



# DĚLENÉ ZADNÍ VÍKO OSOBNÍHO AUTOMOBILU

## Diplomová práce

*Studijní program:* N2301 – Strojní inženýrství

*Studijní obor:* 2302T010 – Konstrukce strojů a zařízení

*Autor práce:* **David Baše**

*Vedoucí práce:* Ing. Jan Novák, Ph.D.





TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC  
Faculty of Mechanical Engineering ■

# A DIVIDED REAR COVER FOR A CAR

## Diploma thesis

*Study programme:* N2301 – Mechanical Engineering

*Study branch:* 2302T010 – Machine and Equipment Design

*Author:* **David Baše**

*Supervisor:* Ing. Jan Novák, Ph.D.





## Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tom- to případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

## **Dělené zadní víko osobního automobilu**

**Anotace:** Tato diplomová práce se zabývá návrhem a konstrukcí děleného zadního víka pro osobní automobily. Řešení je vytvořeno na designové studii vozidla Swellak, jedná se o karoserii typu hatchback. Teoretická část práce se zabývá různými řešeními dělených vík u sériově vyráběných osobních automobilů. Další část obsahuje návrh základních konceptů možných dělení pro dané vozidlo, s výčtem jejich výhod a nevýhod. Z navržených konceptů je vybrána nejvhodnější varianta, která je dále zpracována do CAD modelu. U vybraného dílu je následně proveden základní pevnostní výpočet a zpracována technická dokumentace.

**Klíčová slova:** dělené, zadní víko, osobní automobil, karoserie, závěs, plynová vzpěra

## **A divided rear cover for a car**

**Annotation:** This diploma thesis deals with design and construction of a divided rear cover for a car. The solution is construct for a design study of Swellak vehicle, this is a hatchback type of vehicle body. Theoretical part deals with various solutions of divided cover at mass-produced cars. The next part includes design of the basic concepts of possible division for defined vehicle, with the list of benefits and disadvantages. Of the proposed concepts is chosen the most suitable variant, which is further processed into a CAD model. For the selected part is done a basic strength calculation and a technical documentation.

**Key words:** divided, a rear cover, a car, a bodywork, a hinge, a gas strut

## **Poděkování**

Touto cestou bych chtěl především poděkovat vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Janu Novákovi Ph.D. za odborné rady a připomínky. Dále bych chtěl poděkovat konzultantovi Ing. Janu Foltinovi a Ing. Lukáši Snopkovi ze společnosti Swell za jejich věnovaný čas a technickou podporu. V poslední řadě bych také rád poděkoval své rodině a přítelkyni za podporu během celého studia.

## Seznam symbolů a zkratek

CAD	Computer Aided Design	
SUV	Sport Utility Vehicle	
ABS	Akrylonitril-Butadien-Styren	
PE	Polyethylen	
MKP	Metoda Konečných Prvků	
$F_{p1}$	Síla plynové vzpěry 1	[N]
$F_{p2}$	Síla plynové vzpěry 2	[N]
$F_1$	Síla vyvinutá uživatelem vozidla	[N]
$\sigma_{Do}$	Dovolené napětí v ohybu	[MPa]
$\tau_{Ds}$	Dovolené napětí ve smyku	[MPa]
$\rho_D$	Dovolený tlak	[MPa]
$m$	Hmotnost	[kg]
$g$	Gravitační zrychlení	[ms <sup>-2</sup> ]
$F_1$	Síla působící na závěs při Variantě 2	[N]
$F_2$	Síla působící na závěs při Variantě 3	[N]
$F_{\check{c}}$	Síla působící na čep	[N]
$M_{oMax}$	Maximální ohybový moment	[Nm]
$W_o$	Průřezový modul v ohybu	[mm <sup>3</sup> ]

## Obsah

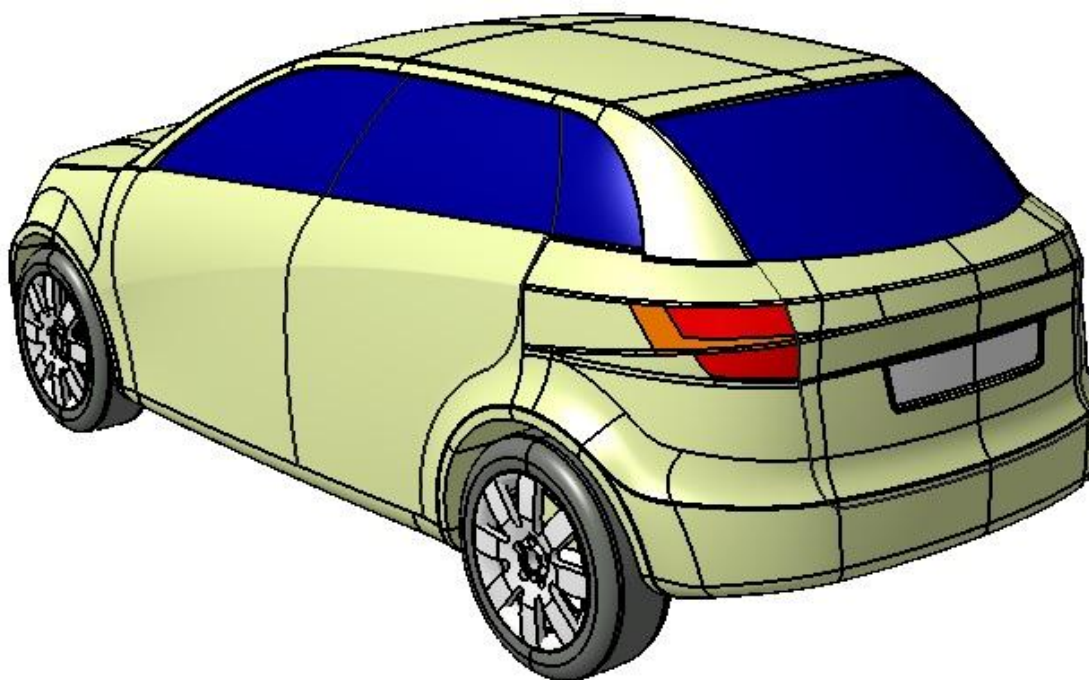
1. Úvod .....	9
1.1 Řešené vozidlo – Swellak .....	10
1.2 Představení společnosti Swell .....	11
1.3 Spolupráce na diplomové práci .....	12
2. Zadní víko a možná dělení .....	13
2.1 Vyklápění zadního víka ve dvou polohách .....	14
2.1.1 Varianta A .....	14
2.1.2 Varianta B .....	15
2.2 Dělení mezi víkem a zadním oknem .....	16
2.2.1 Varianta C .....	16
2.3 Dělení na spodní a horní část víka .....	17
2.3.1 Varianta D .....	17
2.3.2 Varianta E .....	18
2.4 Křídlové dveře .....	19
2.4.1 Varianta F .....	19
3. Základní koncepty dělení víka .....	20
3.1 Dělení na spodní a horní část víka .....	20
3.1.1 Popis první varianty děleného víka .....	21
3.1.2 Funkcionalita řešení a přínos pro uživatele .....	21
3.1.3 Kinematika děleného víka .....	22
3.2 Dělení mezi víkem a zadním oknem .....	23
3.2.1 Popis druhé varianty děleného víka .....	23
3.2.2 Funkcionalita řešení a přínos pro uživatele .....	24
3.2.3 Kinematika děleného víka .....	24
3.3 Dělení na 3 části víka .....	25
3.3.1 Popis třetí varianty děleného víka .....	25
3.3.2 Funkcionalita řešení a přínos pro uživatele .....	26
3.3.3 Kinematika děleného víka .....	26
3.4 Výběr varianty .....	27



4. Konstrukční řešení.....	29
4.1 Definiční řezy zadního víka .....	29
4.1.1 Definiční řez A-A.....	30
4.1.2 Definiční řez B-B.....	31
4.1.3 Definiční řez C-C .....	33
4.1.4 Definiční řez D-D .....	34
4.1.5 Definiční řez E-E.....	35
4.1.6 Definiční řez F-F .....	35
4.2 Definice těsnící stojny .....	37
4.3 Konstrukce děleného víka .....	38
4.3.1 Výsledná sestava děleného víka .....	39
4.3.2 Jednotlivé díly víka .....	40
4.3.3 Volba materiálů.....	49
4.3.4 Umístění plynových vzpěr .....	50
5. Výpočty.....	52
5.1 Výpočet sil plynových vzpěr .....	52
5.2 Výpočet závěsu víka použitím MKP .....	54
5.2.1 Varianta 1 – zavřené víko .....	54
5.2.2 Varianta 2 – otevřené zadní okno.....	56
5.2.3 Varianta 3 – otevřené celé víko .....	58
5.3 Kontrola navrženého čepu závěsu .....	60
6. Závěr .....	62
Seznam použité literatury.....	64
Příloha 1 – Dosedací plocha na těsnění .....	65
Příloha 2 – Výkresová dokumentace.....	66

## 1. Úvod

Cílem této práce je návrh zadního děleného víka na designové studii vozidla Swellak. Prvním cílem je provést rešerši stávajících řešení dělení zadního víka u osobních automobilů. Porovnat jednotlivé prvky těchto řešení, způsoby otevírání, zámky a plynové vzpěry. Dále navrhnout základní koncepty dělení zadního víka, použitelné na vozidle Swellak. Následně bude provedeno vyhodnocení funkcionality, hlavních přínosů pro uživatele, klady a zápory jednotlivých řešení. Podle vyhodnocení jednotlivých řešení bude následně vybrán koncept dělení víka pro další zpracování. Nejdříve zpracována kinematika uchycení zadního víka ke karoserii s ohledem na funkčnost všech prvků, jako jsou závěsy, plynové vzpěry a zámek dveří. Po zpracování kinematiky bude následovat vytvoření CAD modelu víka, pro vybraný díl zpracována základní technická dokumentace a provedeny základní pevnostní výpočty.



Obr. 1 Designová studie firmy Swell, pohled na zadní víko

## 1.1 Řešené vozidlo – Swellak

Při tvorbě mé diplomové práce použiji designovou studii od firmy Swell – automobil Swellak. Toto auto odpovídá svými rozměry kategorii vozů nižší střední třídy, jako je např. Volkswagen Golf obr. 2. Jedná se o pětidvéřovou karoserii typu hatchback s výklopnou zadní částí.

### Rozměrové porovnání konceptu Swellak s vozidlem stejné kategorie

Tab. 1 Rozměrové porovnání

	VW Golf VII. Gen.	Swellak	rozdíl oproti VW Golf
Délka [mm]	4 255	4 195	-60
Šířka [mm]	1 799	1 740	-59
Výška [mm]	1 452	1 470	18



Obr. 2 VW Golf VII. [3]

## 1.2 Představení společnosti Swell

Společnost se sídlem v Hořicích na Jičínsku vznikla v roce 1993 a jejími zakladateli byli Lubomír Drašar a Pavel Krois. Od svého vzniku se úspěšně vypracovala na jednu z předních firem v České Republice, které se zabývají aplikovaným výzkumem v oblasti automobilového průmyslu.

Mezi nejdůležitější klienty společnosti patří Škoda Auto, pro které provádí konstrukci, výpočty, speciální vývojové zkoušky a dodává prototypy. Mezi další významné zákazníky patří např. Iveco, Bosch, Hella, Continental nebo Honeywell.

### Hlavní činnosti společnosti:

- Swell je dodavatelem vývojových služeb do automobilového průmyslu na evropském trhu.
- Zabývá se vývojem dílů a sestav, především v oblasti karoserie, exteriéru a interiéru vozu.
- V těchto i jiných oblastech poskytuje CAD služby od před vývoje až po detailní konstrukci.
- Provádí tvorbu designových návrhů, zpracování scanů, vývoj plechových a plastových dílů, kinematické mechanismy, zpracování výkresové dokumentace.
- Provádí speciální zkoušky komponentů (zkoušky životnosti, frekvenční a modální analýzy, mechanické a environmentální testy), stavbu prototypů karosářských struktur, obrábění designových maket.
- Vytváří produkční lisovací nástroje.
- Jako hlavní vývojové programy společnost používá: CATIA V5, CATIA 4.2.4, ICEM Surf, ISO Draw, Inventor a mnoho dalších. [1]



Obr. 3 Centrum vývojových služeb Hořice [1]

**Sídlo společnosti:** Swell, spol. s.r.o  
Nám. Jiřího z Poděbrad 236  
508 01 Hořice  
Czech Republic

### 1.3 Spolupráce na diplomové práci

Vozidlo Swellak je designová studie vytvořená společností Swell. Auto sestávající se z vnějších ploch podle navrženého designu. Při řešení budu vycházet z rozměrů toho vozu a jeho karoserie.

Konstrukci zadního víka budu provádět ve firmě Swell, v jejich CAD centru v Hořicích.

Při konstrukci použiji CAD software CATIA V5R19, pro tvorbu mé diplomové práce mi bude poskytnuta licence od společnosti Swell.

## 2. Zadní víko a možná dělení

Zadní víko je nedílnou součástí karoserie vozidla. Ať už z hlediska funkčního, víko uzavírá karoserii v zadní části a kryje přepravní prostor, tak i z hlediska designu celého vozidla.

Zadní víko se skládá z mnoha funkčních prvků. Uchycení víka přes závěsy, manuální zvedání skrze plynové vzpěry nebo elektrické přes servomotory. Pro zabezpečení víka slouží zámky. K zaručení viditelnosti přes zadní okno je součástí víka stěrač s ostřikovačem. Okno musí být též vybaveno ohříváním pro rozmrazení např. námrazy. Podle rozložení zádi vozu mohou být součástí víka i zadní světlometry.

V mé práci se budu věnovat zadním víkům především u osobních vozidel kategorie hatchback, liftback, sedan, kombi a SUV.

Hlavní výhodou dělených vík je komfort pro uživatele vozu, nabízí se více možností otevírání než u zaběhnuté klasické formy zadního víka nebo šance se odlišit od okolí. Pro výrobce osobních vozů jsou dělená víka další možností jak zaujmout zákazníka a získat ho tak na svou stranu. Vytvoření děleného víka nemusí znamenat příliš velké změny pro konstrukci zadní části vozu, existují automobily, které nabízejí jak klasické nedělené víko, tak i dělené.

Mezi nevýhody dělených vík patří menší tuhost vlivem dělení na dvě části, nežli u víka tvořeného jedním dílem. Tato nevýhoda lze částečně odstranit použitím dodatečných výztuh víka, což má ale za následek zvýšení hmotnosti vozu. Právě zvýšení hmotnosti se jeví jako největší nevýhodou dělených vík, když jsou výrobci vozidel hnáni k co největšímu šetření hmotností z důvodu úspory paliva, a tím i snížení znečišťujících emisí vozu. Další nevýhodou je více funkčních prvků zadního víka, jako jsou vzpěry, závěsy, zámky. Tím vzniká větší možnost poruchy jednotlivých dílů.

## 2.1 Vyklápění zadního víka ve dvou polohách

Dělení zadního víka ve dvou polohách se nejvíce používá u vozidel kategorie sedan. Zároveň tytu vozy spadají do segmentu luxusních aut. Cílem je zachování tvarů karoserie sedan a také při potřebě naložení většího zavazadla nebo plné zpřístupnění zavazadlového prostoru otevření celé zádi, jako tomu je u karoserie typu liftback.

### 2.1.1 Varianta A



Obr. 4 Zadní víko. Škoda Superb II

Řešení zadního víka u Škody Superb II. generace, pojmenované Twindoor, je děleno za zadním oknem, při otevření první části vznikne menší otvor, vozidlo se otevírá jako sedan. Tato část se otevírá spínačem uprostřed víka. Zmáčknutím spínače v pravé části se společně s víkem otevře i celé zadní okno, ze sedanu se následně stane liftback. Při otevřeném celém víku je možné nakládat i objemné zavazadla a tím naplno využít velikost zavazadlového prostoru.

**Výhody:** Při nakládání menších zavazadel stačí otevřít pouze menší část víka.

Lze naložit i velmi objemné zavazadla při otevření celého víka.

Komfort pro cestující na zadních sedadlech – při otevřené pouze spodní částí jsou chráněny před vnějšími vlivy počasí.

**Nevýhody:** Závěs spodní části zasahuje do zavazadlového prostoru, je nutný kryt tohoto závěsu, který zmenšuje objem zavazadlového prostoru.

Zdlouhavé přepínání při otvírání celého víka.

### 2.1.2 Varianta B



Obr. 5 Zadní víko, BMW 5 GT

Toto řešení je podobné variantě Twindoor. Jedním spínačem se otevírá spodní část víka bez skla. Druhým spínačem se otevírá celé zadní víko včetně skla a auto se mění v klasický liftback. Rozdíl proti variantě C je ten, že se zadní víko nepůlí, ale obě části fungují nezávisle na sobě. Spodní část bez skla je uložena v rámu zadního víka.

**Výhody:** Větší tuhost zadního víka oproti variantě Twindoor. Otvírání celého víka je rychlejší, nedochází zde k rozpojování obou částí víka.



**Nevýhody:** Při otevření spodní části vzniká pouze opravdu malý otvor pro naložení či vyložení zavazadel.

Také velmi špatná manipulace se zavazadly umístěnými za zadními sedadly.

## 2.2 Dělení mezi víkem a zadním oknem

Tato varianta dělení kombinuje klasické zadní víko, ať už u vozidel kombi, nebo hatchback s možností samotného otevření zadního okna.

### 2.2.1 Varianta C



Obr. 6 Zadní víko, BMW 5 Touring

U BMW řady 5 je zadní víko klasické jako u ostatních automobilů kategorie kombi, avšak jsou tu dvě možnosti k otevření zavazadlového prostoru. Pro menší zavazadla, nebo pokud chce majitel odložit zavazadla na roletku zavazadlového prostoru, lze použít k otevření pouze zadní okno víka. Pro plnohodnotné zpřístupnění zavazadlového prostoru a naložení objemných zavazadel, pro které jsou vozidla kombi vytvořená lze použít otevření celých zadních dveří.

**Výhody:** Toto řešení lze použít pro jakékoli vozidlo kombi nebo hatchback. Pro vložení menších zavazadel není potřeba otevírat celé zadní víko.

Pro ochranu prostoru pro posádku před vlivy počasí se při otevření zadního víka vytáhne roletka ke stropu.

**Nevýhody:** Spojení stěrače a jeho pohonu, který je umístěn na spodní části víka

### 2.3 Dělení na spodní a horní část víka

U tohoto způsobu dělení je zadní víko rozděleno většinou nesymetricky na horní a spodní část víka. Horní část se otevírá vzhůru na dvou plynových vzpěrách, zatímco spodní část se sklápí dolů a tvoří rovinu s podlahou zavazadlového prostoru.

#### 2.3.1 Varianta D



Automobil Smart patří do kategorie mini vozů, který většinu svého života stráví ježděním po městech. Za hranice města se dostanou spíše výjimečně. U tohoto vozu je možno zavazadlový prostor otevřít buď oknem vzhůru, nebo sklopením spodního dílu zadního víka směrem dolů.

Obr. 7 Zadní víko, Smart ForTwo Coupé

**Výhody:** Otevřením okna lze naložit méně rozměrné předměty do zavazadlového prostoru

Zavřená spodní část může sloužit jako zábránka, například brání nákladu proti vypadnutí z vozu při stání v kopci.

**Nevýhody:** Obě části víka nelze otevírat samostatně, nejdříve se musí otevřít horní část, až následně lze otevřít spodní. Při zavírání se musí postupovat v opačném pořadí, tj. nejdříve spodní část a následně tu horní.

### 2.3.2 Varianta E



Obr. 8 Zadní víko, Land Rover Discovery

Automobil Land Rover Discovery patří do pomezí kategorie terénních vozů a SUV, u kterých je vlastnost přepravit větší množství nákladu více než potřebná. Z tohoto důvodu je zde vhodné použití děleného víka.

**Výhody:** Spodní část při otevřeném stavu může sloužit jako lavice pro usednutí.

Rozdělení hmotnosti na dvě části, horní část je lehčí, než kdyby bylo zadní víko nedělené, menší potřebná síla plynových vzpěr.

Spodní část může sloužit jako zádržka při otevřeném víku a při stání vozidla v kopci.

**Nevýhody:** Při otevřené spodní části je velká vzdálenost k nákladu, který je umístěn až za zadními sedadly.

## 2.4 Křídlové dveře

Tento způsob dělení se spíše používá u užitkových vozidel, kde dobře slouží k naložení nákladového prostoru vozu. Například při nakládání palet vysokozdvížným vozíkem lze najet až k zádi vozu. U osobních automobilů patří tento způsob dělení zadního víka spíše k výjimkám.

### 2.4.1 Varianta F



Obr. 9 Zadní víko, Mini Clubman [3]

Zadní víko je u této varianty děleno nesymetricky na dvě poloviny, levou a pravou část víka. Obě části víka se otvírají do stran pod úhlem 90° a vytváří tak dostatečný prostor za zádi vozu.

**Výhody:** Otevřené části víka nezakrývají zadní světlíky vozu, vůz je tak viditelný i za snížených viditelných podmínek.  
Otevřené víko neomezuje výškou osoby u zádi vozu.

**Nevýhody:** Při zavírání se musí nejdřív zavřít levá část víka a následně až pravá část, tento postup nelze obrátit, protože pravá část víka zapadá do levé části.

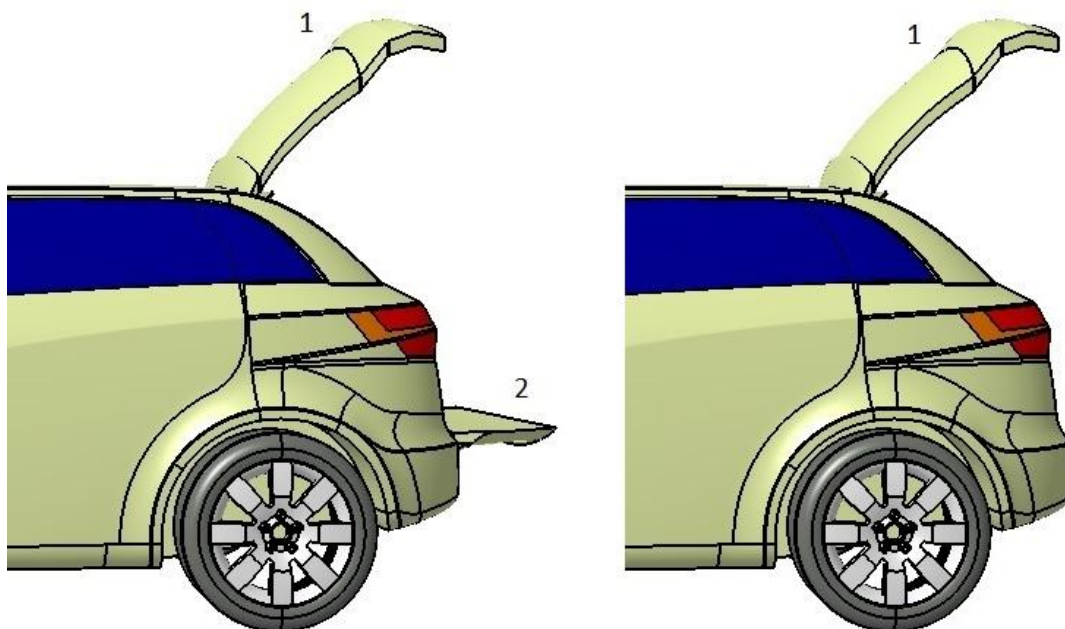
### 3. Základní koncepty dělení víka

V této části diplomové práce uvedu možná řešení zadního děleného víka pro designovou studii vozidla Swellak. Dále zde uvedu vyhodnocení jednotlivých řešení s jejich výhodami či nevýhodami. Na závěr této části vyberu nejlepší řešení dělení víka pro zpracování v další kapitole.

Z důvodu designu zadní části vozidla Swellak, jsem vybral tři varianty pro možná dělení zadního víka. Varianta 2.3 Dělení na spodní a horní část víka, druhá varianta 2.2 Dělení mezi víkem a zadním oknem a jako třetí variantu zde uvedu dělení na tři části víka. Varianta 2.1 Vyklápění zadního víka ve dvou polohách, je pro použití na voze Swellak nevhodná, hodí se spíše pro vozidla kategorie sedan. Varianta 2.4 Křídlové dveře, je zde zbytečná. Její využití se více hodí k dodávkovým vozům.

#### 3.1 Dělení na spodní a horní část víka

První varianta je zobrazena na obr. 10. Jedná se o dělení na dvě samostatně otevíratelné části. Část (1) se otevírá vzhůru, zatímco část (2) se sklápí směrem dolů a tvoří rovinu se zavazadlovým prostorem.



Obr. 10 První varianta zadního děleného víka

### 3.1.1 Popis první varianty děleného víka

Tato varianta se skládá z části (1), která je tvořena zadním oknem přilepeným na rámu. Dále je zde část zadního víka a spoiler, který navazuje na rovinu střechy. Tato část je uložena na 2 závěsech ve střešní části karoserie vozu. Vzhůru je zvedána dvěma plynovými vzpěrami po stranách vozu. Při zavření je tato část zabezpečena zámkem, který je umístěn ve spodní části (2). Část (2) je ke karoserii opět připevněna 2 závěsy, umístěnými nad zadním nárazníkem. Sklápění směrem dolů může být řešeno buď vzpěrami, nebo lanovody zobrazenými na obr. 11. Tato spodní část je v zavřené poloze zabezpečena dvěma zámkem po stranách karoserie.



Obr. 11 Řešení sklápění spodní části

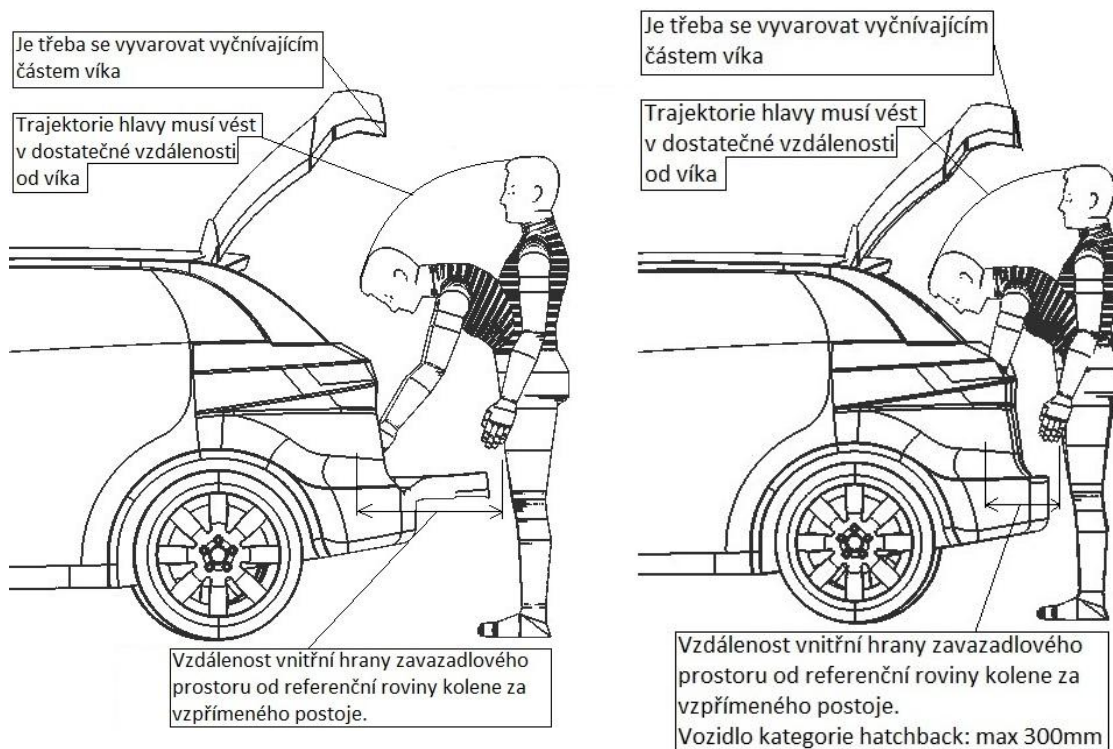
### 3.1.2 Funkcionalita řešení a přínos pro uživatele

Zavazadlový prostor může být zpřístupněn pouze otevřením části (1), při zavřené spodní části víka (2), tak jak je zobrazeno v pravé části obr. 10. V tuto chvíli může sloužit zavřený spodní díl jako zádržka v zavazadlovém prostoru a chránit tak náklad před vypadnutím. Další možnost je otevření obou částí děleného víka. Spodní část (2) lze umístit do takové polohy, aby tvořil rovinu se zavazadlovým prostorem. Většinou je však i potřeba lehce zvýšit podlahu zavazadlového prostoru, aby bylo dosaženo roviny.

Spodní část víka může uživatel využít jako lavici k usazení nebo k odložení nákladu. Z tohoto důvodu je však nutné dostatečně dimenzovat zavěšení spodní části víka.

### 3.1.3 Kinematika děleného víka

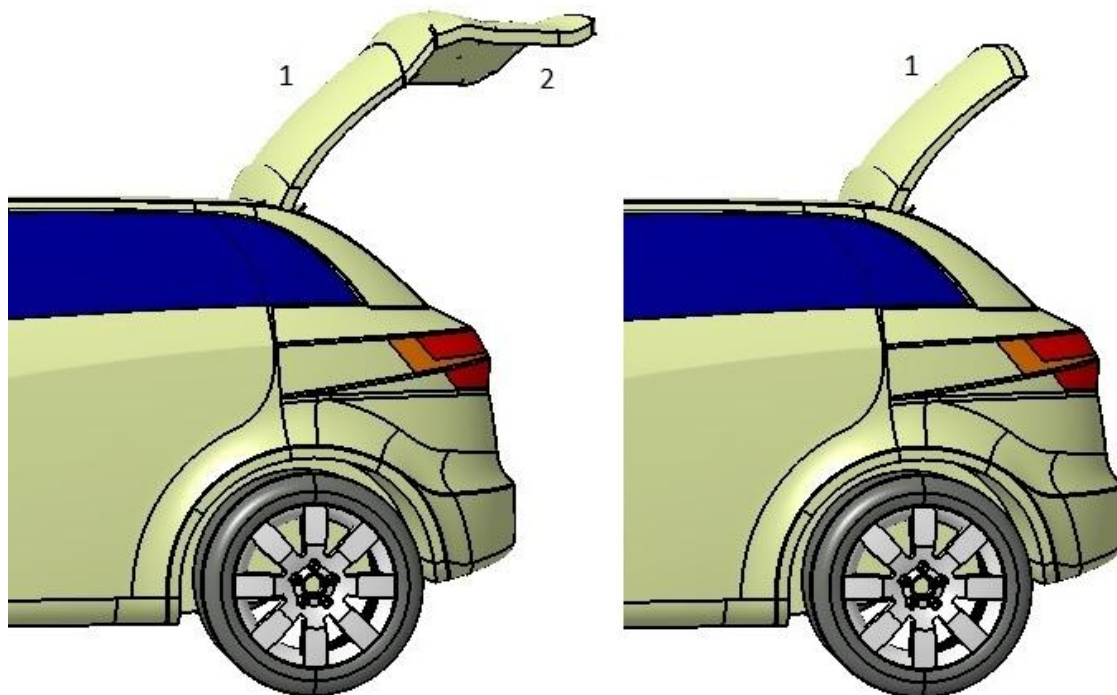
Na obr. 12 je zobrazeno kinematické schéma první varianty děleného víka. Jedná se o postavu průměrného evropského muže o výšce 1800mm [4], která stojí u otevřeného víka zavazadlového prostoru. Na levé straně obrázku je víko plně otevřeno tj. horní i spodní část. Zatímco na pravé straně obrázku je otevřena pouze horní část víka. Postava je na obou případech ve dvou polohách, v jedné poloze stojí ve vzpřímeném postoji, ve druhé poloze je předkloněna směrem do zavazadlového prostoru. Postava stojí ve vzdálenosti maximálně 300mm od vnitřní hrany zavazadlového prostoru, tento rozměr je dán u vozidel kategorie hatchback. Křivka spojující hlavy ve vzpřímené a předkloněné poloze znázorňuje trajektorii hlavy osoby při nakládání zavazadel do zavazadlového prostoru. Od této trajektorie se uvažuje, v jaké výšce musí být minimálně umístěna hrana víka od země, čehož se docílí úhlem otevření zadního víka.



Obr. 12 Kinematické schéma děleného víka – varianta 3.1

### 3.2 Dělení mezi víkem a zadním oknem

Druhá varianta je zobrazena na obrázku 13. Tato varianta se skládá ze dvou částí, první je otevíratelné samotné zadní okno (1). Jako druhou část uvažují celé zadní víko (2).



Obr. 13 Druhá varianta zadního děleného víka

#### 3.2.1 Popis druhé varianty děleného víka

Druhá varianta děleného víka se skládá z okna (1), které je nalepeno na rámu. Tento rám slouží jako nosná část okna a je přišroubován ke dvěma závěsům, umístěným ve střešní části karoserie. Okno je zvedáno přes jednu plynovou vzpěru. V zavřené poloze je okno zabezpečeno zámkem umístěným v prostřední části spodní části víka (2). Spodní část víka (2) je opět uložena na dvou závěsech, které jsou umístěné ve střešní části karoserie (závěsy jsou zdvojené, jeden pár slouží k otevírání okna, druhý pár pro otevírání spodní části víka). Část (2) je zvedána souběžně dvěma plynovými vzpěrami, jedna vzpěra uchycená k oknu a druhá vzpěra uchycená ke spodní části. K uzamčení spodní části slouží zámek uložený nad zadním nárazníkem vozu.

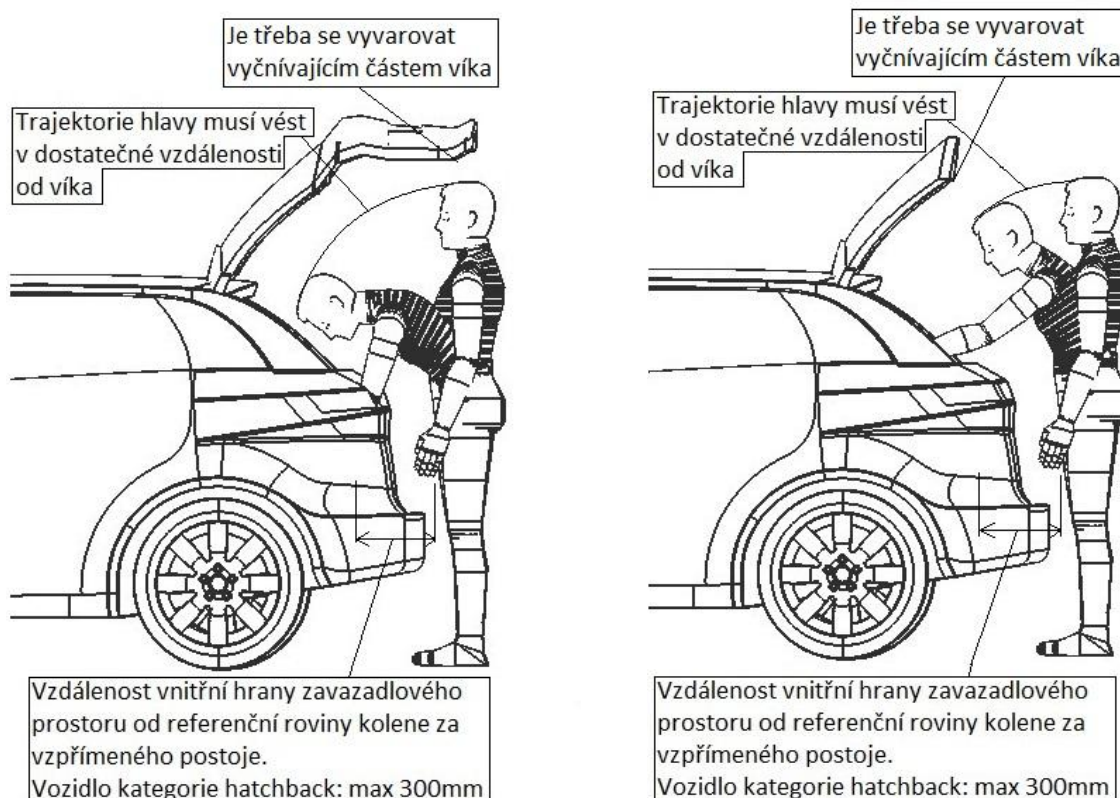


### 3.2.2 Funkcionalita řešení a přínos pro uživatele

Pro zpřístupnění menšího otvoru do zavazadlového prostoru slouží uživateli otevření okna (1), zatímco část (2) je zavřena, jak je zobrazeno v pravé části na obr. 13. Otevřené okno může sloužit k naložení menších zavazadel, úplné zaplnění zavazadlového prostoru nebo k odložení zavazadla na roletku, kryjící zavazadlový prostor. Také je možnost převozu dlouhého předmětu, vyčnívajícího z otevřeného zadního okna. Pro otevření celého zavazadlového prostoru slouží část (2), kdy se spolu s oknem otevře i celé zadní víko jak je vidět v levé části na obr. 13. Takto otevřené víko slouží uživateli klasicky k naložení větších zavazadel nebo zavazadel s vyšší hmotností, kdy je nákladová hrana nízko od země

### 3.2.3 Kinematika děleného víka

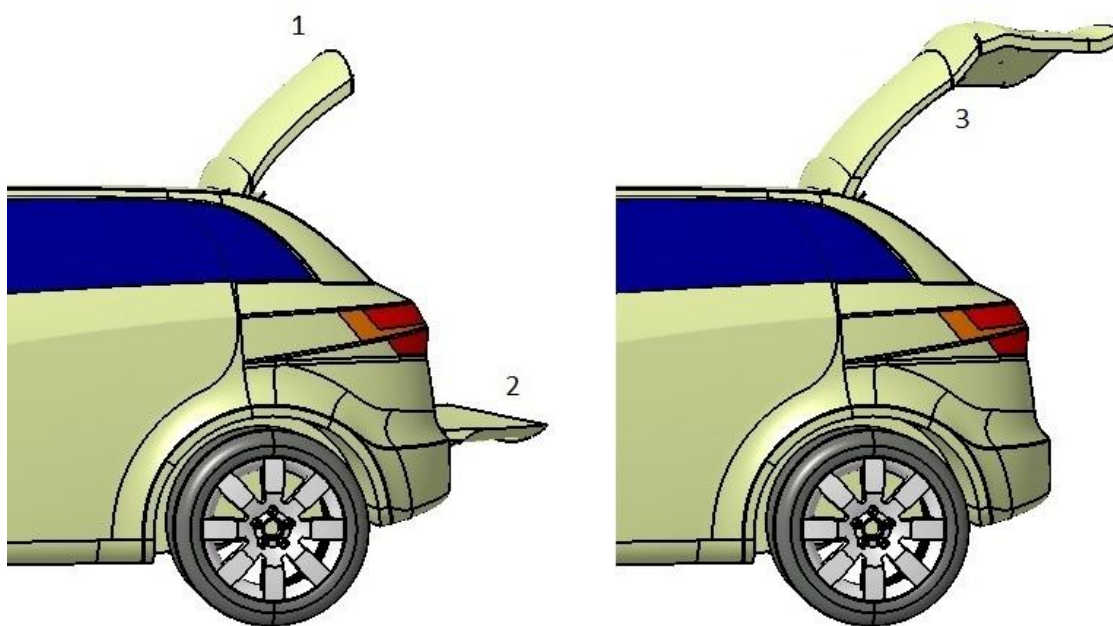
Na obr. 14 je zobrazena kinematika druhé varianty děleného víka. Řešení kinematiky je podobné jako u první varianty. Opět je zde postava vysoká 1800mm ve dvou polohách. Na levé straně obrázku je otevřené celé zadní víko, zatímco na pravé straně obrázku je otevřena pouze první část víka, zadní okno.



Obr. 14 Kinematické schéma děleného víka - varianta 3.2

### 3.3 Dělení na 3 části víka

Třetí varianta je zobrazena na obr. 15. Jedná se částečně o kombinaci dvou předcházejících variant dělení. Skládá se z otevíratelného okna (1), sklápěné spodní části víka (2) a jako třetí část uvažují celé zadní víko otevíratelné vzhůru (3).



Obr. 15 Třetí varianta zadního děleného víka

#### 3.3.1 Popis třetí varianty děleného víka

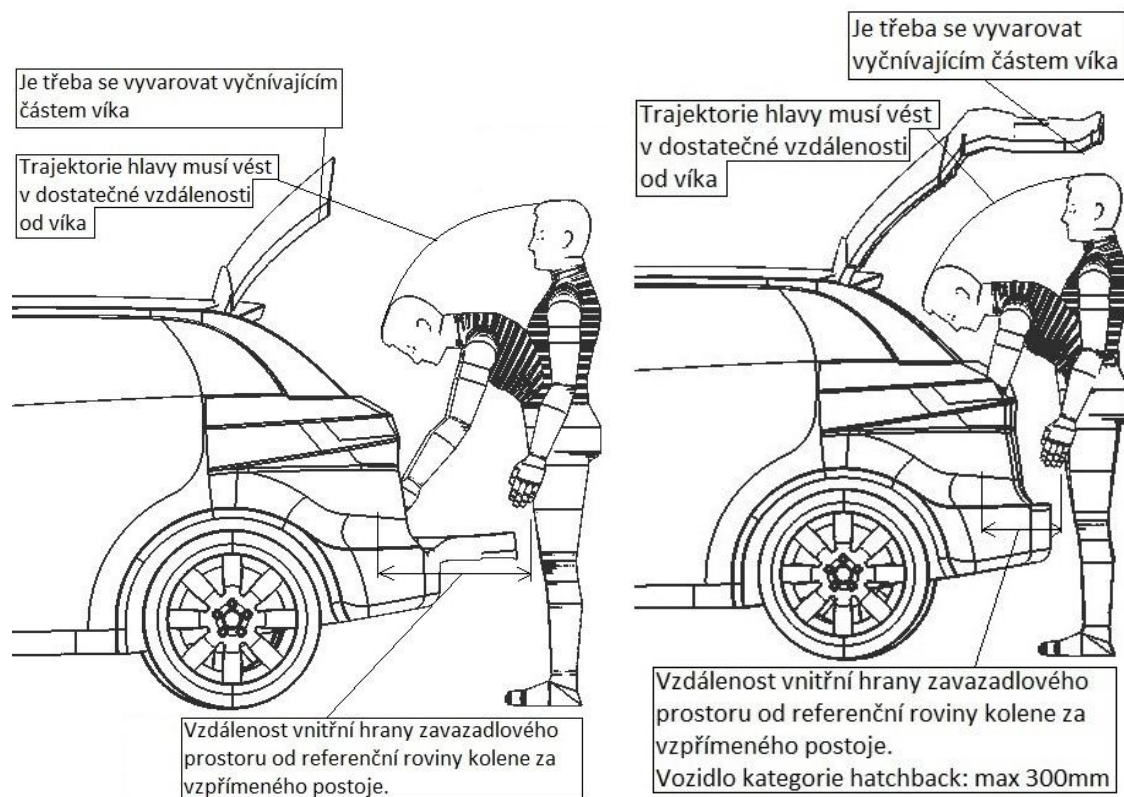
U této varianty děleného víka je hlavní částí pevný rám, ke kterému je připevněno jak otevíratelné okno vzhůru (1), tak i spodní část víka (2). Okno je uchyceno na dvou závěsech, které jsou uloženy k rámu víka v horní části. Okno je zvedáno plynovou vzpěrou a v zavřené poloze je zajištěno zámkem. Spodní část je také uchycena na dvou závěsech, které jsou ale uloženy v dolní části rámu. Sklápění spodní části je zajištěno vzpěrami nebo lanovody podobně jako u řešení 3.1.1. V zavřené poloze je spodní část opět zajištěna zámkem. V poslední řadě lze otevřít celé víko s rámem vzhůru, které je uchyceno závěsy umístěnými ve střešní části karoserie. Rám je zvedán dvěma plynovými vzpěrami. Pro zajištění rámu celého víka v dolní poloze je zde třetí zámek.

### 3.3.2 Funkcionalita řešení a přínos pro uživatele

Pro zpřístupnění menšího otvoru do zavazadlového prostoru slouží uživateli otevření okna (1), tímto lze naložit menší zavazadla, či zaplnit z vrchu celý zavazadlový prostor. Dále je možnost otevřít spodní část víka (2), tímto vznikne poměrně malý otvor ve spodní části, který lze použít například k převážení dlouhých předmětů. Rovněž lze tuto spodní část použít jako lavici, nebo k odložení nákladu. V poslední řadě, lze otevřít celé víko vzhůru jako u klasického neděleného víka. Největším přínosem pro uživatele vozidla je více možností jak otevřít zavazadlový prostor. Je to kombinace předchozích dvou variant dělení víka.

### 3.3.3 Kinematika děleného víka

Na obr. 16. je zobrazena kinematika třetí varianty děleného víka. Je zde postava vysoká 1800mm ve dvou polohách. Na levé straně je otevřeno okno vzhůru a spodní část víka sklopená dolů. Na pravé straně je otevřeno celé víko směrem vzhůru.



Obr. 16 Kinematické schéma děleného víka - varianta 3.3

### 3.4 Výběr varianty

V této kapitole porovnávám jednotlivé varianty zadního děleného víka. Uvedené výhody a nevýhody jednotlivých řešení povedou k výběru vhodné varianty. U vybrané varianty zpracuji kinematiku uchycení včetně umístění jednotlivých prvků zadního víka. Výstupem mé práce bude CAD model. Pro zvolený díl zpracuji základní technickou dokumentaci a základní pevnostní výpočty.

Výhodou první varianty (viz kap. 3.1) je možnost nakládání zavazadel otevřenou horní částí víka, zatímco spodní část je zavřená a funguje jako zádržka proti vypadnutí zavazadel např. při stání vozidla v kopci. Spodní část víka může sloužit jako lavice pro usednutí nebo k odložení nákladu.

Mezi nevýhody patří nutnost nejdříve otevřít horní část a pak až následně lze otevřít část spodní. Nelze samostatně otevřít spodní část. Zavírání děleného víka musí probíhat v opačném pořadí.

U druhé varianty (viz kap. 3.2) patří k hlavním přínosům pro uživatele rychlé zpřístupnění zavazadlového prostoru a naložení např. menších zavazadel, v tomto případě stačí otevřít zadní okno. Rovněž lze při otevřeném oknu velmi dobře zaplnit zavazadlový prostor až po okraj spodní části víka. V ostatních případech tvoří tato varianta klasické víko u vozidel hatchback s otevíráním vzhůru celého víka, a tím spojená dobrá přístupnost celého zavazadlového prostoru.

Malou nevýhodou může být spojení stěrače s jeho pohonem umístěným ve spodní části víka.

U třetí varianty (viz kap. 3.3) je největší výhodou celková variabilita zadního děleného víka, uživatel má více možností jak zpřístupnit zavazadlový prostor. Podobně jako u varianty 3.2 lze rychle naložit menší zavazadla otevřením okna, nebo je možné převážet dlouhá zavazadla při otevřené spodní části víka. Spodní část víka by bylo při dostatečném dimenzování dílů možné použít jako lavici na usednutí. Zároveň lze otevřít celé víko vzhůru jako u neděleného víka a tím vzniká dobrá přístupnost zavazadlového prostoru.

Největší nevýhodou této varianty je její složitost. Je zde použito velké množství akčních prvků, ať už závěsů, zámků nebo vzpěr. Rovněž by bylo potřebné více ovládacích prvků, ke každému zámku zvlášť. Celkově by muselo být toto víko dostatečně masivní a tuhé. Tím vzniká problém velké hmotnosti této varianty.

Podle posouzení výhod a nevýhod jednotlivých řešení, jsem rozhodl vybrat variantu 3.2 dělení mezi víkem a zadním oknem. Bral jsem v úvahu také kategorii vozidel nižší střední třídy, kam tato studie vozidla Swellak svými rozměry zapadá. Do této kategorie vozidel patří spíše levnější vozy, takže ekonomická stránka této varianty byla také sledována.

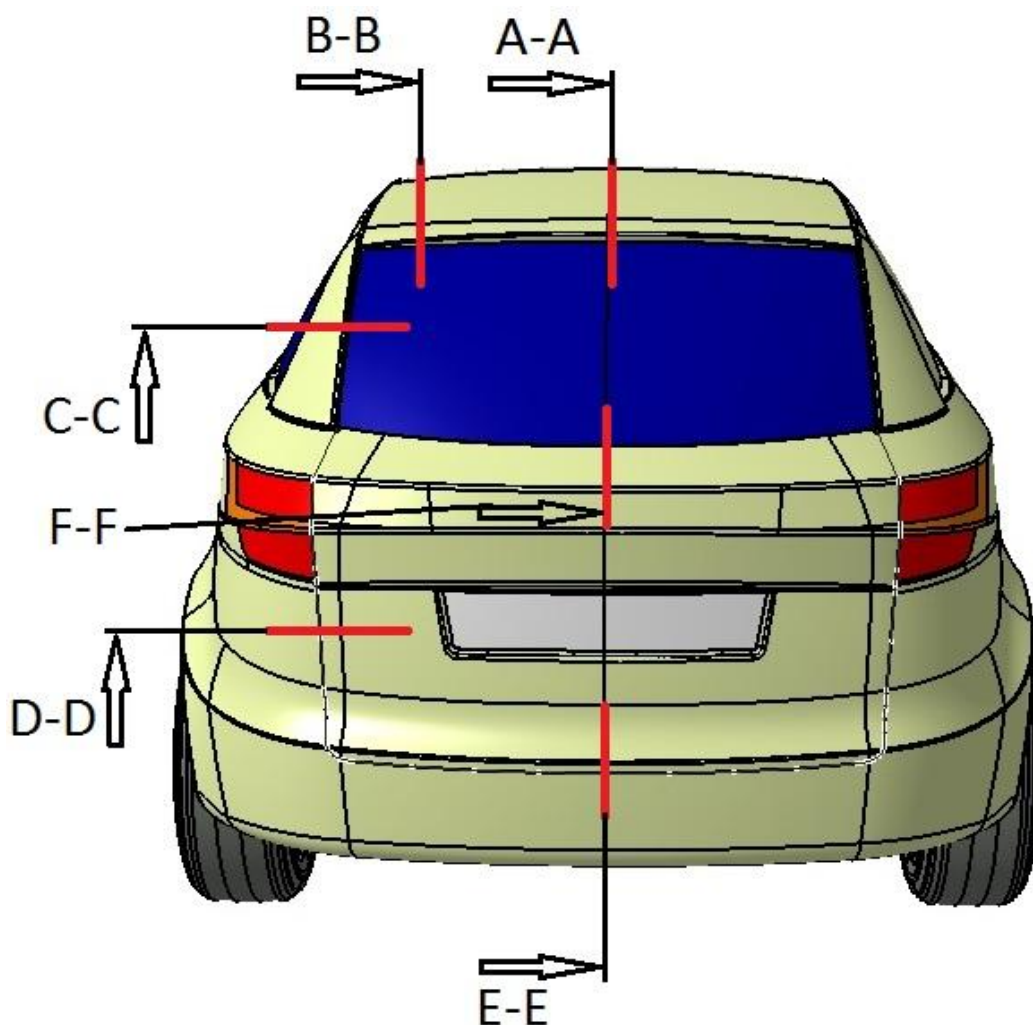
První varianta 3.1 se spíše hodí svým použitím pro vozidla kategorie SUV. Poslední třetí variantu 3.3 jsem zavrhl pro její složitost a s tím spojenou její vysokou cenu, tuto variantu bych navrhoval spíše k vozidlům vyšších kategorií, kde není brán takový důraz na nízkou cenu vozidla.

## 4. Konstrukční řešení

V této části bude popsán postup při tvorbě modelu vybrané varianty z minulé kapitoly. Budu postupovat podle standardů konstruování zadního víka v sériové výrobě vozidel.

### 4.1 Definiční řezy zadního víka

Nejprve se začíná tvorbou definičních řezů umístěných na různých důležitých částech karoserie vozu a jeho zadního víka. V jednotlivých řezech je řešená kinematika pohybu víka, uchycení jednotlivých dílů jako jsou závěsy, dorazy a zámky. Umístění jednotlivých řezů je vidět na následujícím obr. 17. Místo řezu je označeno červenou čarou a směr pohledu je označen šipkou.

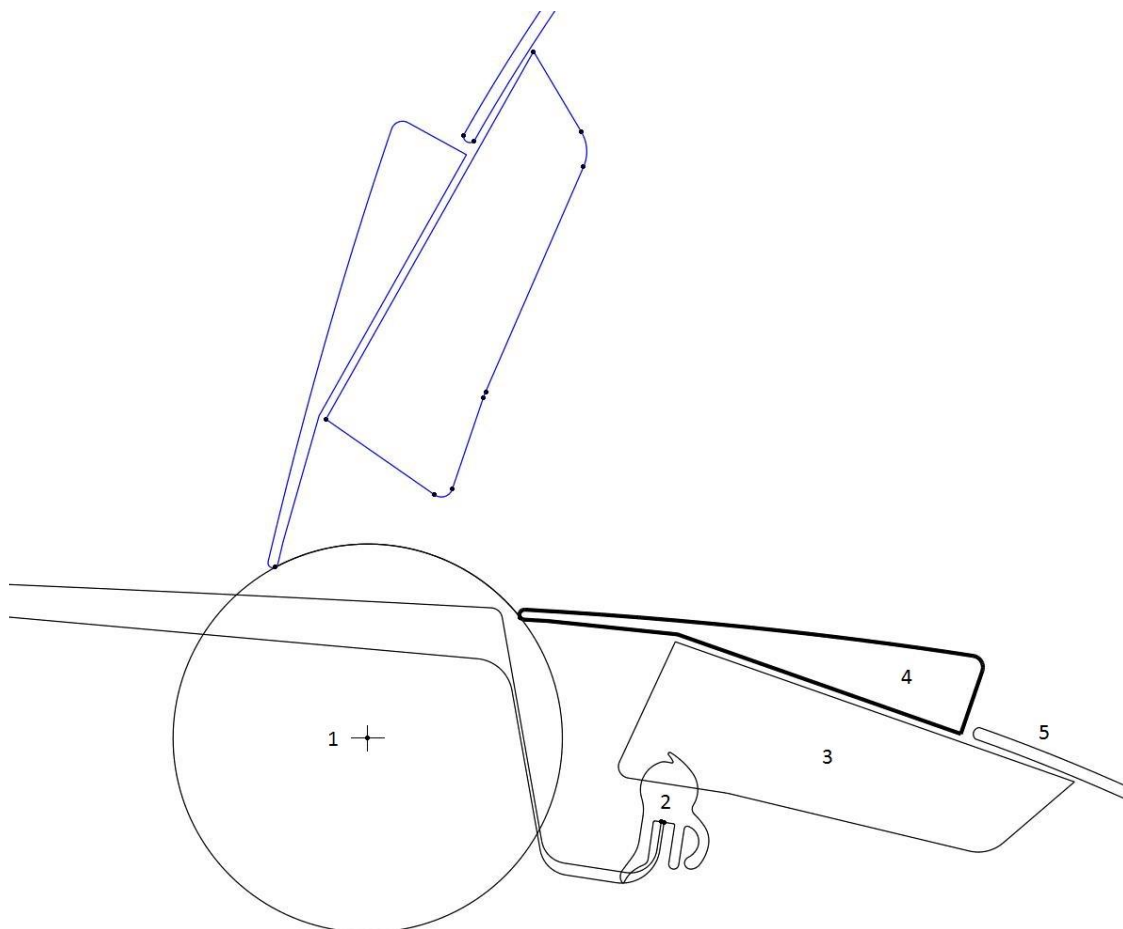


Obr. 17 Umístění definičních řezů víka

#### 4.1.1 Definiční řez A-A

Jako první definiční řez se definuje A-A, je to řez v podélné ose vozidla, umístěný v horní části na konci střechy, tento řez je označován jako (Y0).

Číslem (1) je označena osa rotace zadního víka. Kružnice okolo osy rotace zobrazuje trajektorii pohybu krajního bodu víka. Mezera mezi tímto bodem a střechou vozu musí být minimálně 3mm. Těsnění víka z pryže (2) je naraženo na těsnící stojně. Těsnění je ve všech řezech zobrazováno v nezdeformované poloze, jako by bylo víko otevřeno. Na toto těsnění přiléhá rám okna (3). Z důvodu správného fungování těsnění je důležité, aby plocha, která dosedá na těsnění, byla kolmá na tečnu kružnice se středem v ose rotace. Na rámu je nalepen spoiler (4), který zakončuje profil střechy. Tvar spoileru je dán designem vozu Swellak. Rovněž je k rámu přilepeno zadní okno víka (5). Černě je označena karoserie a víko v zavřené poloze, modrou barvou je označeno víko v otevřené poloze o 80°.

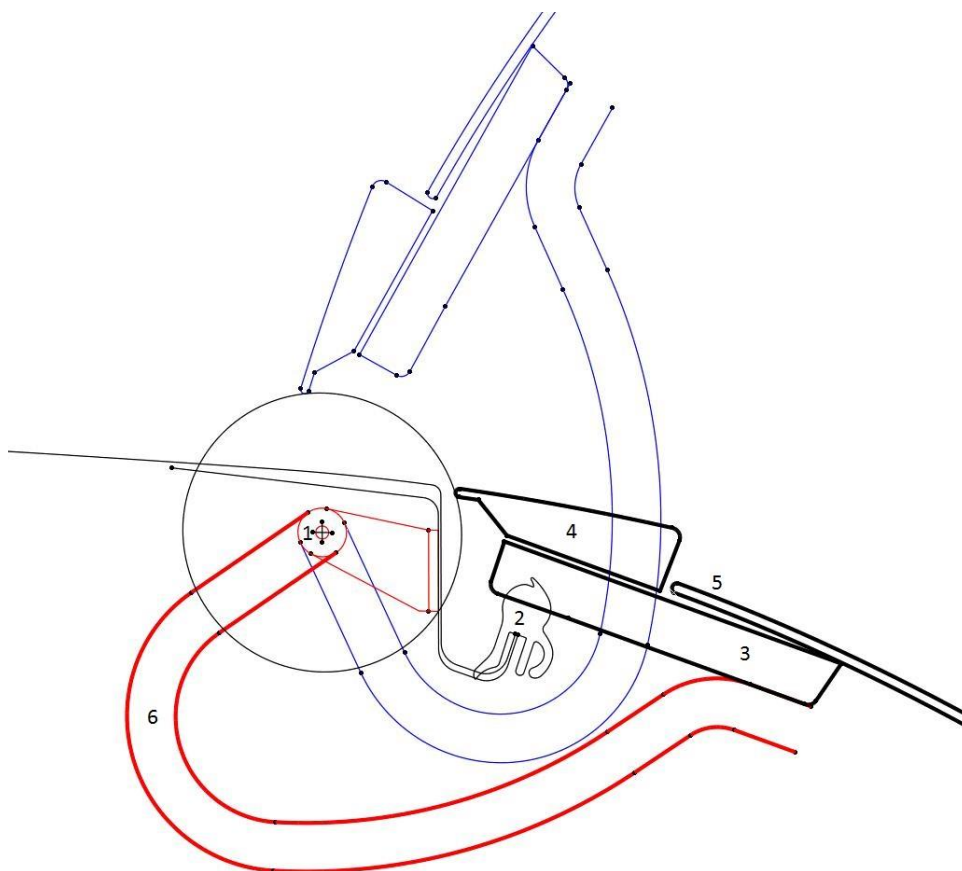


Obr. 18 Definiční řez A-A

#### 4.1.2 Definiční řez B-B

Jako další se definuje řez B-B, který je rovněž umístěn v horní části a na konci střechy jako řez A-A, krom toho je ale umístěn v závěsu zadního víka. U tohoto řešení děleného víka jsou dva řezy B-B, které jsou umístěné vedle sebe (z důvodu dvojitych závěsů).

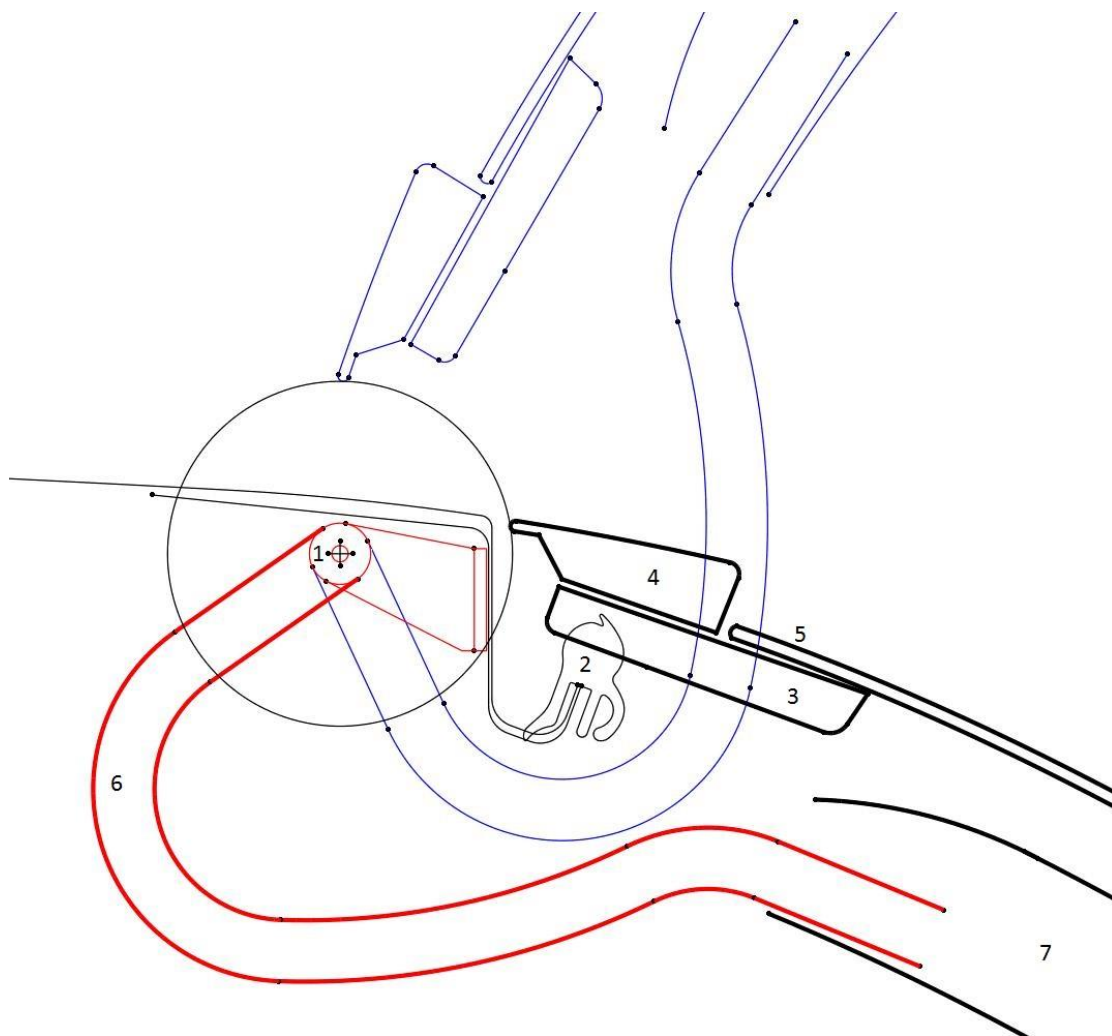
Nejdříve zde uvedu řez B-B, který znázorňuje připevnění závěsu k otevíratelnému zadnímu oknu a je umístěn více ke středu vozu. Číslem (1) je opět označena osa rotace, v které je umístěna kružnice znázorňující trajektorii pohybu hrany spoileru při otevírání a zavírání okna. Těsnění je označeno číslem (2), na které dosedá rám okna (3). Na tomto rámu je nalepen spoiler (4) a zadní okno (5). Závěs je označen číslem (6) a červenou barvou. Závěs je přišroubován ke karoserii a pohyblivou částí je přišroubován k rámu okna (3). Profil pohyblivé části závěsu je tvarován tak, aby při otevírání byl v minimální vzdálenosti 7mm od všech částí karoserie. Černou barvou je opět označena karoserie a víko v zavřené poloze, zatímco modrou barvou je označeno víko v otevřené poloze o 80°.



Obr. 19 Definiční řez B-B, připevnění okna



Druhý řez B-B znázorňuje připevnění závěsu ke spodní části víka. Prvky (1-5) jsou podobné jako u prvního řezu B-B, viz obr. 19. Závěs (6) je zde však přišroubován ke karoserii a pohyblivou částí je připevněn k profilu vedoucí ke spodní části víka (7). Při tvorbě pohyblivých částí závěsu jsem se snažil, aby byly při pohledu z boku skoro totožné a narušovaly tak co nejméně prostor kabiny vozu.

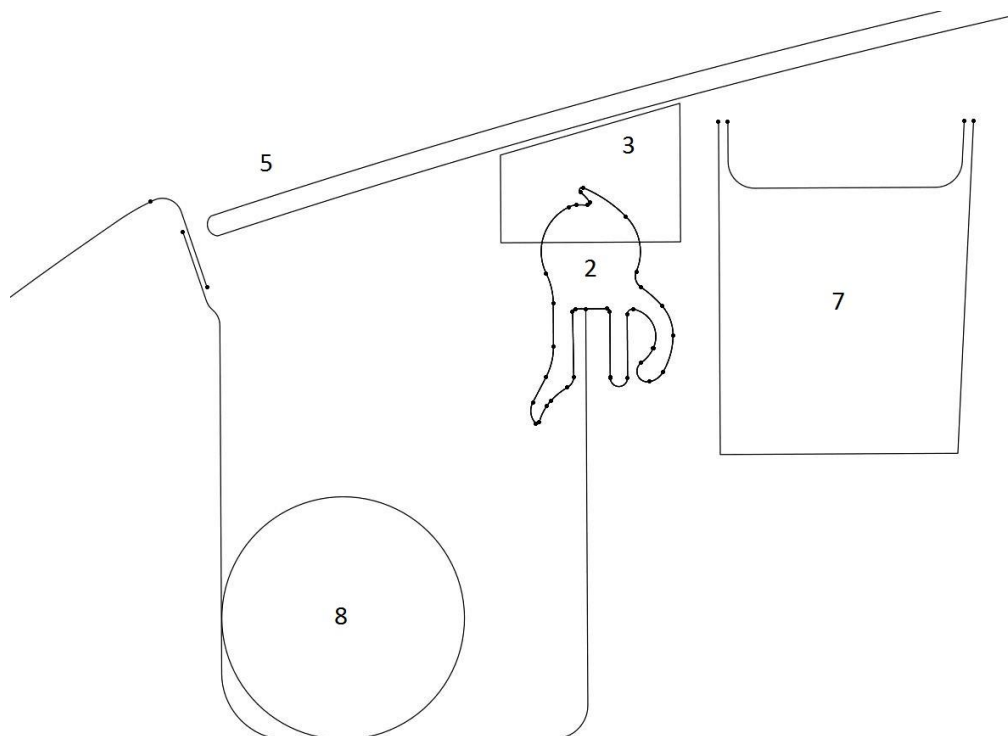


Obr. 20 Definiční řez B-B, připevnění spodní části

Řezy A-A a B-B patří mezi nejdůležitější při tvorbě víka, řeší se u nich osa rotace zadního víka a rozmístění jednotlivých prvků do karoserie. Je důležité dbát na mezery mezi pohyblivými částmi při otevírání a zavírání víka.

### 4.1.3 Definiční řez C-C

Následující je řez označený C-C , který je umístěn v D-sloupku vozidla. Na tomto řezu je vidět umístění plynové vzpěry (8), respektive je to obálka plynové vzpěry o průměru 40mm (samotný průměr válce plynové vzpěry je 18mm). Těsnění (2) je naraženo na těsnící stojně. Na těsnění doléhá rám okna (3). Na rámu okna je nalepeno zadní okno víka (5). Číslo (7) označuje profil spodní části víka, který vede k závěsu.

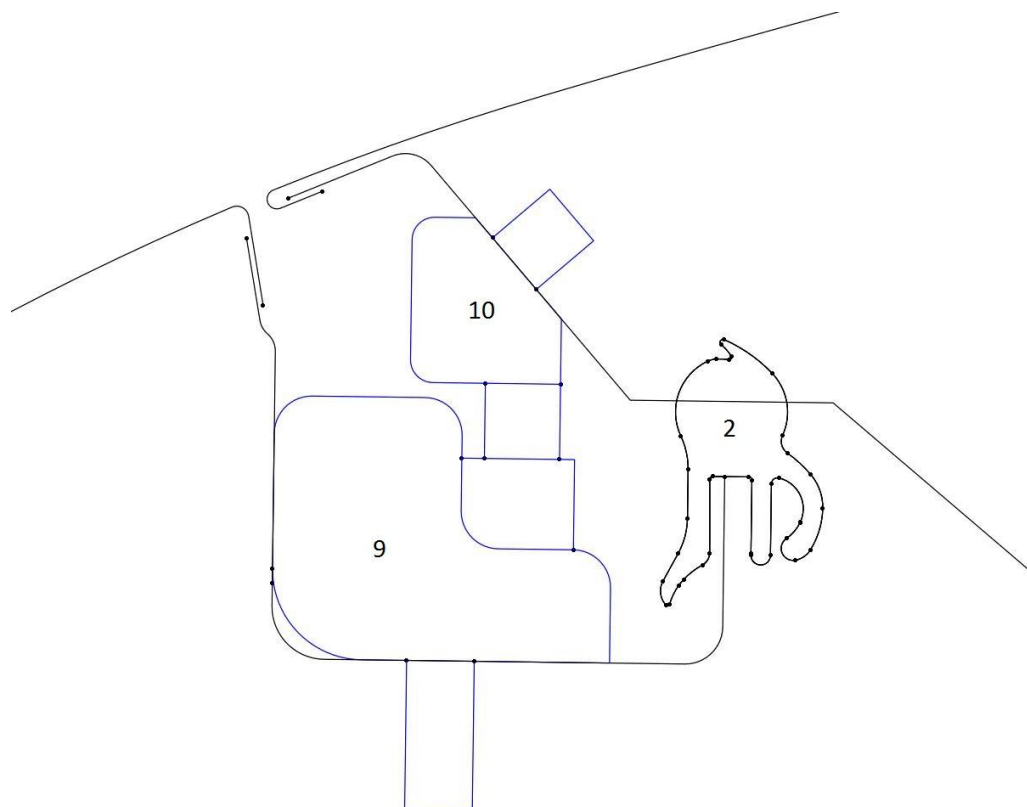


Obr. 21 Definiční řez C-C

V tomto řezu je vidět poměrně hluboký kanál mezi těsněním a D-sloupkem vozu, je to z důvodu velkého zakulacení zadní části vozu a připevněním plynové vzpěry v horní části ke karoserii a v dolní části k víku.

#### 4.1.4 Definiční řez D-D

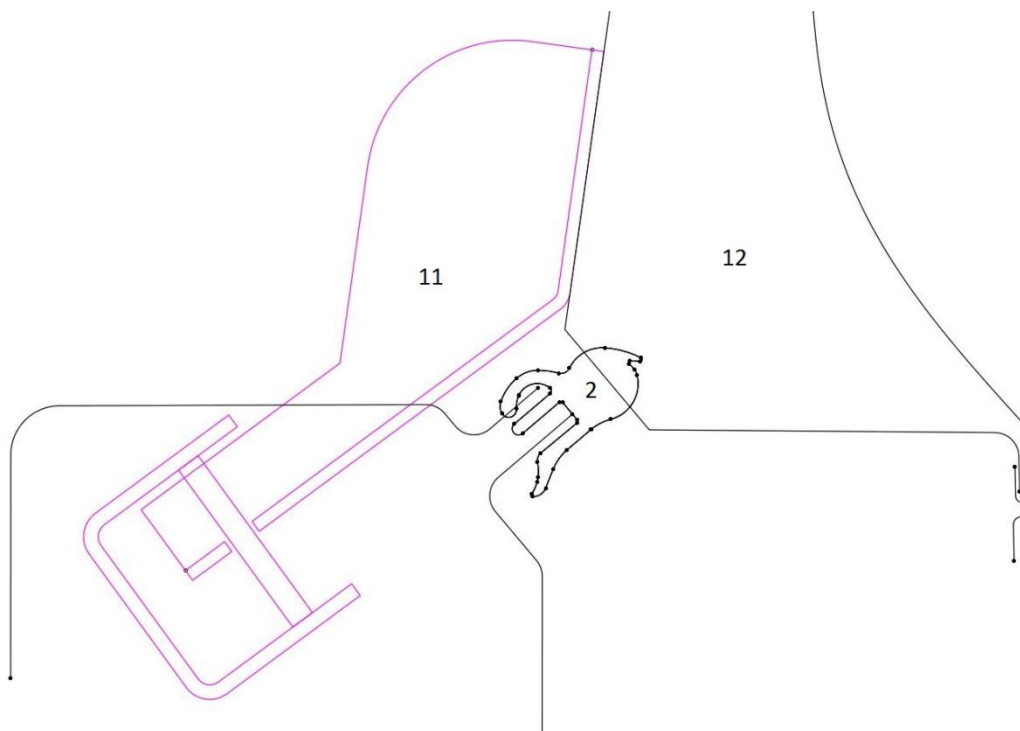
Definiční řez D-D je umístěn na zadním boku vozidla. Je zde z důvodu usazení dorazu víka. Část dorazu (9) je připevněna ke karoserii vozu, zatímco část dorazu (10) je připevněna k zadnímu víku. Těsnění (2) je na těsnící stojně.



Obr. 22 Definiční řez D-D

#### 4.1.5 Definiční řez E-E

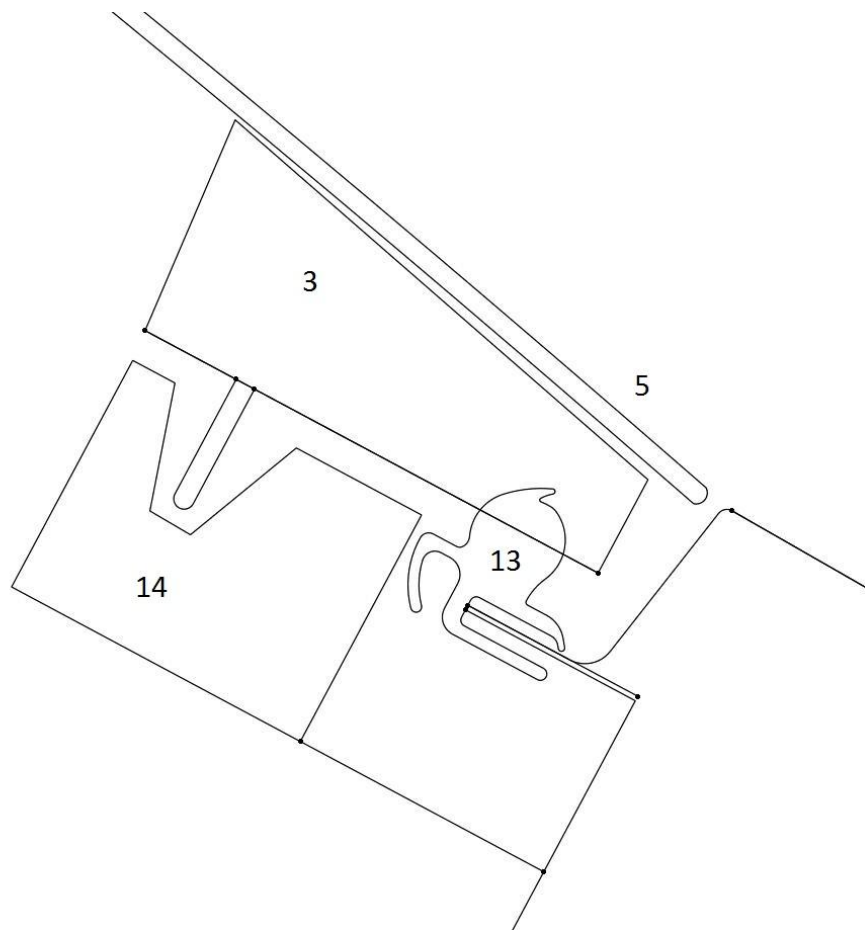
Ve spodní části víka, uprostřed je umístěn definiční řez E-E, který znázorňuje umístění zámku (11) zadního víka v karoserii a v samotném víku. Vnitřní plech víka (12) dosedá na těsnění (2), které je naražené na těsnící stojně. Z důvodu správného fungování těsnění je důležité, aby plocha tohoto spodního dílu, která dosedá na těsnění, byla kolmá na tečnu kružnice se středem v ose rotace.



Obr. 23 Definiční řez E-E

#### 4.1.6 Definiční řez F-F

Poslední řez je F-F, který je umístěn uprostřed zadního víka na přechodu mezi zadním oknem a spodní částí děleného víka. Je zde těsnění (13), které slouží pro utěsnění přechodu mezi zadním otevíratelným oknem a spodní částí víka. Toto těsnění se naráží na těsnící stojnu axiálně. Nešlo zde použít stejné těsnění (2) jako pro utěsnění celého víka, které se naráží radiálně, z důvodu tvaru plechového výlisku spodní části víka. Tento výlisek by nebylo možné vyrobit tak, aby byla těsnící stojna v radiálním směru k těsnění. Na těsnění (13) přiléhá rám okna (3), na rámu je nalepeno zadní okno (5). Číslo (14) označuje zámek zadního okna. Oko zapadající do zámku je přišroubováno do rámu okna (3).

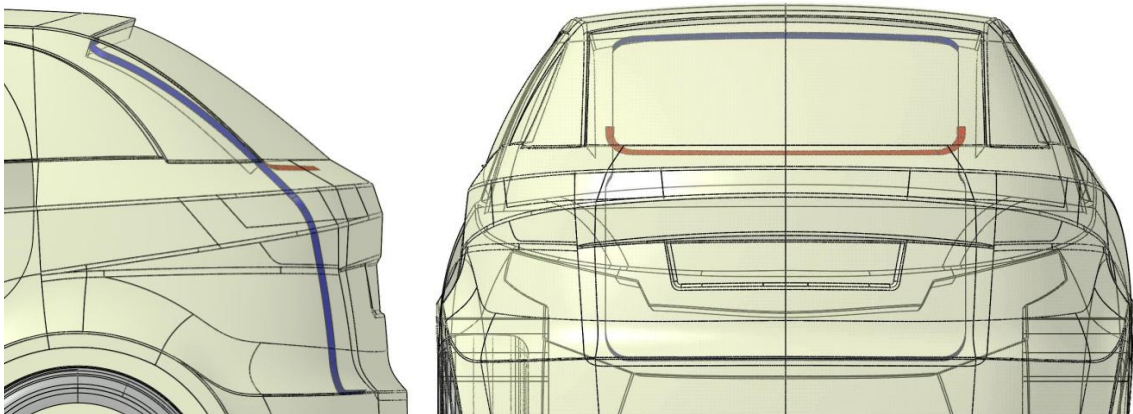


Obr. 24 Definiční řez F-F

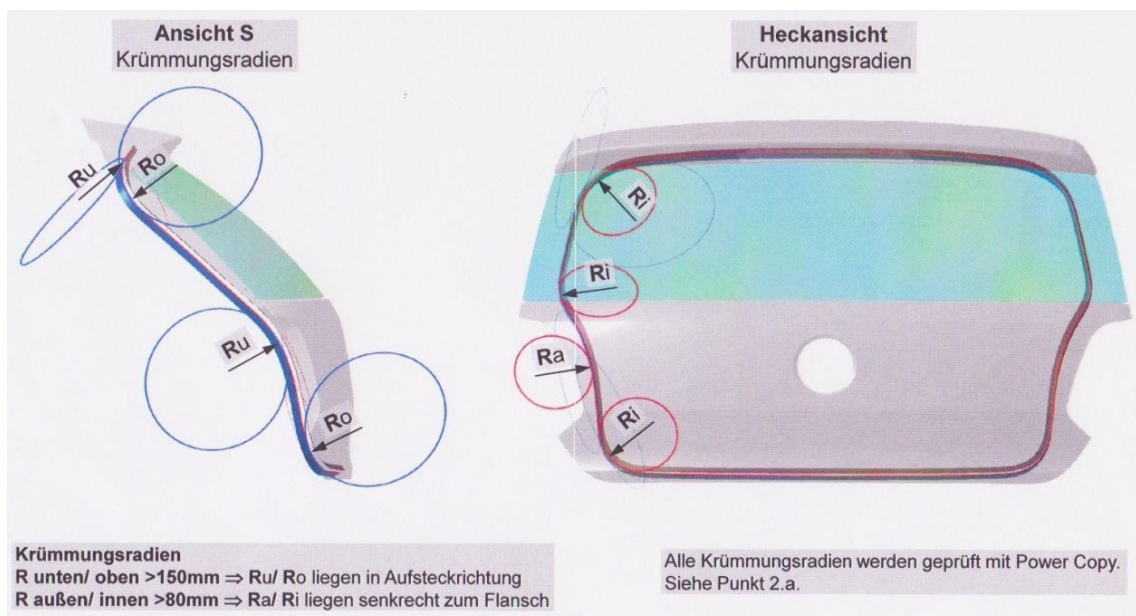
V definičních řezech jsou některé díly (rám okna, plechové díly, zámky) nakresleny s ostrými hranami (bez zaoblení), je to z důvodu modelování jednotlivých dílů, kdy jsem vycházel přímo z těchto definičních řezů. Při modelování jsem postupoval tak, že jsem vytvořil jednotlivé díly s ostrými hranami, a až nakonec jsem je zaoblil.

## 4.2 Definice těsnící stojny

Po tvorbě definičních řezů následuje natažení těsnící stojny okolo celého otvoru zavazadlového prostoru (viz obr. 25). Tuto stojnu tvoří plech, na který je naraženo těsnění zadního víka. Stojna je vytvořena ze všech definičních řezů s ohledem na tvar zadní části vozu a víka. Při pohledu z boku kopíruje tvar zádi. Modrou barvou je označena stojna pro těsnění celého víka, umístěného v karoserii vozu. Červenou barvou je označena stojna pro těsnění mezi oknem a spodní částí víka, kterou je tato stojna součástí. Dále je také důležité dodržovat poměry jednotlivých rádiusů, viz obr. 26.



Obr. 25 Natažená těsnící stojna



Obr. 26 Poměry rádiusů těsnící stojny [6]

### 4.3 Konstrukce děleného víka

Po natažení těsnící stojny už následuje samotné modelování jednotlivých dílů zadního víka. Při modelování se vychází z definičních řezů, dále se sledují aspekty vyrobitelnosti dílů. Plechové díly jsou vyráběny lisováním. U kterých bylo nutné dodržovat směr lisování. Plastové díly jsou vyráběny liso-vstříkáním. Plechové díly se spojují bodovým svařováním nebo vytvořením lemu. Ke spojování plastových dílů se používá lepení.

#### **Bodové svařování**

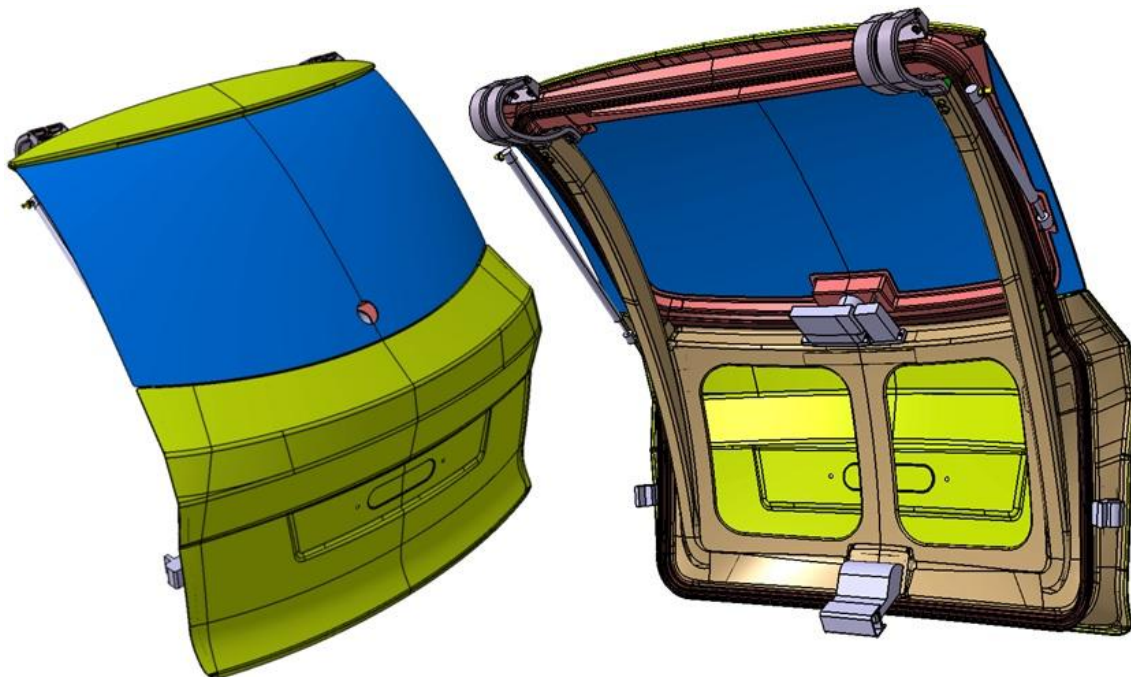
Nejpoužívanější technologií pro spojování výlisků v konstrukci karoserií je bodové svařování. V konstrukci karoserií je velkou výhodou variabilita této technologie a to především možnosti umístění jednotlivých bodových svarů do potřebných míst výlisků. Svařovat lze i plechy o různých tloušťkách. Nevýhody této technologie jsou podobné jako u ostatních druhů svařování. Nejvíce jde o ovlivnění oblasti svařování a změna mechanických vlastností. Další problém nastává se svařováním výlisků s povrchovou úpravou, např. zinkováním, kdy dochází ke snížení korozní odolnosti v místě svarů. [5]

#### **Lepené spoje**

Hlavní výhodou dílů spojených lepením v automobilovém průmyslu je úspora hmotnosti, efektivita a ekonomičnost. Tato technologie spojování se používá také u spojení dílů z různých materiálů. Další výhodou oproti klasickým způsobům spojování materiálu je, že nedochází k ovlivnění spojovaného materiálu, jak už vrubovým účinkem otvorů pro spojované členy, tak i tepelným účinkem např. při svařování. Lepení se také používá pro dotěsnění oken či utěsňování lemů. [5]

### 4.3.1 Výsledná sestava děleného víka

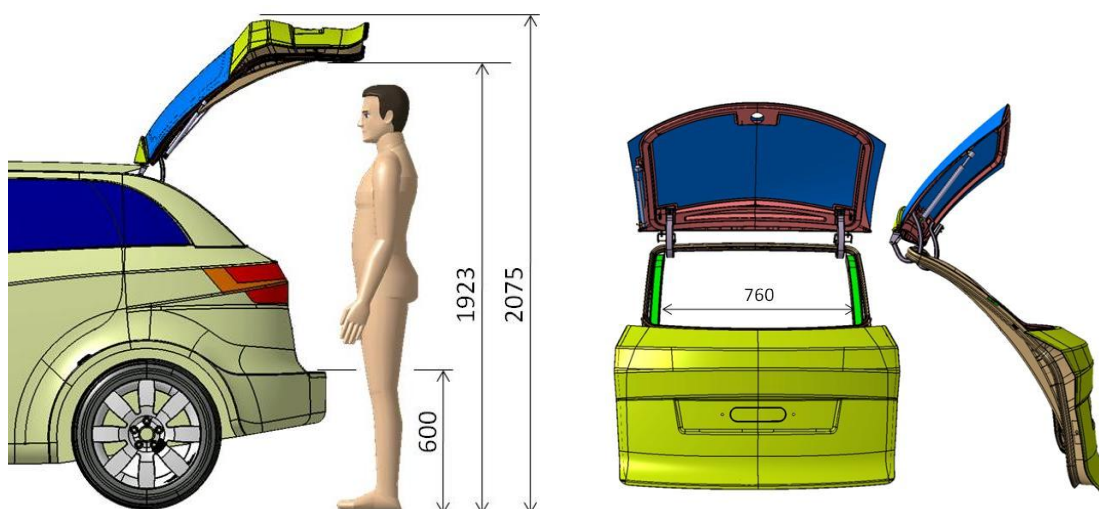
Tvorbu jednotlivých dílů a výslednou sestavu jsem vytvořil v CAD softwaru CATIA V5R19. Tento detailní CAD model je vidět na obr. 27, kde je vnější a vnitřní pohled na dělené víko. Dále zde uvedu detaily hlavních dílů s popisem technického řešení daného dílu.



Obr. 27 Sestava děleného víka

Při konstruování zadního víka je také důležité brát ohled na používání vozu a zadního víka. S tím jsou spojené některé důležité rozměry pro pohodlné používání uživatele. Například výška pod otevřeným víkem, aby se pod víko vešel průměrně vysoký člověk (1800mm) a nenarazil přitom hlavou do vyčnívajícího dílu víka. U tohoto děleného víka je tato výška 1923mm. Další důležitý parametr je maximální výška při otevřeném víku, aby nedošlo např. při parkování v garáži k odření karoserie víka o strop garáže. Další rozměry víka jsou uvedené na obr. 28. a v tabulce 2.





Obr. 28 Schéma otevřeného víka

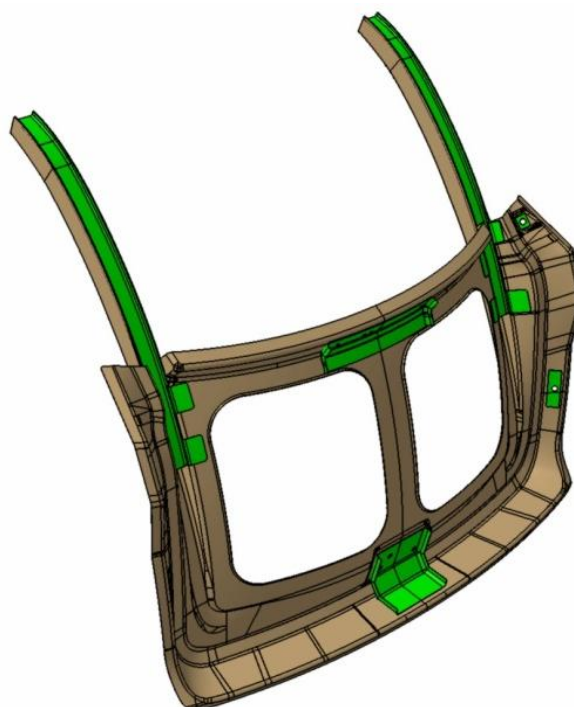
Tab. 2 Uživatelské rozměry víka

Měřené údaje otevřeného víka	Rozměr [mm]
Min. výška pod víkem	1 923
Max. výška víka	2 075
Vstupní otvory zavazadlového prostoru	Rozměr [mm]
Min. šířka vstupního otvoru	853
Výška nakládací hrany od země	600
Min. šířka vstupního otvoru otevřeného okna	760

#### 4.3.2 Jednotlivé díly víka

##### Vnitřní plech s výztuhami

Tento díl je přišroubován ke dvěma závěsům. Je to hlavní nosný díl spodní části děleného víka. Na exponovaných místech je zesílen výztuhami, které jsou označeny zelenou barvou. Dvě výztuhy zesilují profil vedoucí k závěsům. V místě přišroubování dorazů víka jsou také výztuhy. Jsou zde i výztuhy na místě přišroubování obou zámků a pohonu stěrače.

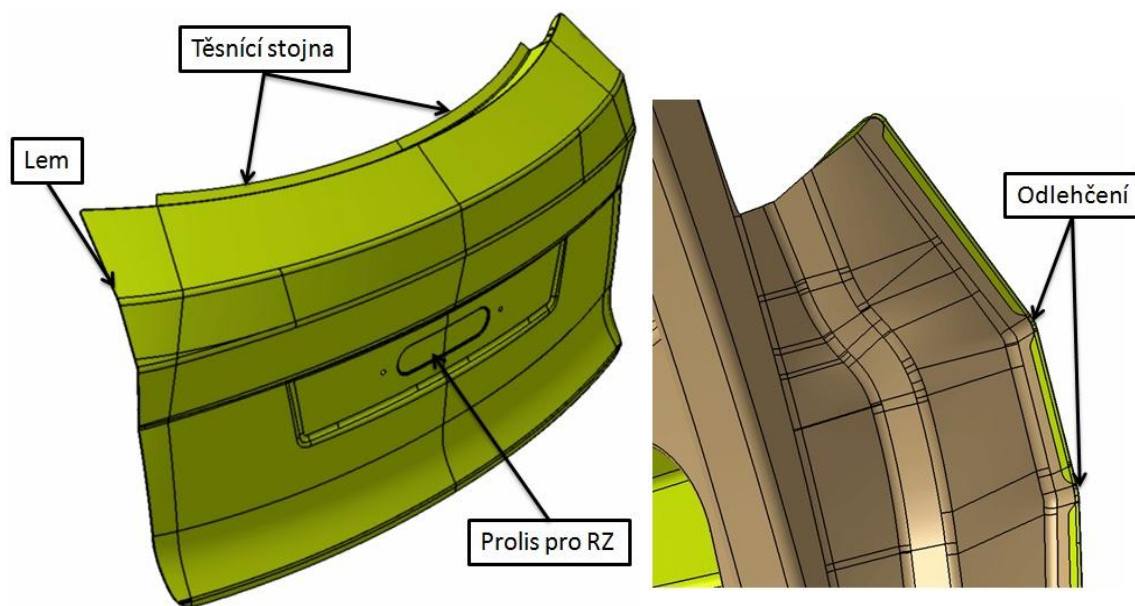


Obr. 29 Vnitřní plech s výztuhami

Poslední výztuha je v prolisu, kde je přišroubována plynová vzpěra. Při konstrukci tohoto dílu jsem vycházel ze zaběhlých zvyklostí konstruování lisovaných dílů. Tloušťka vnitřního plechu je 0,8mm, z tloušťky dále vychází používaný minimální vnitřní rádius o velikosti (2,5-3,5) x tloušťka plechu. Tento díl je vyroben z ocelového plechu lisováním. Výztuhy jsou rovněž z ocelového plechu, ale o tloušťce 1mm. Výztuhy jsou zkonstruovány podle ploch, na které dosedají k vnitřnímu plechu. Vnitřní plech a výztuhy jsou k sobě přivařeny, na místech pro přidělení zámků, pohonu stěrače, plynových vzpěr a dorazů jsou vyvrtány otvory skrz oba plechy.

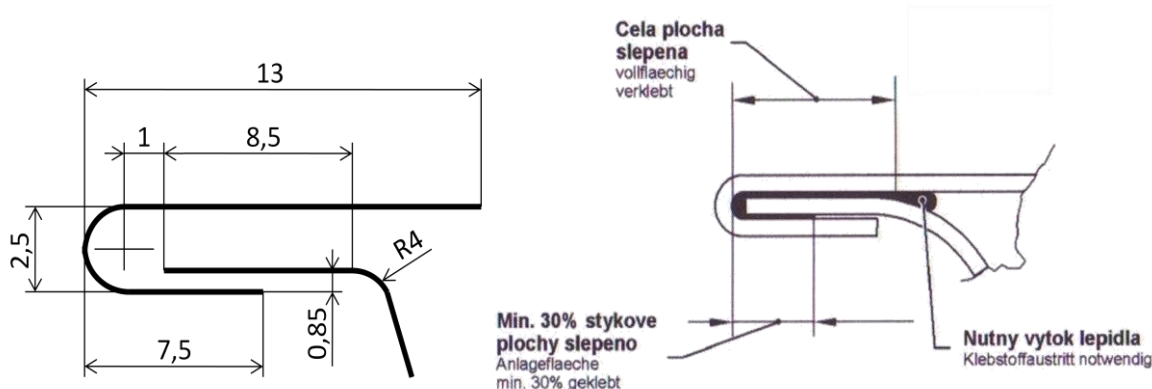
### Vnější plech

Tento díl je vytvořen z designu vozidla Swellak a upraven pro použití děleného víka. Na obr. 30 je vidět těsnící stojna, na kterou je naraženo těsnění okna. Zároveň je také v tomto místě vnější plech svařený s vnitřním plechem. Dále je pro spojení s vnitřním plechem vytvořen lem okolo zbývajících okraje vnějšího plechu. V místech zaoblení karoserie, kde je malý vnitřní rádius musí být z důvodu nezborcení a vyrobitelnosti lemu odlehčení, což je vidět na pravé straně obr. 30. Tento díl je opatřen prolisem s otvory pro připevnění registrační značky vozidla. Vnější plech je opět vyroben z ocelového plechu o tloušťce 0,8mm lisováním.



Obr. 30 Vnější plech

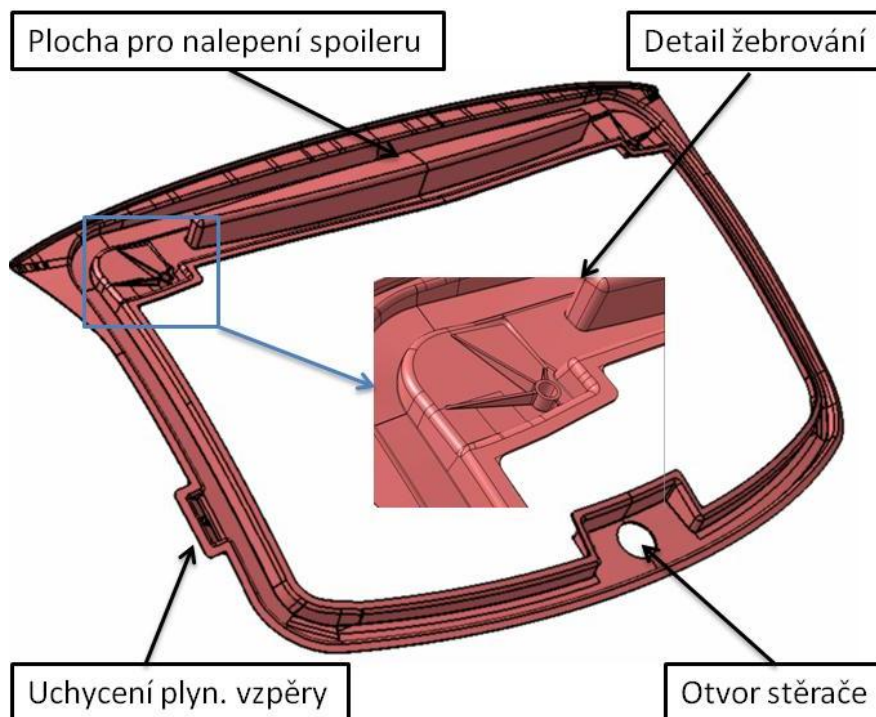
Na obr. 31 jsou rozměry lemu, které jsou nutné dodržovat při konstrukci lemového spojení dvou plechových výlisků. Na pravé straně jsou vidět pravidla pro lepení daného lemu z důvodu utěsnění karoserie. Dodržování lemování je vidět i v definičních řezech víka.



Obr. 31 Schéma pro tvorbu lemu

### Rám okna

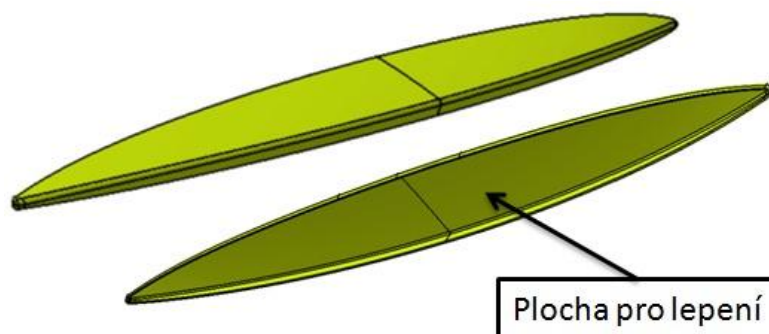
Rám okna je nosným prvkem zadního otevíratelného okna. Na tento rám je přilepeno zadní okno i spoiler. Na obr. 32 je vidět detail žebrování rámu v místě připevnění závěsu z důvodu zesílení daného místa. Na rámu je prolis pro uchycení plynové vzpěry a také otvor pro pohon stěrače a vedení kapaliny k ostříkovači zadního okna, stejný otvor je i v zadním oknu. Rám okna je vyroben lisováním z plastu ABS o tloušťce 2,5mm.



Obr. 32 Rám okna

## Spoiler

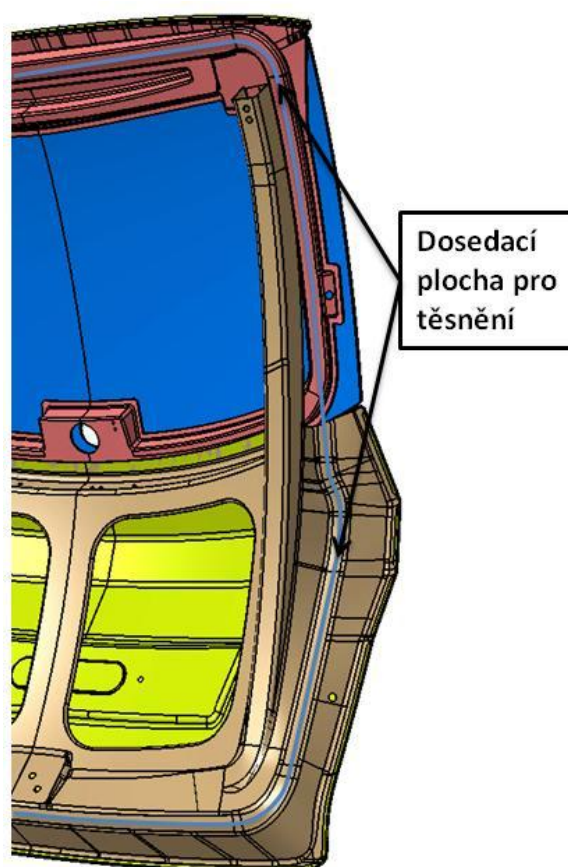
Plastový spoiler navazuje na linii střechy vozu Swellak a přechází na zadní okno. Spoiler je přilepen k rámu okna. Není zde použito jiné spojení. Na obr. 33 je znázorněna plocha pro lepení, je to vnitřní plocha spoileru. Tento díl je vyroben liso-vstřikováním z plastu ABS o tloušťce 2,5mm.



Obr. 33 Spoiler zadního víka

## Detail dosedací plochy na těsnění

Na tomto obrázku je označena modrou křivkou dosedací plocha pro těsnění. V horní části dosedá na těsnění rám okna, ve spodní části dosedá vnitřní plech. Dosedací plocha musí při zavírání víka dosedat v kolmém směru na těsnění, aby došlo ke správné deformaci těsnění a tím splnění jeho těsnících funkcí. Na obrázku je znázorněna pouze polovina víka, druhá polovina je symetrická k této. Další pravidla pro dosedací plochu viz příloha 1.

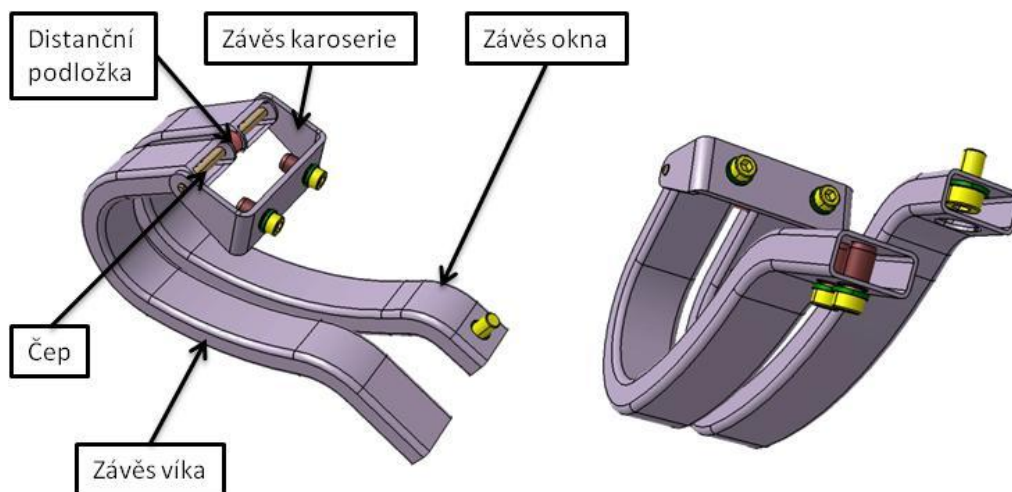


Obr. 34 Dosedací plocha na těsnění

### Závěs děleného víka

Závěs slouží k přichycení zadního víka ke karoserii vozidla, umožňuje rotační pohyb víka, u tohoto řešení je jeho potřeba otevření o 80°, aby bylo v požadované minimální výšce.

Z důvodu výrobních nepřesností, které jsou však v sériové výrobě vozidel minimalizovány, musí být lehká možnost korekce pro přišroubování závěsů ke karoserii. To znamená vytvoření drážek pro šrouby buď v závěsu nebo v karoserii. U tohoto závěsu je počítáno s drážkami v karoserii vozu. Při montáži víka ke karoserii se správně vymezí vůle a přišroubuje se závěs ke karoserii. Montáž toho závěsu probíhá následovně, nejdříve se závěs přišroubuje ke spodní části víka, pak se celý závěs i se spodní částí víka přišroubuje ke karoserii vozu a poslední se k závěsu přišroubuje otevíratelné okno. Detailní výkres závěsu je v příloze 2, výkres KVM DP 679.001. Součástí této práce je i základní pevnostní výpočet tohoto závěsu metodou konečných prvků.

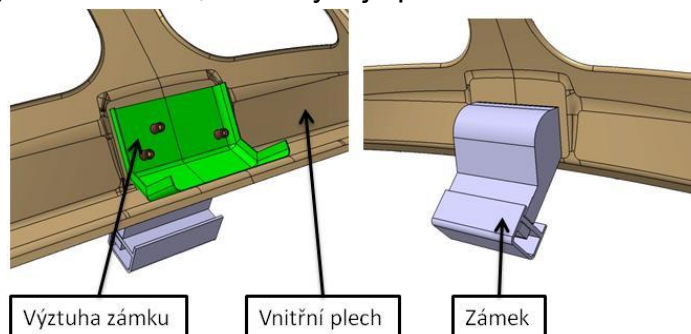


Obr. 35 Závěs děleného víka

Závěs se skládá celkem ze 4 hlavních dílů a spojovacího materiálu. První je závěs karoserie, v kterém je zalisován čep. Na tomto čepu jsou s vůlí uloženy závěs okna a závěs víka. Mezi těmito díly jsou distanční podložky pro vymezení pozic. Tyto podložky jsou plastové (PE) z důvodu pevnosti a dobrých kluzných vlastností.

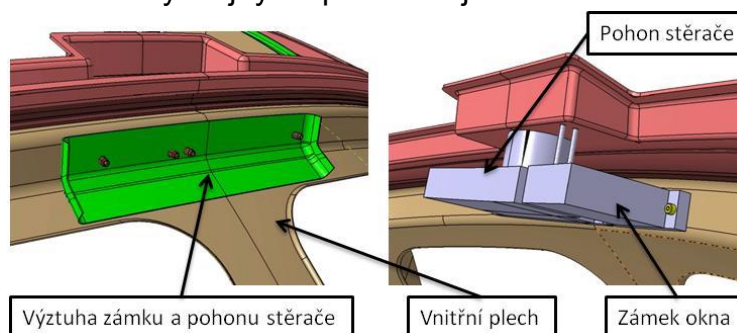
### Připojení zámků a pohonu stěrače

Na obr. 36 je vidět fixace zámku víka. Je zde použit obrys zámku podle skutečných rozměrů. Pro vyztužení vnitřního plechu je v tomto místě přivařena výztuha o tloušťce 1mm. Skrz vnitřní plech a výztuhu jsou vyvrtány 3 otvory, ve kterých jsou nýtovací matice, ke kterým je přišroubován zámek víka.



Obr. 36 Připojení zámku víka

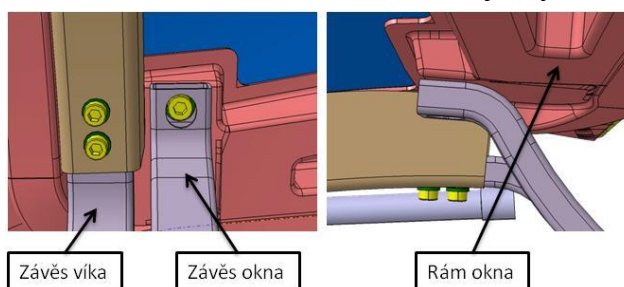
Na dalším obr. 37 je zobrazeno uchycení zámku otevíratelného okna a pohonu stěrače k vnitřnímu plechu. Opět je zde použit obrys zámku i pohonu stěrače. Zeleně je označena výztuha v tomto místě. Zámek okna i pohon stěrače jsou přišroubovány stejným způsobem jako zámek víka.



Obr. 37 Připojení zámku okna a pohonu stěrače

### Připojení závěsů

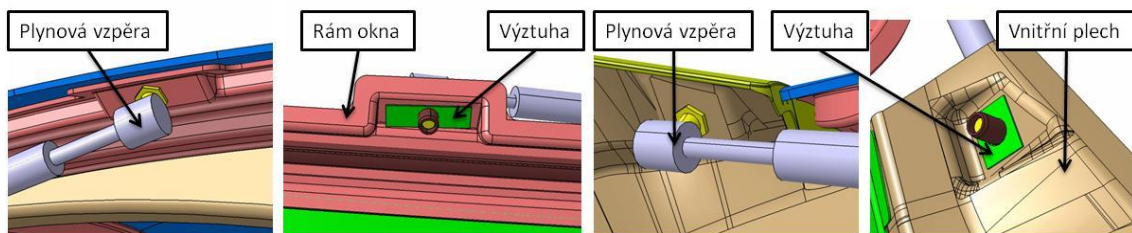
Závěs okna je připevněn 1 šroubem M8 k rámu okna, ve kterém je nýtovací matice. Závěs víka je připevněn 2 šrouby M6 k profilu vedoucímu k vnitřnímu plechu. Z důvodu seřízení polohy jsou v závěsech drážky pro možnou korekci před upevněním.



Obr. 38 Připojení závěsů k rámu okna

### Připojení plynových vzpěr

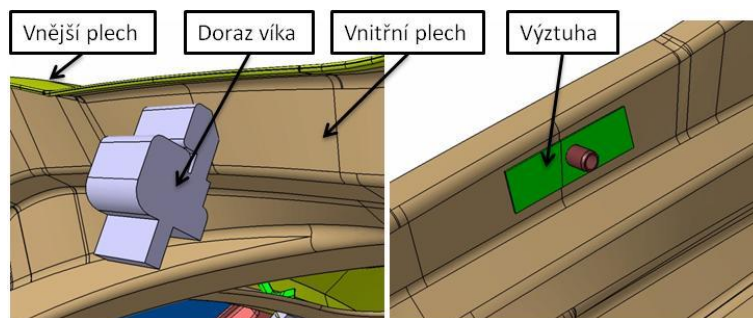
Na levé straně obr. 39 je znázorněno připojení plynové vzpěry k rámu okna, která je umístěná na levé straně víka a slouží k otevírání zadního okna. Na pravé straně obrázku je plynová vzpěra připojená k vnitřnímu plechu, tato vzpěra je umístěná na pravé straně a slouží k otevírání spodní části víka. V místech připojení obou vzpěr je pro zesílení konstrukce výztuha. V otvoru je nýtovací matice, do které je našroubován kloubový čep. Na tento čep je nasazena plynová vzpěra.



Obr. 39 Připojení plynových vzpěr k víku

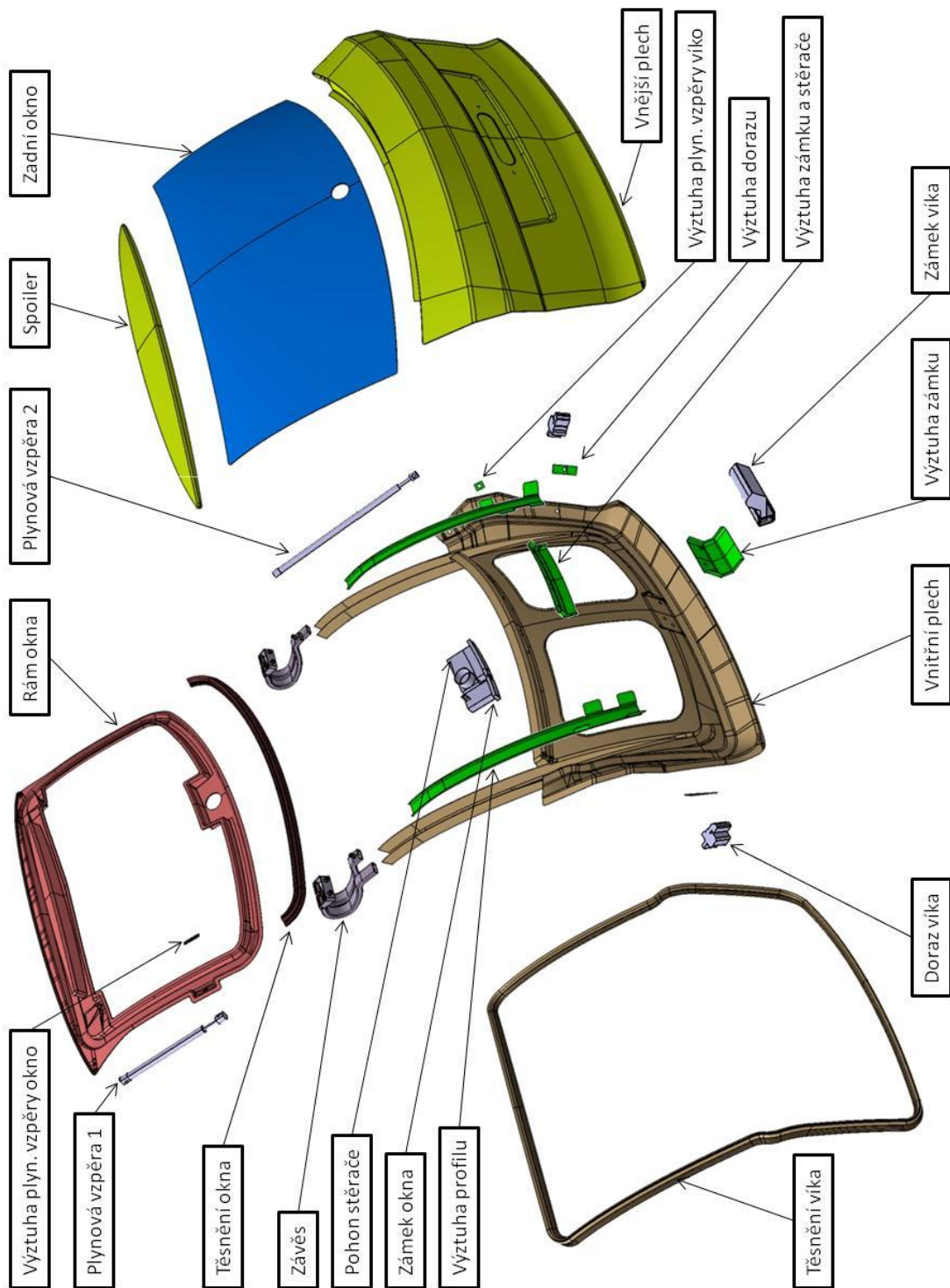
### Připojení dorazů

Na obr. 40 je vidět obrys dorazu víka, který svými rozměry odpovídá používaným dorazům u osobních automobilů. Místo připojení k vnitřnímu plechu opět zpevňuje výztuha o tloušťce 1mm. V otvoru vnitřního plechu a výztuhy je nýtovací matice, do které je našroubován doraz víka.



Obr. 40 Připojení dorazů k vnitřnímu plechu

Pro jasné pochopení funkce, umístění a názvů jednotlivých dílů je vidět na další stránce rozpad celého víka. Jsou zde vidět všechny díly kromě spojovacího materiálu. Kompletní víko i se spojovacím materiálem je na výkresu KVM DP 679.000.



Obr. 41 Rozpad zadního děleného víka



Tab. 3 Seznam dílů celé sestavy

Název dílu		Počet [ks]	Hmotnost[kg]
Zadní dělené víko		1	<b>17,435</b>
	Vnější plech	1	4,676
	Vnitřní plech	1	4,24
	Výztuha zámku	1	0,179
	Zámek víka	1	0,475
	Nyt. matice M6	3	0,004
	Šroub M6-14	3	0,006
	Podložka 6,4	3	0,001
	Výztuha dorazu	2	0,015
	Doraz víka	2	0,082
	Nyt. matice M8	2	0,005
	Výztuha zámku a stěrače	1	0,145
	Zámek okna	1	0,375
	Nyt. matice M4	2	0,003
	Šroub M4-18	2	0,004
	Pohon stěrače	1	1,1
	Nyt. matice M4	2	0,003
	Šroub M4-18	2	0,004
	Výztuha profilu	2	0,23
	Výztuha plyn. vzpěry víko	1	0,003
	Plyn. Vzpěra 2, L1=595mm	1	
	Nyt. matice M8	1	0,005
	Kloubový čep	2	0,016
	Těsnění okna	1	0,112
	Rám okna	1	0,931
	Výztuha plyn. vzpěry okno	1	0,001
	Plyn. Vzpěra 1, L1=405mm	1	
	Nyt. matice M8	1	0,005
	Kloubový čep	2	0,016
	Nyt. matice M8	2	0,005
	Zadní okno	1	4,217
	Spoiler	1	0,284
Závěs		2	0,851
	Závěs karoserie	1	0,075
	Nyt. matice M6	2	0,004
	Šroub M6-14	2	0,006
	Podložka 6,4	2	0,001
	Čep	1	0,034
	Podložka 5, L1	2	0,0001
	Podložka 5, L8	1	0,0008
	Závěs okno	1	0,3
	Šroub M8-14	1	0,011
	Podložka 8,4	1	0,002
	Závěs víko	1	0,384
	Nyt. matice M6	2	0,004
	Šroub M6-14	2	0,006
	Podložka 6,4	2	0,001
Těsnění víka		1	0,482

Kompletní seznam všech dílů zadního děleného víka, závěsů a těsnění je v tab. 3, na straně 48. Díly jsou seřazeny posloupně od celkové sestavy až po jednotlivé komponenty. V tabulce jsou uvedeny hmotnosti a počet kusů jednotlivých dílů. Celková hmotnost zadního děleného víka je  $m = 17,435\text{kg}$ . Tato hmotnost je počítána bez závěsů víka, plynových vzpěr a těsnění, které jsou uloženy v karoserii vozu.

### 4.3.3 Volba materiálů

Při volbě materiálu hlavních součástí byl brán ohled na moderní trendy v oblasti automotive. V současné době je velkou prioritou redukce hmotnosti, aby se vozidla stávali energeticky účinnějšími. Tím dochází ke snižování emisí a snižování nákladů na palivo pro uživatele. Jedním způsobem ke snižování hmotnosti vozidel je použití plastů a dalších kompozitních materiálů. Plastové díly mohou vážit až o 50% méně než kdyby byly vyrobené z jiných materiálů. Dnešní plasty tvoří 50% objemu automobilů, ale pouze 10-15% z celkové hmotnosti vozu. Současně plasty nabízejí dlouhou životnost, odolnost proti korozi, pro designéry volnou ruku při navrhování tvarů automobilů.

Použitým materiálem pro díly (rám okna a spoiler) je ABS, jedná se o trvanlivý termoplast odolný proti povětrnostním vlivům a některým chemickým látkám. Různé modifikace tohoto materiálu můžou být provedeny s cílem zlepšit odolnost proti nárazu, houževnatost a tepelnou odolnost. [7]

I ve snaze snižování hmotnosti karoserií sériových vozidel patří stále k nejpoužívanějším materiálům ocel. Výhoda tohoto materiálu je jeho vysoká pevnost, dobrá tvárnost a lehká svařitelnost. Pro dostatečnou ochranu proti korozi se u oceli používá žárové zinkování. Z oceli jsou lisováním vyrobené díly (vnější plech, vnitřní plech, výztuhy a některé díly závěsů).

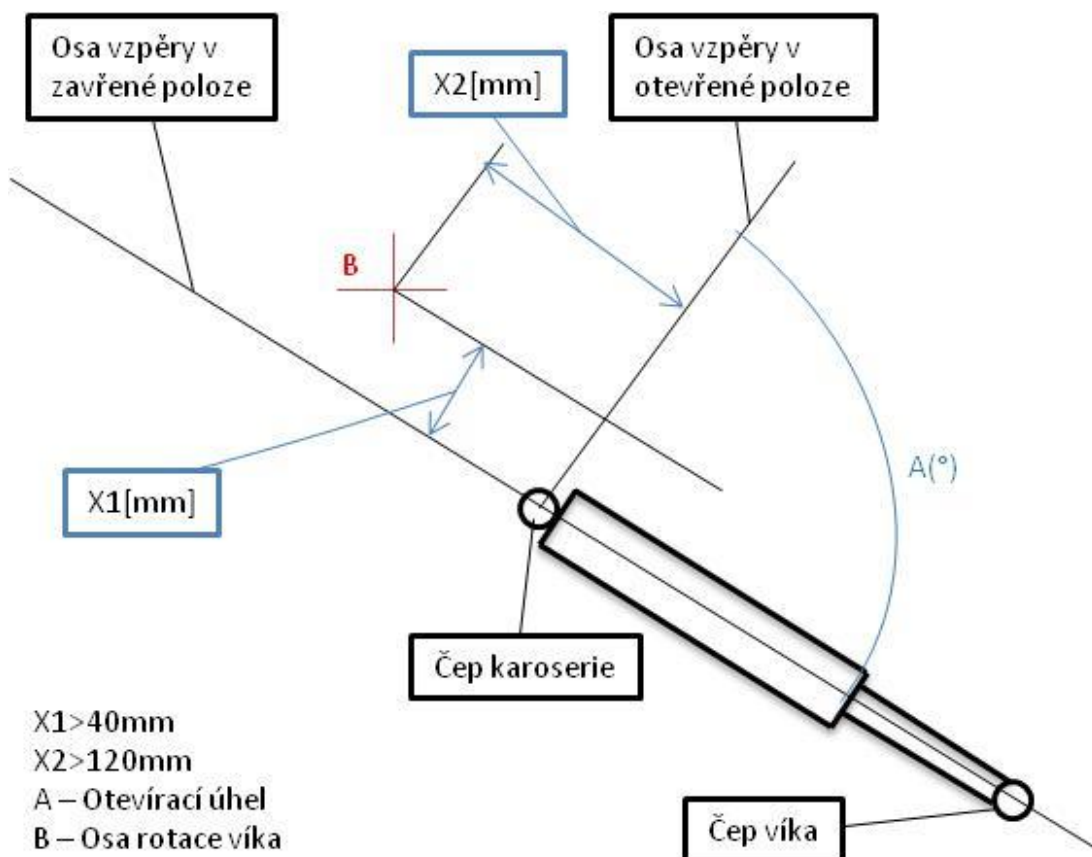
Tab. 4 Mechanické vlastnosti materiálů [8]

Materiál	Označení	Hustota [kg/m <sup>3</sup> ]	Rm [MPa]	Re [MPa]
Termoplast	ABS	1 045	30-50	30-50
Ocel	11 304.21	7 850	300	180
Ocel	11 373	7 850	440	250

#### 4.3.4 Umístění plynových vzpěr

Právě plynové vzpěry nebo elektrický pohon jsou nedílnou součástí zadního víka. V mé práci použiji pro zvedání víka z finančních důvodů plynové vzpěry. Plynová vzpěra slouží k pohodlnému otevření zadního víka, bez nutnosti vynaložení větších sil. Což je důležité z důvodu možnosti otevření víka jak pro silnější, tak i pro slabší osoby. Dále slouží vzpěra jako podpěra víka v horní otevřené poloze.

Při umístění vzpěr do karoserie se pro správné otevírání musí brát ohled na dodržení kinematiky, viz obr. 42. Především pak vzdálenosti osy vzpěry v zavřené poloze k ose rotace víka –  $X1$  a vzdálenosti osy vzpěry v otevřené poloze k ose rotace víka –  $X2$ . Při dodržení těchto parametrů překoná síla od plynové vzpěry gravitační síly zadního víka a dojde po odemčení k samovolnému otevření víka směrem vzhůru.



Obr. 42 Kinematika plynových vzpěr

U této varianty děleného víka jsou použity dvě nestejně veliké plynové vzpěry. Na levé straně víka je umístěna kratší vzpěra pro zvedání zadního okna, zatímco na straně pravé je umístěna delší vzpěra pro zvedání celého víka. Toto řešení použití pouze jedné plynové vzpěry pro otevírání zadního okna je možné z důvodu lehké konstrukce, zadní okno je tvořeno plastovými díly a sklem pro co nejnižší hmotnost. Při otevírání celého víka je okno spojeno zámkem se spodní částí víka a v činnosti jsou obě plynové vzpěry.

Zdvihací síla plynové vzpěry je určena tlakem plynového média (většinou dusík). Tento tlak se nastavuje podle hmotnosti celého víka. Rozměry jednotlivých plynových vzpěr jsou uvedeny v tab. 5.

Tab. 5 Rozměry plynových vzpěr

	<b>vzpěra pro okno</b>	<b>vzpěra pro celé víko</b>
Délka při zavřeném stavu - L0 [mm]	281	477
Délka při otevřeném stavu - L1 [mm]	405	595
Zdvih [mm]	124	118
Průměr válce vzpěry [mm]	18	18

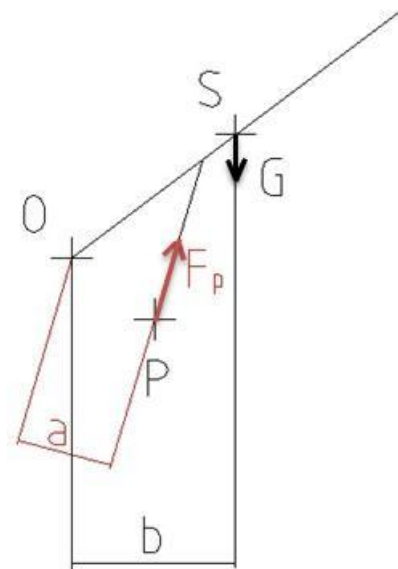
## 5. Výpočty

V této výpočtové části uvedu výpočet závěsu děleného víka metodou konečných prvků (MKP). Při výpočtu je pro zjednodušení uvažováno třech variant působení sil na závěs. První varianta je při zavřeném víku, druhá varianta při otevřeném zadním okně a třetí varianta při otevřeném celém víku. Nejdříve je potřeba stanovit síly plynových vzpěr. Dále zde uvedu kontrolní výpočet navrženého čepu závěsu.

### 5.1 Výpočet sil plynových vzpěr

Síla plynových vzpěr se vypočítává z hmotnosti víka. V tomto případě jsou nutné dva výpočty, protože jsou zde použity dvě plynové vzpěry. Jedna plynová vzpěra umístěná na levé straně zvedá okno ( $F_{p1}$ ). Druhá plynová vzpěra na pravé straně zvedá spodní část víka ( $F_{p2}$ ). Hmotnost všech částí jsem změřil po vymodelování v SW CATIA. Tento software změří objemy jednotlivých částí a po zadání hustoty je vypočítána hmotnost. Také v tomto softwaru lze změřit polohu těžiště, která je potřebná pro výpočet síly plynové vzpěry.

- O.....Osa rotace víka
- S.....Těžiště víka
- P.....Bod připevnění vzpěry ke karoserii
- G.....Tíhová síla víka
- $F_p$ .....Síla plynové vzpěry
- a.....Vzdálenost ramene plynové vzpěry od osy rotace
- b.....Vzdálenost ramene tíhové síly víka od osy rotace



Obr. 43 Silové schéma pro výpočet plynových vzpěr

Jako první uvedu výpočet pro plynovou vzpěru zvedající okno zadního víka. Okno se skládá ze tří hlavních dílů (sklo, rám okna, spoiler) a ze spojovacího materiálu.

### Tíhová síla okna

$$G = m \cdot g \quad (1)$$

m.....hmotnost okna [kg]

g.....gravitační zrychlení [ $\text{ms}^{-2}$ ]

### Síla plynové vzpěry 1 – $F_{p1}$

$$F_{p1} = k_p \cdot \frac{G \cdot b}{a} \quad (2)$$

$k_p$ .....koeficient korekce plynové vzpěry (z důvodu dimenzování vzpěry)

dosazení číselných hodnot do vzorce (2)

$$F_{p1} = k_p \cdot \frac{m \cdot g \cdot b}{a} = 1,3 \cdot \frac{5,432 \cdot 9,81 \cdot 0,168}{0,13} = 89,5 \cong 90N$$

Jako druhý uvedu výpočet plynové vzpěry zvedající spodní část víka. Tato část se skládá z hlavních dílů (vnější plech, vnitřní plech, výztuhy, zámek víka, zámek okna, pohon stěrače, dorazy) a spojovacího materiálu.

### Tíhová síla spodní části

$$G = m \cdot g \quad (3)$$

m.....hmotnost spodní části [kg]

g.....gravitační zrychlení [ $\text{ms}^{-2}$ ]

### Síla plynové vzpěry 2 – $F_{p2}$

$$F_{p2} = k_p \cdot \frac{G \cdot b}{a} \quad (4)$$

$k_p$ .....koeficient korekce plynové vzpěry (z důvodu dimenzování vzpěry)

dosazení číselných hodnot do vzorce (4)

$$F_{p2} = k_p \cdot \frac{m \cdot g \cdot b}{a} = 1,3 \cdot \frac{12,003 \cdot 9,81 \cdot 0,648}{0,13} = 763 \cong 765N$$

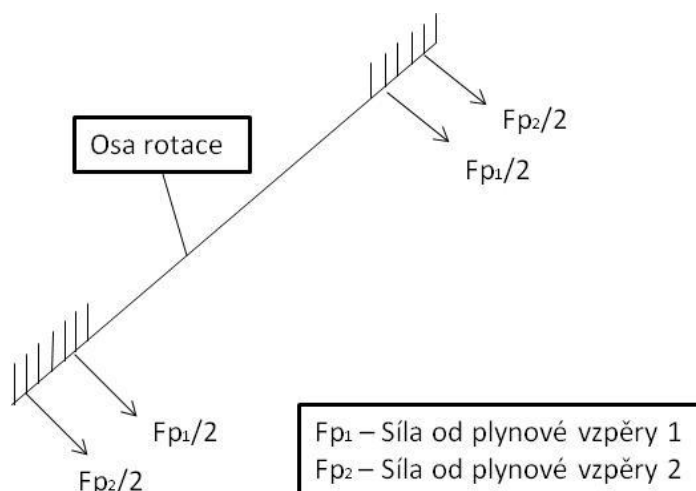
## 5.2 Výpočet závěsu víka použitím MKP

Závěs zadního víka byl podroben analýze metodou konečných prvků v softwaru Creo Parametric 2.0, Simulate. Byl proveden statický výpočet uvedených třech variant, a z nich zjištěny hodnoty maximálního napětí a posunutí závěsu.

Při výpočtu MKP je důležité správné vytvoření vazeb modelu a stanovení okrajových podmínek.

### 5.2.1 Varianta 1 – zavřené víko

Za tohoto prvního stavu, kdy je celé dělené víko zavřeno, působí na závěsy síly pouze od plynových vzpěr. Hmotnost víka zde můžeme zanedbat, protože je rozložena na těsnění, dorazech víka a zámku víka. Rovněž jsou zde zanedbány dynamické síly např. za pohybu vozu. Schéma zatěžujících sil je na obr. 44.



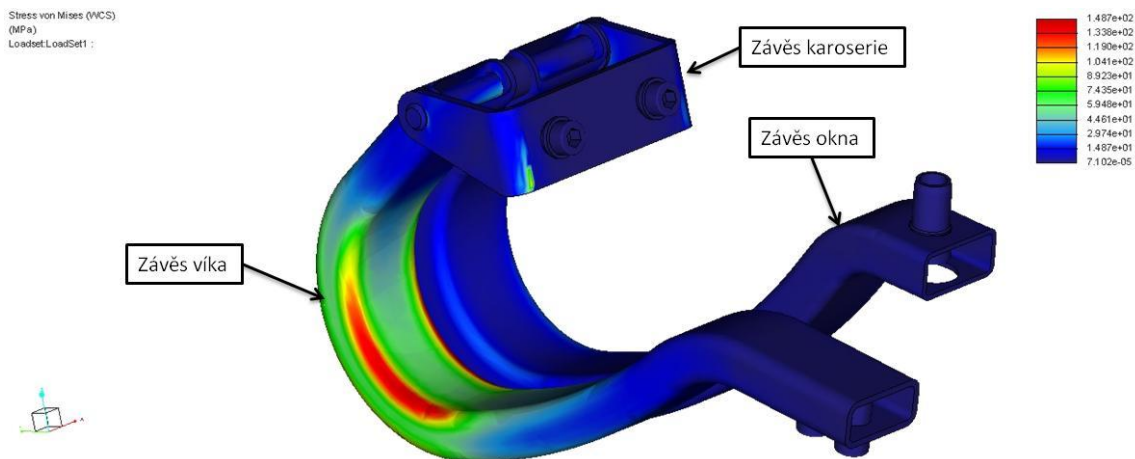
Obr. 44 Schéma zatěžujících sil, Varianta 1

U této varianty uvažuji rozložení obou sil od plynových vzpěr na závěsy stejné. Na každý závěs působí polovina síly od plynové vzpěry 1 ( $F_{p1}/2 = 45\text{N}$ ) a polovina síly od plynové vzpěry 2 ( $F_{p2}/2 = 382,5\text{N}$ ). Výpočet je proveden pro jeden závěs s uvedenými zatěžujícími silami.

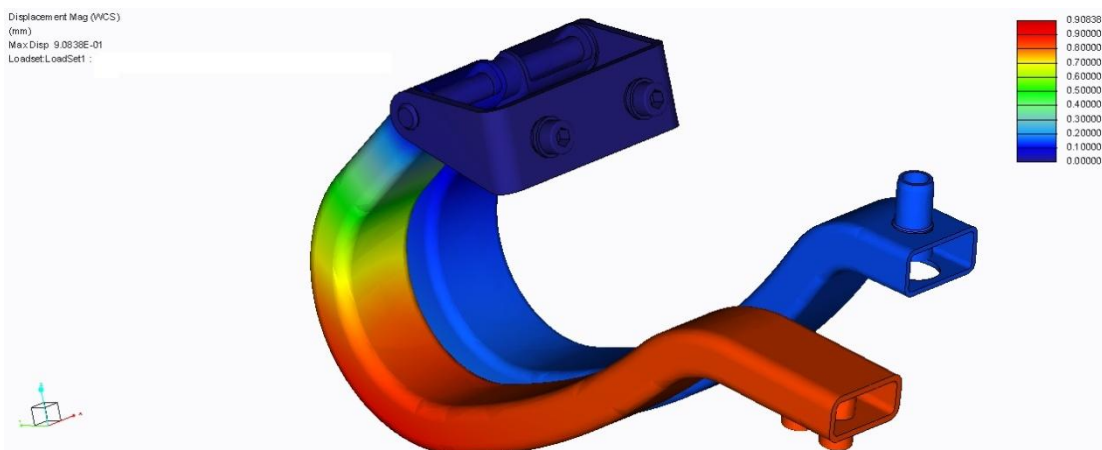
Materiál závěsu: ocel 11 373

$$\sigma_{Dov} = \frac{R_e}{k} = \frac{250}{1,5} = 167 \text{ MPa}$$

U této varianty je pevně uchycen závěs karoserie, dále jsou vazby uchycení na závěsu víka i závěsu okna s umožněným pohybem ve směru působících sil. Tyto vazby jsou zde z důvodu uložení víka na těsnění a dorazech v zavřeném stavu, kdy je umožněn pouze malý pohyb právě ve směru působících sil od plynových vzpěr.



Obr. 45 Průběh napětí v závěsu při zavřeném víku



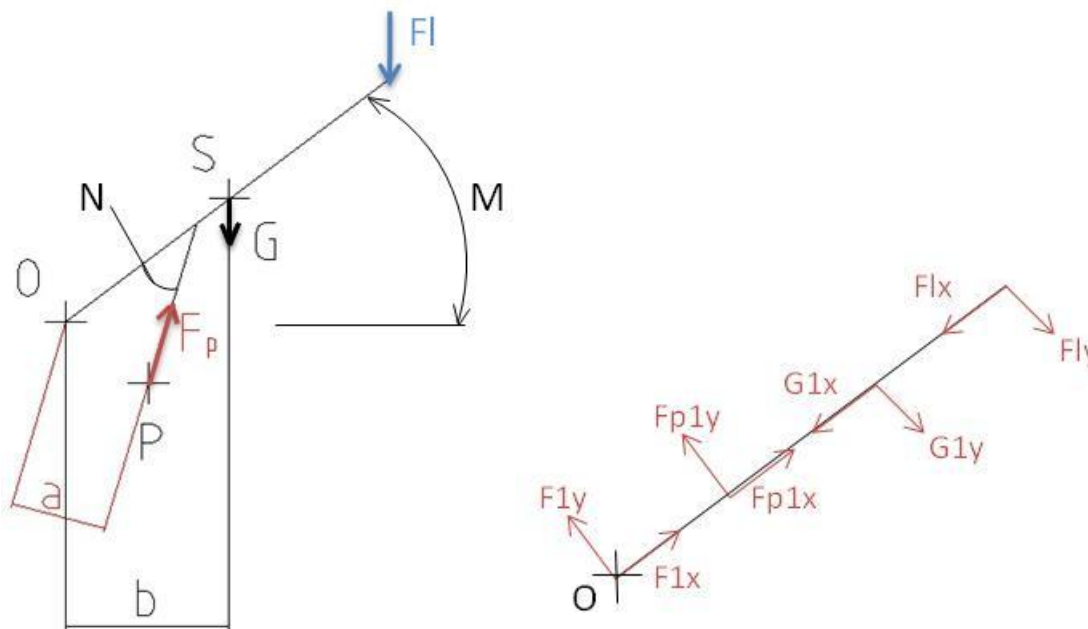
Obr. 46 Průběh posunutí v závěsu při zavřeném víku

Maximální napětí je 148 MPa, působící na závěsu víka na vnitřní straně. Je zde také největší posunutí 0,908mm. Na závěs víka působí několikrát větší síla než na závěs okna, z toho vyplývají nejvyšší odečtené hodnoty právě na tomto dílu. Maximální napětí je menší než  $\sigma_{Dov} = 167$  MPa.



### 5.2.2 Varianta 2 – otevřené zadní okno

Při tomto stavu působí na závěsy síla od plynové vzpěry 2 ( $F_{p2}$ ). A dále pak síly od otevřeného zadního okna. Při tomto stavu je ještě připočtena síla, která je vyvolána např. uživatelem vozidla, který zavírá otevřené zadní okno. Tato síla o velikosti  $F_1 = 150\text{N}$  působí ve svislém směru.



Obr. 47 Schéma zatěžujících sil, Varianta 2

N.....Úhel mezi plynovou vzpěrou a oknem

M.....Úhel otevřeného okna

Na levé straně tohoto obrázku je vidět rozložení sil na otevřené zadní okno. V pravé části je rozložení těchto sil do směrů X a Y. Přepočítané síly do těchto směrů jsou, síla od plynové vzpěry 1  $F_{p1x} = 55,4\text{N}$ ,  $F_{p1y} = 70,9\text{N}$ . Tíhová síla zadního okna  $G_{1x} = 40,2\text{N}$ ,  $G_{1y} = 35\text{N}$ . Síla vyvolaná uživatelem vozidla  $F_{1x} = 113,2\text{N}$ ,  $F_{1y} = 98,4\text{N}$ .

#### Výpočet reakcí v závěsu

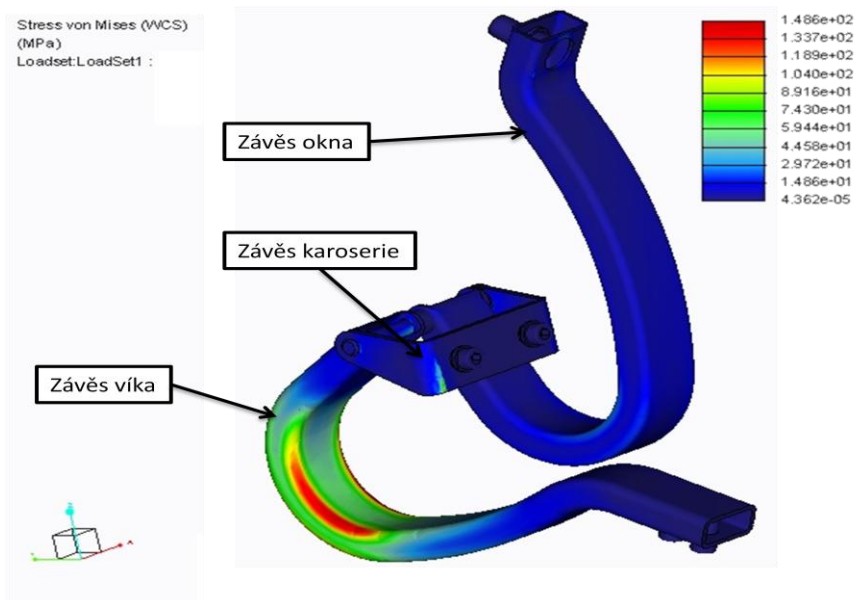
$$F_{1x} + F_{p1x} - G_{1x} - F_{lx} = 0 \quad (5)$$

$$F_{1x} = G_{1x} - F_{p1x} + F_{lx} = 98\text{N}$$

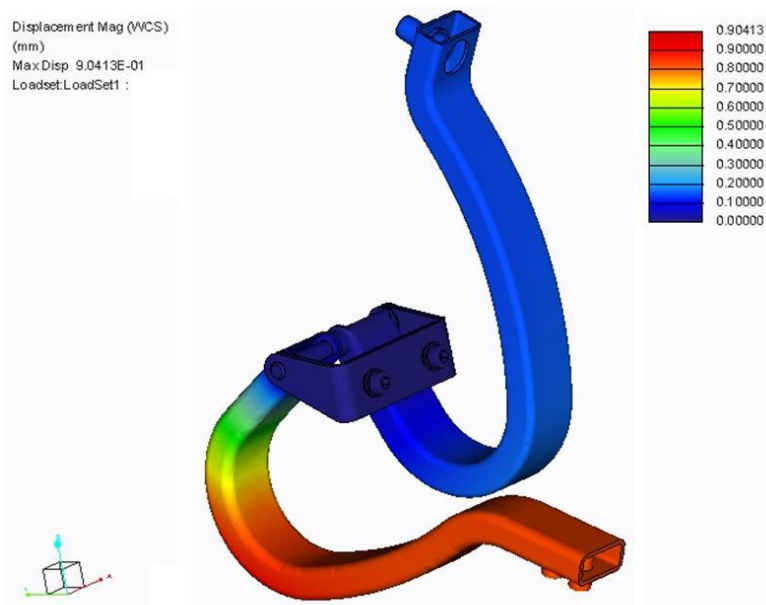
$$F_{1y} + F_{p1y} - G_{1y} - F_{ly} = 0 \quad (6)$$

$$F_{1y} = G_{1y} - F_{p1y} + F_{ly} = 62,5\text{N}$$

Vypočtené síly  $F_{1x}$  a  $F_{1y}$  působí na oba závěsy, při výpočtu MKP uvažují víko souměrné, takže pro výpočet použijí polovinu těchto sil. U této varianty je pevně uchycen závěs karoserie, dále jsou vazby uchycení na závěsu víka i závěsu okna s umožněným pohybem ve směru působících sil.



Obr. 48 Průběh napětí v závěsu při otevřeném zadním okně

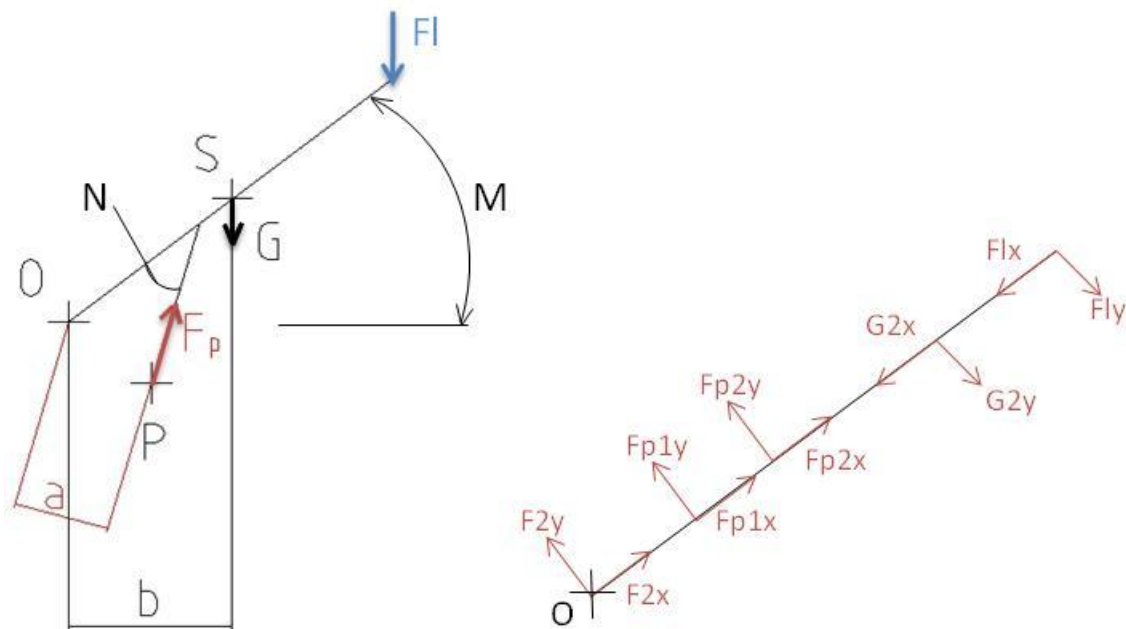


Obr. 49 Průběh posunutí v závěsu při otevřeném zadním okně

Maximální napětí je opět 148 MPa, působící na závěsu víka na vnitřní straně. Je zde také největší posunutí 0,904mm. Tyto nejvyšší odečtené hodnoty jsou zde z důvodu stejné zatěžující síly na závěs víka jako u varianty1. Maximální napětí je menší než  $\sigma_{Dov} = 167$  MPa.

### 5.2.3 Varianta 3 – otevřené celé víko

Při tomto stavu působí na závěsy síly od otevřeného celého víka a dále je ještě připočtena síla, která je vyvolána např. uživatelem vozidla, který zavírá otevřené zadní víko, tato síla o velikosti  $F_1 = 150\text{N}$  působí ve svislém směru.



Obr. 50 Schéma zatěžujících sil, Varianta 3

N.....Úhel mezi plynovou vzpěrou a víkem

M.....Úhel otevřeného víka

Na levé straně tohoto obrázku je vidět rozložení sil na otevřené zadní víko. V pravé části je rozložení těchto sil do směrů X a Y. Přepočítané síly do těchto směrů jsou, síla od plynové vzpěry 1  $F_{p1x} = 55,4\text{N}$ ,  $F_{p1y} = 70,9\text{N}$ . Síla od plynové vzpěry 2  $F_{p2x} = 521,7\text{N}$ ,  $F_{p2y} = 559,5\text{N}$ . Tíhová síla zadního víka  $G_{2x} = 129\text{N}$ ,  $G_{2y} = 112,2\text{N}$ . Síla vyvolaná uživatelem vozidla  $F_{1x} = 113,2\text{N}$ ,  $F_{1y} = 98,4\text{N}$ .

#### Výpočet reakcí v závěsu

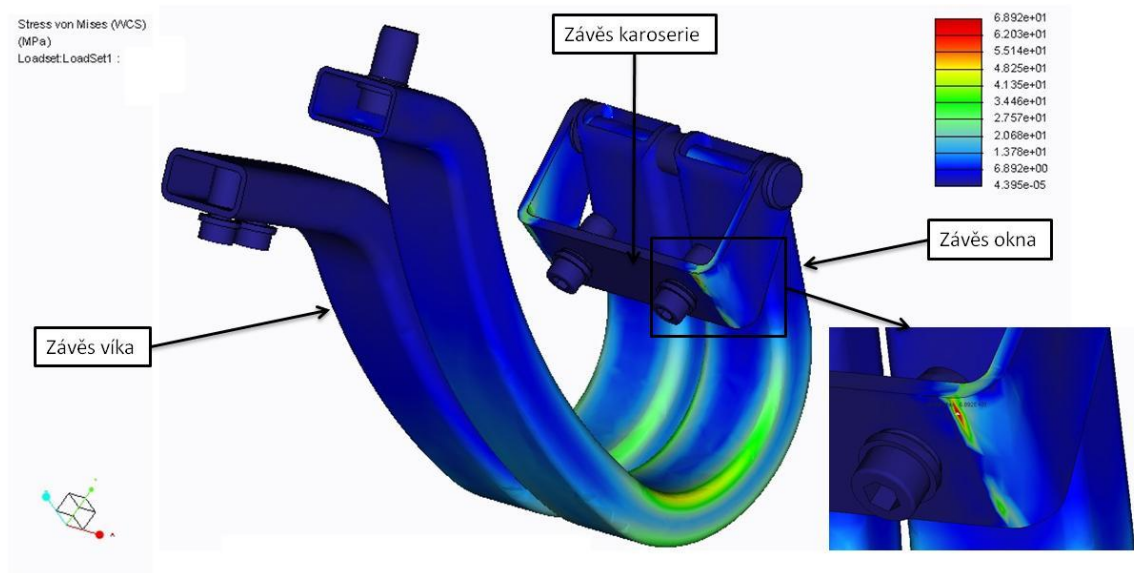
$$F_{2x} + F_{p1x} + F_{p2x} - G_{2x} - F_{1x} = 0 \quad (7)$$

$$F_{2x} = G_{2x} + F_{1x} - F_{p1x} - F_{p2x} = -334,9\text{N}$$

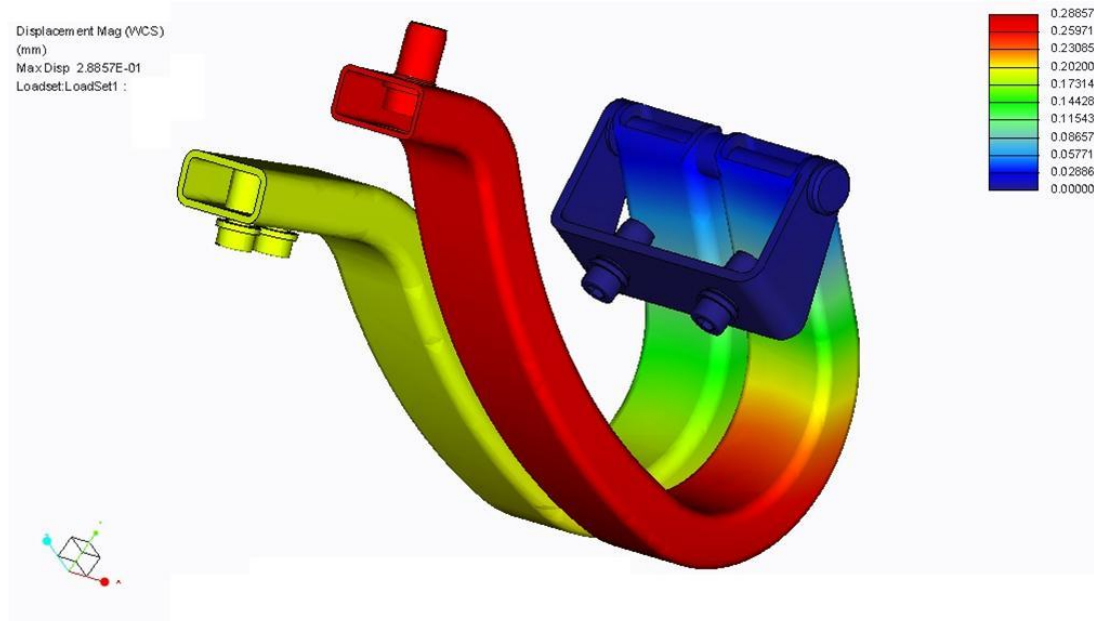
$$F_{2y} + F_{p1y} + F_{p2y} - G_{2y} - F_{1y} = 0 \quad (8)$$

$$F_{2y} = G_{2y} + F_{1y} - F_{p1y} - F_{p2y} = -419,8\text{N}$$

Vypočtené síly  $F_{2x}$  a  $F_{2y}$  působí na oba závěsy, při výpočtu MKP uvažují víko souměrné, takže pro výpočet použijí polovinu těchto sil. U této varianty je pevně uchycen závěs karoserie, dále jsou vazby uchycení na závěsu víka i závěsu okna s umožněným pohybem ve směru působících sil.



Obr. 51 Průběh napětí v závěsu při otevřeném celém víku



Obr. 52 Průběh posunutí v závěsu při otevřeném celém víku

Maximální napětí je 69 MPa, působící na závěsu karoserie, v místě zobrazeném na detailu obr. 51. Největší posunutí je 0,289mm, na závěsu okna. Je to z důvodu menší tloušťky profilu závěsu okna než u závěsu víka (1,5 vs. 2mm). Maximální napětí je menší než  $\sigma_{Dov} = 167$  MPa.

### 5.3 Kontrola navrženého čepu závěsu

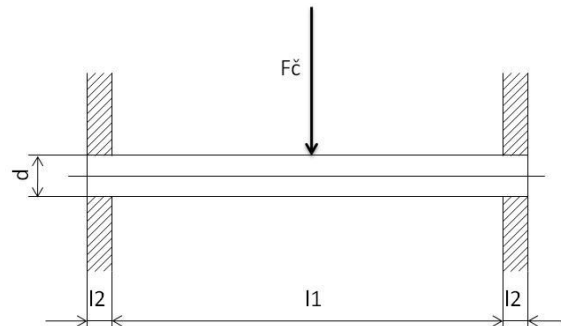
U kontrolního výpočtu čepu v závěsu je použito zatěžujících sil z varianty 5.2.2, při otevřeném zadním okně. Za této varianty působí na čep největší součet sil. Čep je namáhán na ohyb, otláčení a smyk.

$F_{\check{c}}$ .....Suma sil působících na čep

$d$ .....Průměr čepu

$l_2$ .....Tloušťka stěny závěsu karoserie

$l_1$ .....Vzdálenost mezi bočnicemi



Obr. 53 Schéma zatížení čepu

Materiál čepu: ocel 11 373

$\sigma_{Do} = 165 \text{ MPa}$

$p_D = 100 \text{ Mpa}$

$\tau_{Ds} = 65 \text{ MPa}$

$d = 0,008 \text{ m}$

$l_1 = 0,07 \text{ m}$

$l_2 = 0,003 \text{ m}$

$F_{\check{c}} = 440,6 \text{ N}$

#### Kontrola čepu na ohyb

$$\sigma_o = \frac{M_{omax}}{W_o} \leq \sigma_{Do} \quad (9)$$

$$M_{omax} = F_{\check{c}} \cdot \frac{l_1 + 2 \cdot l_2}{8} \quad (10)$$

$$W_o = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \quad (11)$$

Dosazení číselných hodnot do vzorců (9), (10), (11)

$$\sigma_o = \frac{F_{\check{c}} \cdot \frac{l_1 + 2 \cdot l_2}{8}}{\frac{\pi \cdot d^3}{32}} = \frac{440,6 \cdot \frac{0,07 + 2 \cdot 0,003}{8}}{\frac{\pi \cdot 0,008^3}{32}} = 83,272 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_o < \sigma_{Do} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

### Kontrola čepu na otláčení

$$p_1 = \frac{F_{\check{c}}}{l_1 \cdot d} \leq p_D \quad (12)$$

$$p_2 = \frac{F_{\check{c}}}{2 \cdot l_2 \cdot d} \leq p_D \quad (13)$$

Dosazení číselných hodnot do vzorce (12) a (13)

$$p_1 = \frac{440,6}{0,07 \cdot 0,008} = 0,787 \text{ MPa}$$

$$p_2 = \frac{440,6}{2 \cdot 0,003 \cdot 0,008} = 9,179 \text{ MPa}$$

$$p_1 < p_D \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$p_2 < p_D \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

### Kontrola čepu na smyk

$$\tau_s = \frac{2 \cdot F_{\check{c}}}{\pi \cdot d^2} \leq \tau_{Ds} \quad (14)$$

Dosazení číselných hodnot do vzorce (14)

$$\tau_s = \frac{2 \cdot 440,6}{\pi \cdot 0,008^2} = 4,383 \text{ MPa}$$

$$\tau_s < \tau_{Ds} \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Z uvedených výpočtů vyplívá, že navržený čep závěsu pro zadní dělené víko vyhovuje z hlediska namáhání na ohyb, smyk a otláčení. [9]

## 6. Závěr

Cílem této diplomové práce byl návrh konstrukce zadního děleného víka pro osobní automobily. Konstrukce měla být provedena pro designovou studii vozidla Swellak, vytvořenou společností Swell.

V úvodu práce je představena společnost Swell, dále popsán koncept vozidla Swellak, včetně porovnání s vozidlem stejné kategorie. Rešerše se zabývá možnými řešeními dělených vík u současné automobilové produkce sériových vozů. Jsou zde uvedena dělená víka pouze u osobních vozů. Po rešeršní části následují možné koncepty dělených vík, použitelné však už pro studii vozidla Swellak. U každého konceptu je zobrazena kinematika dělení, vyhodnocena funkcionalita a výpis všech výhod a nevýhod. U výběru varianty pro další zpracování jsou proti sobě postaveny výhody a nevýhody jednotlivých konceptů, je zde brán ohled i na ekonomičnost celého víka. Vozidlo spadá svými rozměry do kategorie vozidel hatchback, kde je brán zřetel na nízkou cenu vozu. S tím spojená jednoduchá konstrukce s co nejmenším počtem všech dílů.

Návrh konstrukce probíhal podle stanovených postupů společností Swell, zavedených v sériové výrobě osobních vozidel. Nejdříve byly vytvořeny definiční řezy na všech důležitých místech víka a karoserie. V těchto řezech byla řešena kinematika víka včetně usazení všech komponent do víka nebo karoserie. Po vytvoření definičních řezů následovalo natažení těsnící stojny okolo celého otvoru zadního víka. Tato stojna je tvořena plechem, na který je naraženo těsnění. Stojna byla vytvořena z jednotlivých definičních řezů a dále byl brán ohled na tvar karoserie, kdy byla snaha kopírovat tvar zádi a zadního víka. Těsnící stojny u tohoto řešení jsou dvě. Jedna pro těsnění celého víka a druhá pro těsnění mezi spodní částí víka a otevíratelného okna. U tohoto řešení těsnění bylo důležité brát ohled na dokonalé utěsnění přechodu mezi otevíratelným oknem a spodní částí víka, aby nedocházelo k zatékání do zavazadlového prostoru nebo samotného víka. Po natažení těsnící stojny začala tvorba jednotlivých dílů zadního víka. Při tvorbě se vycházelo z definičních řezů, rovněž musel být brán ohled na vyrobiteľnost jednotlivých dílů. Víko je tvořeno z devatenácti dílů a spojovacího materiálu o celkové

hmotnosti 17,435 kg, dále dvěma plynovými vzpěrami a dvěma závěsy. Poměrně malá hmotnost víka dovolila použití pouze dvou plynových vzpěr. Jedna vzpěra pro zvedání otevíratelného okna a druhá pro zvedání spodní části víka. V této konstrukční části je také popsáno uchycení závěsů, plynových vzpěr, dorazů víka, zámků a pohonu stěrače ke karoserii vozu nebo k dělenému víku. Při konstrukci závěsů se sledovala minimální výška otevření víka, aby pod víkem vznikl dostatečný prostor pro průměrně vysokou osobu (1800 mm).

V závěru této práce byl proveden výpočet síly plynových vzpěr. Model závěsu víka byl podroben pevnostní kontrole metodou konečných prvků. Čep tohoto závěsu byl zkontrolován na ohybové, smykové a tlakové namáhání. Byla vytvořena základní technická dokumentace k vybraným dílům sestavy.

Tato diplomová práce byla zaměřena na konstrukční koncept děleného víka. V sériové konstrukci by pro úplné dokončení zadního víka byla dále nutná spolupráce s konstruktéry elektrotechniky, např. pro zapojení všech elektrických součástí víka nebo osvětlení registrační značky. U tohoto konceptu jsou možné další modifikace k vylepšení. Například vytvořené závěsy by po lehké úpravě dovozovaly možnost uchycení plynových vzpěr pod střechu vozu za závěsy. Tímto by vznikl elegantní a nerušený vstupní otvor do zavazadlového prostoru bez plynových vzpěr. Zároveň by však byly zvýšené nároky na kvalitu plynových vzpěr z důvodu případné složité výměny při poruše.

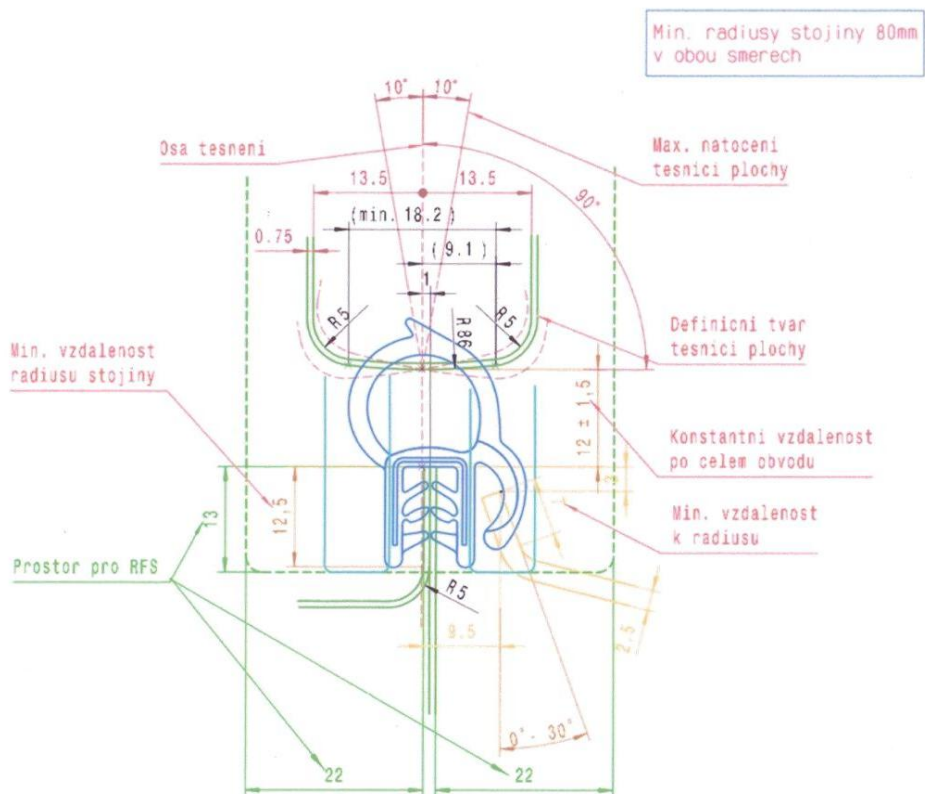


## Seznam použité literatury

- [1] Webové stránky společnosti Swell: <https://www.swell.cz/>
- [2] Webové stránky <http://www.autorevue.cz/>
- [3] Webové stránky <http://www.auto.cz/>
- [4] Webové stránky <http://www.zahranicni.ihned.cz/>
- [5] Doubek, P., Kolnerová, M.: Základy technologie lepení karosářských výlisků, Technická univerzita v Liberci, 2014.
- [6] Podklady Swell, spol. s.r.o., Hořice
- [7] Szeteiová, K.: Automotive materials plastics in automotive markets today, Slovak University of Technology Bratislava
- [8] Leinveber, J., Vávra, P.: Strojnické tabulky, Albra, 2005
- [9] Pešík, L., Části strojů, Technická univerzita v Liberci, 2010

### **Poznámka:**

Příloha 1 – Dosedací plocha na těsnění



## Příloha 2 – Výkresová dokumentace