Přenos sil od bočního vedení.</li> <li>➤ Narážení háku bez vodící části v torzu.</li> <li>➤ Vyšší napětí v tažném háku.</li> </ul>
<b>Varianta_B</b>	<b>Klady</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Přenos sil od bočního vedení.</li> <li>➤ Vhodné pro větší zatížení.</li> <li>➤ Stanovena poloha při zasouvání tažného háku.</li> </ul>
	<b>Zápory</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Vyšší hmotnost.</li> <li>➤ Zatížení torza.</li> </ul>

Tyto návrhy tažných zařízení zvolené pro výpočtové modelování ukazují kritické oblasti při stanovených zatížení. Před výpočtem vybraných variant se neprováděly optimalizace návrhů (například zaoblení hran) z důvodu zvýraznění kritických, lokálních napět'ových oblastí vybraných variant. Na základě toho se mohou následně vhodně využít zvolené optimalizační kroky, které nebudou ovlivněny původním zaoblením.

### 8.3 Optimalizace

Při optimalizaci je nutné mít znalosti o všech hlavních parametrech ovlivňující návrh, jako např. materiálové parametry, velikost atd. Výsledkem správné modifikace by měl být takový návrh, který konstrukčně odolá daným zatížením s předepsanou bezpečností a přitom by nebyl zbytečně předimenzován. Tím je zaručena úspora materiálu při dodržení pevnostních požadavků.

Optimalizace lze provádět na základě předběžných výpočtů. Je to otázkou i zkušenosti konstruktéra. Na základě optimalizace se provedou nové výpočty, aby byla zpětná informace o tom, či optimalizace byla vhodně navržena nebo nikoliv.

Při optimalizaci vybraných variant je nutné nejdříve uzpůsobit kritické oblasti a pak znovu provést výpočet. Ukážou-li nově vypočtené výsledky, že provedené jednotlivé optimalizační kroky byly vhodně zvoleny, může se přejít do fáze experimentálních zkoušek, které v sobě zahrnují výrobu prototypu tažného zařízení. Z naměřených výsledků experimentálních zkoušek lze zpětně vyhodnotit, do jaké míry se naměřené a vypočtené hodnoty liší. Zjištěním důvodů rozdílů je velice důležité a přínosné pro další navrhování, kde pochopením těchto důvodů dojde ke zkrácení časové a peněžní náročnosti pro vytvoření komplexního návrhu tažného zařízení.

### 8.4 Zhotovení názorné pomůcky

Pomůcka byla vyhotovena podle návrhu varianty\_B a to v měřítku M 1:1. Vyhotovením názorné pomůcky je deklarována jednoduchost výroby, bez použití nákladných zařízení. Pomůcka mimo jiné slouží pro ověření správnosti v provázanosti jednotlivých prvků a problematiku kinematiky mechanismu, které byla věnována náležitá pozornost.

Komponenty, jako jsou segmenty a části tažného háku byly vyrobeny ze dřeva. Ostatní části byly vyhotoveny ze svařitelné oceli.

Pro vyhotovení komponentů ze dřeva byl vhodně využit program AutoCAD, do kterého byly převedeny jednotlivé návrhy z Pro/ENGINEERu. Po úpravách v AutoCADu byly dále převedeny do programu Twin Cam 32 a vyrobeny na CNC fréze.

Zkušební pomůcka se osvědčila jako nepostradatelným nástrojem při ověření navržené konstrukce tažného háku a při kombinaci jednotlivých částí pro dosažení nového návrhu.

## 9. Závěry, doporučení a možnosti uplatnění pro výrobu

Diplomová práce se zabývá tažnými zařízeními z pohledu konstrukčního.

V práci byly navrženy konstrukční úpravy konkrétního tažného zařízení, které splňuje všechny požadavky zadavatele a to:

- Konstrukční jednoduchost.
- Uživatelská nenáročnost.
- Cenová dostupnost.
- Celková spolehlivost.
- Vyrobitelnost.

Současně byl navržen ovládací mechanismus, který zabezpečuje:

- Jednoduché a bezporuchové ovládání.
- Bezpečné zajištění.
- Bezúdržbový provoz.

Navržené konstrukční části tažného zařízení jsou uzpůsobené tak, aby vytvořily kompaktní a z hlediska výroby konstrukčně jednoduchý upínací mechanismus, který splňuje požadavky zadavatele. Navržený upínací mechanismus je plně funkční. K ověření funkčnosti byla za pomoci CAD programů na CNC fríze vyrobena názorná zkušební pomůcka, na které lze navrhnout další možné úpravy i z pohledu kinematiky mechanismu.

Práce se nezabývala návrhem materiálů jednotlivých částí tažného zařízení. Pro další práci doporučuji zahrnout i tuto problematiku, aby vznikl ucelený konstrukční návrh tažného zařízení.

Návrh se dále zabývá problematikou vhodně zvolených rozměrů a tolerancí pro funkční stav upínacího mechanismu.

Pro výpočtové modelování byly vybrány nejvíce namáhané části tažného zařízení. Výpočtem byla ověřena pevnostní vhodnost navržených částí, přičemž pozornost byla věnována kritickým místům, které lze dále geometricky a materiálově optimalizovat.

### Doporučení pro výrobce

Ovládací mechanismus řešit pomocí lankového převodu z důvodů jednoduchosti konstrukce a zajištěné vysoké spolehlivosti bezporuchových stavů.

Výstupem diplomové práce je výkresová dokumentace pro výrobu prototypu navrženého tažného zařízení.

## Literatura:

- [1] Úřední věstník evropských společenství: SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 94/20/ES ze dne 30. května 1994 o mechanických spojovacích zařízeních motorových vozidel a přípojných vozidel a jejich připevnění na tato vozidla.
- [2] Internet: *Harmonizace technických předpisů* [Online] [25. října. 2008] dostupné z: <http://predpisy.tuv-sud.cz/novinky/harmonizace.pdf>
- [3] Kniha: KOLÁŘ VLADIMÍR, NĚMEC IVAN, KANICKÝ VIKTOR: FEM principy a praxe metody konečných prvků. 1. vydání, Praha, vydavatelství a nakladatelství Computer Press, 1997, 402 stran, ISBN 80-7226-021-9.
- [4] Materiály poskytnuté zadavatelem diplomové práce: Škoda – Auto a.s., tř. Václava Klementa 869, 293 60 Mladá Boleslav
- [5] Internet: *Výpočet parametrů závěsů* [Online] [5. listopadu. 2008] dostupné z: <http://www.mdcr.cz/NR/rdonlyres/31A3AE42-6D0E-4A05-9FB3-793BA7201A48/0/hirscht.pdf>
- [6] Skripta: VALA MIROSLAV, TESAŘ MIROSLAV: Teorie a konstrukce silničních vozidel I. 1. vydání, Pardubice, Univerzita Pardubice, 2003, 229 stran, ISBN 80-7194-503-X.
- [7] Kniha: KRMELA JAN: Systémový přístup k výpočtovému modelování pneumatik I. 1. vydání, Brno, knihovnička.cz, 2008, 106 stran, ISBN 978-80-7399-365-8.
- [8] Internet: *Obytné přívěsy* [Online] [26. listopadu. 2008] dostupné z: <http://www.caravanmetropol.cz/obytno-privesy-burstner.php?id=2>
- [9] Internet: *Rozdělení tažných zařízení* [Online] [12. listopadu. 2008] dostupné z: <http://www.svcnachod.cz/legenda.php>
- [10] Internet: *Obrázek nosičů kol na tažné zařízení* [Online] [18. prosince. 2008] dostupné z: [http://www.skibox.cz/zbozi/nosice-kol/?search\\_name=&st=2&order=1](http://www.skibox.cz/zbozi/nosice-kol/?search_name=&st=2&order=1)
- [11] Internet: *Diskretizace modelů* [Online] [18. prosince. 2008] dostupné z: <http://robot.vsb.cz/skripta/cad-iii/8-2-analyzy-ulozeni-ve-valivych-loziskach.html>
- [12] Internet: *Model tažného zařízení* [Online] [22. prosince. 2008] dostupné z: [http://www.kmp.tul.cz/ukaz.php?soub=publikace/blekta\\_mevald\\_MSC2005.pdf](http://www.kmp.tul.cz/ukaz.php?soub=publikace/blekta_mevald_MSC2005.pdf) >

## **Seznam příloh**

Příloha č. 1 – je příloha směrnice 94/20/ES příloha III

Příloha č. 2 – je příloha směrnice 94/20/ES příloha IV

Příloha č. 3 – je příloha směrnice 94/20/ES příloha VIII

Příloha č. 4 – je příloha směrnice 94/20/ES příloha IX

# **Přílohy**

## Příloha č. 1 – je příloha směrnice 94/20/ES příloha III

### týkající se EHS schválení typu konstrukční části pro mechanická spojovací zařízení motorových vozidel a jejich přípojných vozidel (94/20/ES)

Následující informace, přicházejí-li v úvahu, se spolu se soupisem obsahu dodávají trojmo. Předkládají-li se výkresy, musí být kresleny ve vhodném měřítku na formátu A4 a musí být dostatečně podrobné, nebo musí být na tento formát složeny. Předkládají-li se fotografie, musí zobrazovat dostatečně podrobně.

Mají-li systémy, konstrukční části nebo samostatné technické celky elektronické řízení, musí být dodány informace o jeho vlastnostech.

0. OBECNĚ
  - 0.1 Značka (obchodní firma výrobce): .....
  - 0.2 Typ a obchodní název (názyv): .....
  - .....
  - 0.5 Jméno a adresa výrobce: .....
  - .....
  - 0.7 U konstrukčních částí a samostatných technických celků umístění a způsob připevnění značky EHS schválení typu: .....
  - 0.8 Adresa montážního závodu (závodů): .....
  - .....
1. SPOJENÍ MEZI TAŽNÝMI VOZIDLY A PŘÍVĚSY A NÁVĚSY
  - 1.1 Podrobný technický popis typu mechanického spojovacího zařízení (včetně výkresů a vlastností materiálů): ..
  - .....
  - 1.2 Třída a typ spojovacích zařízení: .....
  - 1.3 Maximální hodnota  $D$  (°): ..... kN
  - 1.4 Maximální svislé zatížení  $S$  v bodě spojení (°): ..... kg
  - 1.5 Maximální zatížení  $U$  působící na točnici (°): ..... t
  - 1.6 Maximální hodnota  $V$  (°): ..... kN
  - 1.7 Návod pro montáž typu spojovacího zařízení na vozidlo a fotografie nebo výkresy míst pro připevnění na vozidlo, předané výrobcem; doplňkové informace, jestliže použití typu spojovacího zařízení je omezeno na určité typy vozidel: .....
  - .....
  - 1.8 Informace o montáži zvláštních držáků nebo základních desek (°): .....
  - .....
  - .....

Datum, spis.

---

(°) Připadá-li v úvahu.

## Příloha č. 2 – je příloha směrnice 94/20/ES příloha IV

Razítko správního orgánu

Sdělení týkající se:

- schválení typu <sup>(1)</sup>
- rozšíření schválení typu <sup>(1)</sup>
- odmítnutí schválení typu <sup>(1)</sup>
- odejmutí schválení typu <sup>(1)</sup>

pro typ konstrukční části z hlediska směrnice 94/20/ES.

EHS schválení typu č <sup>(2)</sup>: .....

Důvod rozšíření: .....

### Oddíl I

0.1 Značka (obchodní firma výrobce): .....

0.2 Typ a obecný obchodní název (názyv): .....

0.3 Způsob označení typu, je-li na konstrukční části vyznačen <sup>(3)</sup>: .....

0.3.1 Umístění tohoto označení: .....

0.5 Jméno a adresa výrobce: .....

0.7 U konstrukčních částí a samostatných technických celků umístění a způsob připevnění značky EHS schválení typu: .....

0.8 Jméno (jména) a adresa (adresy) montážního závodu (závodů): .....

### Oddíl II

1. Případné doplňující informace: viz doplněk I

2. Technická zkušebna provádějící zkoušky: .....

3. Datum zkušebního protokolu: .....

<sup>(1)</sup> Nehodící se škrtněte.

<sup>(2)</sup> Číslo EHS schválení typu uvedené v tomto dokumentu se musí skládat ze všech částí podle přílohy VII směrnice 70/156/EHS naposledy pozměněné směrnicí 92/53/EHS. Zařízení samo musí být označeno, jak je předepsáno v odpovídající zvláštní směrnici.

<sup>(3)</sup> Pokud způsob označení typu obsahuje znaky, které nejsou důležité pro popis typů vozidla, konstrukční části nebo samostatného technického celku, kterých se týká tento osvědčení schválení typu, nahradí se tyto znaky v dokumentaci znakem „?“ (např. ABC??123??).

## Příloha č. 3 – je příloha směrnice 94/20/ES příloha VIII

### INFORMAČNÍ DOKUMENT Č.....

podle přílohy I směrnice Rady 70/156/EHS týkající se EHS schválení typu vozidla z hlediska montáže mechanických spojovacích zařízení (94/20/ES)

Následující informace, přicházejí-li v úvahu, se spolu se soupisem obsahu dodávají trojmo. Předkládají-li se výkresy, musí být kresleny ve vhodném měřítku na formátu A4 a musí být dostatečně podrobné, nebo musí být na tento formát složeny. Předkládají-li se fotografie, musí zobrazovat dostatečně podrobně.

Mají-li systémy, konstrukční části nebo samostatné technické celky elektronické řízení, musí být dodány informace o jeho vlastnostech.

- 0. OBECNĚ
  - 0.1 Značka (obchodní firma výrobce): .....
  - .....
  - 0.2 Typ a obecný obchodní název (názyv): .....
  - 0.3 Způsob označení typu, je-li na vozidle vyznačen <sup>(\*)</sup>: .....
  - .....
  - 0.3.1 Umístění tohoto označení: .....
  - 0.4 Kategorie vozidla (viz příloha II směrnice 70/156/EHS): .....
  - 0.5 Jméno a adresa výrobce: .....
  - .....
  - 0.8 Adresa montážního závodu (závodů): .....
  - .....
- 1. OBECNÉ KONSTRUKČNÍ VLASTNOSTI VOZIDLA
  - 1.1 Fotografie nebo výkresy představitele typu vozidla: .....
  - 1.4 Podvozek (pokud existuje) (výkres sestavy): .....
  - 1.5 Materiál podélníků <sup>(\*)</sup>: .....
- 2. HMOTNOSTI A ROZMĚRY <sup>(\*)</sup> (v kg a mm) (případně uveďte odkaz na výkres)
  - 2.2 U tahačů
    - 2.2.1 Předsazení točnice (maximální a minimální) <sup>(\*)</sup>: .....
    - 2.2.2 Největší výška točnice (normalizovaná) <sup>(\*)</sup>: .....
  - 2.4.2 U podvozku s karoserií
    - 2.4.2.5 Zadní převis <sup>(\*)</sup>: .....

Očíslování bodů a číselné a písemné označení poznámek k bodům tohoto informačního dokumentu odpovídají těm, které jsou užity v příloze I směrnice 70/156/EHS.

Body, které nesouvisejí s účelem této směrnice, jsou vynechány.

- 2.6 Hmotnost vozidla s karoserií v provozním stavu nebo hmotnost podvozku s kabinou, pokud výrobce karoserii nemontuje (včetně chladicí kapaliny, olejů, paliva, nářadí, náhradního kola a řidiče) ° (maximální a minimální hodnota pro každou variantu):  
 .....  
 .....
- 2.6.1 Rozložení této hmotnosti na nápravy, u návěsu nebo přívěsu s nápravami uprostřed zatížení v bodě připojení (maximální a minimální hodnota pro každou variantu): .....  
 .....  
 .....
- 2.8 Maximální technicky přípustná hmotnost naloženého vozidla podle výrobce (maximální a minimální hodnota pro každou variantu) (°): .....  
 .....
- 2.8.1 Rozložení této hmotnosti na nápravy, u návěsu nebo přívěsu s nápravami uprostřed zatížení v bodě připojení (maximální a minimální hodnota pro každou variantu):  
 .....  
 .....
- 2.9 Maximální technicky přípustná hmotnost na každou z náprav a u návěsu nebo přívěsu s nápravami uprostřed zatížení v bodě připojení podle výrobce:  
 .....  
 .....
- 2.10 Maximální hmotnost přípojného vozidla:
- 2.10.1 Přívěs: .....
- 2.10.2 Návěs: .....
- 2.10.3 Přívěs s nápravami uprostřed: .....
- 2.10.3.1 Maximální poměr převisu spojovacího zařízení (°) k rozvoru nápravy: .....
- 2.10.3.2 Maximální hodnota svislého zatížení působícího ve spojovacím zařízení: ..... (kN) (°)
- 2.10.4 Maximální hmotnost jízdní soupravy: .....
- 2.10.6 Maximální hmotnost nebrzděného přívěsu: .....
- 2.11 Maximální svislé zatížení: .....
- 2.11.1 na tažném vozidle v bodě pro spojení s přívěsem: .....
- 2.11.2 v bodě spojení na oji přívěsu: .....
9. KAROSERIE
- 9.1 Druh karoserie: .....
- 9.2 Použité materiály a postupy výroby: .....
- .....
11. SPOJENÍ TAŽNÝCH VOZIDEL S PŘÍVĚSY A NÁVĚSY
- 11.1 Třída a typ spojovacích zařízení (°): .....
- .....
- 11.2 Maximální hodnota (°) D: ..... kN

(°) Pokud přichází v úvahu.

(°) U nenormalizovaných spojovacích zařízení je nutno uvést též číslo (čísla) schválení typu.

11.3 Návod pro montáž typu spojovacího zařízení na vozidlo a fotografie nebo výkresy bodů připevnění na vozidlo podle údajů výrobce; doplňkové informace, pokud je použití typu spojovacího zařízení omezeno na určité typy vozidel: .....

.....

11.4 Informace o montáži zvláštních připevňovacích mezičlenů nebo základních desek (!):

.....

Datum, spis

\_\_\_\_\_

# Příloha č. 4 – je příloha směrnice 94/20/ES příloha IX

## PŘÍLOHA IX

### VZOR

[Maximální formát A4 (210 × 297 mm)]

### OSVĚDČENÍ EHS SCHVÁLENÍ TYPU

Razítko správního orgánu

Sdělení týkající se:

- schválení typu <sup>(1)</sup>
- rozšíření schválení typu <sup>(1)</sup>
- odmítnutí schválení typu <sup>(1)</sup>
- odejmutí schválení typu <sup>(1)</sup>

pro typ vozidla z hlediska směrnice 94/20/ES.

Schválení typu č.: .....

Důvod rozšíření: .....

#### Oddíl I

- 0. OBECNĚ
- 0.1 Značka (obchodní firma výrobce): .....
- 0.2 Typ a obecný obchodní název (názvy): .....
- 0.3 Způsob označení typu, je-li na vozidle vyznačen <sup>(2)</sup>: .....
- 0.3.1 Umístění tohoto označení: .....
- 0.4 Kategorie vozidla <sup>(3)</sup>: .....
- 0.5 Jméno a adresa výrobce: .....
- 0.8 Jméno a adresa montážního závodu (závodů): .....

#### Oddíl II

- 1. Případné doplňující informace: viz doplněk I
- 2. Technická zkušebna provádějící zkoušky: .....
- 3. Datum zkušebního protokolu: .....

<sup>(1)</sup> Nehodící se škrtněte.

<sup>(2)</sup> Pokud způsob označení typu obsahuje znaky, které nejsou důležité pro popis typů vozidla, konstrukční části nebo samostatného technického celku, kterých se týká tento osvědčení schválení typu, nahradí se tyto znaky v dokumentaci znakem „?“ (např. ABC??123??).

<sup>(3)</sup> Podle definice v příloze II části A 92/53/EHS.