

UNIVERZITA PARDUBICE  
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

NÁVRH KONSTRUKCE SEDADLA PRO PACIENTY  
DO SANITNÍCH VOZIDEL

Bc. Petr Vlasák

Diplomová práce  
2009

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera  
Katedra dopravních prostředků a diagnostiky  
Akademický rok: 2008/2009

## **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Petr VLASÁK**  
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**  
Studijní obor: **Dopravní prostředky-Silniční vozidla**

Název tématu: **Návrh konstrukce sedadla pro pacienty do sanitních vozidel**

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

1, Požadavky zákazníka. 2, Požadavky dle vyhlášky. 3, Návrh a modelace konstrukce. 4, Výpočet konstrukce. 5, Optimalizace částí konstrukce. 6, Konečné zhodnocení návrhu.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

**VLK, F.: Koncepce motorových vozidel, Nakladatelství a vydavatelství VLK, Brno, 2000 VLK, František. Stavba motorových vozidel, Nakladatelství a vydavatelství VLK, Brno, 2003 BRADÁČ a kol., Soudní inženýrství, Akademické nakladatelství CERM s.r.o., Brno 1997**

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Ivo Šefčík, 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. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci 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 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.

V Pardubicích dne 25. 5. 2009

Bc. Petr Vlasák

Za pomoc při zpracování této práce, bych chtěl poděkovat především firmě FOSAN s.r.o. Ivančice, ale také své rodině a přátelům, bez kterých by tato práce mohla jen těžko vzniknout.

## ANOTACE

Tato práce se zabývá návrhem konstrukce sedadla pro pacienty do sanitních vozidel. Hlavním cílem této práce je návrh sedadla, které bude předloženo k homologační zkoušce. V práci jsou použity analytické výpočty a výpočty pomocí MKP. Obě metody jsou v závěru zhodnoceny.

## KLÍČOVÁ SLOVA

požadavky; homologační zkoušky; konstrukce; výpočty; výsledky.

Počet stran: 73, počet obrázků: 44.

## TITLE

Design of seat construction for patient in ambulances

## ANNOTATION

This work is focused with proposal of seat construction for patients in ambulances. Principal aim of this work is proposal of seat, which will be attested by acceptance test. In essay are performed analytical calculations and calculations with final element method. Both of these methods are evaluated in conclusion.

## KEYWORDS

requirements; acceptance tests; construction; calculations; results.

# Obsah

Úvod.....	9
1 Požadavky zákazníka .....	10
1.1 Všeobecné požadavky:.....	10
1.2 Funkční požadavky:.....	10
1.3 Ekonomické požadavky:.....	11
1.4 Bezpečnost:.....	11
2 Požadavky dle vyhlášky .....	12
2.1 Definování již výše zmíněných oblastí .....	18
2.2 Požadavky na bezpečnostní pásy .....	20
2.3 Požadavky na kotevní úchyty .....	21
2.4 ZKOUŠKY .....	23
2.4.1 Zkoušky pevnosti opěradla a jeho zajišťovacích systémů .....	23
2.4.2 Zkouška pevnosti opěrky hlavy .....	23
2.4.3 Zkouška pevnosti ukotvení sedadla a jeho seřizovacích, zajišťovacích a představovacích systémů.....	24
2.4.4 Všeobecné požadavky na zkoušky kotevních úchytů bezpečnostních pásů.....	24
2.4.5 Zkouška kotevních úchytů umístěných zcela na nosné konstrukci sedadla nebo umístěných rozděleně na nosnou konstrukci vozidla a na nosnou konstrukci sedadla ....	27
2.4.6 Kontrola kotevních úchytů bezpečnostních pásů v průběhu a po statických zkouškách.....	28
3 Návrh a modelace konstrukce .....	29
3.1 Postup stanovení H bodu .....	29
3.2 Postup stanovení H bodu a skutečného úhlu trupu .....	29
3.3 Popis trojrozměrného zařízení pro stanovení H bodu (ZAŘÍZENÍ 3DH).....	30
3.4 Trojrozměrný vztažný systém.....	32
3.5 Rozměry sedadla a jednotlivých částí.....	32
4 Výpočet konstrukce.....	33
4.1 Kontrola nohou sedadla (stojen) na ohyb. ....	34
4.2 Kontrola opěry zad.....	36
4.3 Kontrola opěrky hlavy .....	38
4.4 Pevnostní kontrola ukotvení třibodového bezpečnostního pásu.....	40
4.5 Ukotvení sedadla ve vozidle .....	45

4.5.1	Výpočet zatížení šroubu:.....	46
4.5.2	Utahovací moment .....	48
5	Optimalizace konstrukce .....	49
5.1	Modelace navrženého sedadla v programu ProEngineer.....	49
5.2	Provedené analýzy .....	50
5.2.1	Kontrola opěry zad.....	51
5.2.2	Kontrola opěrky hlavy .....	53
5.2.3	Pevnostní kontrola ukotvení tříbodového bezpečnostního pásu.....	56
5.3	Vyztužení konstrukce.....	58
5.3.1	Opakování pevnostní kontroly ukotvení tříbodového bezpečnostního pásu na vyztužené konstrukci.....	59
5.4	Kompletace sedadla .....	65
	Závěr .....	69
	Seznam obrázků .....	71
	Seznam použitých informačních zdrojů.....	73
	Přílohy .....	74



# Úvod

Téma diplomové práce je „Návrh konstrukce sedadla pro pacienty do sanitních vozidel“.

Vývoj sedadel se zdá být velice jednoduchý. Ale tak tomu není. Je to rozsáhlý problém, kterým se musí konstruktér zabývat. Konstrukce sedadla představuje jednu z hlavních částí jak pasivní, tak i aktivní bezpečnosti. To může být často opomíjeno.

Při výrobě dnešních vozidel se klade na bezpečnost velký důraz. Aktivní bezpečnost se skládá z několika pro tuto práci důležitých bodů: umístění osob v karoserii, tepelné prostředí, pohodlí cestujících a také výhled z vozidla. U pasivní bezpečnosti je to pevnost konstrukce, schopnost pohlcení energie, funkční zádržný systém a další.

Úkolem je tedy vytvořit návrh konstrukce sedadla, který bude splňovat požadavky již zmíněné bezpečnosti. To zahrnuje především bezpečnost pasivní a to z toho důvodu, že se nejedná přímo o sedadlo řidiče. Navrhovaná konstrukce bude sloužit k přepravě pacientů v sanitních vozidlech.

V práci jsou nejprve uvedeny požadavky zákazníka, ty nejsou příliš rozsáhlé. Většinu požadavků totiž stanovují předpisy pro homologaci, které jsou shrnuty v následující části této práce. Na základě těchto požadavků a předpisů, je vytvořena konstrukce sedadla. Konstrukce je předběžně zkontrolována analytickými výpočty a pomocí metody MKP. Na základě výsledků je konstrukce upravena tak, aby vyhověla při homologačních zkouškách, ale zároveň nebyla příliš vysoká její hmotnost nebo cena.

Cílem této práce tedy je vytvořit návrh konstrukce, který obstojí u zkoušek a který bude jednoduše vyrobitelný a bude vyhovovat zákazníkovi. Zároveň je cílem této práce porovnat analytickou metodu výpočtu konstrukce s metodou MKP a zhodnotit jejich klady a zápory.

# 1 Požadavky zákazníka

Požadavky zákazníků jsou většinou podobné. Lze je shrnout několika body:

## 1.1 Všeobecné požadavky:

Cena: bohužel i v takových vozidlech jako jsou ambulance, je cena vždy důležitým faktorem. V některých případech je tím nejdůležitějším, ke kterému zákazníci přihlížejí.

Kvalita: je samozřejmé, že za své peníze požaduje zákazník kvalitní výrobek. Zvláště pokud se jedná o takový prvek, jako je sedadlo ve vozidle. Kvalita jde však většinou ruku v ruce s cenou. Proto musí zákazník zvolit podle svých možností a požadavků to, co je pro něj v dané situaci výhodné.

## 1.2 Funkční požadavky:

Pro konstruktéra je funkčnost ten nejdůležitější bod. V případě sedadla pro pacienty je tohle velice obsáhlá část, která je také dána způsobem použití konkrétního vozidla a konkrétního sedadla. Jednotlivé funkce tohoto požadovaného sedadla jsou následně upřesněny:

Sedadlo pro pacienty bude pevně ukotveno ve stálé poloze. Bude možné jej vyjmout z vozidla pouze z důvodů oprav nebo jin podobných ne běžných úkonů. Proto není kladen požadavek na upevnění sedadla z hlediska jeho rychlého a snadného vyjmutí z vozidla a následného opětovného vložení a zajištění do provozní polohy.

Dalším důležitým bodem je jednoduchost zadní strany sedadla. U opěradla není požadavek na nastavitelnost sklonu. Sklon bude dán jen vyhláškou a rozměrovými omezeními z hlediska úspory prostoru ve vozidle a samozřejmě s ohledem na pohodlí přepravující osoby.

Je zde kladen požadavek na výšku opěradla z hlediska podepření hlavy. Tento bod upřesněn nebyl, proto bylo rozhodnuto jen zvýšit výšku opěradla a nepřidávat zde samostatnou nastavitelnou opěrku hlavy. Toto řešení je velmi výhodné z hlediska konstrukčního a také cenového, ke kterému zákazník velmi často přihlíží.

Neméně důležitou částí z hlediska funkčnosti je požadavek na snadnou údržbu z hlediska hygieny. Méně už je to problém konstrukční. Zde je nutné myslet na snadnost čištění hlavně těch částí, které přichází do přímého kontaktu s pacientem. Zde je zbytečné dále rozvádět důvody tohoto požadavku. Také musí mít sedadlo určité rozměry, aby nezabíralo příliš místa ve vozidle. Zároveň však musí být sedění při jízdě pohodlné.

### **1.3 Ekonomické požadavky:**

Samozřejmě pro takovéto výrobky je z ekonomického hlediska pro výrobce důležité, aby výrobek splňoval požadavky co největšího počtu zákazníků, nebo byl alespoň částečně variabilní a dal se použít pro více případů.

Ze stejného hlediska plyne požadavek na výrobní materiál. Zde jsou důvody ve skladování materiálu, jeho dostupnosti a ceně. Tohle všechno by následně ovlivňovalo cenu celého výrobku. V tomto případě sedadla pro pacienty. Proto je snaha, sestavit výrobek z již používaných materiálů a komponentů tak, aby se usnadnilo jejich skladování a pořizovací náklady.

### **1.4 Bezpečnost:**

Je zde uvedena jako samostatný bod, ale samozřejmě je zohledňována i v bodech předchozích. Je udávána předpisy téměř ve všech částech, proto je jen málo věcí, které záleží na zákazníkovi. Záleží zde na podmínkách, místě a konkrétním použití sedadla.

## 2 Požadavky dle vyhlášky

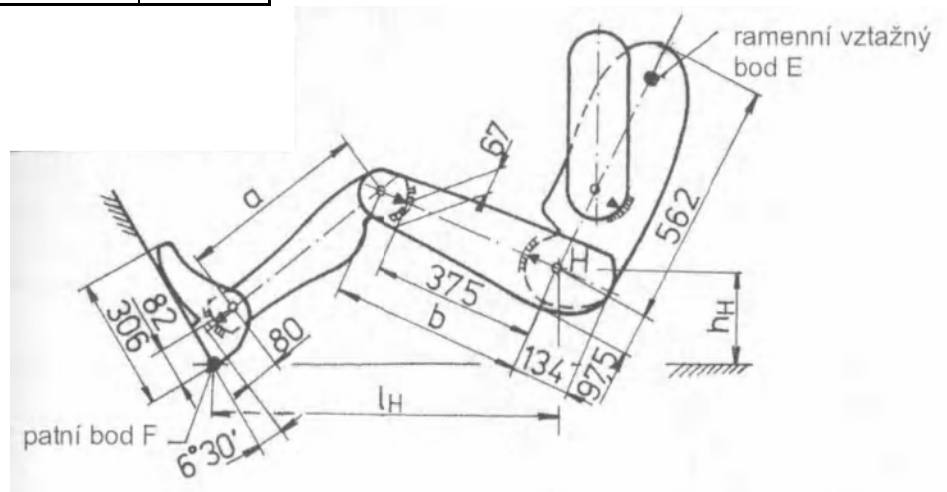
Tato část je velice rozsáhlá a poměrně složitá. Proto zde nemohou být uvedeny jen dílčí body jednotlivých požadavků. Předpisy, vyhlášky a normy udávají různé požadavky na vozidla a jejich součásti. V případě navrhované konstrukce sedadla je spojeno více požadavků, proto zde musí být podrobně uvedeny všechny body a jejich požadavky na jednotlivé části navrhované konstrukce sedadla.

„Problematiku geometrie vnitřního prostoru je možno rozdělit na geometrické požadavky pohodlného sedění a ovládání, na minimální prostorové požadavky umístění osob a na prostorové požadavky, které závisí na druhu, příp. třídě vozidla.“ [2]

Výše uvedený bod pohodlného ovládání je pro tento případ omezen na ovládání zádržného systému, což znamená možnost rychlého, snadného a pohodlného zapínání bezpečnostního pásu. Jak je již výše uvedeno, dle požadavků zákazníka sedadlo není stavitelné v žádném směru. Proto zde tento problém odpadá a dále už nebude v této práci řešen.

Základem pro návrh geometrie sedění je dvourozměrná šablona (obr.3.1) a pro účely měření třírozměrná figurína (zařízení 3DH) (obr.3.2).

rozměr	Velikostní skupina		
	10%	50%	90%
(mm)	10%	50%	90%
a	390	417	444
b	408	432	456

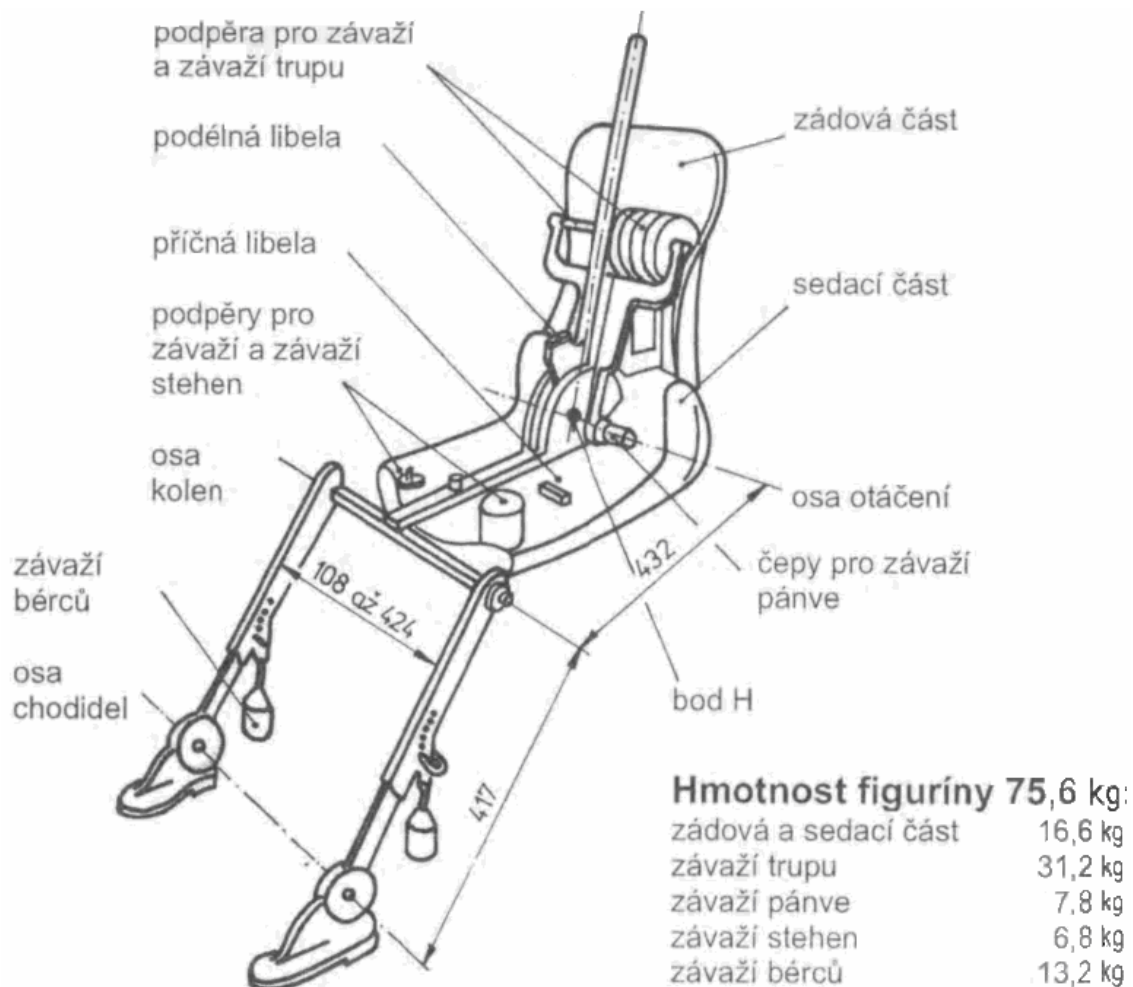


Obr.3.1 Kreslicí šablona podle ČSN 30 0725 (tabulka je součástí obrázku).[2]

„Figurína je trojrozměrné měřicí zařízení napodobující antropometrické znaky sedícího muže. Rozměry figuríny byly odvozeny z Údajů získaných na populaci řidičů v USA. Na obr. 6.4 jsou uvedeny rozměry pro dospělého muže 50 % velikostní skupiny (tzn. 50 % populace má rozměry menší a 50 % rozměry větší). Norma ISO/DIS 6549 udává také rozměry pro 10% velikostní skupinu (10 % populace je menší), pro 90 % velikostní skupinu (10 % populace je větší) a pro 95 % velikostní skupinu.“[2]

„Figurína se používá pro stanovení skutečného bodu H na vozidle. Bod H je střed otáčení trupu a stehna trojrozměrné figuríny. Dále se figurína používá jako základní přístroj pro kontrolu parametrů sedění řidiče a cestujících na sedadle v dopravním prostředku, pracovního místa řidiče atd.“[2]

„Zádový a sedací dílec, vyrobený z vyztuženého plastu a kovu jsou napodobeninou trupu a stehna člověka, mechanicky jsou dílce otočně spojeny ve skutečném bodě H. S výsuvným měřítkem, otočně upevněným v bodě H, je spojena úhloměrná stupnice pro měření skutečného úhlu sklonu trupu. Nastavitelný stehenní člen spojený se sedacím dílcem definuje osu stehna a slouží jako základní přímka pro úhloměrnou stupnici kyčelního úhlu.“[2]



Obr.3.2 Třírozměrná 50 % normalizovaná figurína.[2]

„Bércové části, rovněž délkově nastavitelné, jsou připojeny k sedacímu dílu pomocí T - tyče spojující kolena, jež je tvořena příčným nástavcem stavitelného stehenního členu. V bércech částech jsou zabudovány úhloměrné stupnice pro měření kolenních úhlů. Chodidlové části s botou jsou označeny pro měření úhlu mezi chodidlem a bérce. Stehenní a bérce části jsou opatřeny pevnými narážkami pro rozměry dospělého muže 50% a 95% velikostní skupiny. Dvě vodováhy orientují zařízení v prostoru. "Závaží o hmotnostech příslušných částí těla jsou umístěna v odpovídajících těžištích, aby pro pružení sedadla odpovídalo muži o hmotnosti 75,6kg.“[2]

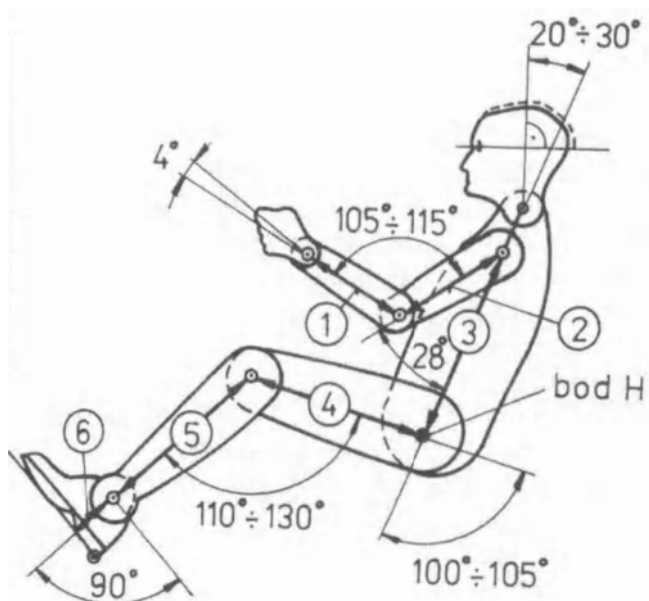
„Patní bod řidiče (označený F na obr.3.4) je bodem dotyku paty trojrozměrné figuríny s povrchem stlačené podlahové krytiny nebo jinou podpěrou paty. Při použití bércech částí 95 % velikostní skupiny se chodidlo zařízení musí dotýkat pedálu akcelérátoru a může jej stlačovat v určité části dráhy předepsané výrobcem. Při použití bércech částí 50% velikostní skupiny může být chodidlo zařízení bez dotyku s pedálem akcelérátoru a obě

chodidla mohou zaujmout na podlaže přirozenou polohu s nataženými bércei a v tomto případě je patním bodem bod definovaný výrobcem. Sedadlo se musí umístit v nejzažší normální poloze pro řízení nebo sezení podle předpisu výrobce.“[2]

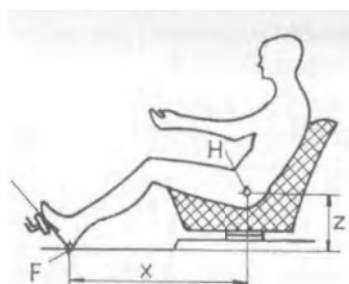
„Normy VDI 2780 a SAE J833a udávají hodnoty tělesných rozměrů pro 5 % ženu (5 % žen je menších) a 95 % muže (5 % mužů je větších), obr.3.3. Na rozdíl od normy ČSN 30 0725 má tato dvourozměrná šablona udány také rozměry pro horní končetiny i tělesnou výšku.“ [2]

Opět z výše uvedeného plyne jen část bodů nevztahujících se k sedadlu řidiče.

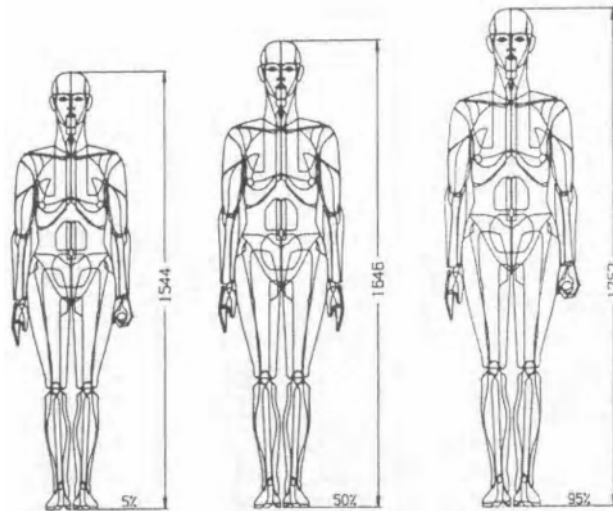
rozměr	5%	50%	95%
(mm)	žena	člověk	muž
1	210	237	264
2	236	268	301
3	401	447	493
4	357	404	452
5	418	476	535
6	102	107	120
výška	1500	1650	1849



Obr.3.3 Rozměry figuríny podle doporučení SAE J 833a a normy VDI 2780 a optimální rozmezí úhlů částí těla při sedění (5% žena: 5% žen je menších; 95% muž: 5% mužů je větších) (tabulka je součástí obrázku).[2]



Obr. 3.4 Definice patního bodu F a určení pozice sedění dvěma souřadnicemi.[2]



Obr.3.5 Rozměry žen podle německé statistiky: vlevo 5% žen je menších než 1544mm a větších než 1752mm: uvažováno bylo 90% žen a mužů [2].

Všeobecné požadavky na sedadla vozidel kategorií N1, N2 a N3 a dále na sedadla vozidel kategorií M2 a M3 jsou shrnuta zde. Sedadla musí být pevně uchycena k vozidlu. Odpadají následující požadavky na posuvná sedadla, která se musí automaticky zablokovat ve všech polohách určených k užívání. Stejně tak seřiditelná opěradla sedadel musí být možno zajistit ve všech polohách určených k používání. Všechna sedadla, která je možno sklopit dopředu nebo mají sklopná opěradla, musí se automaticky zajistit ve své normální poloze. Díky jednoduchosti požadované konstrukce se tyto body neuvažují.

Požadavky na seřizovací a přestavovací systém sedadla nejsou pro tento případ důležité z důvodů nepoužití těchto systémů. Stejně tak požadavky na ovladač výše uvedených systémů.

Zadní části sedadel konkrétně v oblasti 1 definované v podkapitole 2.1, musí obstát při zkoušce pohlcování energie podle požadavků předpisu. Tento předpis uvádí další požadavky. Hlavice při testu nesmí přesáhnout zpoždění 80g spojitě po dobu delší než 3ms. Nadto se v průběhu celé zkoušky a po zkoušce nesmí vyskytovat žádné nebezpečné hrany. Tyto požadavky neplatí pro poslední řadu sedadel ve vozidle, pro sedadla, jejichž opěradla směřují k sobě, nebo pro sedadla, která splňují ustanovení předpisu č. 21 „Jednotná ustanovení pro homologaci vozidel z hlediska jejich vnitřního vybavení“

Dále povrch zadních částí sedadel nesmí vykazovat žádné nebezpečné nerovnosti nebo ostré hrany, které by zvýšily nebezpečí poranění cestujících.



Požadavek na zaoblení hran je přesně specifikován, musí mít poloměry zakřivení nejméně:

2,5 mm v oblasti 1,

5,0 mm v oblasti 2,

3,2 mm v oblasti 3.

Tyto oblasti jsou definovány v podkapitole 2.1.

Požadavek na zaoblení hran neplatí pro:

- části jiných oblastí, v nichž jsou výčnělky menší než 3,2 mm vzhledem k okolnímu povrchu, které musí mít sražené hrany, za podmínky, že výška výčnělku není větší než polovina jeho šířky,
- nejzadnější sedadla, sedadla směřující opěradly k sobě.
- části takové jako „ohebná drátěná síť“.

V oblasti 2 mohou povrchy mít poloměry menší než 5 mm, ale ne menší než 2,5 mm, za podmínky, že obstojí při zkoušce pohlcování energie předepsané v předpisu. Také musí být tyto povrchy čalouněny, aby se zabránilo přímému dotyku hlavy s kostrou rámu sedadla. Jestliže výše definované oblasti obsahují části pokryté materiálem měkčím než 50 Shore A, tak uvedené požadavky, s výjimkou těch, které se týkají zkoušky pohlcování energie, platí jen pro tuhé části.

V průběhu zkoušky a po zkoušce se nesmí objevit žádné poruchy na kostře sedadla, na ukotvení sedadla. Jsou povoleny trvalé deformace včetně trhlin za podmínky, že nezvýší nebezpečí poranění v případě kolize a že byla dodržena předepsaná zatížení.

Zvláštní požadavky na sedadla vybavená nebo schopná vybavení opěrkami hlavy jsou vyjádřeny následovně. Přítomnost opěrky hlavy nesmí vytvářet další nebezpečí pro cestující ve vozidle. Zejména nesmí vykazovat v jakékoli poloze, ve které je používána, žádné nebezpečné nerovnosti povrchu, nebo ostré hrany, které by mohly zvyšovat nebezpečí nebo vážnost poranění cestujících.

Části přední a zadní plochy opěrek hlavy situovaných v oblasti 1, jak je definováno v podkapitole 2.1, musí obstát při zkoušce pohlcování energie.

Části přední a zadní plochy opěrek hlavy situovaných v oblasti 2, musí být čalouněny tak, aby se zabránilo jakémukoli případnému dotyku hlavy s částmi kostry a musí vyhovět požadavkům aplikovaným na zadní části sedadel situovaných v oblasti 2.

Další požadavky které souvisejí s opěrkami hlavy jsou pro tento případ bezpředmětné. Protože se týkají opěrek hlavy, které nejsou přímou součástí opěradla.

Pro konstrukci požadovaného sedadla jsou podstatné následující detaily.

V případě opěrek hlavy, které jsou integrální částí opěradla sedadla, se uvažují tyto oblasti:

1. Šířka opěrky hlavy musí být taková, aby poskytovala vhodné podepření hlavy normálně

sedící osoby. Opěrka hlavy zaujímat prostor nejméně 85 mm na každou stranu od svislé střední roviny sedadla, pro které je opěrka určena.

2. Opěrka hlavy a její uchycení musí být dostatečně pevné, aby snesly zatížení při zkoušce bez zlomení. V případě opěrek hlavy, které jsou integrální s opěradlem sedadla, se požadavky uplatňují na část kostry opěradla sedadla, která je umístěna v prostoru hlavy průměrné osoby sedící na daném sedadle.
3. Pevnost opěradla sedadla se považuje za vyhovující požadavkům, když se po zkoušce nevyskytnou žádné lomy sedadla nebo opěradla sedadla.

Další požadavky pro ochranu osob ve vozidle proti posuvu zavazadel nejsou pro tuto práci podstatné, jedná se o případ, kdy je brána jako přepážka mezi úložným prostorem a prostorem pro cestující zadní strana sedadel.

## **2.1 Definování již výše zmíněných oblastí**

### Oblast 1

V případě jednotlivých sedadel bez opěrek hlavy musí tato oblast zahrnovat zadní část opěradla mezi svislými podélnými rovinami umístěnými 100 mm na každou stranu od svislé střední roviny sedadla a část nad rovinou kolmou ke vztažné čáře ve vzdálenosti 100 mm pod vrcholem opěradla sedadla.

V případě sedadel s opěrkami hlavy se tato oblast rozprostírá mezi podélnými svislými rovinami umístěnými 70 mm na každou stranu od podélné střední roviny sedadla, nebo příslušného místa k sedění, umístěné nad rovinou kolmou ke vztažné čáře. Opěrka hlavy, je-li seřiditelná, musí být při zkoušce umístěna do nejméně příznivé polohy umožněné jejím seřizovacím systémem.

### Oblast 2

Pro sedadla s integrálními opěrkami hlavy, se oblast 2 rozprostírá nad rovinou kolmou ke vztažné čáře a vzdálenou 440 mm od příslušného místa k sedění, s výjimkou částí oblasti 1.

### Oblast 3

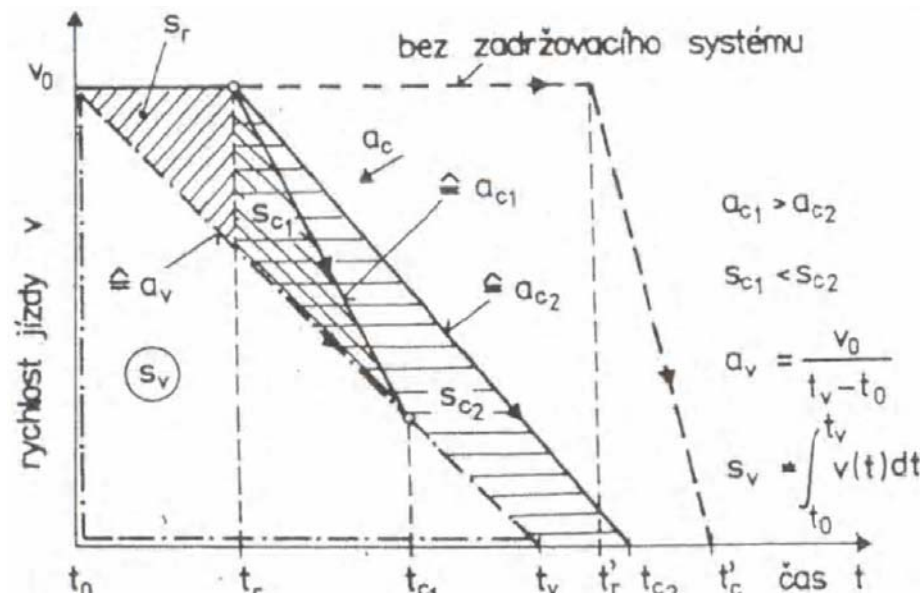
Tato oblast je definována jako zadní část sedadla, umístěná nad vodorovnou rovinou sedadla, s výjimkou částí umístěných v oblasti 1 a oblasti 2.

V toto případě, z důvodů vyhnutí se přesné specifikaci oblastí 1, 2 a 3. Bude použita jen jedna základní oblast což je oblast 3. Jak je výše uvedeno oblast 3 je umístěná nad vodorovnou rovinou sedadla. A v této oblasti bude použit největší možný z minimálních poloměrů zakřivení hran, což je, jak je již uvedeno, 5mm.

Požadavky na hrany, které se vyskytují v nižších oblastech než leží oblast 3, nejsou blíže specifikovány. Proto zde budou hrany zakřivené podle možností konstrukce a s ohledem na co největší bezpečnost.

## 2.2 Požadavky na bezpečnostní pásy

„Pro názorné objasnění požadavků na zádržný systém je zde vysvětlena kinematika čelního nárazu vozidla na pevnou bariéru zjednodušeným znázorněním závislosti rychlost - čas pro vozidlo a pro cestujícího (obr.3.6).“ [2]

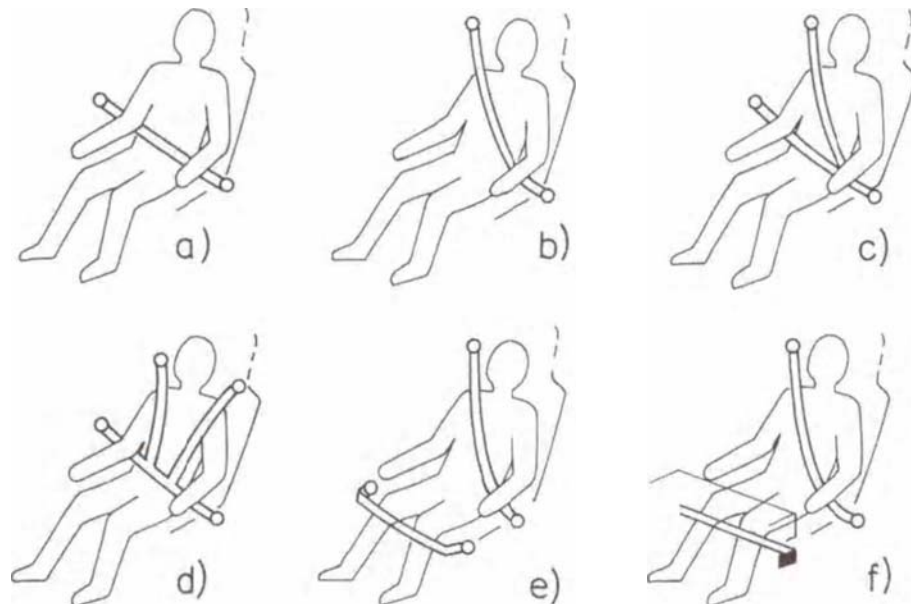


Obr.3.6 Průběhy rychlosti vozidla a cestujícího při čelním nárazu na pevnou stěnu v závislosti na čase. [2]

„Zádržný systém má za úkol pevně držet cestujícího při zpoždění vozidla vlivem nárazu. Kinetická energie cestujícího musí být jako práce (síla násobená dráhou) zachycena zádržným systémem. Přitom síly a zrychlení, působící na člověka musí být z biomechanických důvodů udrženy v určitých mezích a zároveň také dráha dopředného přemístění cestujícího musí být v závislosti na geometrii vnitřního prostoru udržena v určitých mezích. Při nárazu se rychlost vozidla zmenšuje podle čerchované čáry zpožděním  $a_v$ , až do okamžiku  $t_v$ , kdy se vozidlo zastaví. Plocha pod touto čarou představuje deformační dráhu vozidla  $s_v$  (plně plastický ráz).“ [2]

„Zádržný systém reaguje s určitou časovou prodlevou  $t_r$ , která závisí např. na vůlích v bezpečnostních pásech nebo časovém zpoždění čidel zádržného systému, a proto zpoždění cestujícího  $a_c$  vznikne až po uplynutí doby  $t_r$ . Během doby  $t_r$  se cestující pohybuje dopředu a urazí určitou dráhu  $s_r$  (max. 50 mm). Jakmile začne účinkovat zádržný systém, začne být cestující zpoždován.“ [2]

„Přehled základních druhů bezpečnostních pásů je na obr.3.7. Nejvíce se používá aktivní tříbodový pás (kombinovaný diagonální a pánevní pás). Břišní pásy jsou vzhledem k efektu „zavíracího nože“ používány zřídka. Čtyřbodové pásy typu „šle“ se používají u závodních a sportovní automobilů (rallye); v poslední době i u některých osobních automobilů (na předních sedadlech bezpečného automobilu Volvo SCC (Safety Concept Car) typ šle, na zadních sedadlech překřížené). Pro uzávěr aktivních pásů se používá téměř výhradně tlačítkové ovládání. Je-li zámek pásu udržován v určité poloze, je umožněno snadné jednoruční obsluhování upoutání a uvolnění.“ [2]



Obr.3.7 Druhy bezpečnostních pásů: a, dvoubodový (břišní); b, dvoubodový (diagonální); c, tříbodový; d, čtyřbodový (We); e, ramenní a kolenní; f, diagonální s kolenní opěrkou. [2]

### 2.3 Požadavky na kotevní úchyty

Tyto úchyty bezpečnostních pásů musí být umístěny a provedeny tak, aby umožňovaly montáž vhodného bezpečnostního pásu. Také musí být na krajních předních místech vhodné pro montáž bezpečnostních pásů s navijákem a průvlakem popruhu. Důležité je přihlídnutí k pevnostním vlastnostem kotevních úchyťů, pokud výrobce nedodá vozidlo, vybavené jinými typy bezpečnostních pásů, které již zahrnují navijáče. Musí být také uvedeno, pro které bezpečnostní pásy jsou kotevní úchyty navrženy. Pokud ne, tak musí být vhodné pro všechny

dostupné typy bezpečnostních pásů. Kotevní úchyty také musí vhodným umístěním zmenšovat na nejmenší možnou míru nebezpečí sklouznutí pásu, i když je správně nasazen. Také musí zmenšovat na nejmenší možnou míru nebezpečí poškození popruhu zapříčiněného stykem popruhu s ostrými tuhými částmi konstrukce vozidla nebo sedadla.

Z důvodu použití tohoto sedadla v sanitních vozidlech zde chci uvést následující mýty o používání pásů u těhotných řidiček.

„V pokročilejším stádiu těhotenství je pro ženy lepší, když za volant vůbec nesednou.

Nepřinesou bezpečnostní pásy nastávajícím maminkám při nehodě více škody než užitku? Mnoho lidí si myslí, že ano. Odborníci ale mají jasno: pokud jede těhotná žena v autě, měla by se vždy připoutat - je to bezpečnější pro ni i pro její dítě.

Obava, že při havárii může bezpečnostní pás ublížit nenarozenému dítěti je důvodem, proč se mnohé gravidní ženy v autě nepoutají. Odborníci ovšem zdůrazňují, že tlak pásu sice může na dítě krátkodobě působit, ale při správném použití je poškození plodu minimální. Pás v případě dopravní nehody chrání matku i dítě.

Těhotné ženy, ať už řidičky či spolujezdkyně by měly pásy používat vždy (na předních i zadních sedadlech), protože velkým rizikem jsou i nárazy v nízkých rychlostech, například při jízdě ve městě.

Pokud je budoucí matka špatně připoutána, může dojít k odloučení placenty (abrupce). Podle odborníků je v případě těžších havárií 10% riziko úmrtí špatně nebo vůbec nepřipoutané ženy a až 100% pravděpodobnost nitroděložní smrti plodu.

Jak se má správně připoutat těhotná žena?

Spodní popruh bezpečnostního pásu musí probíhat co nehlouběji pod břichem. Šikmo nahoru vedoucí popruh musí směřovat stranou vedle břicha a procházet mezi prsy. Spodní část pásu nikdy nesmí přecházet přes břicho maminky. V takovém případě by totiž mohlo při nárazu dojít k poškození plodu. Upnutí musí být pohodlné, ani příliš těsné, ani příliš volné. Pás nesmí sklouznout z ramene.

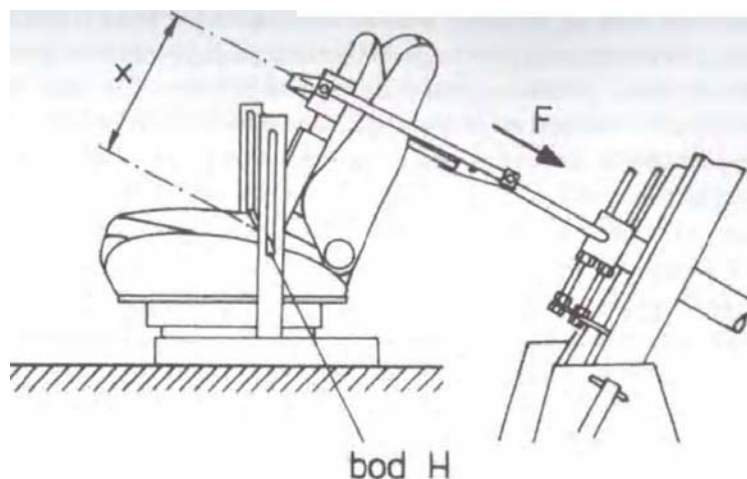
Je-li je v autě airbag, sedadlo by mělo být posunuté co nejvíce dozadu. Mezi břichem a volantem je nutné mít co nejvíce prostoru (ale zase ne na úkor toho, že žena bude sedět nepohodlně, nedosáhne na pedály nebo z auta neuvidí). Ženy ve vysokém stupni těhotenství by raději neměly řídit vůbec.“[6]

## 2.4 ZKOUŠKY

### 2.4.1 Zkoušky pevnosti opěradla a jeho zajišťovacích systémů

„Na horní část rámu opěradla sedadla se působí prostřednictvím elementu simulujícího zádovou část zařízení 3DH podélnou silou směřující dozadu a vyvozuje moment 530 Nm k H-bodu.“ [2]

„Předpis EHK-R 17 se týká pevnosti sedadel a jejich upevnění do podlahy (obr.3.8). Mechanismus pro úhlové nastavení opěradla se kontroluje pomocí zkušební figuríny zatěžovacím momentem 530 Nm vůči H - bodu. Dalšími statickými zkouškami se kontroluje seřizování a blokovací mechanismus sedadla v podélném směru, jakož i pevnost kostry vlastního sedadla, která se zatěžuje v těžišti kompletního sedadla dvacetinásobkem jeho tíhy. Tyto zkoušky sedadel se doplňují výpočtem, který kontroluje seřizovací a blokovací zařízení proti samovolnému odjištění při působení přetížení 20 g.“ [2]

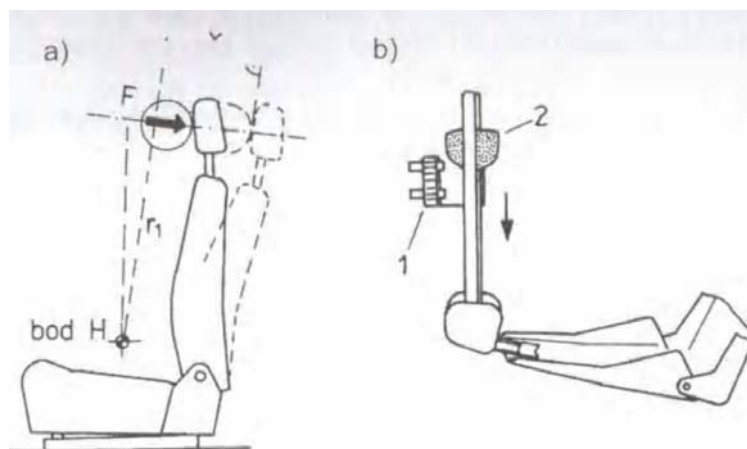


Obr.3.8 Stav pro zkoušky sedadel podle Předpisu EHK - R17. [2]

### 2.4.2 Zkouška pevnosti opěrky hlavy

„Předpis EHK-R 25, který stanoví podmínky pro pevnost a geometrii opěrek hlavy, úzce souvisí se zkouškou sedadel. Tento předpis se vztahuje na všechny opěrky, ať jsou trvalou součástí sedadel nebo odnímatelné. Kontrolují se rozměry a umístění opěrky ve vztahu k H-bodu (obr.3.9). Provádí se statická zkouška, kdy na opěrku působí přes kulovou hlavici přípravku moment 374Nm k bodu H. Deformace při tomto zatížení nesmí překročit 102mm. Zatížení se zvětšuje až do síly 885N, přičemž nesmí dojít k poruše opěrky. Dále se kontroluje pohlcování nárazové energie: kulová hlavice kyvadla, nebo jiného zařízení, udeří do opěrky

v dosedací ploše rychlostí 24,1km/h a měří se průběh zpoždění na kulové hlavici, která opět nesmí přesáhnout hodnotu 80g po dobu 3ms.“ [2]



Obr.3.9 Zkoušky hlavových opěrek podle Předpisu EHK - R25: a, statická zkouška; b, dynamická zkouška: 1- světelné závory; 2 - zkušební hlavice se snímačem zrychlení. [2]

### **2.4.3 Zkouška pevnosti ukotvení sedadla a jeho seřizovacích, zajišťovacích a představovacích systémů.**

„Na celou karoserii vozidla se působí podélným horizontálním zpožděním, nebo podle volby žadatele zrychlením, o hodnotě nejméně 20g po dobu 30ms směrem představujícím čelní náraz. Podélným zpožděním, nebo podle volby žadatele zrychlením, se působí směrem představujícím náraz zezadu.“[3]

„Také je možné tento test na žádost výrobce nahradit bariérovou zkouškou s kompletním vozidlem o provozní hmotnosti. Nárazem do tuhé bariéry.“[3]

Neméně důležité jsou kontrolní zkoušky pohlcování energie opěradla sedadla a opěrky hlavy. Které jsou přiblíženy ve výše uvedených citacích. Jejich konkrétní znění ale není nikterak podstatné pro tuto práci. Polstrování sedáku, opěry zad a opěrky hlavy bude dodáno, proto není předmětem této práce.

### **2.4.4 Všeobecné požadavky na zkoušky kotevních úchytů bezpečnostních pásů.**

„Všechny kotevní úchyty téže skupiny sedadel se musí zkoušet současně. Avšak pokud je riziko, že nesouměrné zatížení sedadel a/nebo kotevních úchytů může vést k poruchám,



vykoná se doplňková zkouška s nesouměrným zatížením. Tažnou silou se působí ve směru odpovídajícím místu k sedění v úhlu  $10^{\circ} \pm 5^{\circ}$  nad horizontálou a v rovině rovnoběžné s podélnou střední rovinou vozidla. Působí se předpětím 10% s tolerancí  $\pm 30\%$  požadovaného zatížení; zatížení se zvyšuje až na 100% odpovídajícího požadovaného zatížení. Plného zatížení se musí dosáhnout co možná nejrychleji, v čase maximálně do 60 sekund. Výrobce může však žádat, aby požadované zatížení bylo dosaženo do 4 sekund. Kotevní místa bezpečnostních pásů musí odolávat předepsanému zatížení nejméně 0,2 sekundy.“[4]

Ukotvení pásů sedadel, jež mají horní kotevní úchyty, se zkouší za těchto podmínek:

#### 1. Přední krajní sedadla:

Kotevní úchyty se podrobí předepsané zkoušce, při níž se zatížení přenáší na kotevní úchyty zařízením napodobujícím geometrii tříbodového pásu, vybaveného navíječem s průvlakem nebo vedením popruhu u horního kotevního úchyty. Navíc, pokud počet kotevních úchyťů je vyšší než stanovený počet, musí být tyto kotevní úchyty podrobeny takové zkoušce, kde budou zatížení přenesena na kotevní úchyty pomocí zařízení reprezentujícího geometrii typu bezpečnostního pásu, který k nim má být připojen.

V případě, že navíječ není připevněn k vyžadovanému krajnímu dolnímu kotevnímu úchyty nebo je připevněn k hornímu kotevnímu úchyty, musí se dolní kotevní úchyty rovněž podrobit zkoušce.

Ve výše uvedeném případě se mohou zkoušky na žádost výrobce provést na dvou různých nosných konstrukcích.

#### 2. Zadní krajní sedadla a všechna prostřední sedadla:

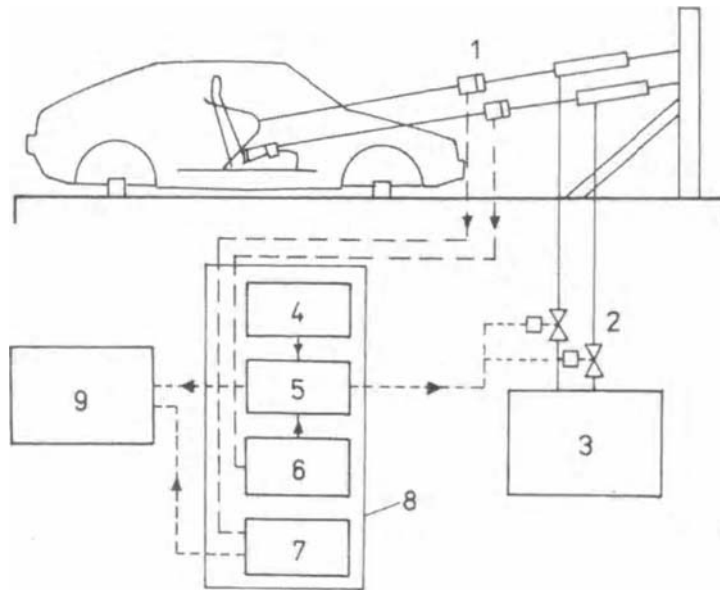
Kotevní úchyty se podrobí zkoušce, při níž se zatížení na ně přenáší zařízením napodobujícím geometrii tříbodového bezpečnostního pásu bez navíječe, a zkoušce, při níž je zatížení na oba dolní kotevní úchyty přenášeno zařízením napodobujícím geometrii břišního pásu. Obě zkoušky se na žádost výrobce mohou provádět na dvou různých nosných konstrukcích.

„Dodá-li výrobce vozidlo s bezpečnostními pásy, příslušné úchyty se mohou na žádost výrobce podrobit pouze zkoušce, při které je zatížení na tyto úchyty přenášeno zařízením reprezentujícím geometrii typu bezpečnostních pásů upevněných k těmto úchyťům.“[4]

„Dle předpisu se může použít i jiná zkušební metoda, než která je výše uvedena, musí se však prokázat její rovnocennost.“[4]

„Zkouška v sestavě tříbodového pásu s navíječem a s vodicím válečkem nebo vodičkem popruhu u horního kotevního úchyty. Vodicí váleček nebo vodičko popruhu potřebné k přenosu sil z tažného zařízení nebo vodicí váleček nebo vodičko dodané výrobcem se namontují k hornímu kotevnímu úchyty. Na napínací přípravek připojený ke kotevním úchyty téhož pásu se působí zkušební silou  $13500 \text{ N} \pm 200 \text{ N}$  pomocí přípravku napodobujícího geometrii popruhu ramenního pásu. U vozidel kategorií jiných než M1 a N1 musí být zkušební síla  $6750 \text{ N} \pm 200 \text{ N}$ , s výjimkou pro vozidla kategorie M3 a N3, kde zkušební síla musí být  $4500 \text{ N} \pm 200 \text{ N}$ . Současně se tažnou silou  $13500 \text{ N} \pm 200 \text{ N}$  působí na napínací přípravek připojený k dolním kotevním úchyty. U vozidel jiných kategorií než M1 a N1 musí být zkušební síla  $6750 \text{ N} \pm 200 \text{ N}$ , s výjimkou pro vozidla kategorie M3 a N3, kde zkušební síla musí být  $4500 \text{ N} \pm 200 \text{ N}$ .“[4]

Předpis EHK - R 14 stanoví podmínky pro kontrolu zakotvení bezpečnostních pásů (obr.3.10). Podle tohoto předpisu se kontroluje umístění a pevnost kotevních míst a jsou v něm uvedeny podmínky pro zkušební zařízení. Tažná síla musí působit pod úhlem  $10 \pm 5$  nad vodorovnou rovinou a zkušební zatížení musí být dosaženo v nejkratším možném čase. Zakotvení bezpečnostních pásů musí odolávat uvedenému zatížení nejméně po dobu 0,2s. Při zkoušce musí být sedadla umístěna v nejzadnější poloze a všechna kotevní místa stejné skupiny sedadel se musí zkoušet současně. Pásky se zatěžují prostřednictvím figuríny, kterou předpis rovněž stanoví. Dvoubodový břišní pás se zakotvením na podlaze se zatěžuje silou  $22,3 \pm 0,2 \text{ kN}$ . Tříbodový pás s dvěma kotevními místy na podlaze a jedním bočním se zkouší zatížením  $13,5 \pm 0,2 \text{ kN}$  na každou větev pásu, tj. břišní i ramenní. Při doplňkové zkoušce se zatěžuje diagonální hrudní pás silou  $22,5 \pm 0,2 \text{ kN}$ .“ [2]



Obr.3.10 Schéma zkušebního stavu pro kontrolu zakotvení bezpečnostních pásů podle Předpisu EHK - R14: 1-snímače sil, 2-servoventilů, 3-hydraulický zdroj, 4-funkční generátor, 5-zesilovač regulační, 6, 7-měřicí zesilovače, 8-elektronické zařízení, 9-zapisovač. [2]

#### 2.4.5 Zkouška kotevních úchytů umístěných zcela na nosné konstrukci sedadla nebo umístěných rozděleně na nosnou konstrukci vozidla a na nosnou konstrukci sedadla.

„Podle způsobu uspořádání se provede některá z předepsaných zkoušek uvedených výše, přičemž se síla u každého sedadla a u každé skupiny sedadel zvýší o níže uvedenou doplňkovou sílu. Síly již uvedené v předchozích odstavcích se zvýší o doplňkovou sílu, která se rovná dvacetinásobku hmotnosti úplného sedadla. Setrvačná síla působí na sedadlo, nebo na důležité části sedadla a koresponduje s fyzikálním účinkem hmotnosti uvedeného sedadla na upevnění sedadla. Doplňkovou sílu nebo síly a jejich rozložení stanoví výrobce se souhlasem technické zkušebny.“[4]

„U vozidel kategorie M2 a N. se tato síla rovná desetinasobku hmotnosti úplného sedadla; pro vozidla kategorie M3 a N3 se rovná 6,6násobku hmotnosti úplného sedadla.“[4]

## **2.4.6 Kontrola kotevních úchytů bezpečnostních pásů v průběhu a po statických zkouškách**

„Všechny kotevní úchyty musí obstát v předepsané zkoušce. Trvalé deformace, včetně místních trhlin nebo lomů, kteréhokoli kotevního úchytu nebo jeho okolí nepředstavují poruchu, pokud se požadovaná síla udrží po určenou dobu.

Během zkoušky se měří maximální posuv horního kotevního úchytu. Když deformace horního kotevního úchytu přesáhne předepsanou mez, výrobce musí prokázat k uspokojení technické zkušebny, že pro osoby ve vozidle tato deformace nepředstavuje žádné nebezpečí. Na příklad se může vykonat zkušební postup dle předpisu č. 94, nebo zkouška na nárazových saních s odpovídajícím rázem, aby se prokázal dostatečný prostor pro přežití.

Ve vozidlech, v nichž jsou zařízení k posuvu a blokování sedadel, která umožňují osobám na všech sedadlech opustit vozidlo, musí tato zařízení fungovat za ručního ovládní po tom, co se přestalo působit tažnou silou.

Po zkoušce se musí zaznamenat každé poškození kotevních úchytů a konstrukce, která zachycuje síly při zkouškách.“ [4]

## **3 Návrh a modelace konstrukce**

### **3.1 Postup stanovení H bodu a skutečného úhlu trupu pro místa k sedění v motorových vozidlech**

„Tento postup se používá ke stanovení polohy H-bodu a skutečného úhlu trupu pro jedno nebo několik míst k sedění v motorovém vozidle a k ověření vztahu mezi změřenými údaji a konstrukčními hodnotami udanými výrobcem.“[3]

### **3.2 Postup stanovení H bodu a skutečného úhlu trupu**

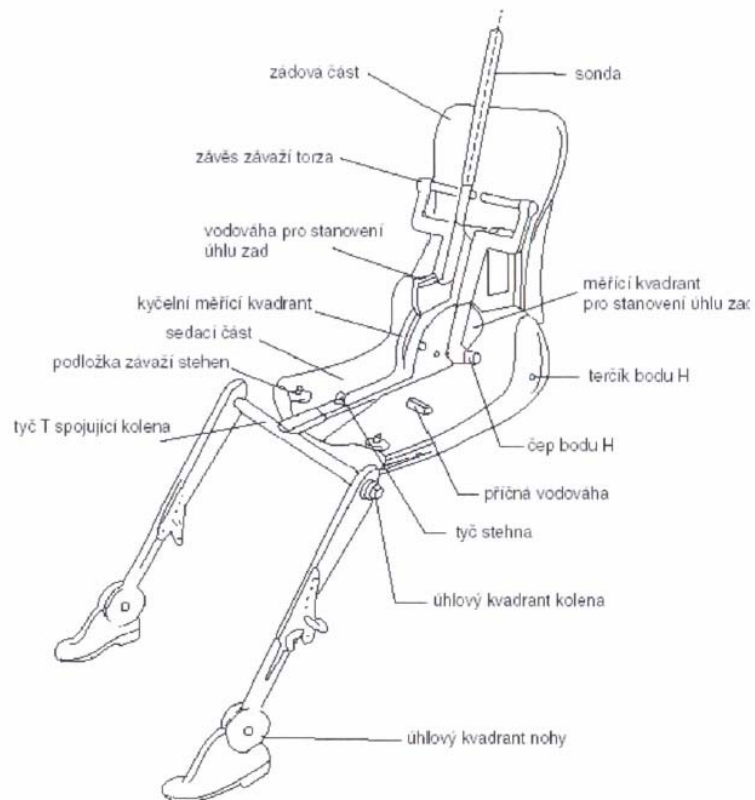
„Vozidlo se podle uvážení výrobce stabilizuje při teplotě  $(20 \pm 10)$  C, aby bylo zajištěno, že materiál sedadla dosáhl teploty místnosti. Jestliže zkoušené sedadlo dosud nebylo použito k sedění, posadí se na sedadlo osoba hmotnosti 70kg až 80kg nebo zkušební zařízení dvakrát po dobu jedné minuty, aby se prohnul sedák a opěradlo. Požaduje-li to výrobce, zůstanou úplné sestavy sedadel před instalací zařízení 3DH nezatíženy po dobu nejméně 30minut. Vozidlo se umístí do měřicí polohy. Oblast místa k sedění, která přijde do styku se zařízením 3DH, se pokryje bavlněnou tkaninou dostatečné velikosti a vhodné struktury, která je popsána jako prostá bavlněná tkanina nebo úpletová či netkaná textilie obdobných vlastností. Pokud se zkouška provádí na sedadle mimo vozidlo, musí mít podlaha, ke které je sedadlo upevněno, tytéž základní vlastnosti jako podlaha vozidla, ve kterém má být sedadlo použito. Sestava sedací a trupové části zařízení 3DH se umístí tak, aby se střední rovina sedící osoby C/LO shodovala se střední rovinou zařízení 3DH. Na žádost výrobce může být zařízení 3DH posunuto směrem dovnitř vozidla vzhledem k C/LO, pokud by natolik vyčnívalo, že by okraj sedadla neumožňoval jeho vodorovné vyrovnání. Ke skořepině sedací části se připevní sestavy dolních končetin (chodidla a bérce) buď jednotlivě, nebo s použitím tyče T a sestavy dolních končetin. Přímka procházející zaměřovači H-bodu musí být rovnoběžná se základnou a kolmá ke střední podélné rovině sedadla. U zadních nebo pomocných sedadel se bérce umístí podle určení výrobce. Jestliže chodidla spočívají na částech podlahy v různé úrovni, slouží chodidlo, které nejdříve přijde do styku s předním sedadlem, jako vztažné, a druhé chodidlo se nastaví tak, aby se libela udávající příčnou orientaci sedací části zařízení 3DH ustálila ve vodorovné poloze. Nasadí se závaží bérců a stehy a zařízení 3DH se vyrovná do vodorovné polohy. Skořepina zádové části se sklopí dopředu k přednímu dorazu a zařízení 3DH se pomocí tyče odtáhne od opěradla sedadla. Zařízení 3DH se znovu usadí do polohy na sedadle. Změří se souřadnice

H-bodu vzhledem k trojrozměrnému vztažnému systému. Na úhломěrné stupnici úhlu zad zařízení 3DH při tyči trupu v krajní zadní poloze se zjistí skutečný úhel trupu. Je-li třeba zařízení 3DH znovu usadit, ponechá se sestava sedadla před novým usazením po dobu nejméně 30 minut bez zatížení. Zařízení 3DH nemá být na sestavě sedadla ponecháno v zatíženém stavu déle, než vyžaduje provedení zkoušky. Je-li možné považovat sedadla v téže řadě za podobná (u levicového sedadla, shodných sedadel apod.), stanoví se pro každou řadu sedadel pouze jeden H-bod a jeden skutečný úhel trupu.“[3]

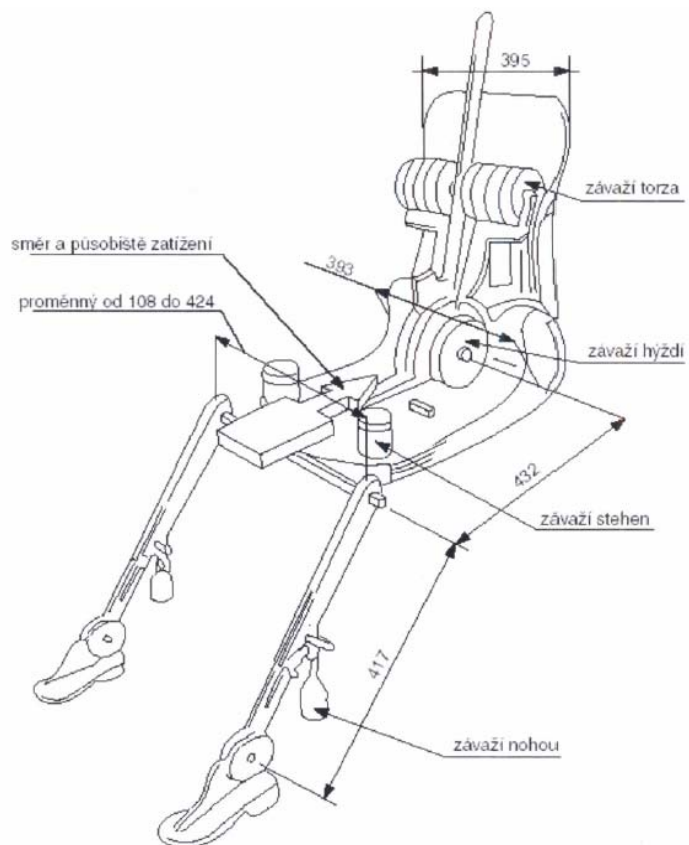
### **3.3 Popis trojrozměrného zařízení pro stanovení H bodu (ZAŘÍZENÍ 3DH)**

„Skořepiny zádové a sedací části jsou vyrobeny z plastu a kovu. Mají za úkol, napodobovat lidský trup. Ten je se stehny otočně spojen v H-bodu. K tyči trupu otočné v H-bodu je připevněna úhломěrná stupnice pro měření skutečného úhlu trupu. Osu stehen určuje seřiditelná stehenní tyč připevněná ke skořepině sedací části. Slouží také jako základní přímka pro úhломěrnou stupnici kyčelního úhlu.

„Dolní části končetin jsou připojeny tyčí T spojující kolena k sestavě skořepiny sedací části. V dolní části končetin jsou zabudovány stupnice pro měření kolenních úhlů. Sestavy bot a chodidel jsou kalibrovány pro měření úhlu chodidla. K prostorové orientaci zařízení slouží dvě libely. V těžišti jednotlivých prvků těla jsou umístěna závaží, kterými se vyvolává průhyb sedadla odpovídající muži o hmotnosti 76kg. Veškeré spoje zařízení 3DH se musí neustále kontrolovat, jestli jsou volně pohyblivé bez znatelného tření.“[3]



Obr.4.1 Označení částí zařízení 3DH.[3]



Obr.4.2 Rozměry částí zařízení 3DH a rozložení zatížení.[3]

### 3.4 Trojrozměrný vztahový systém

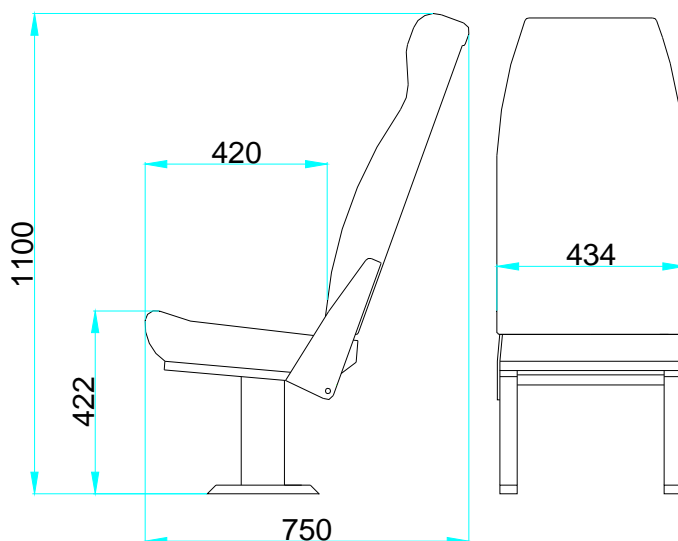
„Je definován třemi pravoúhlými rovinami určenými výrobcem vozidla. Měřicí polohy vozidla se dosáhne jeho postavením na nosnou plochu tak, aby souřadnice výchozích vztahových značek odpovídaly hodnotám určeným výrobcem. Souřadnice R-bodu a H-bodu se stanovují ve vztahu k výchozím vztahovým značkám určeným výrobcem vozidla.“[3]

### 3.5 Rozměry sedadla a jednotlivých částí

Pro navrhované sedadlo bylo použito hlavně poznatků z předchozí výroby. Jelikož se firma FOSAN pohybuje již řadu let v této problematice, jsou tyto zkušenosti značné.

Rozměry sedadla se hledaly s přihlédnutím k výše uvedeným bodům. Rozměry byly předběžně odhadnuty a následně se dále upravovaly, vzhledem k jednotlivým požadavkům. Nebylo vždy jednoduché vycházet přímo z výše uvedených požadavků, proto byla práce usnadněna porovnáním navržených rozměrů s již vyráběnými sedadly v různých dopravních prostředcích jako jsou autobusy apod.

Předpokládané výsledné rozměry jsou znázorněny na obr.4.3. Tyto rozměry odpovídají požadavkům uvedeným v předpisech. Také je zde přihlédnuto k možnostem ukotvení sedadla ve vozidle.



Obr.4.3 Návrh rozměrů sedadla.



## 4 Výpočet konstrukce

Všechny výpočty jsou prováděny tak, aby se výsledkem co nejvíce přiblížily pevnostním zkouškám. Veškeré podstatné body zkoušek pro tento typ sedadla jsou uvedeny v kapitole 2.4. Při homologaci se zkoušky musí provádět na předepsaných zkušebnách a dle daného průběhu. Proto se výpočty snaží napodobit tyto zkoušky, aby sedadlo plně vyhovělo homologačním zkouškám. V opačném případě by se konstrukce sedadla musela upravovat a následně opakovat i homologační zkoušky s upravenou konstrukcí sedadla.

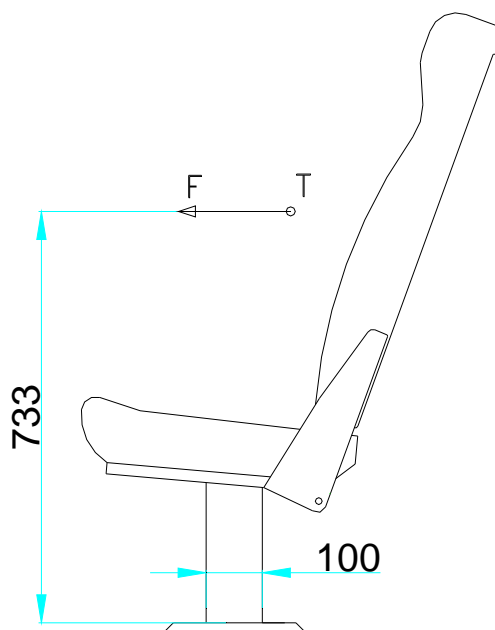
Předpisy uvádí různá zatížení pro několik požadovaných zkoušek. Toto zatížení musí sedadlo vydržet za určených podmínek a s požadovaným výsledkem. U pevnostních zkoušek konstrukce je výsledek dostačující v případě, že se konstrukce nedeformuje tak, aby ohrozila cestující nebo náklad vozidla. Dále musí alespoň jednou fungovat zajišťovací systémy a další zařízení umožňující nebo usnadňující opuštění sedadla a vozidla. Sedadlo po zkoušce nesmí zapříčinit znemožnění nebo omezení funkce dalších součástí, které nejsou přímo částí konstrukce sedadla, potřebných k bezpečnému opuštění vozidla.

Z těchto požadavků vyplývá, že je zde povolena deformace. Ta ale musí být minimální s ohledem na bezpečnost cestujícího sedícího nejen na tomto sedadle.

Proto při následujících výpočtech není uvažována bezpečnost pro různá zatížení. Důvod je ten, že bezpečnost je plně obsažena ve zkouškách uvedených v kapitole 2.4, které jsou stěžejní pro udělení homologace. Výsledky budou porovnány s pevností použitých materiálů tak, aby nedošlo k zborcení celé nebo některé z částí konstrukce. Tím bude zároveň dosaženo co nejnižší hmotnosti sedadla při požadované pevnosti.

#### 4.1 Kontrola nohou sedadla (stojen) na ohyb.

Jak je již uvedeno v kapitole 2.4.3, tento požadavek na sedadlo spočívá v tom, že sedadlo musí vydržet zatížení o velikosti dvacetinásobku své vlastní hmotnosti. Zatěžující síla o velikosti  $F = 20 \cdot g \cdot m$  působí v těžišti směrem dopředu (simulující čelní náraz). Působíště a smysl sil je znázorněn na obr.5.1.



Obr.5.1 Poloha těžiště a působíště síly (hodnoty jsou uvedeny v mm)

Výpočet zatěžující síly:

$$m=24\text{kg}, g=9,80665$$

$$F = 20 \cdot g \cdot m = 20 \cdot 9,80665 \cdot 24 = \underline{4707,192\text{N}}$$

Výpočet provedeme jen pro jednu nohu sedadla (stojnu).

$$M = \frac{F}{2} \cdot L = \frac{4707,192}{2} \cdot 733 = 1725185,868\text{Nmm}$$

Další vstupní údaje:

Noha (stojna) je vyrobena z ocelového uzavřeného profilu (jäcklu) o rozměrech 100x40x5.

Materiál dle ČSN 11 375 (dle EN 10219\_1:42 1052). [5]

Průřezový modul v ohybu (dáno výrobcem)[8]:

$$W = 36090 \text{ mm}^3$$

Výpočet ohybového napětí:

$$\underline{\underline{\sigma_o}} = \frac{M}{W} = \frac{1725185,868}{36090} = \underline{\underline{47,8 \text{ MPa}}}$$

Vlastnosti materiálu (dáno výrobcem):

Mez kluzu:  $R_e = 250 \text{ MPa}$

Mez pevnosti:  $R_m = 440 \text{ MPa}$

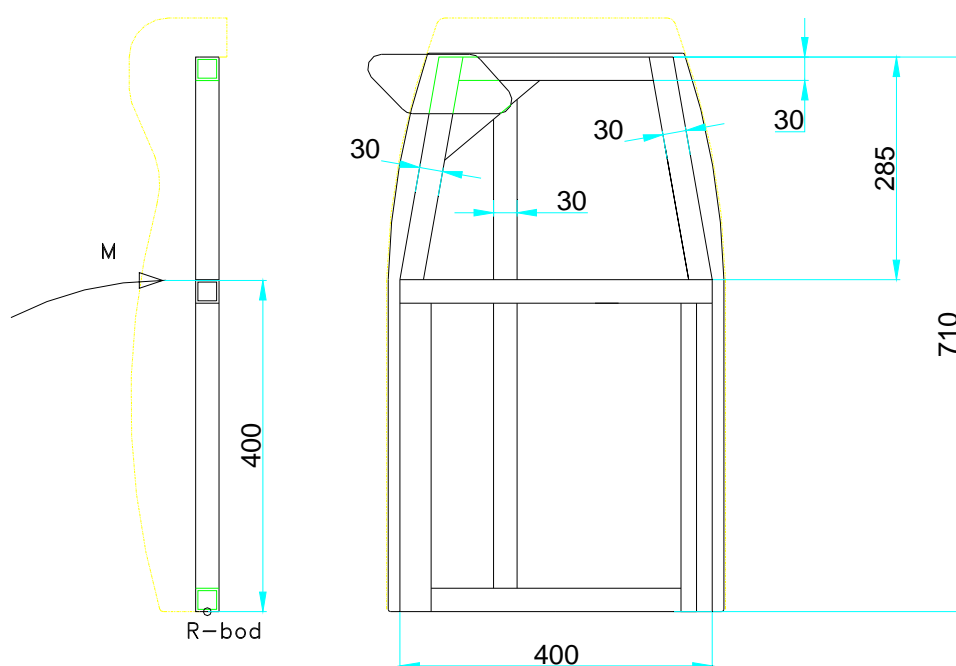
$$\underline{\underline{\sigma_o}} < R_e$$

Konstrukce nohy sedadla (stojny) plně vyhovuje požadovanému zatížení.

## 4.2 Kontrola opěry zad

Opěra zad musí obstát při zatěžovací zkoušce, která je upřesněna v kapitole 2.4.1. Opěra bude zatížena momentem  $M= 530\text{Nm}$  k R-bodu dle zkoušky. Tento moment bude u zkoušky vyvozen pomocí zádové části zkušební figuríny na opěru kompletního sedadla směrem dozadu.

Pro tento výpočet bude uvažován pouze příslušný moment, kterým bude zatížena navrhovaná konstrukce zádové opěry. Rozměry a působení sil jsou uvedeny na obr.5.2.1.



Obr.5.2.1 Konstrukce a zatížení opěry zad (hodnoty jsou v mm).

Opěra zad je sestavena z uzavřených ocelových profilů (dále jen jáckly).

Materiál jácklů je dle ČSN 11 375 (dle EN 10219\_1:42 1052) [8].

Jednotlivé namáhané profily jsou různých průřezu (moduly průřezu dány výrobcem) [8]:

Nosník 1: 40x30x3  $W = 3770\text{mm}^3$

Nosník 2: 30x30x3  $W = 2960\text{mm}^3$

Nosník 3,4: 20x30x3  $W = 2150\text{mm}^3$

Celkový průřezový modul v ohybu  $W_c = 3770 + 2960 + 2150 + 2150 = 11030\text{mm}^3$

Zatěžující moment dán zkouškou:  $M = 530\text{Nm} = 530000\text{Nmm}$

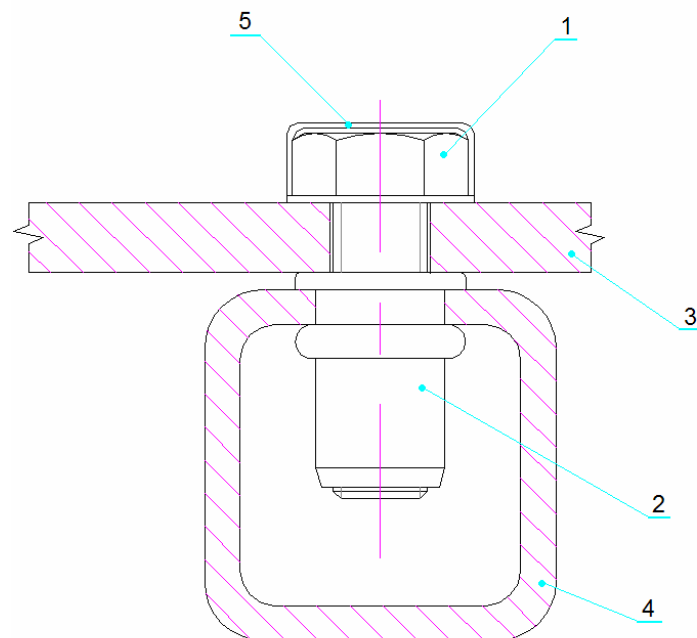
Výpočet napětí v konstrukci:

$$\underline{\underline{\sigma_o}} = \frac{M}{W_c} = \frac{530000}{11030} = \underline{\underline{48,05\text{MPa}}}$$

Mez kluzu v tahu pro tento materiál:  $R_e = 250\text{MPa}$

Konstrukce zádové opěry plně vyhovuje požadovanému zatížení.

Opěra je upevněna pomocí osmi šroubů M8X50 ČSN 02 1103.57 – PEVNOSTNÍ 8G, (čtyři na každé straně) a stejného počtu maticových závitových vložek M8 [5].

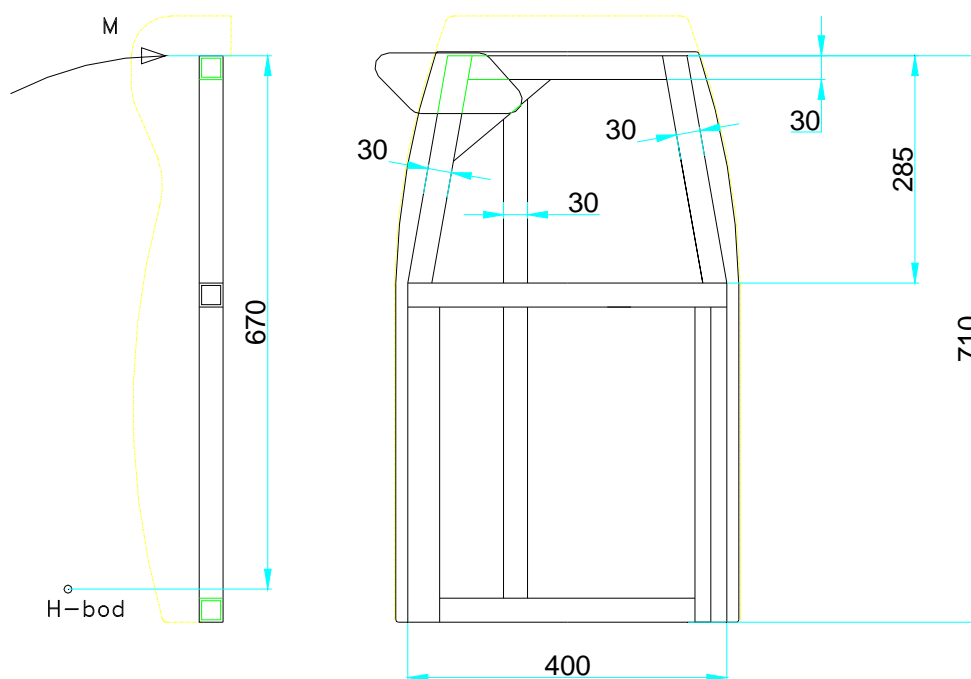


Obr.5.2.2 Náčrtek šroubového spojení (1- šroub M8x50 pevnostní řady G8; 2-závitová vložka M8; 3-držák opěry zad; 4-konstrukce opěry; 5-plastová krytka hlavy šroubu).

### 4.3 Kontrola opěrky hlavy

Opěrka hlavy je v tomto případě pevnou součástí opěry zad. Také musí obstát při zatěžovací zkoušce, kdy na opěrku působí přes kulovou hlavici přípravku moment 374 Nm k bodu H. Deformace při tomto zatížení nesmí překročit 102 mm. Zatížení se zvětšuje až do síly 885N, přičemž nesmí dojít k poruše opěrky. Tato zkouška je přesněji uvedena v kapitole 2.4.2.

Pro tento výpočet je zatížení opěrky uvažováno tak, aby odpovídalo zkouškou požadovanému momentu 374Nm k H-bodu. Stanovení velikosti a působení síly je dle obr.5.3.



Obr.5.3 Konstrukce opěrky hlavy (hodnoty jsou uvedeny v mm).

Konstrukce opěrky:

Opěrka hlavy je sestavena z jácklů.

Spojení jácklů je provedeno svařením (metodou MIG).

Materiál jácklů je dle ČSN 11 375 (dle EN 10219\_1:42 1052) [8].

Namáhané jáckly jsou tři, o průřezu 30x30x3.

Modul průřezu dán výrobcem jácklu  $W = 2960\text{mm}^3$  [8]

Celkový průřezový modul v ohybu  $W_c = 3 \cdot 2960 = 8880\text{mm}^3$

Vstupní hodnoty:

$M_1 = 374\text{Nm} = 374000\text{Nmm}$

$L_1 = 670\text{mm} = 0,67\text{m}$

$L_2 = 285\text{mm} = 0,285\text{m}$

Moment zatěžující opěrku hlavy na rameně 285mm.

$$M_2 = \frac{M_1}{L_1} \cdot L_2 = \frac{374}{0,67} \cdot 0,285 = \underline{\underline{159,09\text{Nm}}}$$

Výpočet napětí v konstrukci:

$$\underline{\underline{\sigma_o}} = \frac{M_2}{W_c} = \frac{159090}{8880} = \underline{\underline{17,92\text{MPa}}}$$

Mez kluzu v tahu pro tento materiál:  $R_e = 250\text{MPa}$  .[5]

Konstrukce zádové opěrky plně vyhovuje požadovanému zatížení.

Dalším testem je zatížení opěrky silou  $F = 885\text{N}$ .

Moment vyvolaný touto silou:

$$\underline{\underline{M_o}} = F \cdot L_2 = 885 \cdot 285 = \underline{\underline{252225\text{Nm}}}$$

Výpočet napětí v konstrukci:

$$\underline{\underline{\sigma_o}} = \frac{M_o}{W_c} = \frac{252225}{8880} = \underline{\underline{28,4\text{MPa}}}$$

Mez kluzu v tahu pro tento materiál:  $R_e = 250\text{MPa}$  .[5]

Konstrukce zádové opěrky plně vyhovuje požadovanému zatížení.

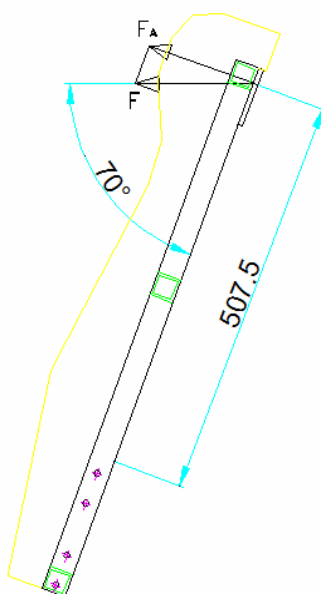
#### 4.4 Pevnostní kontrola ukotvení třibodového bezpečnostního pásu

Z hlediska konstrukčního řešení tohoto sedadla se provádí pouze kontrola kotevních míst bezpečnostních pásů. Kontrola pevnosti a správnosti funkce bezpečnostních pásů je záležitostí výrobce použitého zádržného systému.

Z důvodů umístění kotevních míst třibodového bezpečnostního pásu přímo na vlastní konstrukci sedadla, musí být tato konstrukce dostatečně pevná, aby vyhověla všem požadovaným zkouškám. Zkoušky kotevních míst se provádí na kompletním sedadle a zatížení působí přímo na popruhy bezpečnostního pásu. Aby při homologační zkoušce konstrukce splnila požadavky, musí se výpočty těmto zkouškám co možná nejvíce přiblížit.

Pro tento výpočet jsou zatěžované body místa pro připevnění kotevních úchytů. Směr působení zatěžujících sil byl zvolen tak, aby odpovídal co nejvíce nepříznivému zatížení při homologační zkoušce, ale i v provozu. Zkouška uvedená v kapitole 2.4.4 požaduje, aby po zatížení každého popruhu bezpečnostního pásu silou 13,5kN nevznikly žádné deformace, které by ohrozily nebo omezily cestující, nebo převážený náklad. Vzniklé deformace nesmí bránit, ani znesnadňovat cestujícím opuštění vozidla. V případě umístění kotevních úchytů na vlastní konstrukci sedadla se k stávající zatěžující síle musí přičíst „doplňková síla“.

Doplňková síla:  $F_D = 20 \cdot g \cdot m = 20 \cdot 9,80665 \cdot 24 = 4707,192N$ . Její směr a působíště zvolí výrobce se souhlasem zkušebny.



Obr.5.4.1 Zatížení horního kotevního úchytu (hodnoty v mm).



Síla působící v horním kotevním úchytu:

Působí zde polovina síly zatěžující diagonální hrudní popruh bezpečnostního pásu.

$$F_A = \frac{F}{2} = \frac{13500}{2} = 6750N$$

Na ohyb konstrukce opěry bude působit jen jedna její složka.

$$F_A = F \cdot \sin 70^\circ = 6750 \cdot \sin 70^\circ = 6342,925N$$

Moment působící v místě ukotvení opěry k sedadlu:

$$M_A = F \cdot 507,5 = 6342,925 \cdot 507,5 = 3219034Nmm$$

Modul průřezu (dán výrobcem) [8]:

$$\text{Nosník 1: } 40 \times 30 \times 3 \quad W = 3770mm^3$$

$$\text{Nosník 2: } 30 \times 30 \times 3 \quad W = 2960mm^3$$

$$\text{Nosník 3,4: } 20 \times 30 \times 3 \quad W = 2150mm^3$$

$$\text{Celkový průřezový modul v ohybu } W_c = 3770 + 2960 + 2150 + 2150 = 11030mm^3$$

Výpočet napětí:

$$\underline{\underline{\sigma_{oA}}} = \frac{M_A}{W_c} = \frac{3219034}{11030} = \underline{\underline{291,844MPa}}$$

Mez kluzu pro tento materiál:  $R_e = 250MPa$ . [5]

Mez pevnosti pro tento materiál:  $R_m = 440MPa$ . [5]

Konstrukce vyhovuje požadovanému zatížení.

Předpoklad: Vzniklá plastická deformace bude splňovat požadavky uvedené v podkapitole 2.4.6. Opěra bude dále vyztužena překližkou o tloušťce 8mm, která ještě zvýší její celkovou pevnost konstrukce.

Síla působící v dolních kotevních úchytech:

Na obr.5.4.3 jsou znázorněné osově složky působících sil. Tímto výpočtem byly kontrolovány stojny na ohyb, proto bylo počítáno i se silou  $F = 6750N$  působícím v horním úchytu. V dolních kotevních úchytech bude působit několik následujících sil:

Působíště a směry sil zatěžující konstrukci jsou odvozeny od sil působících na jednotlivé popruhy bezpečnostního pásu při homologační zkoušce. Smysly a směry sil jsou voleny tak, aby byly co možná nejvíce nepříznivé pro konstrukci. Při skutečném testu budou tyto síly působit příznivěji.

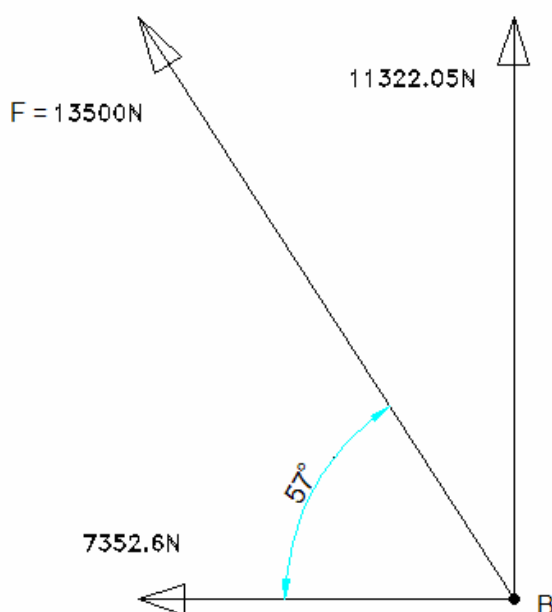
Síla 13500N daná zkouškou uvedenou v podkapitole 2.3, působící na popruh diagonálního pásu, bude pro výpočet rozdělena na poloviny, mezi horní kotevní úchyt (A dle obr.5.4.3) a dolní pravý kotevní úchyt (B dle obr 5.4.3). Směr těchto sil je uvažován v ose X.

Síla 13500N daná zkouškou, působící na dolní příčný popruh bezpečnostního pásu, bude působit pod úhlem  $57^\circ$  od kladné osy X v místě dolních kotevních úchytů (obr.5.4.2).

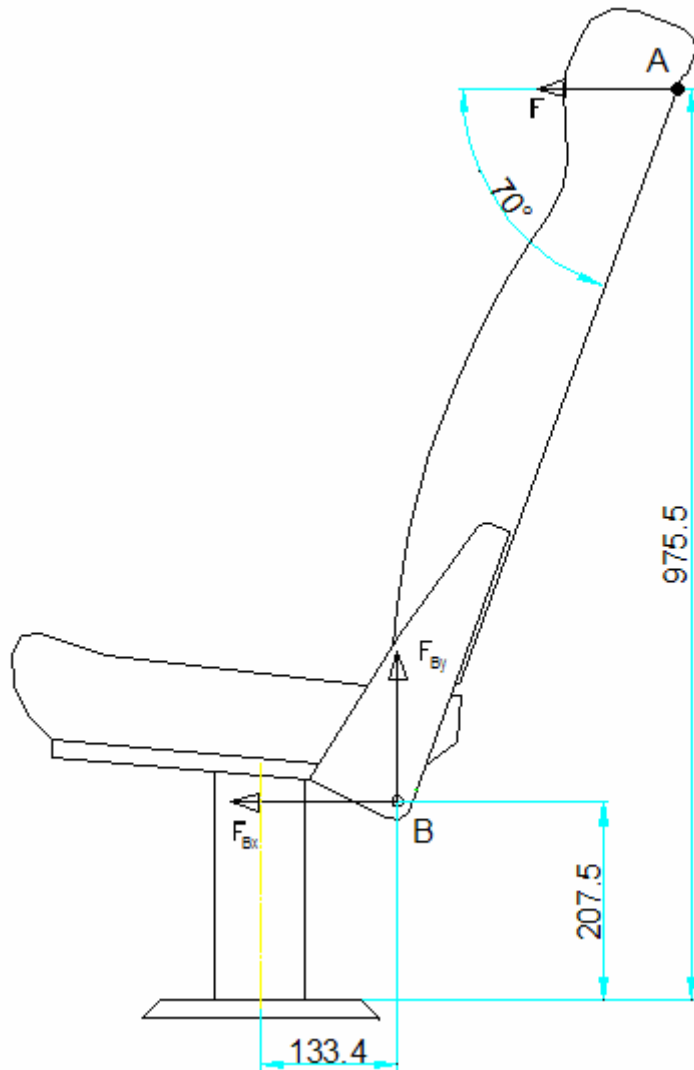
Také bude přičtena síla  $F_D$  (doplňková síla) uvedená v prvním odstavci této kapitoly.

Z těchto sil jsou následně odvozeny momenty působící na konstrukci.

V levém dolním kotevním úchytu budou působit stejné síly jako v pravém. Jen v levém úchytu nebude působit složka síly od hrudního popruhu.



Obr.5.4.2 výpočet osových složek síly od spodního příčného popruhu bezpečnostního pásu.



Obr.5.4.3 Velikosti a působišť sil (hodnoty v mm)

Pro zjednodušení výpočtu jsou složky sil promítnuty do jedné roviny. Dále je počítáno napětí jen v jedné stojně, proto jsou všechny vypočtené složky sil dělené dvěma. Předpokládaný největší moment je v místě ukotvení stojny sedadla. Zatěžující momenty jsou proto počítány k ose stojny sedadla.

Výsledné síly pro výpočet jedné stojny:

Síla  $F$  působící v bodě  $A$ , je odvozena od síly na hrudním popruhu bezp. pásu. Síly  $F_{By}$  a  $F_{Bx}$  jsou součtem sil působících na popruhy ukotvené v tomto bodě navýšené o doplňkovou sílu.

$$F = 3375N$$

$$F_{By} = 5661,025N$$

$$F_{Bx} = 9502,96N$$

Výpočet jednotlivých momentů působících na konstrukci:

$$M_A = F \cdot 975,5 = 3375 \cdot 975,5 = 3292300 \text{ Nmm}$$

$$M_{By} = F_{By} \cdot 133,4 = 5661,025 \cdot 133,4 = 755180 \text{ Nmm}$$

$$M_{Bx} = F_{Bx} \cdot 207,5 = 9502,96 \cdot 207,5 = 1971864 \text{ Nmm}$$

Celkový moment:

$$M_{celk} = M_A + M_{By} + M_{Bx} = 3292300 + 755180 + 1971864 = 6019344 \text{ Nmm}$$

Modul průřezu dán výrobcem:

$$W = 36090 \text{ mm}^3 [8]$$

Výpočet napětí v noze sedadla:

$$\underline{\underline{\sigma_o}} = \frac{M_{celk}}{W} = \frac{6019344}{36090} = \underline{\underline{166,787 \text{ MPa}}}$$

Mez kluzu:  $R_e = 250 \text{ MPa}$  . [5]

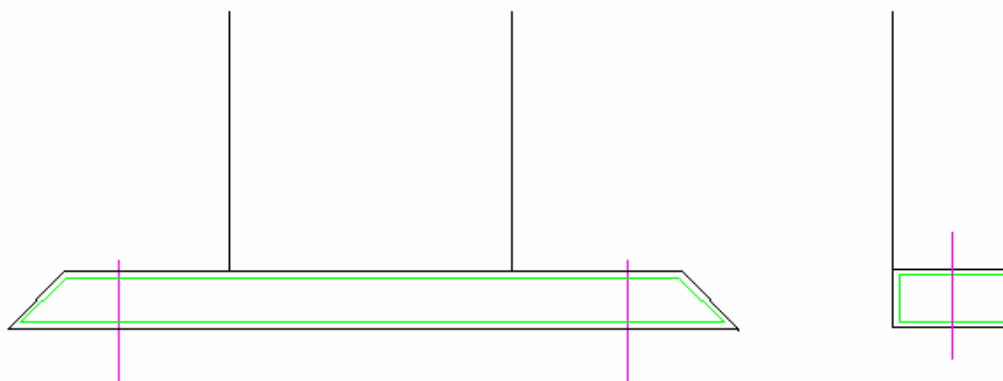
Mez pevnosti:  $R_m = 440 \text{ MPa}$  . [5]

Konstrukce nohy sedadla (stojny) **vyhovuje** požadovanému zatížení.

Předpoklad: Nevzniknou žádné plastické deformace.

#### 4.5 Ukotvení sedadla ve vozidle

Dalším bodem, který bylo třeba vyřešit bylo ukotvení sedadla k podlaze automobilu. Ukotvení musí být optimální vzhledem k variabilitě, z důvodů možného použití sedadla pro různé značky vozidel, u kterých se liší tvar prolisů podlahy a rozložení výztuh. Z důvodů pevnosti bylo také nutné zvolit dostatečně rozměrné opěrné lišty.

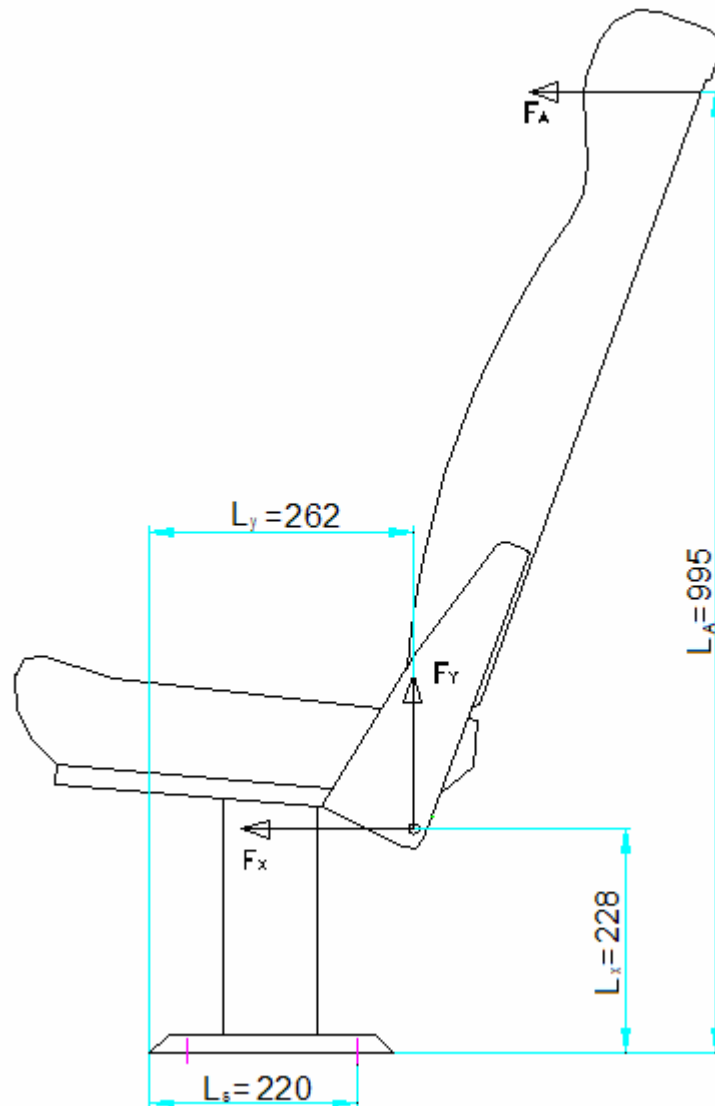


Obr.5.5.1 Stojna sedadla s vyznačenými místy ukotvení k podlaze vozidla.

Samotné ukotvení sedadla je předpokládáno čtyřmi šroubovými spoji. (na každé stojně dva) jak je uvedeno na obr.5.5.1. Rozměry šroubů budou voleny dle konkrétních výpočtů.

#### 4.5.1 Výpočet zatížení šroubu:

Na obr.5.5.2 je znázorněno působení sil při předpokládaném maximálním zatížení. Maximální zatížení je předpokládáno při zkoušce kotevních úchytů bezpečnostních pásů. Proto jsou zatěžující síly shodné s touto zkouškou.



Obr.5.5.2 Působíště a smysly zatěžujících sil (hodnoty v mm).

Vstupní hodnoty:

$$L_A = 995\text{mm}$$

$$L_y = 262\text{mm}$$

$$L_x = 228\text{mm}$$

$$L_s = 220\text{mm}$$

Výpočet zatěžujících momentů:

$$M_A = F_A \cdot L = 3375 \cdot 995 = 3358125 \text{ Nmm}$$

$$M_{By} = F_{By} \cdot L_1 = 5661,025 \cdot 226 = 1483188 \text{ Nmm}$$

$$M_{Bx} = F_{Bx} \cdot L_2 = 9502,96 \cdot 228 = 2166675 \text{ Nmm}$$

Celkový moment:

$$M_{celk} = M_A + M_{By} + M_{Bx} = 3358125 + 1483188 + 2166675 = 7007988 \text{ Nmm}$$

Síla působící v ose šroubu:

$$\frac{F_{os}}{L_s} = \frac{M_{celk}}{L_s} = \frac{7007988}{220} = \underline{31855 \text{ N}}$$

Dle tabulek zvolen šroub M10 – pevnostní 12K [5]

Kontrola:

Kde:

$d_2$  - střední průměr závitu šroubu [5]

$d_3$  - malý průměr závitu šroubu [mm] [5]

$$A_s = \frac{\pi}{4} x \left( \frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2 = \frac{\pi}{4} x \left( \frac{9,350 + 8,917}{2} \right)^2 = 65,51856 \text{ mm}^2$$

$$\underline{\underline{\sigma_{os}}} = \frac{F_{os}}{A_s} = \frac{31855}{65,51856} = \underline{\underline{486,19 \text{ MPa}}}$$

Mez kluzu pro pevnostní třídu 12K:  $R_e = 1200 \text{ MPa}$  [5]

Šroubový spoj plně **vyhovuje** požadavkům.

## 4.5.2 Utahovací moment

Dle tabulek zvolen utahovací moment pro pevnostní třídu 12K do osové síly ve šroubu

$$F_{os} = 31854,493N \text{ platí utahovací moment o velikosti } M_u = 83Nm$$

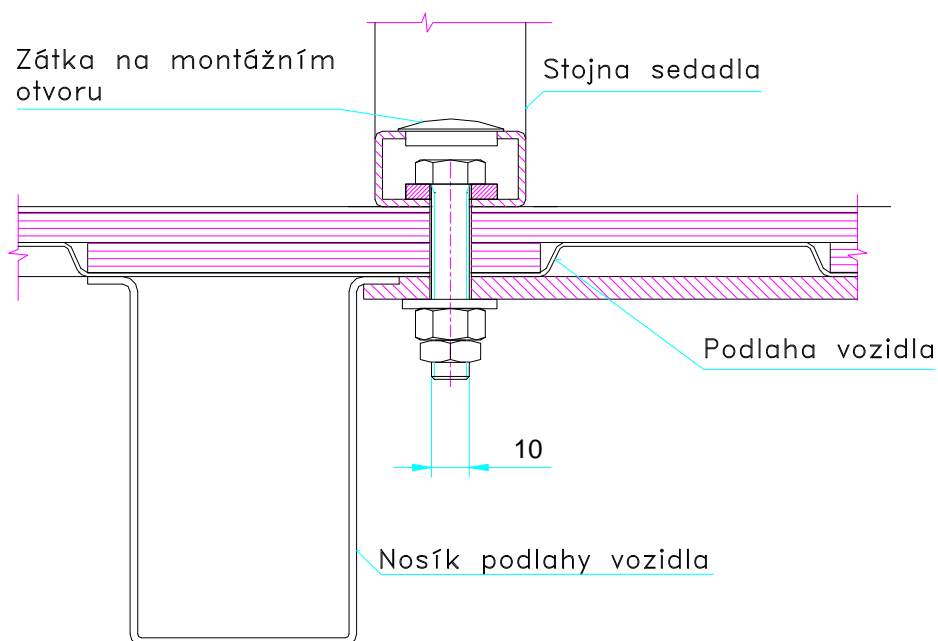
Kontrola tlaku v závitech [5]:

$$p = \frac{4xF_{os}}{ix\pi x(d^2 - D_1^2)} = \frac{4x31854,493}{8,4x\pi x(10^2 - 8,917^2)} = 235,679MPa$$

Kde:  $i$  – počet závitů matice,  $d$  – velký průměr závitu šroubu (jmenovitý),  $D_1$  - malý průměr závitu matice.

$$p_{dov} = 250MPa, \quad \underline{p \leq p_{dov}}$$

Tlak v závitech vyhovuje hodnotám udávaným v tabulkách pro pevnostní třídu 12K.



Obr.5.5.3 Ukotvení sedadla pomocí šroubu M10.



## 5 Optimalizace konstrukce

Pomocí porovnání výpočtů s výsledky analýz metody MKP byly optimalizovány jednotlivé části konstrukce sedadla.

### 5.1 Modelace navrženého sedadla v programu ProEngineer

Modelace byla provedena dle výkresů zhotovených podle předběžných výpočtů. Vstupy do výpočtu byly zadávány tak, aby se co nejvíce přiblížily reálným zkouškám. Snahou bylo ověřit si tak správnost výpočtů a docílit, aby sedadlo při homologačních zkouškách vyhovělo ve všech směrech.

Modelace konstrukce je provedena tak, aby plně dostačovala potřebám pro výpočty. Na obr.6.1 je znázorněn model vytvořený v programu ProEngineer.



Obr.6.1 3D model konstrukce sedadla.

## **5.2 Provedené analýzy**

Provedeno je několik analýz, tak jak jsou prováděny homologační zkoušky pevnosti konstrukce. Analýzy jsou prováděny na kompletní navrhované konstrukci sedadla. Analýzy byly přizpůsobeny, aby odpovídaly jednotlivým zkouškám. Analýzy jsou dále upřesněny a zhodnoceny.

Metodou konečných prvků se tato práce nezabývá. Je však důležité z hlediska vyhodnocení výsledků, zmínit některá podstatná fakta.

Metoda konečných prvků MKP spočívá v tom, že těleso nebo soustavu těles nahradíme odpovídající soustavou menších částí (prvků). Neřeší se proto problém celého tělesa, ale je transformován na jeho jednotlivé části, v těchto částech jsou neznámé (např. deformace) popsány pouze malým počtem parametrů. Výsledky jednotlivých řešení jsou poté poskládány do celkového řešení. Na jemnosti rozdělení tělesa nebo soustavy těles (na jemnosti sítě) závisí přesnost výpočtu. Pro tyto analýzy nebylo podstatné tvořit příliš jemnou síť, výpočty budou pokládány za orientační a kontrolní. Přílišným zjemněním sítě by byl výpočet zbytečně náročný. Z důvodů nepřiliš jemné sítě a neúplné přesnosti modelu, ale vznikají ve výpočtu špičky napětí. Proto se špičkami napětí příliš nezabýváme a v úvahu bereme pouze napětí, která nejsou v kontaktu s ostrými hranami modelu konstrukce. Tyto výpočty jsou pouze informativní a mají za úkol přesněji zobrazit rozložení napětí v konstrukci při daných podmínkách. Hlavně z důvodů použití tříbodového bezpečnostního pásu, vlivem kterého síly namáhají konstrukci nerovnoměrně. Analytický výpočet takového zatížení by byl velmi složitý. Proto je zde možné lépe porovnat rozložení napětí v jednotlivých částech konstrukce.

## 5.2.1 Kontrola opěry zad

Postup je podobný jako u analytického výpočtu. Opěra zad bude zatížena momentem  $M=530\text{Nm}$  k R-bodu. Tento moment je u homologační zkoušky vyvozen pomocí zádové části zkušební figuríny na opěru kompletního sedadla směrem dozadu.

Aby bylo možné zadat v analýze sílu působící na opěru, musí se tato síla určit z momentu působícího při zkoušce. Přepočet síly je nutný z důvodu rozložení nosných částí konstrukce opěry, na které bude působit síla umístěno.

Výpočet velikosti síly a určení jejího působíště.

Moment působící na opěru dle zkoušky uvedené v kapitole 2.4.1:

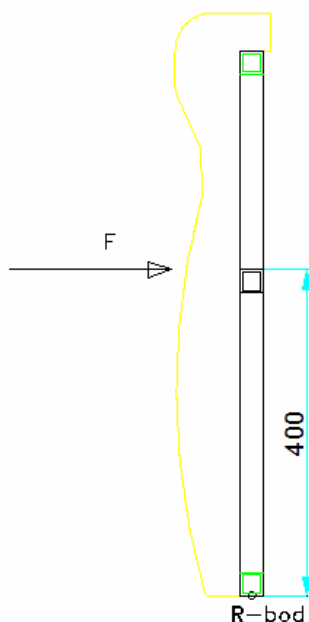
$$M = 530000\text{Nmm}$$

Vzdálenost působíště síly od bodu R:

$$L=400\text{mm}$$

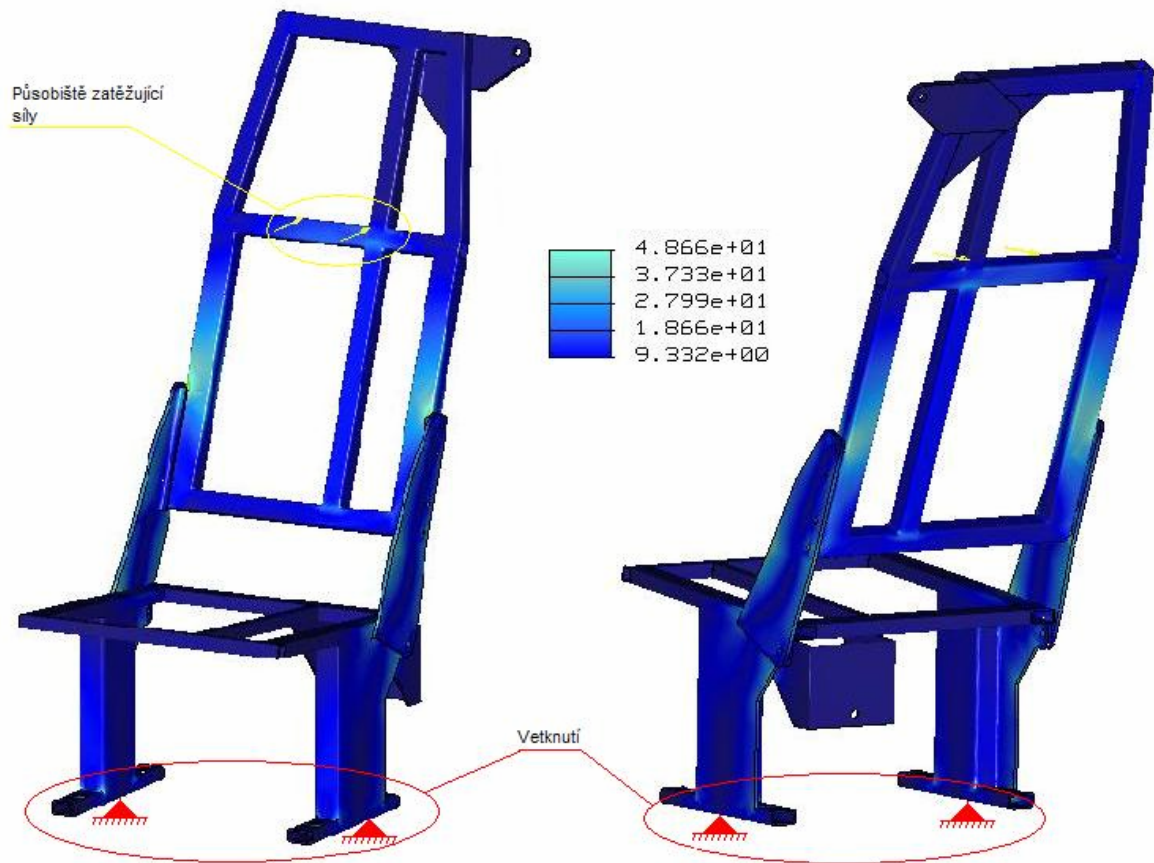
$$F = \frac{M}{L} = \frac{530000}{400} = 1325\text{N}$$

Pro tento výpočet byl uvažován pouze příslušný moment, kterým byla zatížena navrhovaná konstrukce zádové opěry. Působíště a smysl síly je uveden na obr.6.2.1.1.



Obr.6.2.1.1 Působení a smysl zatěžující síly.

Model konstrukce byl vetknut ve spodní části nohou sedadla. Konstrukce byla zatížena silou o velikosti 1325N. Působíště síly a vetknutí je znázorněno na obr.6.2.1.2.



Obr.6.2.1.2 Výsledky analýzy opěry zad.

Tato analýza ukazuje maximální napětí v místě ukotvení opěry. Výsledkem je velice podobné napětí na levé i pravé straně opěry. Maximální napětí se pohybuje do 48,6MPa.

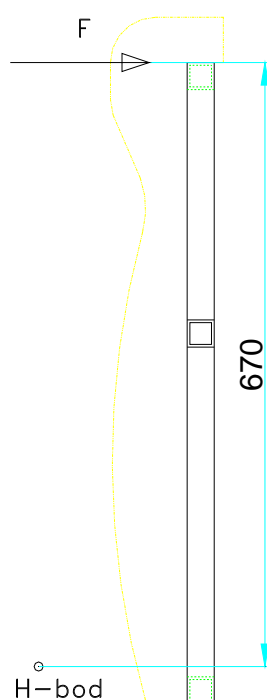
Mez kluzu v tahu pro tento materiál:  $R_e = 250MPa$  . [5]

Konstrukce zádové opěry plně **vyhovuje** požadovanému zatížení.

## 5.2.2 Kontrola opěrky hlavy

Pro tuto analýzu bylo třeba zjistit potřebnou zatěžovací sílu v daném místě konstrukce tak, aby odpovídala zatížení momentem  $M = 374 \text{ Nm}$  k H-bodu, který je dán zkouškou popsanou v kapitole 2.3.2.

Pro následný test, byla síla na opěrku hlavy dána přímo zkouškou, kdy se na opěrku hlavy působí silou  $F = 885 \text{ N}$ . Stanovení působíště síly je znázorněno na obr.6.2.2.1



Obr.6.2.2.1 Zatížení opěrky hlavy

Výpočet zatěžující síly:

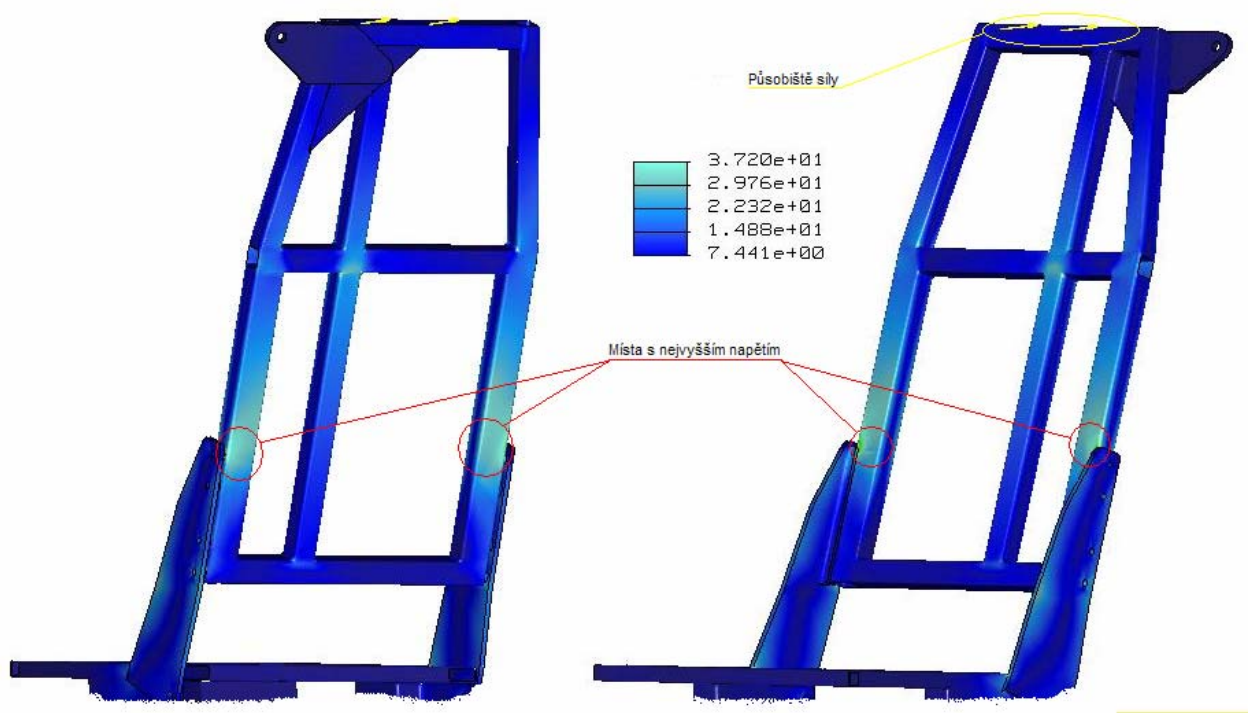
$M = 374 \text{ Nm} = 374000 \text{ Nmm}$  – zatěžující moment

$L = 670 \text{ mm}$  – vzdálenost působíště síly od H-bodu

$$\underline{F} = \frac{M}{L} = \frac{374000}{670} = \underline{558,209 \text{ N}}$$

Výsledky analýzy

Analýza byla prováděna na celé konstrukci sedadla. Model konstrukce byl vetknut v místech pro kotvení šrouby sedadla. Byl zvolen materiál konstrukce (ocel). Konstrukce byla zatížena silou o velikosti 558,209N.



Obr.6.2.2.2 Analýza opěrky hlavy.

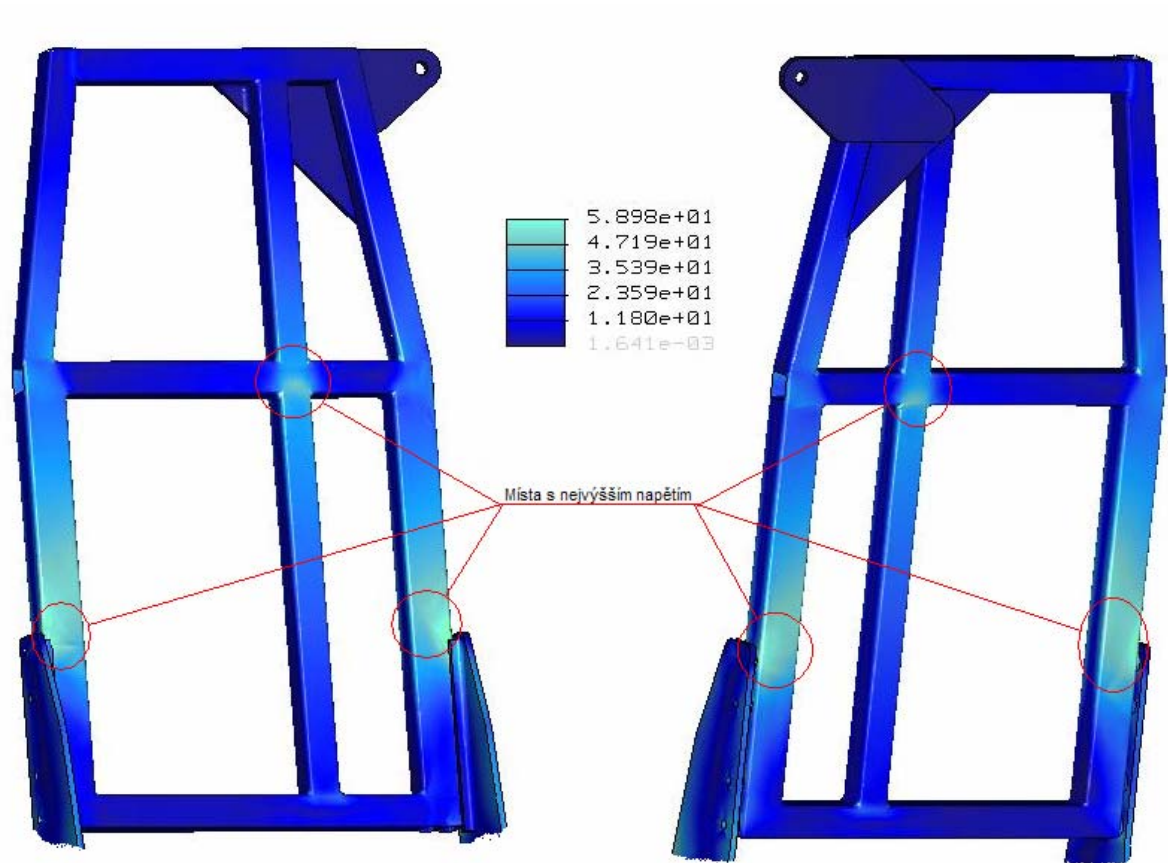
Z výsledků vyplývá, že při tomto testu vznikají nejvyšší napětí v místech ukotvení celé opěrky zad, tyto místa jsou vyznačena na obr.6.2.2.2. Napětí zde nepřekročí 37MPa.

Mez kluzu v tahu pro tento materiál:  $R_e = 250MPa$  . [5]

Konstrukce opěrky hlavy plně vyhovuje požadovanému zatížení.

Dalším testem je zatížení opěrky hlavy silou  $F = 885\text{N}$ .

Byla tedy zopakována předchozí analýza. V tomto případě na opěrku hlavy působila síla  $F = 885\text{N}$ .



Obr.6.2.2.3 Analýza opěrky hlavy 2.

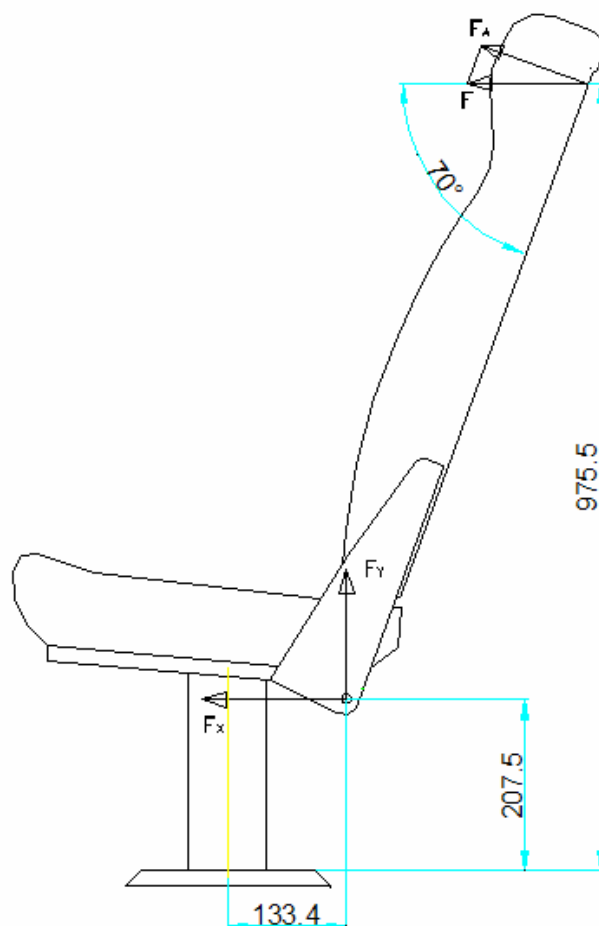
Místa s nejvyšším napětím jsou vyznačena na obr.6.2.2.3. Hodnoty napětí jsou do  $59\text{MPa}$ .

Mez kluzu v tahu pro tento materiál:  $R_e = 250\text{MPa}$ . [5]

Konstrukce opěrky hlavy plně vyhovuje požadovanému zatížení.

### 5.2.3 Pevnostní kontrola ukotvení třibodového bezpečnostního pásu

Celá konstrukce sedadla byla vetknuta v místech pro kotevní šrouby. Konstrukce byla zatížena silami, jejichž velikost smysl a působiště byly odvozeny od sil působících při homologační zkoušce. Odvození je uvedeno u analytického výpočtu. Působiště a smysl sil je znázorněn na obr.6.2.3.1.



Obr.6.2.3.1 Směry a působiště sil

Velikosti sil:

$$F = 6750\text{N}$$

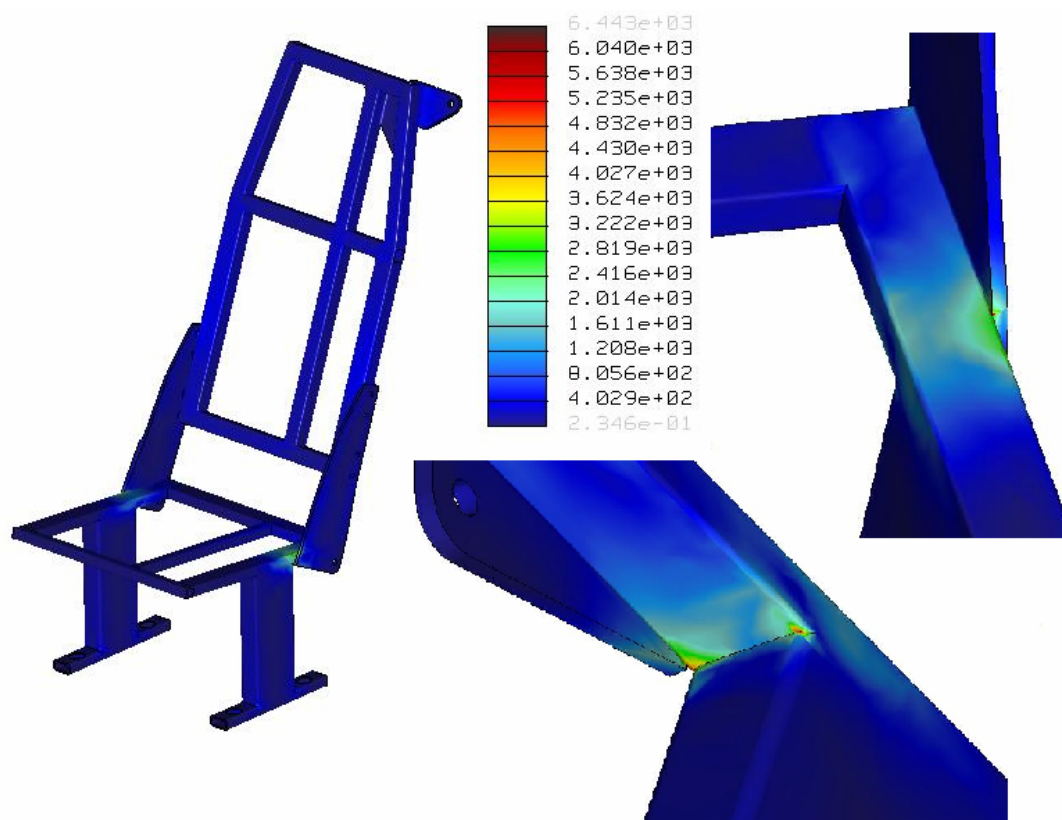
$F_y = 5661,025\text{N}$  pro levý i pravý kotevní úchyt.

Síly  $F_x$  jsou různé pro levý a pravý kotevní úchyt.

$$F_x = 6127,96\text{N} \text{ pro levý úchyt, } F_x = 12877,96\text{N} \text{ pro pravý kotevní úchyt.}$$



Výsledky analýzy:

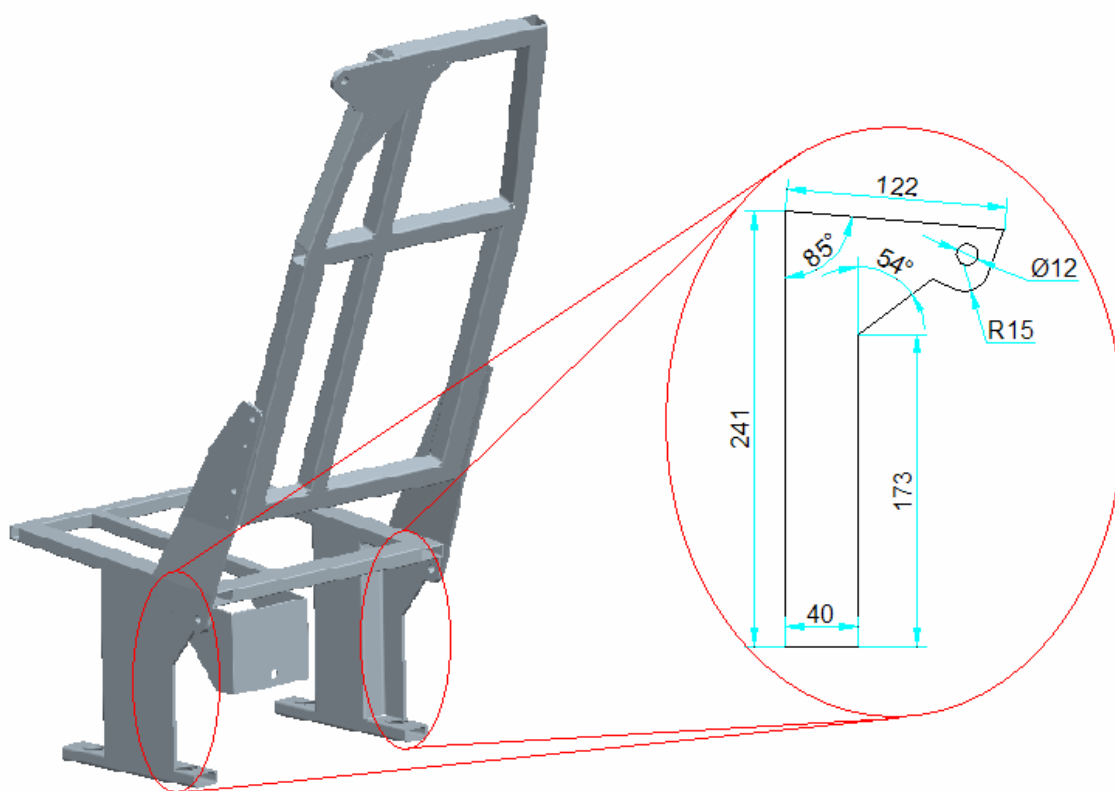


Obr.6.2.3.2 Výsledky analýzy kotevních míst.

Z obrázků je zřejmé, že konstrukce nevyhovuje. Výsledná napětí v kritických částech mnohonásobně převyšují mez pevnosti materiálu, která činí 440MPa. [5] Tímto místem je analyticky nepočítaná část konstrukce, ve které se takto vysoké napětí neuvažovalo. Konstrukce se musí v tomto místě vyztužit nebo změnit.

### 5.3 Vyztužení konstrukce

Navrženou úpravou jsou výztuhy celé zadní části nohou (stojen) sedadla. Výztuhy přivařené k zadní části sedadla jsou znázorněny na obr.6.3.

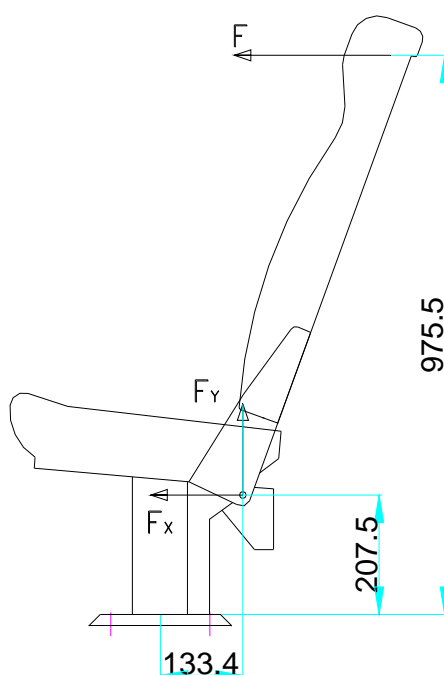


Obr.6.3 Vyztužená konstrukce sedadla.

Na obr.6.3 je zobrazena zpevňující výztuha a místa, ve kterých je přivařena. Jak je z obrázku vidět ke konstrukci jsou přivařeny dvě výztuhy, každá k jedné stojně sedadla. Jsou umístěny na vnější straně podstavy sedadla a zároveň se dotýkají z vnitřní strany držáků opěry zad s kotevními úchyty. Rozměry obou výztuh jsou totožné a jsou zobrazeny na obr.6.3 vpravo.

### 5.3.1 Opakování pevnostní kontroly ukotvení tříbodového bezpečnostního pásu na vyztužené konstrukci.

Vyztužená konstrukce sedadla byla vetknuta v místech pro kotevní šrouby sedadla. Konstrukce byla zatížena silami, jejichž velikost, smysl a působíště byly odvozeny od sil působících při homologační zkoušce. Jejich odvození a výpočet je uveden u analytického řešení tohoto typu zkoušky. Působíště, smysl sil a místa vetknutí jsou znázorněny na obr.6.3.1.1.



Obr.6.3.1.1 Působíště a smysly sil.

Velikosti sil:

$$F = 6750\text{N}$$

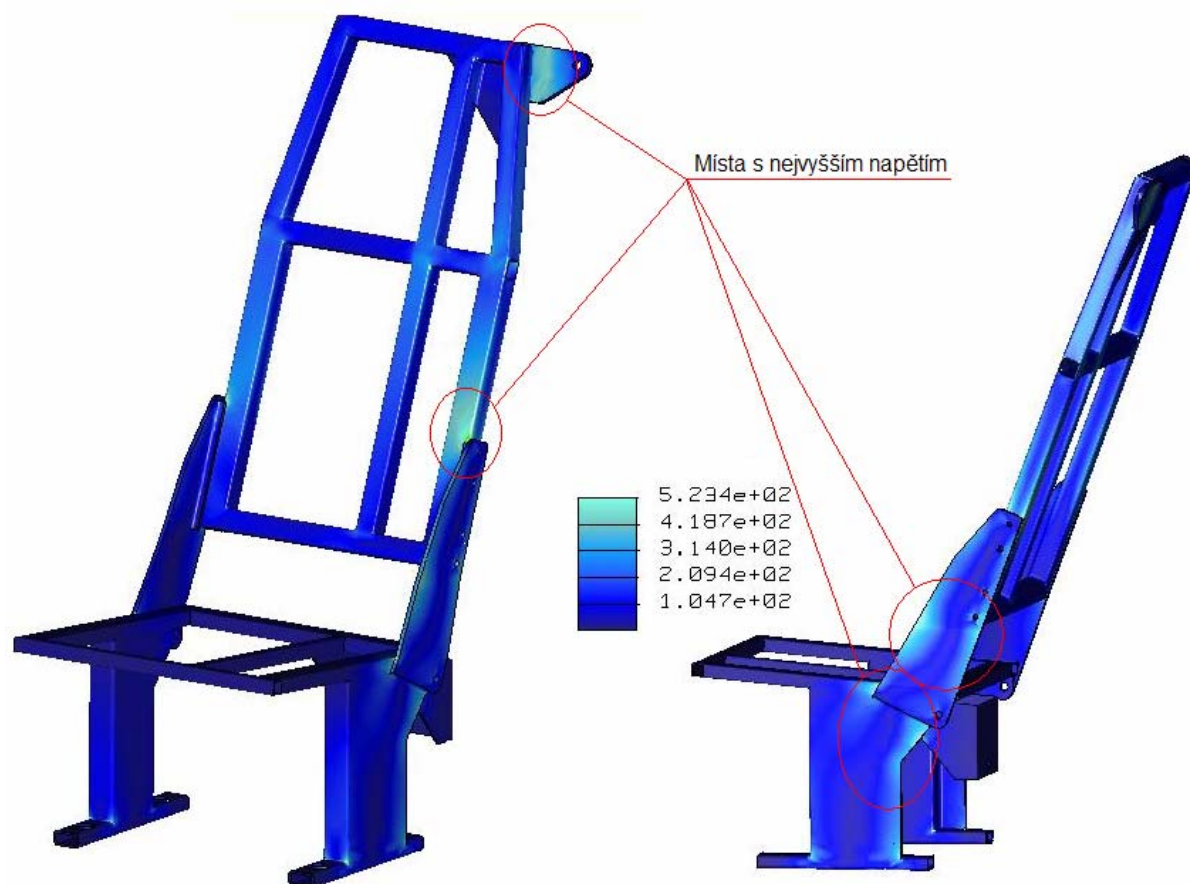
$$F_y = 5661,025\text{N pro levý i pravý kotevní úchyt.}$$

Síly  $F_x$  jsou různé pro levý a pravý kotevní úchyt.

$$F_x = 6127,96\text{N pro levý úchyt}$$

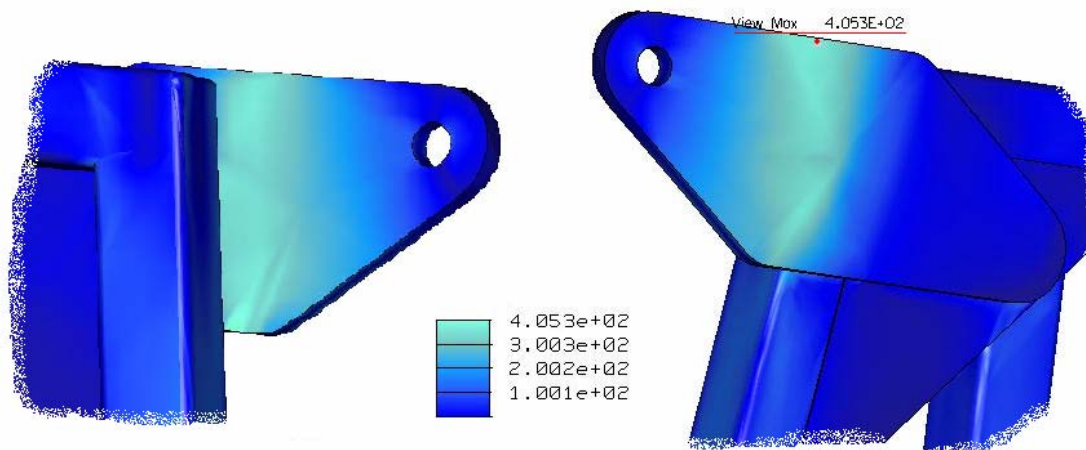
$$F_x = 12877,96\text{N pro pravý kotevní úchyt.}$$

Výsledky analýzy:



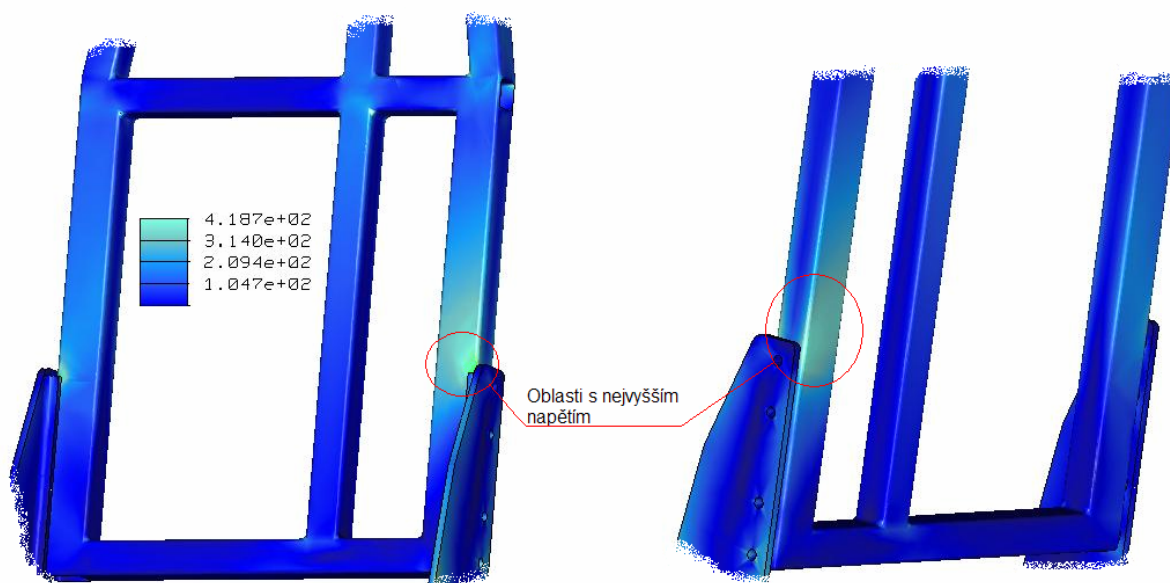
Obr.6.3.1.2 Výsledky analýzy 1.

Na obr.6.3.1.2 je zobrazena celá zatížená konstrukce. Jsou zde vyznačena místa konstrukce s nejvyšším napětím. Z výsledků vyplývá, že vlivem působení síly umístěné v horním kotevním úchytu bezpečnostního pásu je konstrukce zatížena nerovnoměrně. Nejvyšší napětí se vyskytují v levé části konstrukce sedadla. Označená místa na obr.6.3.1.2 budou jednotlivě přiblížena a zhodnocena.



Obr.6.3.1.3 Detaily horního kotevního úchyty.

Na obr.6.3.1.3 je zobrazen detail horního kotevního úchyty bezpečnostního pásu. Je zde zobrazeno místo maximálního napětí, které dosahuje hodnoty 405,3MPa. Kotevní úchyt je vyroben z konstrukční oceli 11700, s mezí pevnosti  $R_m = 835\text{MPa}$  [5] a s mezí kluzu  $R_e = 390\text{MPa}$  [5]. Z výsledků vyplývá, že se tato část konstrukce bude plasticky deformovat. Aby konstrukce vyhověla požadavkům homologační zkoušky, mohou v jejich částech nastat plastické deformace. Podmínkou je, aby tyto deformace vyhovovali požadavkům uvedeným v podkapitole 2.3.6. Je předpokládáno, že tyto deformace výše uvedenou podmínku splní, proto je konstrukce horního kotevního úchyty považována za vyhovující.

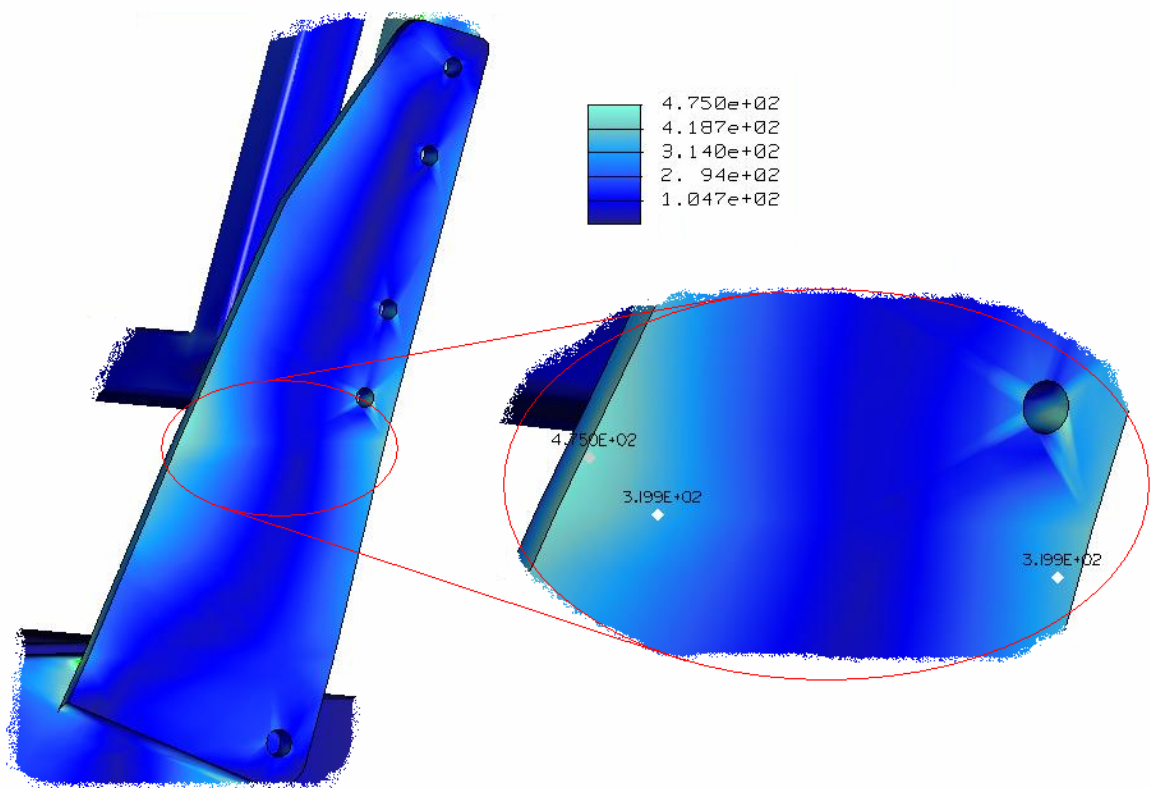


Obr.6.3.1.4 Opěra zad.

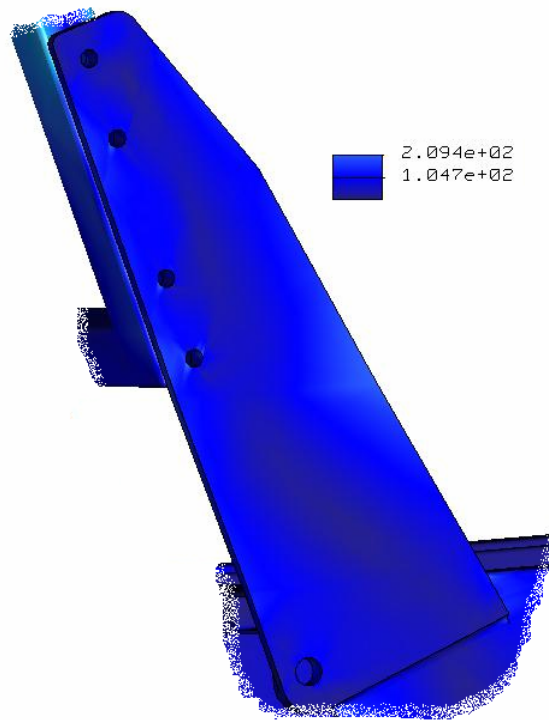
Na obr.6.3.1.4 je zatížená opěra sedadla, vlevo je zobrazena přední strana opěry a vpravo je zobrazena její zadní strana. Opěra je namáhána od horního kotevního úchyty, který se nachází v levé horní části opěry. V důsledku umístění kotevního úchyty je opěra namáhána nerovnoměrně a největší napětí se proto nachází v levé části opěry. Oblast s nejvyšším napětím je zobrazena na obr.6.3.1.4, maximální napětí zde dosahuje hodnoty 419MPa. Mez pevnosti materiálu, ze kterého je vyrobena opěra zad, je 440MPa [5]. Protože homologační zkoušky se provádí na kompletním sedadle, je zde předpoklad, že se konstrukce ještě zpevní. Na zadní stranu konstrukce opěry zad bude přišroubována dřevěná překližka o síle 8mm, která zpevní celou konstrukci opěry zad.

Jak je dáno v požadavcích pro splnění homologační zkoušky, při tomto testu můžou vznikat plastické deformace konstrukce. Ty ale musí splňovat požadavky uvedené v podkapitole 2.3.6.

Vzhledem k těmto faktům a vzhledem k tomu, že napětí nepřekračuje mez pevnosti v žádné části konstrukce, je předpokládáno, že konstrukce opěry zad **vyhoví** při této homologační zkoušce.



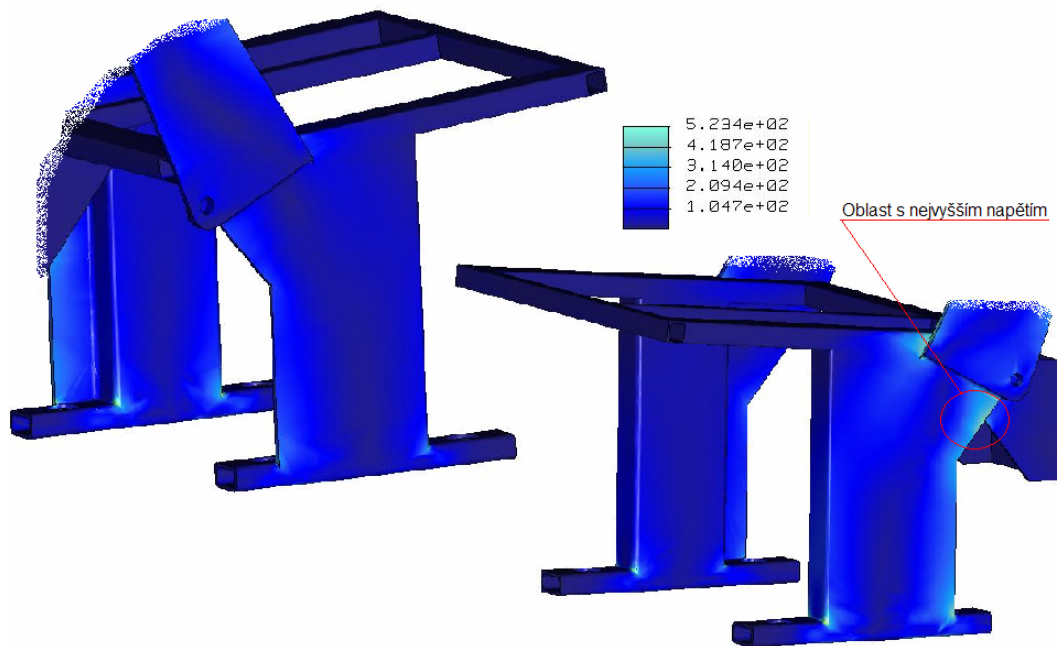
Obr.6.3.1.5 Držák opěry zad (levý, maximální napětí).



Obr.6.3.1.6 Držák opěry zad (pravý).

Na obr.6.3.1.5 a 6.3.1.6 jsou znázorněny levý a pravý držák opěry zad. Přenáší opět zatížení od horního kotevního úchyty bezpečnostního pásu. Tyto držáky jsou vyrobeny z plechu o tloušťce 6mm. Materiál je konstrukční ocel 11700, s mezí pevnosti  $R_m = 835\text{MPa}$  [5] a s mezí kluzu  $R_e = 390\text{MPa}$  [5]. Na obr.6.3.1.6 je zobrazen pravý zatížený držák, napětí zde dosahuje výšky 209MPa, což pro tento materiál plně vyhovuje. Levý držák (obr.6.3.1.5) přenáší vyšší zatížení. Maximální napětí je zde 475MPa, pro výše uvedenou mez pevnosti konstrukční oceli 11700 tato část konstrukce vyhovuje a to za předpokladu, že vzniklé plastické deformace budou splňovat požadavky uvedené v podkapitole 2.3.6.





Obr.6.3.1.7 Stojny sedadla s výztuhami.

Na obr.6.3.1.7 jsou zobrazeny stojny (nohy) sedadla. Po přidání výztuh se zmenšilo i maximální napětí v místě spojení s podstavci. Maximální napětí dosahuje hodnoty 523MPa, toto maximum se nachází v oblasti vyznačené na obr.6.3.1.7 (Oblast s nejvyšším napětím). Z obrázku je zřejmé, že se maximální napětí nachází na části výztuhy levé stojny. Materiál výztuhy je konstrukční ocel 11700, která má mez pevnosti  $R_m = 835\text{MPa}$  [5]. Konstrukce zde **vyhovuje** za předpokladu, že vzniklé plastické deformace budou splňovat požadavky uvedené v podkapitole 2.3.6. V ostatních částech stojen sedadla napětí nepřesahuje 230MPa. Jáckl stojny je z materiálu 11375, pro který je  $R_e = 250\text{MPa}$ . [5] Z výše uvedeného vyplývá, že konstrukce stojen sedadla vyhovuje.

Konstrukce sedadla byla zatěžována tak, aby síly způsobovaly v konstrukci co možná největší napětí. Předpokládá se, že při skutečné zkoušce budou síly působit příznivěji. Vzniklá napětí by měla potom dosahovat nižších hodnot a sedadlo bez problémů splní požadavky této homologační zkoušky.

Pro homologační zkoušku bude použito kompletní sedadlo. Tedy „vyztužené“ dalšími částmi, které se na konstrukci připevní. Zvláště velký vliv to bude mít na opěru zad.

Z uvedených dílčích výsledků analýzy pevnostní kontroly ukotvení tříbodového bezpečnostního pásu lze říci, že tato konstrukce sedadla pro pacienty do sanitních vozidel plně vyhovuje požadavkům homologačních zkoušek.

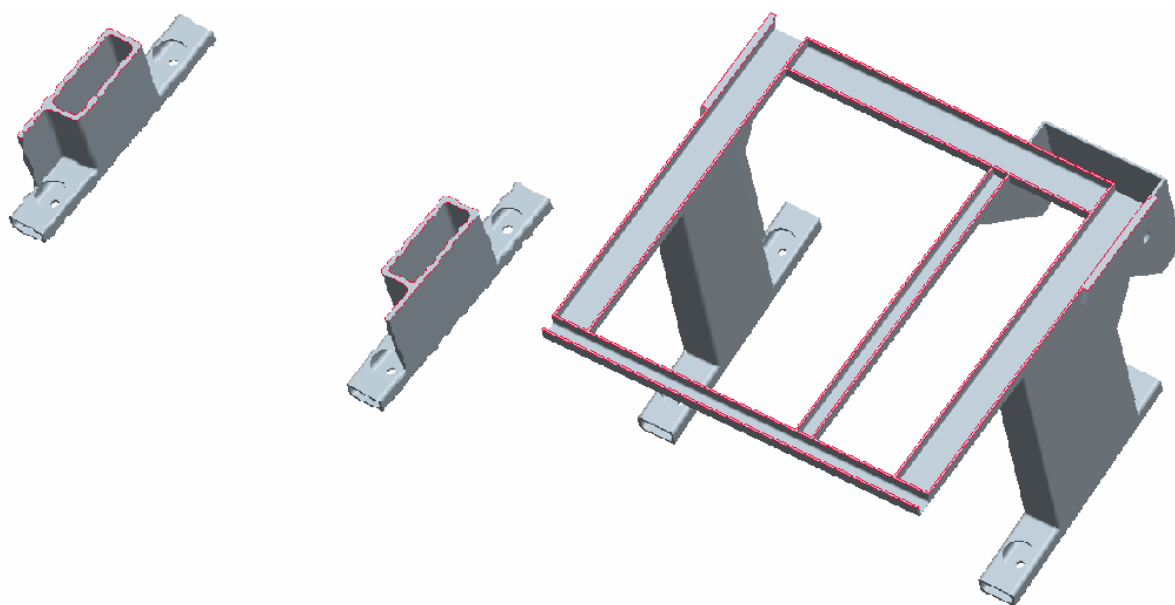


## 5.4 Kompletace sedadla.

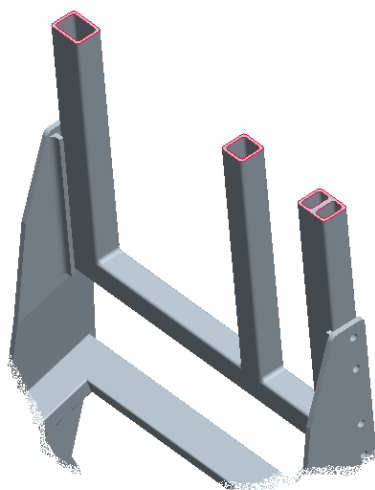
Po dokončení uprav konstrukce sedadla, byly navrženy ostatní komponenty.

Výroba sedadla bude probíhat následovně:

Rozměry jednotlivých částí jsou dané z výrobních výkresů. Opěra zad bude vyrobena samostatně, stejně jako spodní část sedadla. Pro lepší představu jsou zde uvedeny některé řezy 3D modelem konstrukce.



Obr.7.1 Vlevo řez stojnami, vpravo řez konstrukcí sedáku.



Obr.7.2 Řez opěrou.

Na obr.7.2 lze dobře vidět zesílení levé části konstrukce opěry. Byl zde nahrazen jáckl 40x30x3 dvěma vzájemně svařenými jáckly 20x30x3. Tím se zvýšila pevnost této části opěry.

Všechny díly jsou po svaření povrchově očištěny, odmaštěny a natřeny základovou a následně bílou syntetickou barvou.

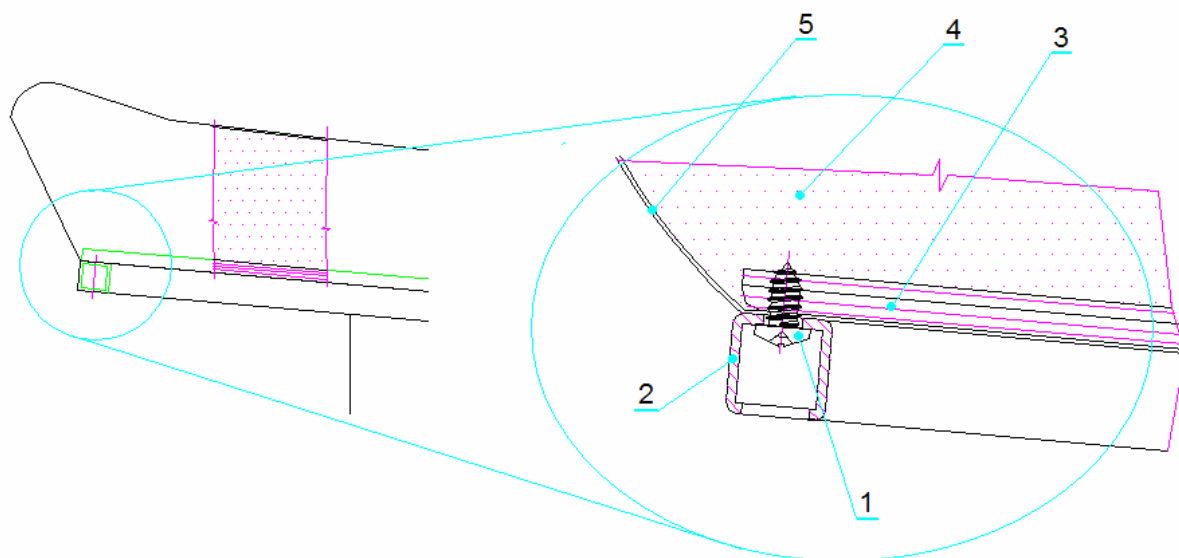
Podstavec sedadla:

Svařen z tenkostěnných ocelových profilů (jácklů). Na podstavci je připevněn držák navijáku bezpečnostního pásu. Na bocích jsou přivařeny ocelové držáky pro připevnění opěry zad. Držáky jsou opatřeny výztuhou, která má za úkol zabránit namáhání šroubů na stříh a to z důvodů použití závitových vložek.

Opěra zad je také svařena z jácklů, na její horní část je přivařen držák horního průvlatku bezpečnostního pásu. Po stranách jsou vyvrtány otvory pro upevnění závitových vložek.

Čalouněný sedák:

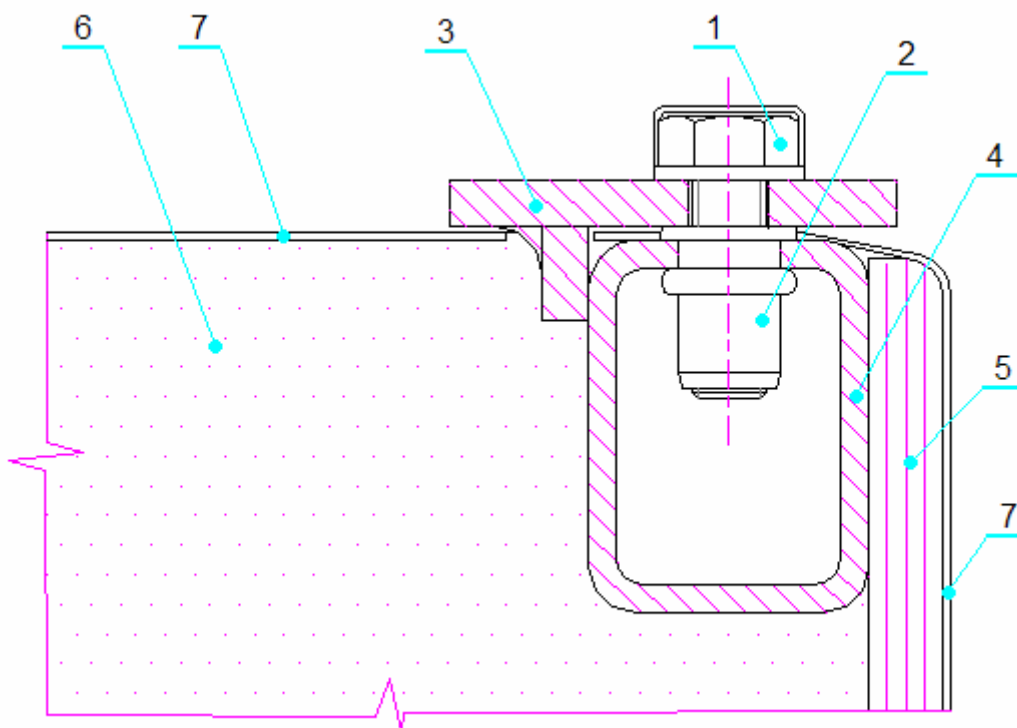
Výplň sedáku je odlitek vyrobený z měkké PUR pěny. Potah je proveden z materiálu VINITOL 801 N, který je určen pro automobilový průmysl. Základnu sedáku tvoří překližka tl. 8mm. K podstavci je sedák přišroubován pomocí osmi šroubů 4,8x13 ČSN 1232.25 (viz. obr.7.3).



Obr.7.3 Připevnění sedáku k podstavci (1-šroub 4,8x13; 2-konstrukce sedadla; 3-překližka; 4-PUR pěna; 5-VINITOL 801N).

### Čalouněná opěra zad:

Je vyrobena ze stejných komponentů jako čalouněný sedák a připevněna je pomocí dvanácti šroubů (4,8x13 ČSN 02 1237) [5] k ocelovému rámu. V horní části konstrukce je provedeno vyztužení pro montáž držáku průvlaku bezpečnostního pásu. Opěra je přišroubována k držákům opěry zad (obr.7.4) pomocí osmi šroubů M8x50 ČSN 02 1103.57 – pevnostní řady 8G [5] a maticových závitových vložek M8. [5]



Obr.7.4 Řez upevněním opěry zad k držáku opěry zad (1-šroub M8x50 G8; 2-maticová závitová vložka M8; 3-držák opěry zad; 4-konstrukce opěry zad; 5-překližka; 6-PUR pěna; 7-VINITOL 801L).

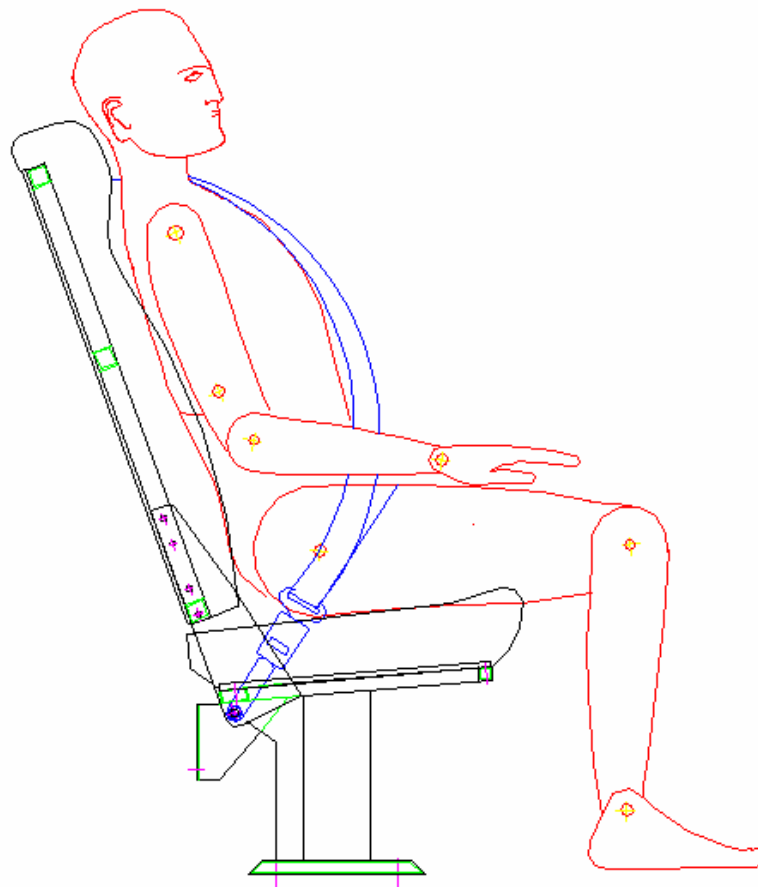
Držák horního průvlaku bezpečnostního pásu je vyroben z ocelového plechu o tl. 6mm, materiál ocel 11700. Držák je přivařen k rámu opěry zad.

Po sestavení dílů se přišroubuje opěra k držákům opěry zad.

Následuje připevnění tříbodového bezpečnostního pásu. Výrobce bezpečnostních pásů dodá tento výrobek i s montážními šrouby a s dalšími součástkami potřebnými pro upevnění bezpečnostního pásu ke kotevním místům.

Tříbodový bezpečnostní pás s automatickým předpínačem, bude dodáván od firmy TRW Carr s.r.o. Stará Boleslav. [7]

Po montáži bezpečnostního pásu je sedadlo kompletní a připraveno k provedení homologační zkoušky.



Obr.7.5 Předpokládaná pozice cestujícího sedícího na sedadle, připoutaného bezpečnostními pásy.

Když byly vyřešeny všechny detailní problémy konstrukce a dalších součástí sedadla, přichází na řadu vytvoření výrobních výkresů a dalších dokumentů potřebných pro výrobu sedadla.

## Závěr

V této části práce, je dle předchozích výsledků, provedeno zhodnocení konečného návrhu konstrukce sedadla pro pacienty do sanitních vozidel.

Na základě výsledků z analytických výpočtů bylo sedadlo vyhovující. Pomocí analýzy MKP byla v kapitole 5.2.3 zjištěna část konstrukce, která nevyhovovala daným zkouškám. V průběhu celého vytváření konstrukce bylo takových problémů několik, ale uvádět je zde by bylo zbytečné. Předchozí problém ukazuje na to, že pokud je konstrukce počítána analytickým způsobem, provádí se výpočty pouze těch bodů konstrukce, ve kterých je předpokládáno nejvyšší napětí. Tyto předpoklady jsou však u složitých konstrukcí velmi náročné.

Dalším problémem bylo rozmístění zatěžujících sil, které bylo dáno jednotlivými zkouškami. Pro analytický výpočet v kapitole 4.4 bylo uvažováno zatížení rozložené rovnoměrně na obě strany konstrukce navrhovaného sedadla. Tohle zjednodušení se však ukázalo jako chybné. Síla působící od horního kotevního úchyty, který je umístěn v levé horní části opěry zad, měla při analýze v kapitole 5.3.1 rozhodující vliv.

Při zkouškách opěry zad měly obě metody téměř stejné výsledky. Analytickým výpočtem bylo zjištěno napětí 48MPa a metodou MKP bylo vypočteno napětí 48,6MPa. U simulace zkoušky opěrky hlavy výsledky analytické metody také odpovídaly metodě MKP, ale druhou z uvedených metod bylo zjištěno nejvyšší napětí v jiném místě, než pro které bylo analyticky počítáno. Maximální napětí nebylo v místě upevnění opěrky hlavy (zde 30MPa, odpovídá analytické metodě), ale v místě upevnění opěry zad (60MPa). Zkoušce přesto vše plně vyhovělo.

U zbývajících simulací zkoušek už se projevovalo nerovnoměrné zatížení konstrukce, které se při analytické metodě neuvažovalo. Zejména opěra zad a držák opěry zad byly na levé straně konstrukce přetíženy. Analytickou metodou bylo spočtené výsledné napětí v opěře zad 291,8MPa. Metodou MKP bylo spočteno na levé straně opěry napětí 419MPa. Pro stojny bylo napětí také nerovnoměrné. Na výztuze levé stojny bylo zjištěno napětí 523MPa, toto napětí bylo pro použitý materiál výztuhy(11700) pod mezí pevnosti. Důvody, proč jsou považovány tyto výsledky za vyhovující, jsou uvedeny u příslušné analýzy. Hlavním důvodem je upevnění dalších částí sedadla, které při homologační zkoušce vyztuží jednotlivé části a také skutečnost, že je zde předpisem povolena plastická deformace.

Tyto výpočty jsou pouze předběžné a kontrolní. Na základě jejich výsledků nemůže být udělena homologace. Skutečné homologační zkoušky se budou provádět na kompletní

konstrukci sedadla. Síly budou působit jen omezenou dobu dle požadavků jednotlivých zkoušek uvedených v kapitole 2.3. Proto je možné hodnotit výsledky v této práci jako vyhovující. Také je třeba brát v úvahu, že požadavky pro splnění homologačních zkoušek povolují plastické deformace konstrukce. Proto tyto výpočty nemohou být hlavním předpokladem, jestli zkoušená konstrukce vyhoví. Jednoznačné výsledky budou získány až samotnou homologační zkouškou.

Z Výsledků je patrné, že pomocí metody MKP je dnes možné řešit složité, různě zatěžované konstrukce. Při použití této metody je důležité správné zadání okrajových podmínek, ale také přesnost modelace analyzované konstrukce. To jsou stěžejní předpoklady pro správnost získaných výsledků. Tím jak přesnost 3D modelu ovlivňuje výpočet, vzniká závislost mezi dobou potřebnou pro získání výsledků a jejich přesností. Pro složité konstrukce bývá při použití MKP většinou modelování nejnáročnější částí práce konstruktéra. Výsledky získané touto metodou jsou srovnatelné s reálnými výsledky zátěžových zkoušek. Kvalita získaných výsledků záleží pouze na přesnosti jednotlivých vstupů zadaných do výpočtu.

Tato práce se snaží nahradit několik typů homologačních zkoušek, na základě kterých je navrhována konstrukce sedadla pro pacienty do sanitních vozidel. Jednotlivé řešené simulace homologačních zkoušek a jejich výsledky jsou podrobně rozebrány v předchozích kapitolách. Dle předpisů, je vždy nutná fyzická homologační zkouška. Výsledky a závěry uvedené v této práci, jsou pouze předpokladem pro splnění těchto homologačních zkoušek a nemůže být na jejich základě homologace udělena.

Vzhledem k tomu, že se v tomto případě jedná přímo o bezpečnost lidských životů, je zde fyzická homologační zkouška nezbytná. Samozřejmě požadavky zejména na hmotnost komponentů nejen v automobilech, ale i ve všech dopravních prostředcích, jsou přísné. V dnešní době to není jen spotřeba pohonných hmot, ale také emisní parametry dopravních prostředků, které jsou hmotností ovlivněny. I přes to by neměly být tyto hodnoty stavěny před bezpečnost lidských životů. Bohužel se dnes stále častěji setkáváme, především s příchodem některých čínských automobilek, že je cena stále upřednostňovaným hlediskem před bezpečností pro mnoho lidí.

## Seznam obrázků

Obr.3.1 Kreslicí šablona podle ČSN 30 0725 (tabulka je součástí obrázku).....	13
Obr.3.2 Třírozměrná 50 % normalizovaná figurína.....	14
Obr.3.3 Rozměry figuríny podle doporučení SAE J 833a a normy VDI 2780.....	15
Obr. 3.4 Definice patního bodu F a určení pozice sedění dvěma souřadnicemi.....	15
Obr.3.5 Rozměry žen podle německé statistiky.....	16
Obr.3.6 Průběhy rychlosti vozidla a cestujícího při čelním nárazu. ....	20
Obr.3.7 Druhy bezpečnostních pásů. ....	21
Obr.3.8 Stav pro zkoušky sedadel podle Předpisu EHK - R17. ....	23
Obr.3.9 Zkoušky hlavových opěrek podle Předpisu EHK - R25. ....	24
Obr.3.10 Schéma zkušebního stavu pro kontrolu zakotvení bezpečnostních pásů.....	27
Obr.4.1 Označení částí zařízení 3DH. ....	31
Obr.4.2 Rozměry částí zařízení 3DH a rozložení zatížení.....	31
Obr.4.3 Návrh rozměrů sedadla. ....	32
Obr.5.1 Poloha těžiště a působíště síly (hodnoty jsou uvedeny v mm). ....	34
Obr.5.2.1 Konstrukce a zatížení opěry zad (hodnoty jsou v mm). ....	36
Obr.5.2.2 Náčrtek šroubového spojení. ....	37
Obr.5.3 Konstrukce opěrky hlavy (hodnoty jsou uvedeny v mm).....	38
Obr.5.4.1 Zatížení horního kotevního úchyty (hodnoty v mm). ....	40
Obr.5.4.3 Velikosti a působíště sil (hodnoty v mm).....	43
Obr.5.5.1 Stojna sedadla s vyznačenými místy ukotvení k podlaze vozidla. ....	45
Obr.5.5.2 Působíště a smysly zatěžujících sil (hodnoty v mm). ....	46
Obr.5.5.3 Ukotvení sedadla pomocí šroubu M10. ....	48
Obr.6.1 3D model konstrukce sedadla. ....	49
Obr.6.2.1.1 Působení a smysl zatěžující síly. ....	51
Obr.6.2.1.2 Výsledky analýzy opěry zad. ....	52
Obr.6.2.2.1 Zatížení opěrky hlavy .....	53
Obr.6.2.2.2 Analýza opěrky hlavy. ....	54
Obr.6.2.2.3 Analýza opěrky hlavy 2. ....	55
Obr.6.2.3.1 Směry a působíště sil .....	56
Obr.6.2.3.2 Výsledky analýzy kotevních míst. ....	57
Obr.6.3 Vyztužená konstrukce sedadla.....	58
Obr.6.3.1.2 Zpevňující výztuha. ....	58

Obr.6.3.1.1 Působíště a smysly sil.....	59
Obr.6.3.1.2 Výsledky analýzy 1.....	60
Obr.6.3.1.3 Detaily horního kotevního úchytu.....	61
Obr.6.3.1.4 Opěra zad.....	61
Obr.6.3.1.5 Držák opěry zad (levý, maximální napětí).....	62
Obr.6.3.1.6 Držák opěry zad (pravý).....	63
Obr.6.3.1.7 Stojny sedadla s výztuhami.....	64
Obr.7.1 Vlevo řez stojnami, vpravo řez konstrukcí sedáku.....	65
Obr.7.2 Řez opěrou.....	65
Obr.7.3 Připevnění sedáku k podstavci.....	66
Obr.7.4 Řez upevněním opěry zad k držáku opěry zad.....	67
Obr.7.5 Předpokládaná pozice cestujícího sedícího na sedadle.....	68



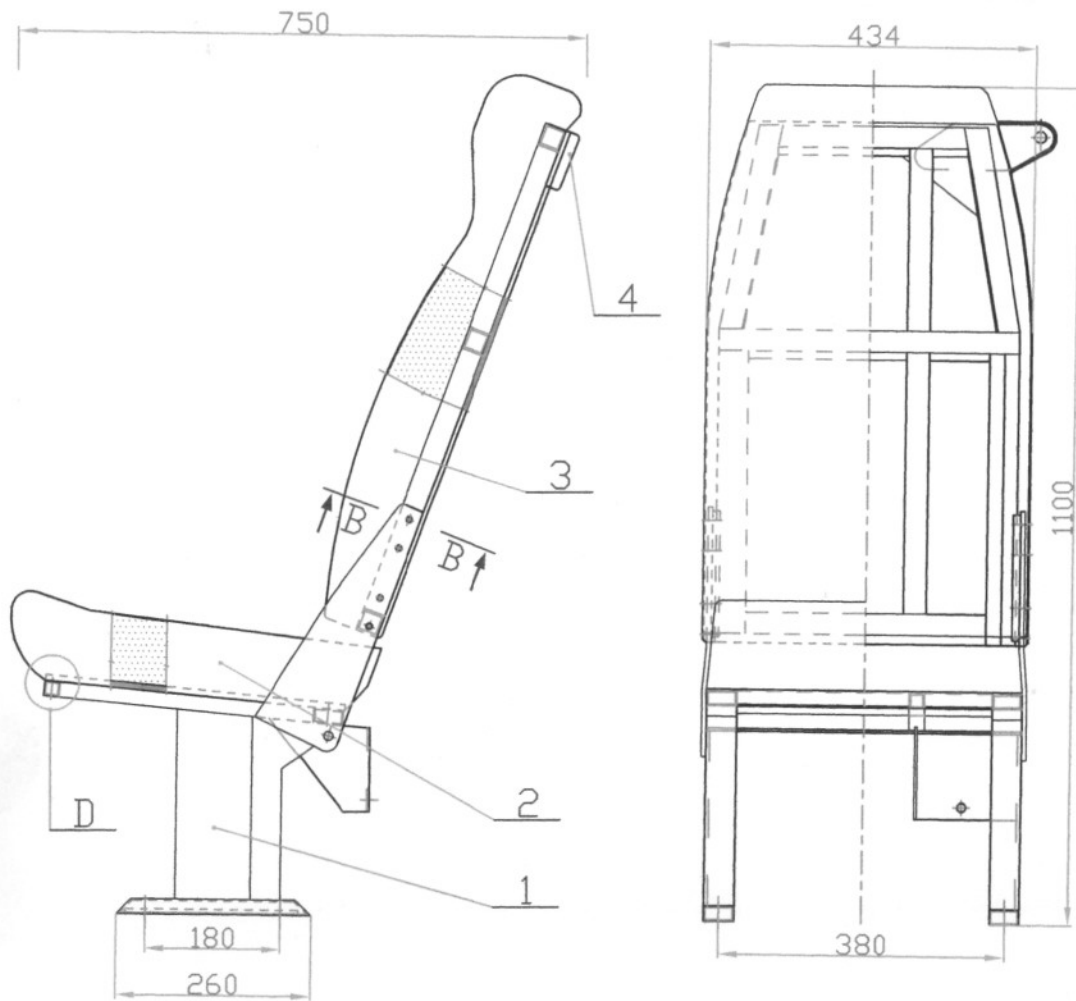
## Seznam použitých informačních zdrojů

- [1] VLK, F.: *Koncepce motorových vozidel*, Nakladatelství a vydavatelství VLK, Brno, 2000
- [2] VLK, F.: *Stavba motorových vozidel*, Nakladatelství a vydavatelství VLK, Brno, 2003
- [3] Dohoda – *Jednotná ustanovení pro homologaci vozidel z hlediska sedadel, jejich ukotvení a opěrek hlavy*, 15.2.2007
- [4] Dohoda - *Jednotná ustanovení pro homologaci vozidel z hlediska kotevních úchytlů bezpečnostních pásů, systémů ukotvení ISOFIX a horních kotevních úchytlů ISOFIX*, 7.6.2006
- [5] ŘASA, J.; ŠVERCL, J.: *Strojnické tabulky 1*, Scientia, spol. s r. o., pedagogické nakladatelství, Praha, 2004
- [6] *Novinky.cz* [online]. C 2009, poslední revize 15.1.2009 [cit. 2009-02-08]. Dostupné z: <<http://www.novinky.cz/auto/158798-myty-o-pouzivani-pasu-u-tehotnych-ridicek.html>>.
- [7] *TRW Automotive* [online]. C 2008, poslední revize 19.12.2008 [cit. 2009-04-21]. Dostupné z: <<http://www.trwczech.cz/stara-boleslav/o-nas/nasi-zakaznici>>.
- [8] *Ferona* [online]. C 2009, poslední revize 20.4.2009 [cit. 2009-03-15]. Dostupné z: <<http://www.ferona.cz/cze/katalog/search.php>>.
- [8] *FOSAN s r. o. Ivančice* [online]. C 2009, poslední revize 19.5.2009 [cit. 2009-05-19]. Dostupné z: <<http://www.fosan.cz/index.html>>.

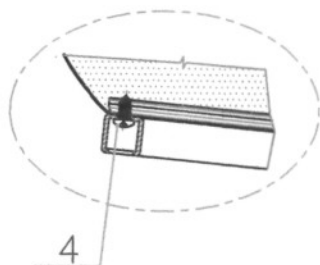
## **Přílohy**

Výkres sestavení sedadla pro pacienty do sanitních vozidel.

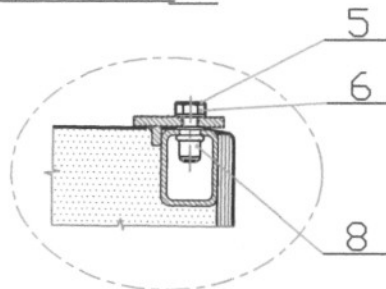
**SEDADLO PRO PŘEPRAVU PACIENTŮ V SNITNÍCH VOZIDLECH S TŘÍBODOVÝM BEZP. PÁSEM, 1:10**



Detail D (v řezu) 1:4



Řez B-B 1:4



**POS.1 PODSTAVEC SEDADLA**

Svařeno z tenkostěnných ocelových profilů se zpevňujícími výztuhami. Na podstavci je přivařen držák navijáku bezpečnostního pásu. Na bocích jsou přivařeny ocelová ramena pro připevnění zádové opěry.

**POS.2 ČALOUNĚNÝ SEDÁK**

Výplň sedáku je odlitek vyrobený z měkké PUR pěny. (dodavatel MEDIAMIX Slavičín). Potah je proveden z materiálu VINITOL 801 N který je určený pro automobilový průmysl. Základnu sedáku tvoří překližka tl. 8mm. K podstavci je sedák přišroubován viz. DETAIL D.

**POS.3 ČALOUNĚNÁ OPĚRA ZAD**

Výplň opěry zad je odlitek vyrobený z měkké PUR pěny. (dodavatel MEDIAMIX Slavičín). Potah je proveden z materiálu VINITOL 801 N který je určený pro automobilový průmysl. Základnu opěry zad tvoří překližka tl. 8mm, našroubovaná na ocelový rám vyrobený z uzavřených ocelových profilů. V horní části rámu je provedeno vyztužení pro montáž držáku průvlaku bezp. pásu. Opěra je přišroubovaná k ramenům podstavce sedadla viz. ŘEZ B-B

**POS.4 PLASTOVÝ KRYT DRŽÁKU HORNÍHO PRŮVLAKU BEZ. PÁSU**

POS.5 ŠROUB M8X50 ČSN 02 1103.57 - pevnostní 8G .....8ks

POS.6 MATICOVÁ ZÁVITOVÁ VLOŽKA M8 .....8ks

POS.7 ŠROUB 4.8 X13 ČSN 02 1232.25 .....8ks

POS.8 PLASTOVÁ KRYTKA HLAVY ŠROUBU .....8ks