

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství  
Katedra materiálů a technologií pro automobily



## **Bakalářská práce**

### **Návrh funkčního modelu dveří pro sportovní automobil**

Design a functional model of doors for the sports car

Ostrava 2013

Vypracoval: Michal Hudec

Vedoucí práce: Ing. Vladimír Zbožínek

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství  
Katedra materiálů a technologií pro automobily

## Zadání bakalářské práce

Student: **Michal Hudec**

Studijní program: B3923 Materiálové inženýrství

Studijní obor: 3911R034 Materiály a technologie pro automobilový průmysl

Téma: **Návrh funkčního modelu dveří pro sportovní automobil**  
**Design a functional model of doors for the sports car**

Zásady pro vypracování:

1. Teoretický rozbor problematiky.
2. Vytvoření 3D modelu vybraných dílů.
3. Implementace vybraných dílů do stávajícího designu.
3. Zhotovení výrobní dokumentace.
4. Shrnutí dosažených výsledků.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] VLK, František. Stavba motorových vozidel. Brno: VLK, 2003, s. 413. , ISBN 80-238-8757-2.
- [2] VLK, František. Karoserie motorových vozidel. Brno: VLK, 2000, s. 243. , ISBN 80-238-5277-9 .
- [3] BUŘVAL, Lukáš. Vlastnosti kompozitních materiálů a jejich uplatnění v konstrukci automobilů. Ostrava, 2008. Diplomová práce. VŠB-TUO, Fakulta strojní.
- [4] The Car Maintenance Bibles [online]. 2011 [cit. 2011-11-14]. Dostupné z WWW:  
<<http://www.carbibles.com>>

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

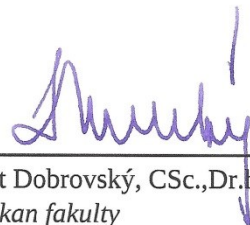
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Vladimír Zbožínek**

Datum zadání: 30.11.2012

Datum odevzdání: 30.04.2013



doc. Ing. Petr Tomčík, Ph.D.  
vedoucí katedry



prof. Ing. Ludovít Dobrovský, CSc., Dr. h.c.  
děkan fakulty



# Zásady pro vypracování bakalářské práce

## I.

Bakalářskou prací (dále jen BP) se ověřují vědomosti a dovednosti, které student získal během studia, a jeho schopnosti využívat je při řešení teoretických i praktických problémů.

## II.

### Uspořádání bakalářské práce:

- |  |                              |
|--|------------------------------|
| 1. Titulní list                              | 5. Obsah BP                  |
| 2. Zásady pro vypracování BP                 | 6. Textová část BP           |
| 3. Prohlášení + místopřísežné prohlášení     | 7. Seznam použité literatury |
| 4. Abstrakt + klíčová slova česky a anglicky | 8. Přílohy                   |

ad 1) Titulním listem je originál zadání BP, který student obdrží na své oborové katedře.

ad 2) Tyto „Zásady pro vypracování bakalářské práce“ následují za titulním listem. („Zásady pro vypracování bakalářské práce“ jsou ke stažení na webových stránkách fakulty).

ad 3) Prohlášení + místopřísežné prohlášení napsané na zvláštním listě (ke stažení na webových stránkách fakulty) a vlastnoručně podepsané studentem s uvedením data odevzdání BP. V případě, že BP vychází ze spolupráce s jinými právníckými a fyzickými osobami a obsahuje citlivé údaje, je na zvláštním listě vloženo prohlášení spolupracující právnícké nebo fyzické osoby o souhlasu se zveřejněním BP.

ad 4) Abstrakt a klíčová slova jsou uvedena na zvláštním listě česky a anglicky v rozsahu max. 1 strany pro obě jazykové verze.

ad 5) Obsah BP se uvádí na zvláštním listě. Zahrnuje názvy všech očíslovaných kapitol, podkapitol a statí textové části BP, odkaz na seznam příloh a seznam použité literatury, s uvedením příslušné stránky. Předpokládá se desetinné číslování.

ad 6) Textová část BP obvykle zahrnuje:

- Úvod, obsahující charakteristiku řešeného problému a cíle jeho řešení v souladu se zadáním BP;
- Vlastní rozpracování BP (včetně obrázků, tabulek, výpočtů) s dílčími závěry, vhodně členěné do kapitol a podkapitol podle povahy problému;
- Závěr, obsahující celkové hodnocení výsledků BP z hlediska stanoveného zadání.

BP nemusí obsahovat experimentální (aplikační) část.

BP bude zpracována v rozsahu min. 25 stran (včetně obsahu a seznamu použité literatury).

Text musí být napsán vhodným textovým editorem počítače po jedné straně bílého nelesklého papíru formátu A4 při respektování následující **doporučené** úpravy - písmo Times New Roman (nebo podobné) 12b; řádkování 1,5; okraje – horní, dolní – 2,5 cm, levý – 3 cm, pravý 2 cm. Fotografie, schémata, obrázky, tabulky musí být očíslovány a musí na

ně být v textu poukázáno. Budou zařazeny průběžně v textu, pouze je-li to nezbytně nutné, jako přílohy (viz ad 8).

Odborná terminologie práce musí odpovídat platným normám. Všechny výpočty musí být přehledně uspořádány tak, aby každý odborník byl schopen přezkoušet jejich správnost.

U vzorců, údajů a hodnot převzatých z odborné literatury nebo z praxe musí být uveden jejich pramen - u literatury citován číselným odkazem (v hranatých závorkách) na seznam použité literatury.

Nedostatky ve způsobu vyjadřování, nedostatky gramatické, neopravené chyby v textu mohou snížit klasifikaci práce.

ad 7) BP bude obsahovat alespoň 10 literárních odkazů, z toho nejméně 3 v některém ze světových jazyků.

Seznam použité literatury se píše na zvláštním listě. **Citaci literatury je nutno uvádět důsledně v souladu s ČSN ISO 690.** Na práce uvedené v seznamu použité literatury musí být uveden odkaz v textu BP.

ad 8) Přílohy budou obsahovat jen ty části (speciální výpočty, zdrojové texty programů aj.), které nelze vhodně včlenit do vlastní textové části, např. z důvodu ztráty srozumitelnosti.

### III.

Bakalářskou práci student odevzdá ve dvou knihařsky svázaných vyhotoveních, pokud katedra garantující studijní obor neurčí jiný počet. Vnější desky budou označeny takto:

nahoře: *Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava*  
*Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství*  
*Katedra . . . . .*

uprostřed: *BAKALÁŘSKÁ PRÁCE*

dole: *Rok* *Jméno a příjmení*

Kromě těchto dvou knihařsky svázaných výtisků odevzdá student kompletní práci také v elektronické formě do IS EDISON. Práce vložená v elektronické formě do IS EDISON se musí zcela shodovat s prací odevzdanou v tištěné formě.

### IV.

Bakalářská práce, která neodpovídá těmto zásadám, nemůže být přijata k obhajobě. Tyto zásady jsou závazné pro studenty všech studijních programů a forem bakalářského studia fakulty metalurgie a materiálového inženýrství Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava od akademického roku 2012/2013.

Ostrava 30. 11. 2012

**Prof. Ing. Ludvík Dobrovský, CSc., Dr.h.c.**  
děkan fakulty metalurgie a materiálového inženýrství  
VŠB-TU Ostrava



# PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- jsem byl(a) seznámen(a) s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména §35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního (§60 - školní dílo);
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB - TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude archivována v elektronické formě v databázi Ústřední knihovny VŠB - TUO a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB - TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo - bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB - TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB - TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že odevzdáním své bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (Zákon o vysokých školách) bez ohledu na výsledek její obhajoby.

**Místopřísežně prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci vypracoval(a) samostatně.**

V Ostravě 7.6.2013 .....

  
.....  
podpis (jméno a příjmení studenta)

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem funkčního modelu dveří sportovního automobilu. Obsahuje shrnutí dosud známých poznatků v oblasti konstrukce dveří automobilů a výtah potřebných informací ze směrnic a předpisů. Dále je práce zaměřena na vlastní konstrukční návrh. Jsou zpracovány modely jednotlivých dílů a implementovány do stanoveného designu. Hlavním cílem bylo ověřit funkčnost dílů, navrhnout jejich umístění a upevnění v prostoru karoserie dveří tak, aby se model dveří dal použít jako předloha pro sériově vyráběný automobil.

## **Klíčová slova**

Dveře, konstrukce dveří, homologace automobilu, karoserie, závěs dveří, zámek, omezovač dveří, spouštěč okna, těsnění, klika, zpětné zrcátko

## **Abstrakt**

This bachelor's thesis deals with design a functional model od door for sports car. It contains a summary of the knowledge in the car door design and a summary of a necessary informations of directives and regulations. Bachelor's thesis is focused in the next part on the design own door. The parts are processed and implemented to the finished design. The main objectives was check the functionality of parts, design a position and a fixing in the space of door. Door model will be used as a template for series-produced car.

## **Keywords**

Door, construction of door, homologation vehicle, bodywork, door hinge, lock, limiter door, window lifter, seal, hendle, rearview mirror

# Obsah

Úvod .....	11
1 Teoretický rozbor problematiky .....	12
1.1 Způsoby zavěšení dveří .....	12
1.1.1 Dveře s předním závěsem .....	12
1.1.2 Dveře se zadním závěsem .....	14
1.1.3 Vertikální dveře.....	15
1.1.4 Posuvné dveře .....	17
1.2 Konstrukce dveří.....	19
1.2.1 Rám okna .....	19
1.2.2 Okno.....	19
1.2.3 Spouštěč okna .....	20
1.2.4 Těsnění .....	21
1.2.5 Klika.....	22
1.2.6 Zámek.....	22
1.2.7 Omezovač dveří .....	23
1.2.8 Čalounění .....	23
1.2.9 Zpětná zrcátka .....	23
1.3 Homologace dveří podle směrnic ES a EHS .....	24
1.3.1 Dveřní zámky a závěsy .....	25
1.3.2 Vnější výčnělky.....	28
1.3.3 Vnitřní části prostoru pro cestující.....	30
2 Vytvoření 3D modelu vybraných dílů.....	33
2.1 Vnější karoserie dveří .....	33
2.2 Vnitřní karoserie dveří .....	34
2.3 Výztuhy a kotvící prvky .....	35
2.4 Vodící lišta .....	35



2.5	Zpětné zrcátko.....	36
2.6	Sklo bočního okna .....	36
2.7	Spouštěč okna .....	37
2.8	Upevnění okna .....	37
2.9	Těsnění okna .....	38
2.10	Vnější stírací lišta okna .....	38
2.11	Vnitřní stírací lišta.....	39
2.12	Průchodka.....	39
2.13	Vnější klika .....	40
2.14	Vnitřní klika .....	40
2.15	Omezovač dveří.....	41
2.16	Závěs dveří .....	41
2.17	Zámek dveří.....	42
3	Implementace vybraných dílů do stávajícího designu .....	43
3.1	Karoserie .....	43
3.2	Vnější zpětné zrcátko .....	45
3.3	Sklo bočního okna .....	46
3.4	Spouštěč okna .....	46
3.5	Upevnění okna .....	47
3.6	Těsnění okna .....	47
3.7	Stírací lišty .....	48
3.8	Vnější klika .....	48
3.9	Vnitřní klika .....	49
3.10	Omezovač dveří.....	49
3.11	Závěsy .....	50
3.12	Zámek.....	52
3.13	Ostatní díly .....	53

3.14	Kompletní sestava dveří .....	53
4	Zhotovení výrobní dokumentace.....	54
4.1	Sestava karoserie dveří .....	54
4.1.1	Vnější část karoserie dveří .....	55
4.1.2	Vnitřní část karoserie dveří .....	55
4.1.3	Kotvící prvky .....	55
4.1.4	Vodící lišta okna .....	56
4.2	Sestava okna .....	56
4.2.1	Sklo okna.....	56
4.2.2	Pryžové těsnící profily .....	56
4.2.3	Uchycení skla .....	56
4.3	Sestava zrcátka.....	56
5	Shrnutí dosažených výsledků.....	57
6	Literatura .....	59
7	Seznam příloh.....	62

## Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá kompletním návrhem dveří automobilu. Jedná se o sportovní automobil typu roadster, který se bude vyrábět v malé sérii. Automobil bude mít elektrický pohon, karoserii z kompozitu usazenou na příhradové konstrukci. Přístup cestujícím do vozu bude řešen dveřmi na každé straně.

Při navrhování dveří se dbalo na to, aby design všech součástí zapadal do celku. Řešil se způsob zavěšení a kinematika otevírání. A to jak konvenční, tak i nekonvenční varianty. Výroba však nesměla být příliš složitá a nákladná. Vzhledem k sériové výrobě, bylo potřeba vypracovat podklady nutné ke schválení dveří podle norem EHS. Ty se zabývají zejména ochranou cestujících. Velice důležité při návrhu také bylo, aby dveře při každodenním užívání bez problémů plnily svoji funkci. Během životnosti automobilu bude cyklus otevření a zavření dveří proveden v řádu statisíců, to stejné platí i pro stahování oken či zámky. Tyto součásti jsou nejvíce namáhány. Při navrhování automobilu se funkce každé součásti i celku testuje ve speciálních laboratořích simulující podmínky, kterým může být automobil během svého užívání vystaven. To je pro nás ovšem nereálné a z toho důvodu byly použity součásti používané v již produkčních vozech. Některé bylo třeba pro použití v našem automobilu upravit, jiné se museli nechat vyrobit na zakázku.

Funkci samotných dveří a jednotlivých komponent bylo zapotřebí zkontrolovat. Proto byly vytvořeny modely vybraných součástí, které byly následně usazeny do sestavy. Díky potřebnému programovému vybavení jsme mohli ověřit funkci a zjistit kolize a navrhnout vhodné upevnění součástí ještě před výrobou. K tomu bylo použito programů Autodesk Inventor 2013 a CATIA, na nich byly provedeny potřebné analýzy a simulace.

# 1 Teoretický rozbor problematiky

V této kapitole jsou shrnuty dosavadní poznatky v oblasti konstrukce dveří. Jsou zde uvedeny způsoby otevírání dveří zejména sportovních vozů. Dále jsou popsány různé konstrukční varianty a materiály používané v produkčních vozech. Kapitola obsahuje popis mechanismů a součástí, kterými jsou dnes dveře automobilů běžně vybaveny. Závěr kapitoly je věnován předpisům a směrnicím, které uvádí podmínky pro schválení dveří jako součásti automobilu.

Funkce dveří je umožnit pohodlný, bezpečný nástup a výstup z automobilu. Dveře jsou součástí karoserie. Jejímž účelem dříve bylo pouze zakrytí pohonného ústrojí. Postupem času začala karoserie sloužit jako ochrana posádky před vnějšími vlivy a při dopravní nehodě.

Na dveře, jakožto důležitý prvek karoserie, jsou kladeny vysoké nároky. Z hlediska bezpečnosti je velice důležitá jejich konstrukce. Jsou na nich prováděny testy bočních nárazů, aby se ověřila schopnost ochránit cestující. Důležitá je také kvalita zpracování, případná závada nesmí ohrozit zdraví pasažérů. Neméně důležitý je také design dveří a jak na zákazníka působí.

## 1.1 Způsoby zavěšení dveří

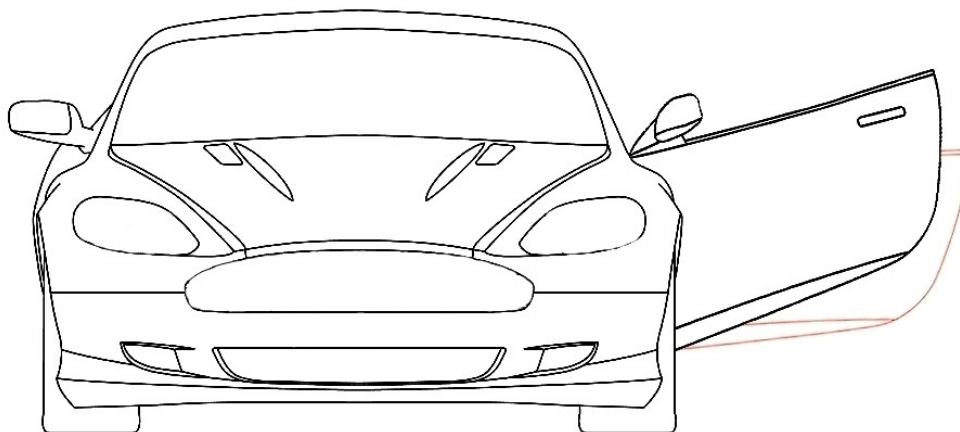
Typů zavěšení dveří a kinematiky otevírání je v automobilovém průmyslu nepřehledné množství. Nejpoužívanějším typem dveří jsou dveře s předním závěsem. První vozidla dveře vůbec neměla, vzhledem k dosahovaným rychlostem a použitím otevřené karoserie jich ani nebylo zapotřebí. V 19. století se stále k dopravě používalo koňského spřežení či parních strojů, od kterých první automobily převzali systém zavěšení a způsob otevírání dveří.

### 1.1.1 Dveře s předním závěsem

Dveře s předním závěsem jsou nejpoužívanějším typem, proto je nazýváme konvenční dveře. Závěs je umístěn na předním sloupku a u moderních automobilů celý ukryt v karoserii. Pro zavěšení dveří se nejčastěji využívá dvou pantů se společnou svislou osou. Přednosti jsou především levná výroba, snadná montáž a možnost slícování. Otevírání vyžaduje málo síly a je pro člověka přirozené. [1]

### Dveře automobilky Aston Martin

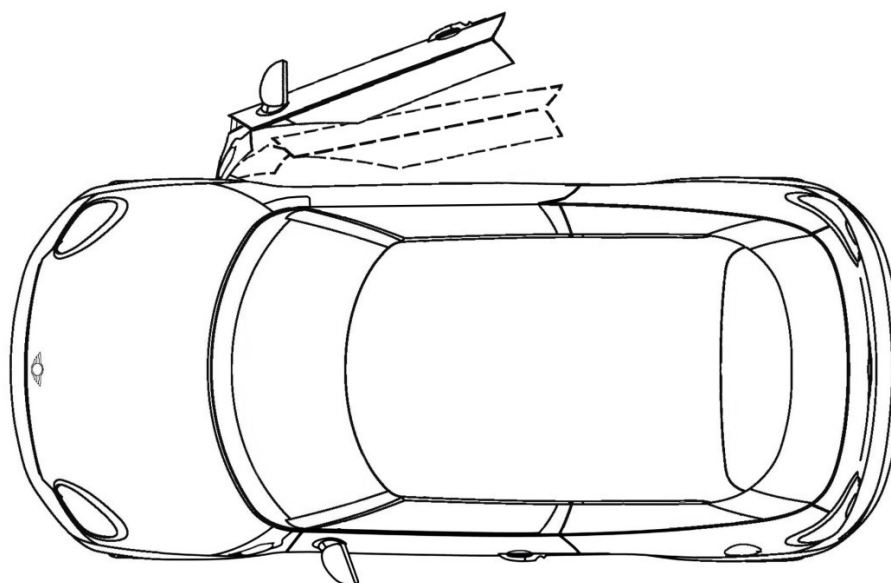
Vozy této anglické automobilky mají na první pohled standardní dveře s předním závěsem. Avšak dveře u vozů Aston Martin se nepohybují v horizontální rovině jako klasické dveře, ale otevírají se pod úhlem asi  $15^\circ$ . Plně otevřené dveře nepotřebují tak velký prostor jako dveře klasické (Obr. 1.1). Je také menší pravděpodobnost, že spodní hrana dveří zavadí například o obrubník či jinou překážku. Nevýhodou je větší obtížnost otevírání.



Obr. 1.1 Porovnání dveří u automobilu Aston Martin DB9 [2]

### Dveře s dvojitým závěsem

Takové dveře umožňují otevření v omezeném prostoru a to pod velkým úhlem. Dvojitý závěs na předních dveřích byl použit v sériové výrobě pouze vozu Renault Avantime. U zadních dveří je to častý způsob zavěšení, některé konstrukce dovolují rozevření téměř  $180^\circ$ . Pohyb předních dveří s dvojitým závěsem je znázorněn na vozu Mini (Obr. 1.2). [3]



Obr. 1.2 Prototyp dveří vozu Mini [4]

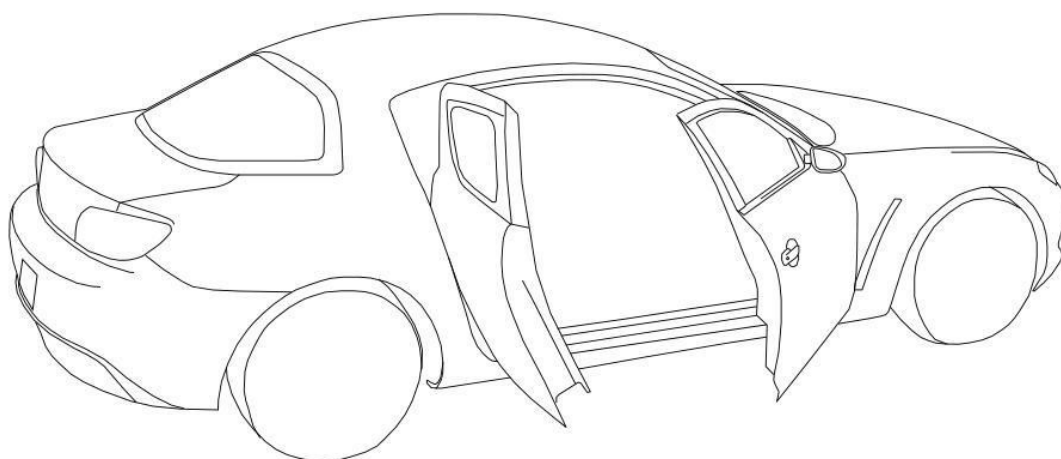
### 1.1.2 Dveře se zadním závěsem

Tento typ otevírání byl v historii velmi oblíbený zejména v meziválečném období. Dveře byly uchyceny pomocí jednoduchých polovičních pantů k zadnímu sloupku karoserie a otvíraly se po směru jízdy. Umístění pantů z venku vozidla, kde byly vystaveny povětrnostním podmínkám, nebylo příliš vhodné. Následkem byla poměrně malá životnost a nutnost časté údržby. Tyto dveře později získali označení „sebevražedné“ z toho důvodu, že se otvíraly dozadu a proudící vzduch tyto dveře za jízdy otevřel. S čímž měli problémy právě sportovní vozy. Důvodem byla nepřesná výroba, silný motor a malá tuhost karoserie. [5]

Některé prestižní značky si však zadní závěs ponechaly do dnes. Například Rolls-Royce, pro tuto značku jsou zadní závěsy typické a součástí dlouholeté tradice. Do takového automobilu se pak velmi pohodlně nasedá a opět z něj vylézá. I proto dostali název „Coach door“ což by se dalo přeložit jako gaučové dveře. [6]

### Dveře „Freestyle“

Zatímco zadní závěs na předních dveřích je k vidění jen zřídka, u zadních dveřích se této konstrukce s úspěchem využívá. Absence B-sloupku zaručuje dobrý přístup do zadní části vozu. To je výhodné nejen u kategorie rodinných MPV nebo pickupů ale i u sportovních vozů. Vhodným příkladem je automobil Mazda RX-8 (Obr. 1.3). Jež je vybaven systémem „Freestyle doors“ navržené automobilkou Mazda. Zadní dveře mají přibližně poloviční délku než přední a zlepšují přístup k zadním sedadlům. Z důvodu bezpečnosti je otevření zadních dveří za jízdy blokováno, lze je otevřít až po předních. [6]



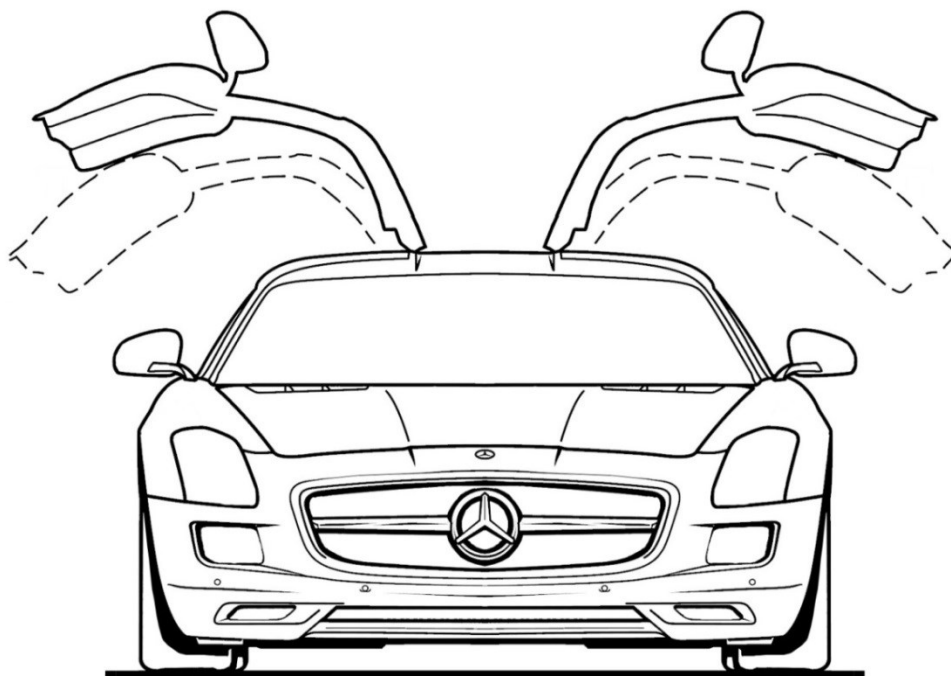
Obr. 1.3 Otevřené dveře u vozu Mazda RX-8 [7]

### 1.1.3 Vertikální dveře

Využívají se hlavně u supersportovních vozů, u nichž jde především o vzhled a upoutání pozornosti. Výhodou je, že k úplnému otevření dveří nemusí být kolem automobilu mnoho místa. Naopak při zavírání se cestující nemusí natahovat k rozevřeným dveřím přes široké prahy, ale jednoduše dveře stáhne dolů. Nevýhodou je nebezpečí při nehodě. U automobilu převráceného na střeche hrozí, že dveře zůstanou zablokovány pod vozem a nebude je možné otevřít. To je řešeno výbušninami v pantech dveří. [8]

#### Dveře typu „Racek“

Známější pod anglickým názvem „Gull-wing“. Dveře jsou pomocí plynových vzpěr otevírány směrem vzhůru. Závěs je velice skladný a ukryt ve střeše, ke které je uchycen. Výhodou je jednoduchá konstrukce, montáž a dobrý přístup do automobilu. Nevýhodou pak je větší hmotnost dveří a zvýšené těžiště vozu. Dveře, vzhledem ke své konstrukci, nemohou být použity na kabriolet. Navrzeny byly pro závodní vůz Mercedes-Benz 300SL '52 a o dva roky déle se dostaly do sériové výroby. Z tohoto vozu vychází i nový Mercedes-Benz SLS AMG (Obr. 1.4). [9]

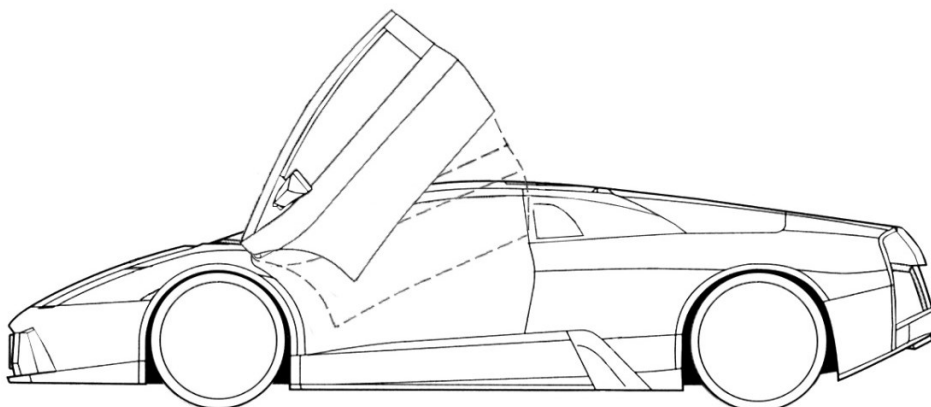


Obr. 1.4 Mercedes-Benz SLS AMG [10]



### Nůžkové dveře

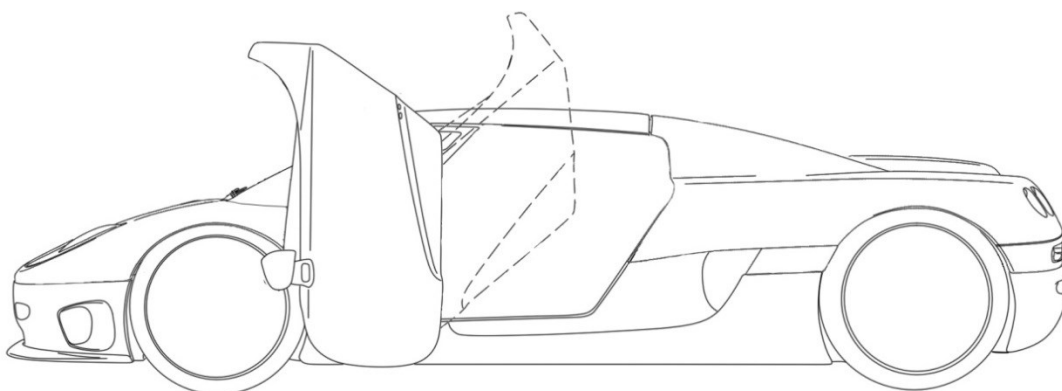
Nůžkové dveře jsou dílem dvojice designérů Bertoneho a Gandiniho. Jsou známé především u vozů Lamborghini, které je poprvé použilo u vozu Lamborghini Countach. Dveře jsou uchyceny v předním blatníku a otevírají se vzhůru dopředu. To je užitečné při parkování ve stísněných prostorech. Dveře je možné použít u kabrioletu a dveří bez okenního rámu. Nevýhodou je nutnost prostoru nad vozem. Kinematika otevírání je znázorněna na obrázku níže (Obr. 1.5). [11]



*Obr. 1.5 Lamborghini Murcielago [12]*

### Dveře typu „Raptor“

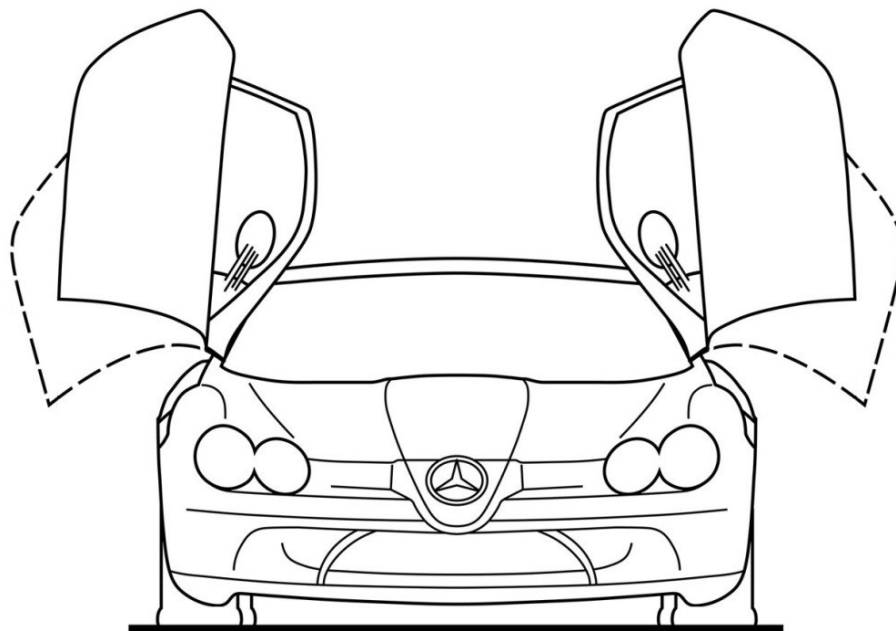
Dveře typu „Raptor“ (neboli dravec) (Obr. 1.6), jsou patentovány firmou Koenigsegg. A jsou tak jediné, kdo osazuje své vozy tímto složitým závěsem. Dveře se současně vysouvají do strany, posouvají dopředu a vytáčejí směrem nahoru. Výhody jsou podobné jako u nůžkových dveří, navíc se dveře neotevírají do takové výšky. Nevýhodou je, že okraj otevřených dveří je blízko vozovky, což může způsobit kolizi například s obrubníkem. [13]



*Obr. 1.6 Koenigsegg CC [14]*

## Dveře typu „Motýl“

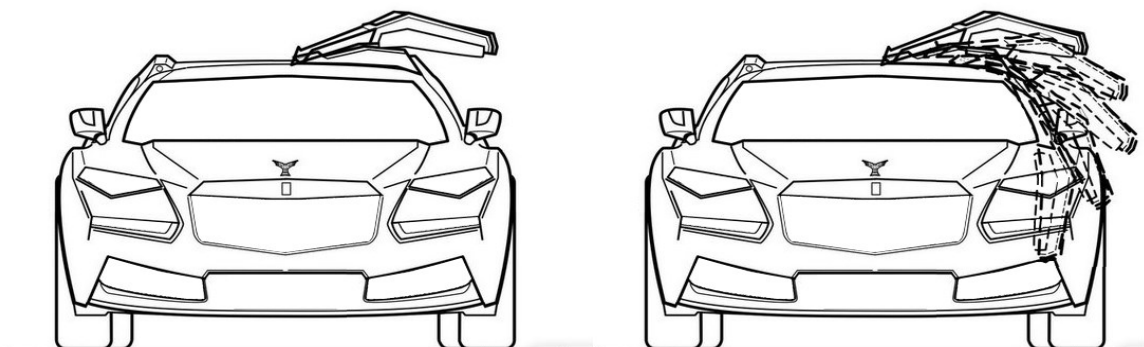
Dveře jsou uchyceny k A-sloupku v místě čelního okna. Dveře se tak otevírají šikmo dopředu. Ze všech vertikálních dveří jsou tyto nejbezpečnější. Při převrácení vozu na střešku je lze otevřít alespoň částečně. Těmito dveřmi je vybaven například automobily Ferrari Enzo, Saleen S7 a všechny vozy značky McLaren (Obr. 1.7). [15]



Obr. 1.7 Mercedes-Benz SLR McLaren [16]

### 1.1.4 Posuvné dveře

Posuvné dveře jsou využívány převážně u dodávek a v poslední době u vozů MPV. Umožňují otevřít velký přístupový prostor, ale otevření je méně přirozené a namáhavější než u konvenčních dveří. Nevýhody však odpadají při automatizaci dveří. U sportovních vozů se tento systém až na pár prototypů nevyužívá. Návrh sportovního vozu s posuvnými dveřmi je na obrázku níže (Obr. 1.8). [17]

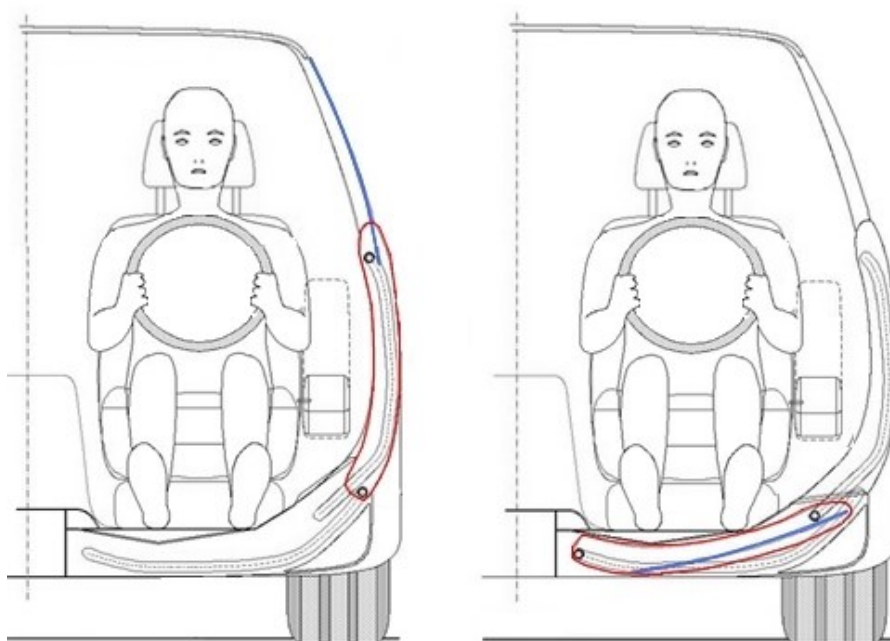


Obr. 1.8 Návrh dveří otevíraných posunutím nahoru [18]

## Kapsovité dveře

Název kapsovité (z angl. Pocket) dveře dostaly proto, že při otevření se zasunou do karoserie. U vozu BMW Z1 '89 sjíždí do zvýšeného prahu vozidla. A u automobilu Kaiser Darrin '53 se zasouvají do předního blatníku. [19]

Podobný systém, kdy se celé dveře ukryjí v podlaze, využívá například automobil Lincoln Mark VIII '93. Jedná se o prototypové dveře z 90. let navržené firmou Jatech LLC z Kalifornie. Systém dostal přezdívku „Disappearing car door“ česky ztrácející se dveře. Plně automatizovaný systém zasune okno do dveří a celé dveře pak zmizí pod podlahu (Obr. 1.9). Celý proces otevření nebo zavření trvá tři vteřiny a je možné ho ovládat na dálku. I přesto, že byl systém vyroben pro několik produkčních vozů a na výstavách a autosalonech se těšil velkému obdivu, se nikdy tento systém nedostal do sériové výroby. [20]



Obr. 1.9 Model dveří firmy Jatech LLC [20]

## 1.2 Konstrukce dveří

Konstrukce dveří je dnes u většiny automobilů obdobná. Dveře se skládají z vnějšího a vnitřního výlisku, případně z výztuží či příček. Vnější a vnitřní plechy jsou nejčastěji vyrobeny z dobře tvářitelné oceli, méně často je použit plast či kompozit. Oba díly se k sobě lepí a v případě plechů se zalemují okraje. Vnější plech má tvar karoserie a je vybaven zpevňujícími prolisy nebo je zpevněn zevnitř přilepenou příčkou, aby se plech neprohýbal a za jízdy nevíbroval. Tuhost dveří je zvýšena výztuhami, ty jsou umístěny pod otvorem okna a mezi zámkem a závěsem. Výztuha slouží k přenosu deformační síly do karoserie při nárazu. Výztuha je přivařena k vnitřnímu plechu, který plní nosnou úlohu. K vnitřnímu plechu je přišroubovaná většina komponentů (zámek, závěsy, stahování okna, čalounění). Struktura průřezu dveří musí být taková, aby se při bočním nárazu dveře zapřely do rámu automobilu a nárazová síla se tak rozložila. Proti zaklínění jsou ve spodní části dveří namontovány čepy, které se při zavření dveří zasunou do vyztužených jímek v prahových partiích. [1] [21]

### 1.2.1 Rám okna

Další odlišností dveří některých vozů, je rám okna. Slouží k upevnění okna a k jeho vedení při stahování. U konvenčních dveří je rám okna utvořen z dvou hlavních výlisků. U dřívějších automobilů býval ohýbán z profilu a následně přivařen k vnitřnímu plechu. [1] [21]

Některé sportovně laděné vozy okenní rám postrádají. Jde o konstrukčně velmi náročný prvek. Sklo musí být pevně uchyceno ve dveřích, aby během jízdy nedocházelo ke chvění skla a zároveň nemohlo dojít k násilnému vniknutí do automobilu. Okno musí být přitisknuto na těsnění a zabránit tak pronikání vlhkosti a aerodynamického hluku do interiéru. Utěsnění bývá oproti oknu s rámem horší. To je u některých vozů vyřešeno tak, že se sklo po zavření zasune do karoserie a při otevření opět sjede o několik centimetrů dolů. Takové dveře jsou pak utěsněné a odhlučňené stejně dobře jako dveře s okenním rámem a to i v rychlostech přes 300 km/h. Jednou z mála výhod této koncepce je nižší těžiště automobilu. Dveře s bezrámovými okny mají uplatnění hlavně u kabrioletů a otevřených roadsterů, kde by byl okenní rám nevzhledný.

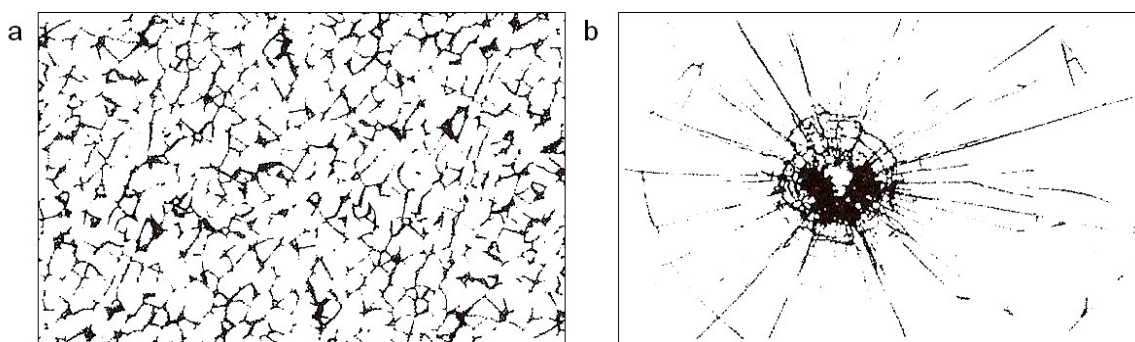
### 1.2.2 Okno

Pro zasklení oken karoserie se používá pouze bezpečnostní sklo. Je buď vrstvené, nebo z tvrzeného skla popřípadě jsou vyrobeny z plastických materiálů. Mohou být čirá nebo

tónovaná. Skla automobilu musí mít dobré optické vlastnosti, musí být dostatečně pevná a chránit tak cestující a nesmí se při nárazu tříštit na špičaté střepy. [1]

**Tvrzené sklo** (Obr. 1.10a) je homogenní materiál upravený kalením. Pnutí vzniklé tepelnou úpravou při nárazu způsobí, že se sklo rozpadne na malé tupé úlomky. Výhodou je levná výroba, tříštění po nárazu a velká tvrdost okna. Nevýhodou je, že je okno po nárazu neprůhledné. [1]

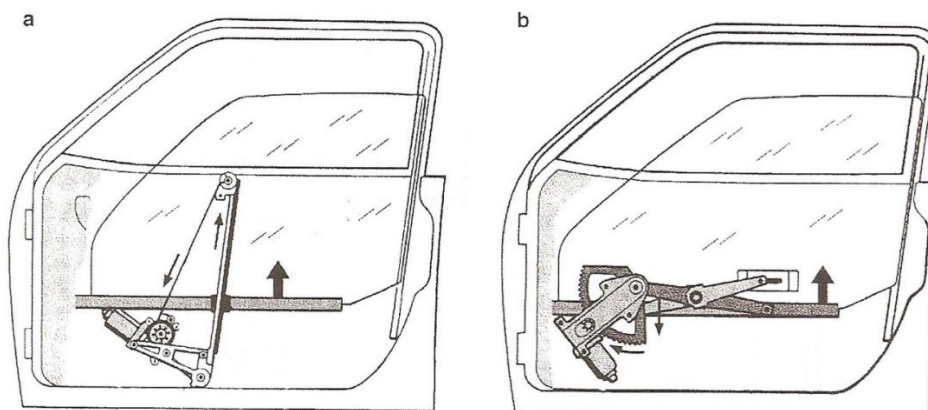
**Vrstvené sklo** (Obr. 1.10b) je okno složené z více vrstev různých materiálů. Nejčastěji sklo a plastová fólie. Při nehodě vrstva folie drží střepy skla pohromadě. Výhodou je dobrý výhled i při prasklém okně, pohlcení energie folií a ochrana před slunečním zářením. Nevýhodou je složitá výroba. [1]



Obr. 1.10 Vzhled lomu u různých automobilových skel: a) tvrzené sklo, b) vrstvené sklo [1]

### 1.2.3 Spouštěč okna

Většina vozidel je vybavena spouštěči oken ve dveřích. Používají se ruční stahování ovládané klikou a elektrické spouštěče ovládané elektromotorem. Okna spouštěná elektricky mají tu výhodu, že je lze stahovat jednotlivě nebo centrálně. Jsou známé dva typy mechanismů stahování. Pomocí ocelového lanka a soustavy kladek (Obr. 1.11a) nebo pomocí ozubeného segmentu a kloubové soustavy (Obr. 1.11b). [1] [23]



Obr. 1.11 Spouštěče oken [1]: a) systém s lankem, b) kloubový systém

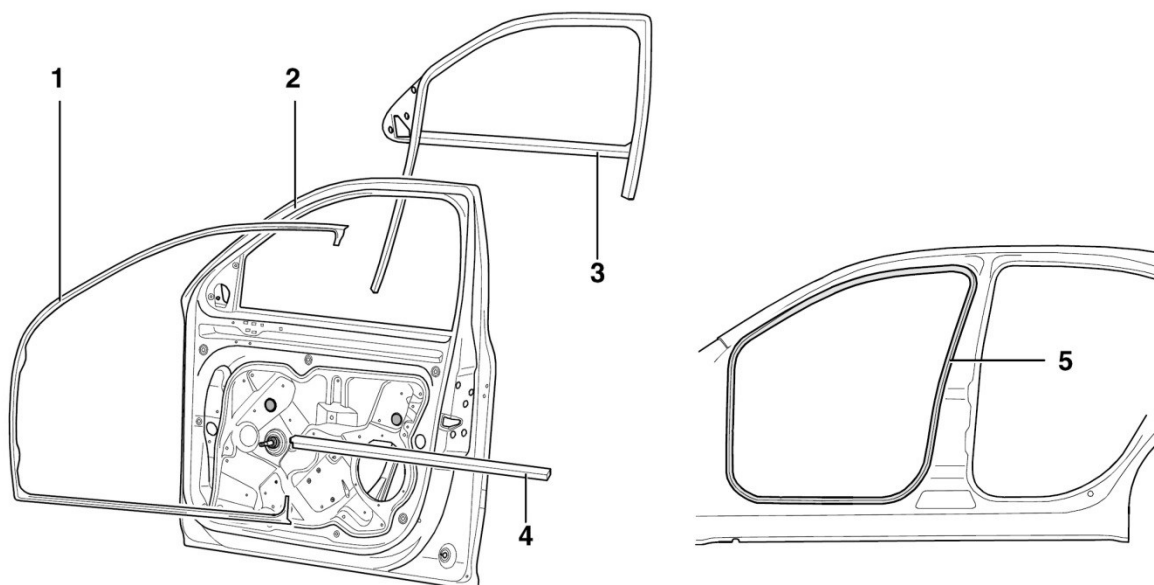
Okno je při stahování vedeno ve vodící liště a v pryžovém profilu těsnění v drážce dveří. Tvar vodících ploch je prostorově zakřivený stejně jako sklo. Této křivce je přizpůsoben i tvar stahovacího mechanismu. Některá okna jdou však stáhnout jen v omezené míře, nedovoluje-li to tvar karoserie či tvar okna. [1]

#### 1.2.4 Těsnění

Těsnění dveří zabraňuje pronikání vlhkosti a aerodynamického hluku do interiéru. Na dveřích se nachází několik typů těsnění (Obr. 1.12).

**Těsnění dveří:** hlavní vnitřní těsnění je umístěno po obvodu otvoru do karoserie, je vybavenou kovovou výztuží, pomocí které je uchyceno ke karoserii. Přídavné vnější těsnění je umístěno na dveřích a je ke dveřím buď přilepeno, nebo zajištěno pomocí plastových či pryžových výstupků. Slouží k lepšímu utěsnění a odhlučnění automobilu jsou jím vybaveny většinou vozy vyšší třídy. Spodní těsnění je umístěné na spodku dveří, je to levnější varianta vnějšího těsnění. [1]

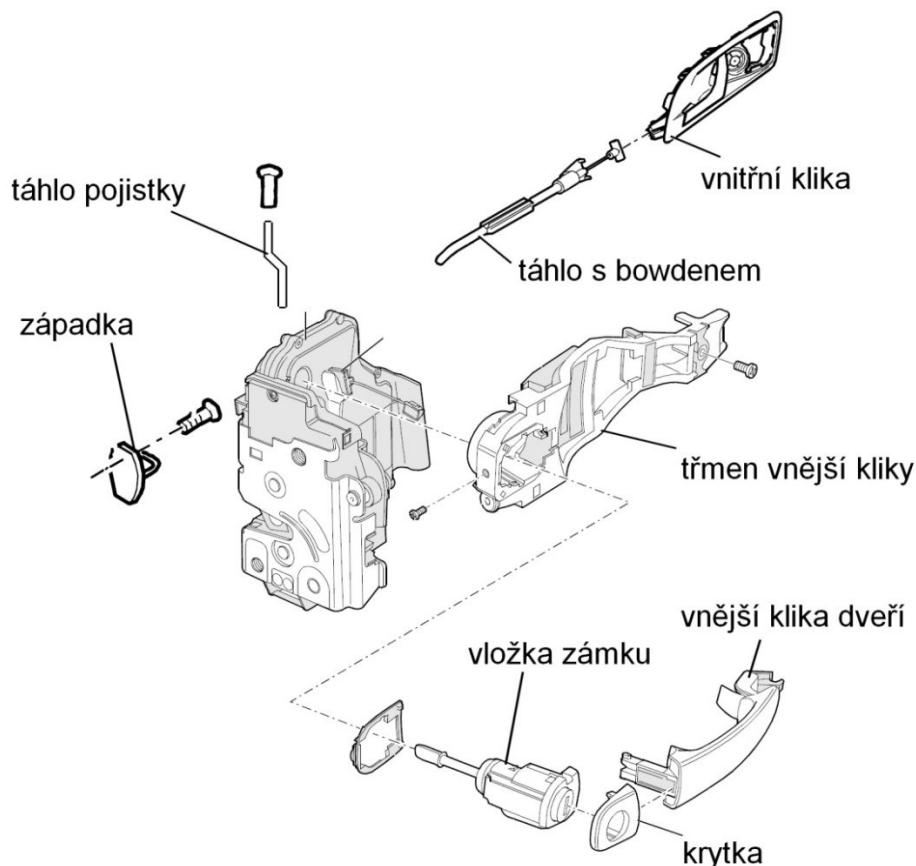
**Těsnění okna** těsnění umístěné kolem skla může být jednodílné nebo dvoudílné. Slouží také jako vedení a je protaženo až na vodící lištu spouštění okna. Těsnění jsou vybavena sametkou, která usnadňuje pohyb skla v těsnění. Okna jsou také vybavená stírací lištou z vnitřní i vnější strany. [1]



Obr. 1.12 Těsnění dveří [22]: 1- vnější těsnění, 2- dveře, 3- vedení a těsnění skla, 4- stírací těsnící profil vnitřní, 5- vnitřní těsnění

### 1.2.5 Klika

Klika dveří je součástí zámkové soustavy (Obr. 1.13). Klika je na vnější i vnitřní straně dveří a je propojena se zámkem pomocí lanka táhla či páky. K otevření dveří je nutné vyvinout určitou sílu tahem na páku. Zabrání se tak náhodnému otevření. Tlačítka pro otevření dveří musí být umístěna tak, aby o ně cestující nemohl náhodně zavadit. Tvar klik, tlačítek a jejich umístění podléhá bezpečnostním směrnicím, podle kterých se výrobci automobilů řídí. [1]



Obr. 1.13 Zámková soustava [22]

### 1.2.6 Zámek

Zámek neboli závěr je mechanismus, který zajišťuje dveře v karoserii. Je navržen tak, aby nedošlo k jejich uvolnění během jízdy. Má nejčastěji dvě polohy: zaklapnutí a úplné dovření. Je možné ho uzamknout a zabránit tak neoprávněnému přístupu do vozidla. Existuje celá řada systémů zamykání dveří pro automobily. Zámek dveří může být ovládán ručně nebo automaticky, centrálně nebo jednotlivě. Také může být ovládán na dálku vysílačem. [1] [23]

Zámek je upevněn tak, aby nemohlo dojít k jeho vytržení, poškození nebo vzpříčení během havárie. Zajišťuje dveře proti samovolnému otevření a po nárazu musí být zachována



jeho funkčnost. Testování zámků se provádí podle předpisů EHK (Evropské hospodářské komise). [1]

### **1.2.7 Omezovač dveří**

Omezovač dveří slouží k brždění dveří při otevírání a zavírání dveří. Zabraňuje jejich poškození a udržuje je v nastavené poloze otevřené jen částečně. Současný trend jsou tři polohy otevření. Dnes jsou omezovačem dveří vybaveny téměř všechny automobily. Omezovač může být součástí samotného závěsu nebo je v podobě aretační vzpěry. [23]

### **1.2.8 Čalounění**

Čalounění zakrývá mechanismy umístěné ve dveřích a dodává interiéru vzhled. Kombinuje styl a funkčnost. Opěrky, madla, kapsy a přihrádky přispívají k funkčnosti a ergonomii vozidla. Panely čalounění jsou pokryty různým materiálem vinyl, kůže, tkanina nebo plast či kovové a lakované doplňky. Volba materiálu záleží na ostatních částech interiéru. Čalounění musí také splňovat směrnice pro bezpečnost týkající se umístění ovladačů, zaoblení hran a materiálem, ze kterého je panel vyroben. [24]

### **1.2.9 Zpětná zrcátka**

Vnější zpětná zrcátka zajišťují výhled dozadu. Bývají umístěné v předním rohu bočního okénka nebo ke karoserii dveří. Výjimečně jsou upevněny nad předními blatníky nebo ke střeše automobilu. Nastavení zrcátek je elektrické nebo ruční. Zrcátka mohou být elektricky vyhřívaná a zabránit orosení a namrzání.

Zrcátko na straně řidiče je asférické a dělené. Jedna třetina odrazové plochy je proměnlivě zakřivena, aby se zvětšil úhel pohledu. Zrcátko spolujezdce je sférické. [1]

### 1.3 Homologace dveří podle směrnic ES a EHS

Homologací se rozumí ověření vlastností a udělení úředního souhlasu z hlediska použití určitého výrobku. Normy a směrnice EHS (*Evropského hospodářského společenství*) pro udělení takové homologace zpracovává Ústav pro výzkum motorových vozidel. Schvalovací a technické zkušebny se řídí předpisy EHK (*Evropské hospodářské komise*). Normy, směrnice a předpisy jsou obdobné pro všechny státy evropského společenství. Evropská unie tak usiluje o zajištění ochrany životního prostředí a vysoké bezpečnosti všech účastníků silničního provozu. [25] [26]

Dveře se posuzují jako samostatná konstrukční část vozidla a týkají se jich tyto směrnice:

- Směrnice Rady (70/387/EHS) o sblížení právních předpisů členských států týkajících se dveří motorových vozidel a jejich přípojných vozidel. [27] [28]
- Směrnicí Komise (2001/31/ES ), která přizpůsobuje směrnici Rady (70/387/EHS) technickému pokroku. [29]
- Směrnice Rady (74/483/EHS) o sblížení právních předpisů členských států týkajících se vnějších výčnělků motorových vozidel. [30]
- Směrnice Rady (74/60/EHS) o sblížení právních předpisů členských států týkajících se vnitřního vybavení motorových vozidel (vnitřní části prostoru pro cestující kromě vnitřních zpětných zrcátek, uspořádání ovládačů, střecha nebo posuvná střecha, opěradla a zadní části sedadel). [31]

Každá směrnice uvádí podmínky pro schválení typu vozidla, obsahuje definice pojmů, oblasti působnosti, požadavky týkající se samotné konstrukce vozidla a dveří, formy žádosti o schválení ES (*Evropského společenství*), vzory dokumentů a certifikátů. Směrnice definují, jak je vozidlo zkoumáno a testováno. Jsou-li splněny potřebné požadavky, příslušný úřad udělí schválení ES typu v podobě certifikátu. A každému takto schválenému typu vozidla se přidělí číslo schválení. [27] [28] [30] [31]

### 1.3.1 Dveřní zámky a závěsy

#### Všeobecné konstrukční požadavky

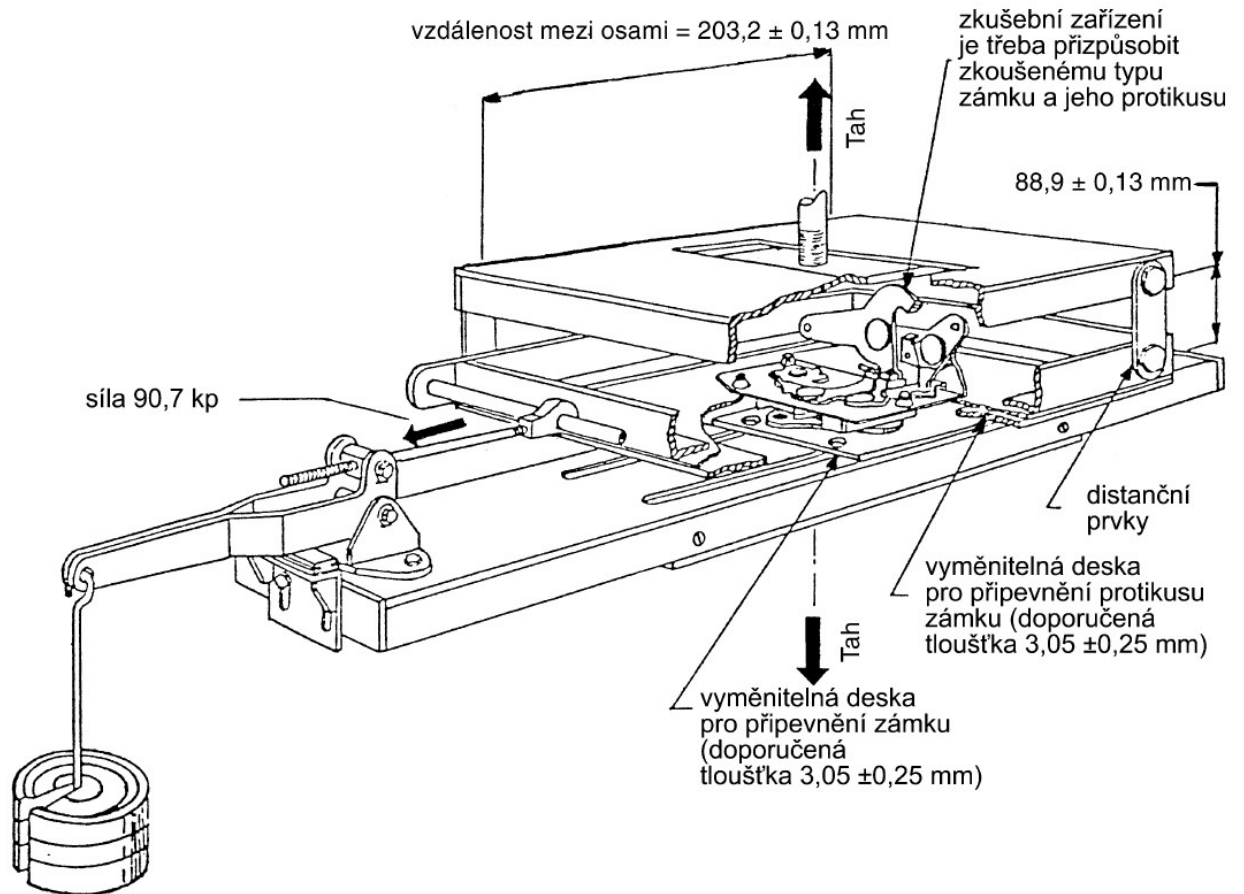
Konstrukce vozidla a dveří musí zaručit bezpečnost cestujících za jízdy a bezpečný vstup a výstup z vozidla. Dveře, závěsy a zámky musí zabránit náhodnému otevření dveří a při jejich užívání nesmí vznikat nepříjemný hluk. Každý zámek musí mít jak mezi polohu uzavření, tak polohu úplného uzavření. Závěsy předních dveří (s výjimkou sklopných dveří) na bocích vozidel musí být připevněny na předním okraji dveří ve směru jízdy. [28]

#### Schvalovací řízení

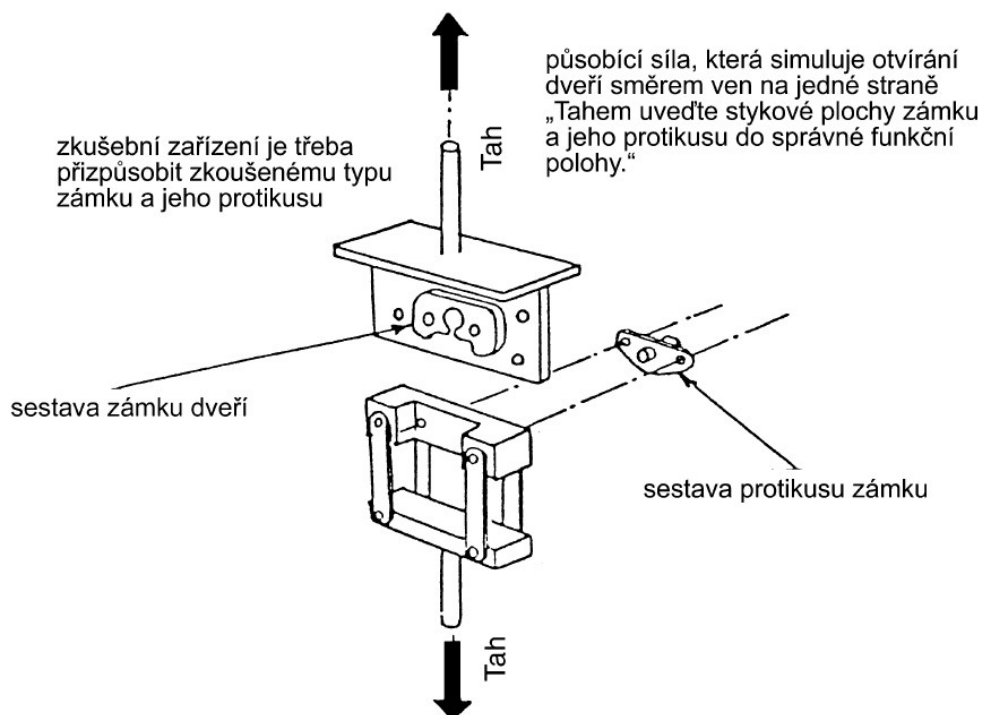
Pro zahájení schvalovacího řízení předloží výrobce vozidla žádost o ES schválení typu vozidla z hlediska dveří a informační dokument. Ten zahrnuje všeobecné informace o vozidle, konstrukční vlastnosti vozidla a popis karoserie. K informačnímu dokumentu se přikládají výkresy a fotografie, jak celku, tak jednotlivých součástí (zámků závěsů, klik). K dokumentu jsou přikládány také informace o jednotlivých technických celcích, které systém obsahuje. Výrobce předá technické zkušební vozidlo reprezentující typ, který má být schválen. Spolu s tím předloží soubor pěti sad závěsů a zámků pro každé dveře. Jsou-li však tytéž sady použity pro více dveří, či určeny k montáži nalevo nebo napravo postačí předložit jeden soubor sad. [28]

#### Zkoušky pevnosti zámků

Sestava zámku a jeho protikusu musí být schopna odolat podélné síle 453 kp (*kilopond – stará jednotka síly*) v mezi poloze uzavření a 1 134 kp v poloze úplného uzavření. Při zatížení příčnou silou musí zámek odolat 453 kp v mezi poloze uzavření a 907 kp v poloze úplného uzavření. Mimo to se působí příčnou statickou silou 90,7 kp usilující vzdálit zámek od jeho protikusu směrem, ve kterém se otevírají dveře. Na toto zařízení se působí předepsanou silou tak, aby na zámek nebyl vyvozován ohybový moment. Uspořádání při zkoušce zatížení podélnou silou je znázorněno na obrázku 1.14 a na obrázku 1.15 zkouška příčnou silou. [28]

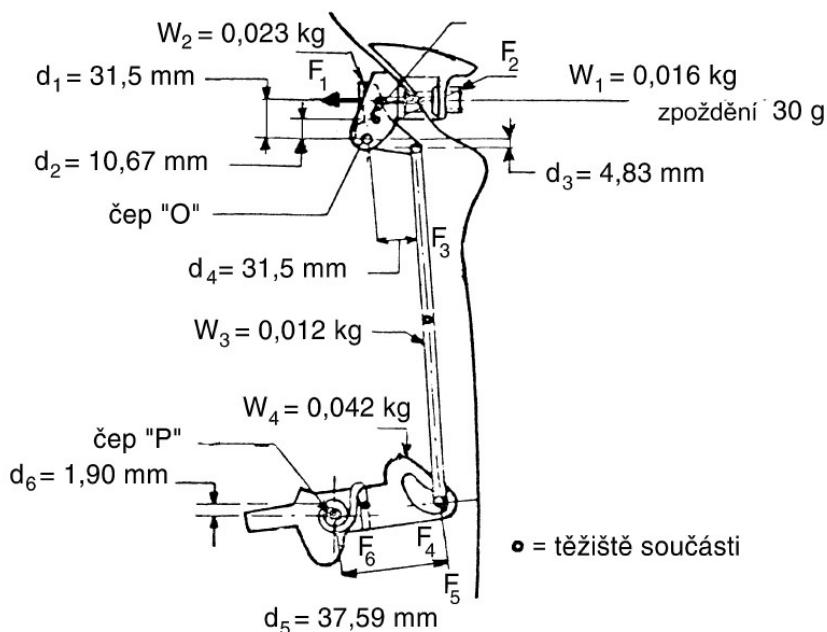


Obr. 1.14 Zámek dveří - zařízení pro zkoušku statickou podélnou silou [28]



Obr. 1.15 Zámek dveří - zařízení pro zkoušky statickou příčnou silou [28]

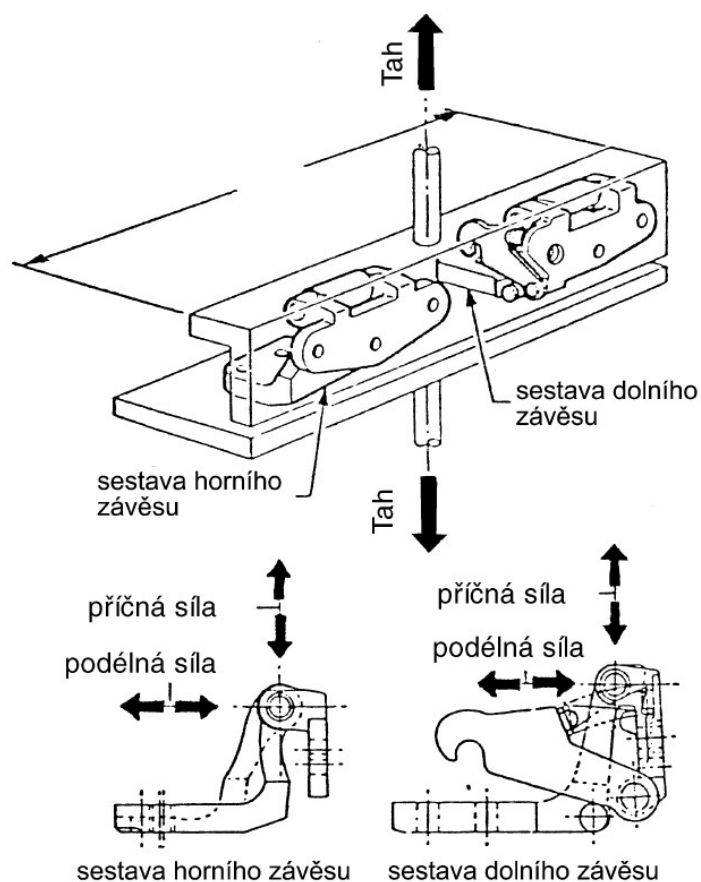
Zámek se nesmí uvolnit z polohy úplného uzavření, působí-li na celek zámku včetně mechanismu, který jej uvádí v činnost, v obou směrech podélné nebo příčné zrychlení velikosti 30 g. Odolnost proti otevření se stanoví dynamicky nebo analyticky (Obr. 1.16). Zrychlení 30g působí v obou případech na otevírací tlačítko, nebere se zřetel na třecí síly a složky tíhového zrychlení, které mají tendenci udržet zámek uzavřený. Pokud má zámek zajišťovací zařízení, nesmějí být použita. [28]



Obr. 1.16 Odolnost proti účinkům setrvačných sil [28]

### Zkoušky pevnosti závěsů

Každý systém závěsu musí unést vlastní hmotnost dveří a odolávat podélné síle 1 134 kp a příčné síle 907 kp v obou směrech. Zkoušky se provádí za použití tuhých součástí, které reprodukují podmínky uzavřených dveří namontovaných na vozidle. Předepsanou podélnou silou se působí uprostřed mezi závěsy, kolmo k ose čepů závěsu. Následně se působí předepsanou příčnou silou kolmou k rovině definované podélnou silou a osou čepů. Při každé zkoušce se použije nová sada závěsů. Na obrázku 1.17 je znázorněno uspořádání při zkoušce. [28]



Obr. 1.17 Systém závěsu dveří - upínací přípravek pro zkoušku statickou příčnou silou [28]

### Zkušební postup, zařízení a metody

Zařízení pro zkoušku zámků a závěsů je montováno na stroj pro zkoušku tahem s minimálním pracovním rozsahem 1 500 kp (1 470 daN). Síla se při každé zkoušce postupně zvyšuje na předepsané hodnoty maximální rychlostí posuvu 5 mm/min.

Nedestruktivní zkušební metody jsou přípustné za předpokladu, že náhradní zkouškou nebo pomocí výpočtu lze získat rovnocenné výsledky. U takovéto metody musí být prokázána její rovnocennost. [28]

#### 1.3.2 Vnější výčnělky

Na vnějším povrchu dveří se nesmí vyskytovat jakékoli špičaté a ostré části, nebo výčnělky takového tvaru, rozměru, směru a tvrdosti, jež by mohli způsobit zranění osobě, která v případě srážky do karoserie narazí nebo se po karoserii smýká. Vnější povrch nesmí mít jakékoli části směřované ven tak, že by mohly zachytit pěší, cyklisty nebo motocyklisty. Vyčnívající části povrchu přes 5 mm musí mít poloměr zaoblení větší než 2,5 mm. Všechny rohy částí směřující ven musí být ztupeny, s výjimkou částí vyčnívajících méně než 1,5 mm. Materiály s tvrdostí menší než 60 Shore mohou mít poloměr zaoblení menší než 2,5 mm. [30]

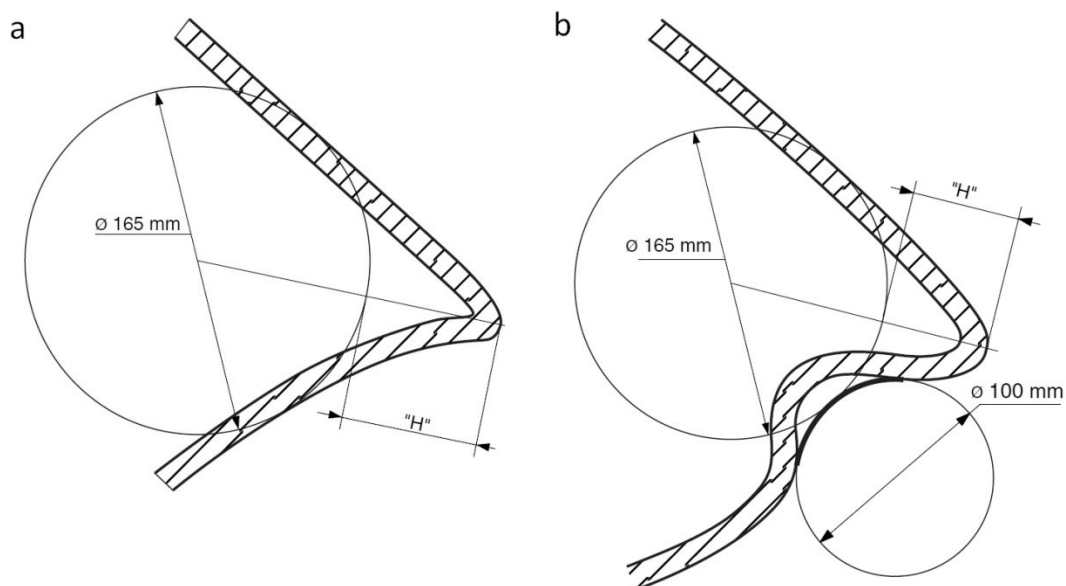
## Závěsy, kliky a tlačítka dveří

Výčnělky, jako jsou závěsy a tlačítka dveří, nesmějí přesahovat vzdálenost od karoserie o více než 30 mm. V případě klik dveří je tato vzdálenost 40 mm. Pokud se kliky dveří otáčejí směrem ven, musí být obklopeny ochranným prvkem nebo být zapuštěny do vybrání. Otevřený konec musí směřovat dolů nebo dozadu. Kliky, nesplňující tuto podmínku, mohou být schváleny, jestliže mají nezávislý vratný mechanismus a selže-li vratný mechanismus, nesmějí vyčnívat více než 15 mm. [30]

Pokud se boční kliky dveří otáčejí rovnoběžně s rovinou dveří, musí otevřený konec směřovat dozadu. Konec klik musí být zahnut nazpět k rovině dveří a zabudován do ochranného prvku či vybrání. [30]

## Metoda stanovení rozměru výčnělku

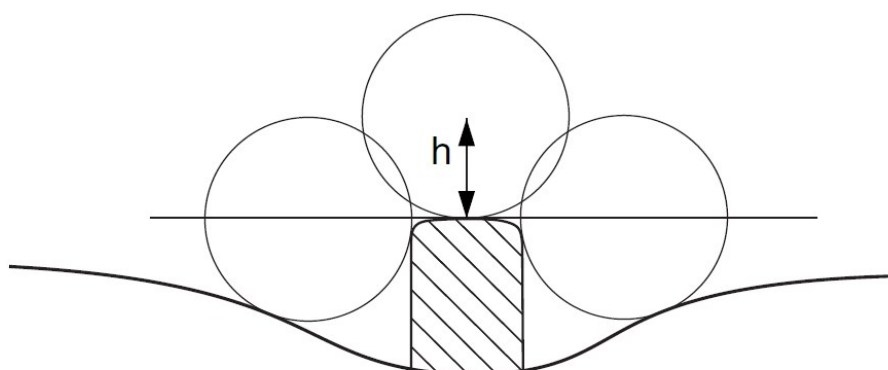
Záhyby na panelech karoserie smějí mít poloměr zaoblení menší než 2,5 mm za předpokladu, že tento poloměr není menší než jedna desetina výšky „H“ výčnělku. Ta se určí graficky (Obr. 1.18a) ve vztahu k obvodu kružnice o průměru 165 mm, která se vnitřně dotýká obrysu vnějšího povrchu v řezu částí, která je vyšetřována. Výška výčnělku „H“ je maximální vzdálenost, měřená na přímkce jdoucí středem kružnice 165 mm o průměru 165 mm, mezi obvodem této kružnice a vnějším obrysem výčnělku. V případě, že se kružnice o průměru 100 mm nedotýká části vnějšího obrysu povrchu v uvažovaném řezu, se obrys povrchu v této oblasti považuje za obrys tvořený kružnicí o průměru 100 mm (Obr. 1.18b). Výrobce předloží výkresy potřebných řezů vnějším povrchem, aby bylo možné výše uvedeným způsobem změřit výšky výčnělku. [30]



Obr. 1.18 Grafická metoda k určování výčnělků [30]



Rozměr výčnělku komponentu, který je namontován na vypuklém povrchu, je možno stanovit buď přímo, nebo ověřením podle výkresu vhodného řezu tímto komponentem v namontovaném stavu. Jestliže nemůže být jednoduchým měřením stanoven rozměr výčnělku komponentu, namontovaného na povrchu jiném než vypuklém, stanoví se tento rozměr z maximální změny vzdálenosti středu koule o průměru 100 mm od jmenovité čáry panelu (Obr. 1.19). [30]



Obr. 1.19 Stanovení rozměru výčnělku komponentu namontovaného na vnějším povrchu [30]

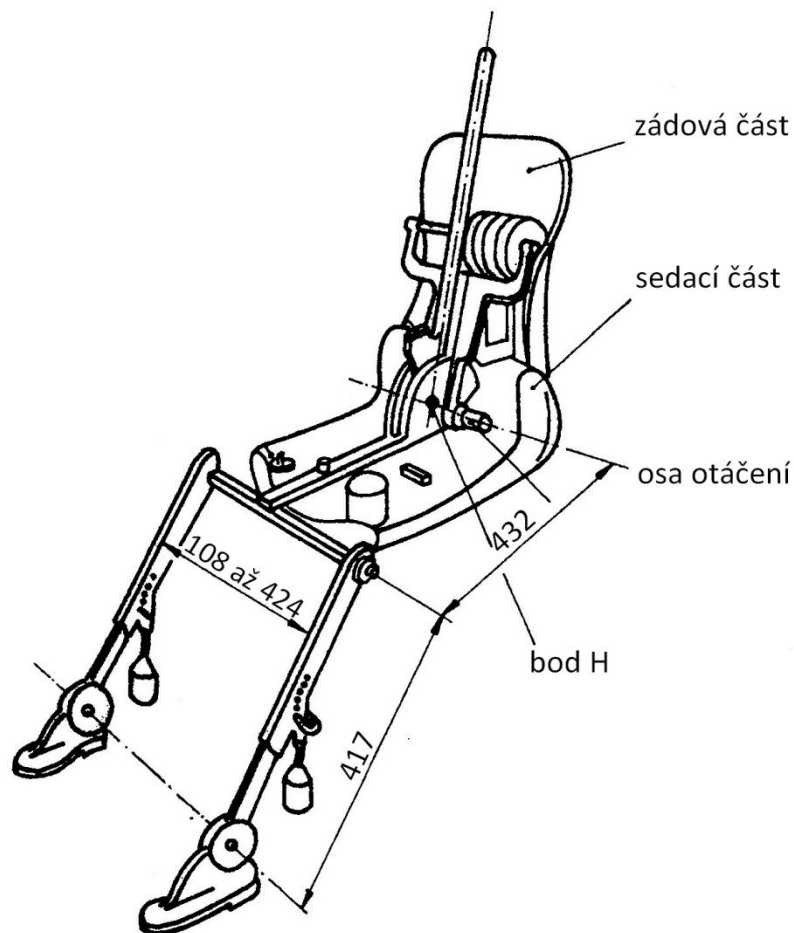
### 1.3.3 Vnitřní části prostoru pro cestující

#### Ovládací prvky a vyčnívající části

Požadavky na prostor pro cestující se vztahují na vyčnívající části (ovládací rukojeti, páčky, tlačítka a ostatní) umístěné tak, že s nimi mohou cestující přijít do styku. To jsou všechny prvky, již se může dotknout koule o průměru 165 mm a umístěné nad nejnižším H-bodem, před rovinou procházející tímto bodem. [31]

Bod  $H$  se určí podle trojrozměrné normalizované figuríny (Obr. 1.20), jehož hmotnost a obrysy odpovídají dospělému muži střední postavy. Průsečík osy mezi trupem a stehny se svislou střední podélnou rovinou místa k sedění je bod  $H$ . [31]

Výčnělky, v oblasti vytyčené  $H$ -bodem, musí mít povrch ohraničen zaoblenými hranami o poloměru nejméně 3,2 mm. Ovládací páčky a knoflíky musí být navrženy a provedeny tak, aby se účinkem síly 37,8 daN ve vodorovně podélném směru dopředu jejich rozměry v nejnepříznivější poloze zmenšily alespoň na 25 mm od povrchu desky, nebo se zmíněné prvky oddělily nebo ohnuly. Spouštěče oken však mohou vyčnívat 35 mm od povrchu panelu. [31]



Obr. 1.20 Trojrozměrná normalizovaná figurína [31]

### Dálkově ovládaná okna

System dálkově ovládaných oken musí splňovat níže uvedené požadavky, aby se minimalizovala možnost zranění způsobené náhodným nebo nevhodným ovládním. [31]

Spínače dálkově ovládaných oken musí být navrženy a umístěny tak, aby se zabránilo nahodilému spuštění zavírání. Okna mohou být uvedena do chodu pouze v následujících případech. Klíček zapalování je vložen do ovladače zapalování v kterékoliv poloze pro užívání. Okna mohou být ovládána také v době mezi okamžikem vyjmutí klíčku a okamžikem, kdy ještě nejsou otevřeny přední dveře. Výjimku mají také vozidla bez horního rámu dveří, kde se okno dveří zavírá automaticky. Maximální rozevření nesmí v tomto případě překročit 12 mm. Zavírání na jeden dotyk je přípustné pouze u dálkově ovládaného okna dveří řidiče a to pouze v době, kdy je klíček zapalování v poloze pro chod motoru. [31]

Žádný z těchto požadavků se však neuplatní, je-li dálkově ovládané okno vybaveno zařízením se samočinným zpětným chodem. Takové zařízení obrátí pohyb okna dříve, než okno při zavírání překročí sílu stlačení o více, než 100 N. Po takové situaci samočinný zpětný

chod rozevře okno minimálně do takové polohy, kterou lze protáhnout válcovou tyč průměru 200 mm, nebo do polohy při níž bylo zahájeno zavírání. [31]

Všechna ochranná zařízení použitá například k ochraně napájecího zdroje, mechanismu či cestujících, musí být schopny opětovného uvedení do provozu stisknutím spínače ovládání. [31]

V návodu k obsluze automobilu musí být uvedeny pokyny týkající se používání dálkově ovládaných oken. Návod musí obsahovat vysvětlení různých důsledků, sdělení varování upozorňující na nebezpečí v případě nevhodného ovládání. [31]

## 2 Vytvoření 3D modelu vybraných dílů

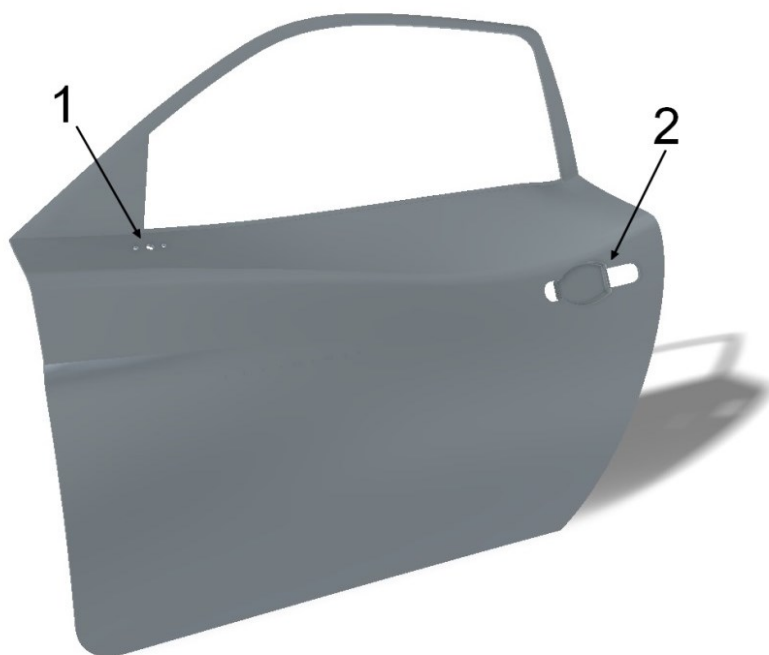
Následující kapitola je zaměřena na tvorbu součástí dveří v programovém vybavení. U jednotlivých dílů je popsán tvar, průběh modelování, případně použití dílů. Nachází se zde modely jak převzaté z jiného produkčního vozu tak díly navržené konkrétně pro náš automobil.

Modelování dílů je časově velmi náročné. Bylo zapotřebí důkladného měření skutečných dílů, aby byly modely zpracovány s vysokou přesností. Nejnáročnější bylo modelování součástí, které jsou prostorově zakřivené nebo mají nepravidelný tvar. Přesnost modelů je při konstruování velice důležitá. Kromě dílů převzatých z jiných automobilů bylo zapotřebí vymodelovat součásti specifické pro náš automobil. Tyto modely byly navrhovány na základě rozměrů, polohy a dalších dat převzatých dílů a na základě informací o konstrukci ostatních částí automobilu.

Modely byly vytvořeny především v programu Autodesk Inventor, který je vhodným pomocníkem při navrhování automobilových součástí a kontrole jejich funkčnosti. K úpravě některých dílů například vnější a vnitřní karoserie bylo použito programu CATIA.

### 2.1 Vnější karoserie dveří

Model vnější karoserie je tvořen z jednoho kusu. Byl vytvořen vytažením z plochy, kterou vytvořil designer (Obr. 2.1). Tloušťka modelu činí 4mm.

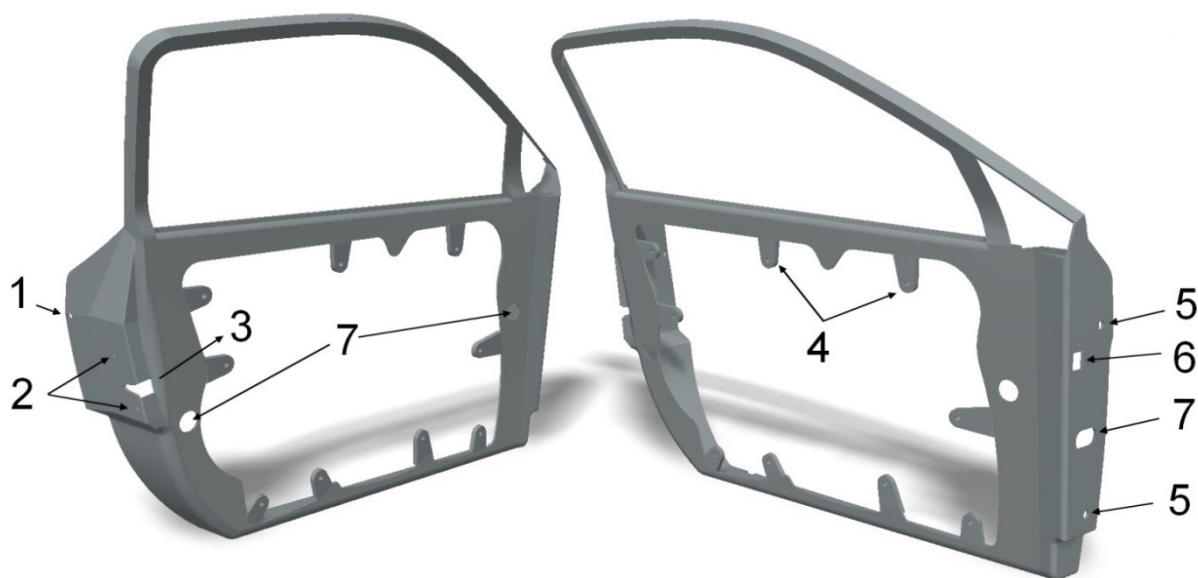


*Obr. 2.1 Model vnější karoserie dveří: 1 – Díry pro upevnění vnějšího zpětného zrcátka, 2 – Otvory pro zapuštění vnější kliky dveří*

Designerem určený tvar dveří bylo potřeba upravit pro správnou funkci. V místě vnější kliky dveří je vymodelováno vybrání a otvory pro vnější kliku. Dále je model přizpůsoben tvaru okna, přidáním objemu v předním rohu prostoru okna. Pod ním jsou tři díry, v tomto místě je upevněno zrcátko. Pro upevnění stírací lišty je v jejím místě (spodní hrana prostoru okna) vytvořena zúžená hrana. A pro snadnější montáž těsnění okna je zaoblení v zadním horním rohu dveří.

## 2.2 Vnitřní karoserie dveří

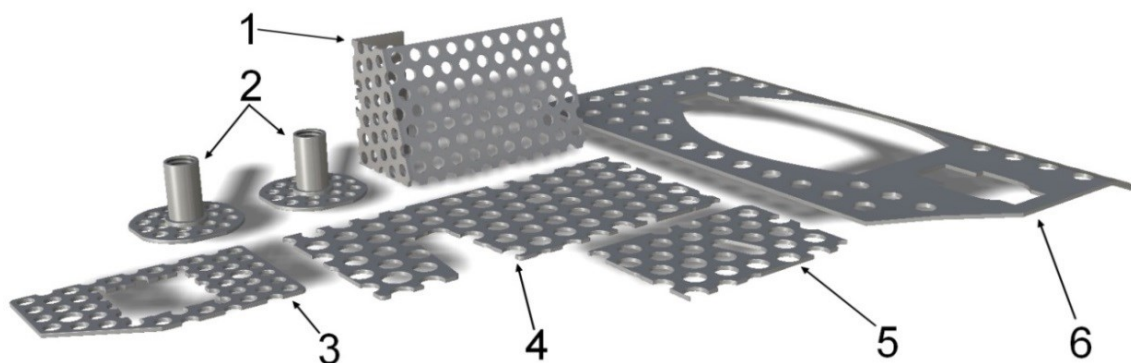
Model vnitřní části karoserie o tloušťce také 4mm je vymodelován na základě umístění důležitých součástí, tak aby byla zaručena jejich funkce a mezi komponenty nevznikaly kolize. V modelu je řada otvorů a děr pro upevnění těchto součástí. V zadní části jsou díry pro přišroubování zámku a také montážní otvor vnější kliky. Díry pro závěsy, omezovač dveří a otvor pro průchod elektrických vodičů jsou v přední části. Spodní část skýtá pouze otvory pro odvětrání a odtok vody. Velký prostor v boční stěně pak bude celý zakryt mechanismem elektrického stahování, který bude přinýtován k úchytům. Umístění a funkce otvorů a úchytů je zobrazena na obrázku níže (Obr. 2.2).



*Obr. 2.2 Model vnitřní karoserie dveří: 1 – Montážní otvor vnější kliky dveří,  
2 – Díry pro upevnění zámku, 3 – Otvor západky zámku, 4 – Úchyty spouštěče okna,  
5 - Díry pro závěsy dveří, 6 – Otvor a díry omezovače dveří,  
7 – Otvor pro průchodku elektrické kabeláže*

## 2.3 Výztuhy a kotvící prvky

K upevnění dílů do karoserie dveří slouží kotvící prvky speciálně uzpůsobené k laminování. Jsou to buď samotné plechy (nejčastěji děrované) nebo je k plechu přivařen dřík se závitem, matice či pouzdro. Použité děrované plechy tloušťky 1,5 mm mají průměr díry 5 mm a rozteč 8 mm nebo průměr díry 8 mm a rozteč 12mm. Všechny použité kotvící prvky a výztuhy jsou uvedeny na obrázku 2.3.



*Obr. 2.3 Použité výztuhy a kotvící prvky: 1 – Držák vodící lišty okna, 2 – Pouzdra se základnou pro ukotvení závěsů, 3 – Děrovaný plech pro vyztužení v místě omezovače dveří, 4 – Děrovaný plech pro vyztužení v místě zámku dveří, 5 – Děrovaný plech pro vyztužení v místě zrcátka, 6 – Plech s dírami pro upevnění vnější kliky*

## 2.4 Vodící lišta

Lišta slouží jako vedení přední hrany skla okna při spouštění a zdvihání. Model lišty má profil tvaru H a po své délce proměnlivý rádius. V horní části jsou pak díry pro pevnější spojení s laminátem vnější a vnitřní karoserie (Obr. 2.4).



*Obr. 2.4 Vodící lišta okna*

## 2.5 Zpětné zrcátko

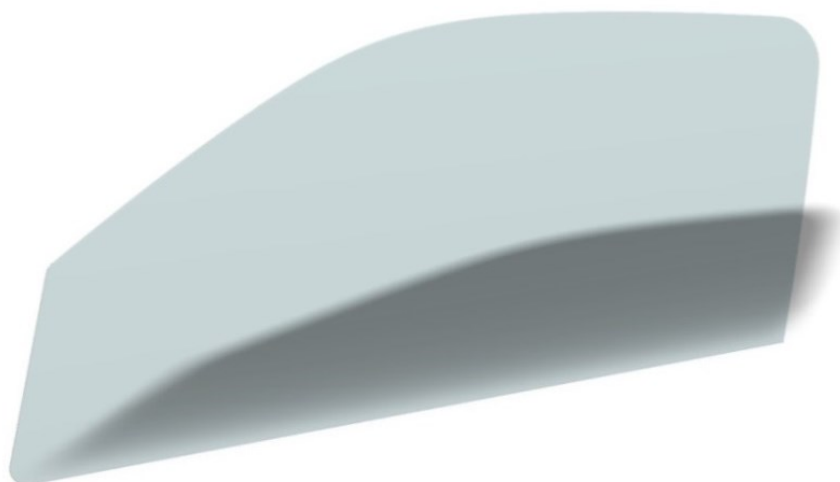
Vnější zpětné zrcátko (Obr. 2.5) je převzato ze Škody Octavia II, nebude však umístěno v předním rohu okna, ale na vnější karoserii. K tomu byl přizpůsoben držák, který zrcátko ponese. Dutým držákem jsou vedeny kabely do motoru nastavování zrcátka a k vyhřívání.



Obr. 2.5 Model vnějšího zrcátka: 1 – Kryt zrcátka, 2 – Držák zrcátka, 3 – Skříň motoru, 4 – Odrazová plocha

## 2.6 Sklo bočního okna

Model skla (Obr. 2.6) byl vytvořen vytažením plochy navržené designerem o 7,2 mm. Tento tvar bylo potřeba dále přizpůsobit funkčnosti. Čelní hrana skla je seříznuta pod úhlem 70° přesně podle stahovacího mechanismu. Byly zaobleny rohy a hrany skla, tak aby nebránili pohybu v profilu těsnění.

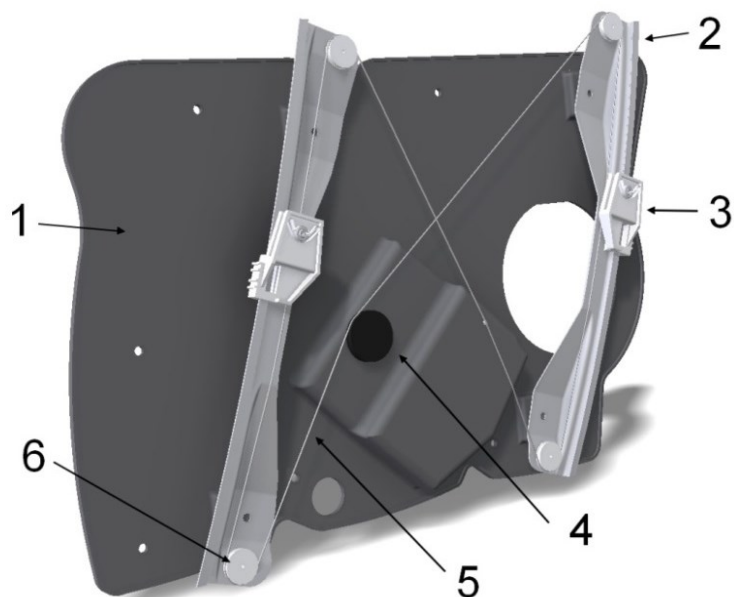


Obr. 2.6 Model skla dveří



## 2.7 Spouštěč okna

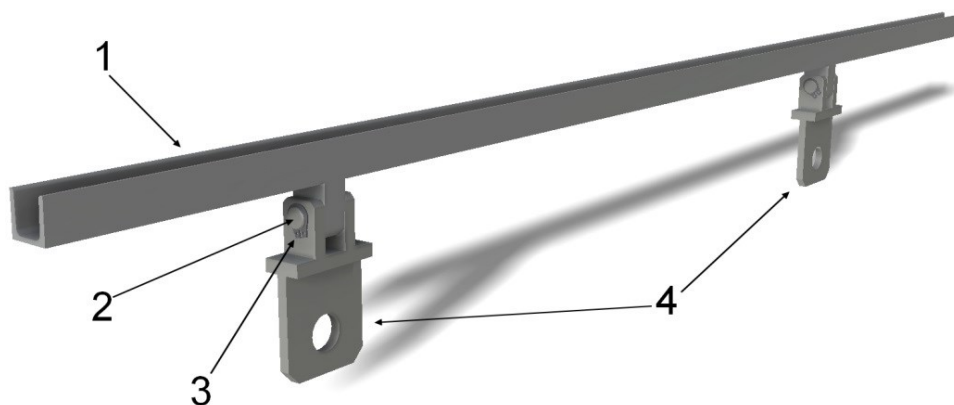
Model spouštěče okna (Obr. 2.7) byl vytvořen na základě elektrického stahování vozu Škoda Octavia II a skládá se ze základní desky, která je ve skutečnosti prostorově tvarována, ale pro zjednodušení byla vymodelována jen jako rovná plocha. Úchyty okna jsou vedeny ve dvou ližinách, které určují dráhu okna při stahování. Okno se pohybuje v trajektorii o poloměru asi 150 cm. Ližina má pak tvar části elipsy, která vznikla výřezem plochy z válce o průměru necelé 3 m pod úhlem 70° vůči ose válce.



Obr. 2.7 Model elektrického stahování okna: 1 - Nosný plech, 2 – Ližina vedení, 3 – Úchyt okna, 4 – Elektromotor, 5 – Ocelové lanko, 6 – Kladka

## 2.8 Upevnění okna

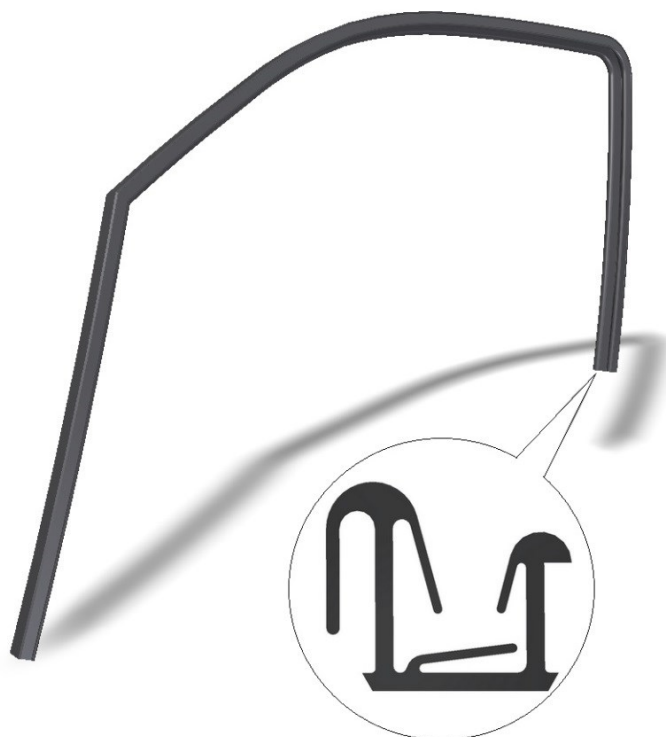
Okno je upevněno v normalizovaném U profilu o délce 760 mm. Ten je přes čep s pojistným kroužkem spojen s kloubem, který dovoluje oknu jisté vychýlení. Kloub je pak spojen s úchytem spouštěče okna. Obrázek sestavy je uveden níže (Obr. 2.8).



Obr. 2.8 Upevnění okna: 1 – Profil tvaru U, 2 – Čep, 3 – Pojistný kroužek, 4 – Kloub

## 2.9 Těsnění okna

Těsnění okna je vytvořeno tažením profilu podél rámu okna ve dveřích. Délka těsnění je přibližně 175 cm. Tvar profilu je zobrazen na obrázku 2.9.



*Obr. 2.9 Model těsnění okna*

## 2.10 Vnější stírací lišta okna

Vnější stírací lišta je umístěna na zúžené hraně vnější karoserie. Model je vytvořen tažením profilu po délce spodní hrany v prostoru okna. Délka stírací lišty je přibližně 80 cm a tvar profilu je zobrazen na obrázku 2.10.



*Obr. 2.10 Model vnější stírací lišty*

## 2.11 Vnitřní stírací lišta

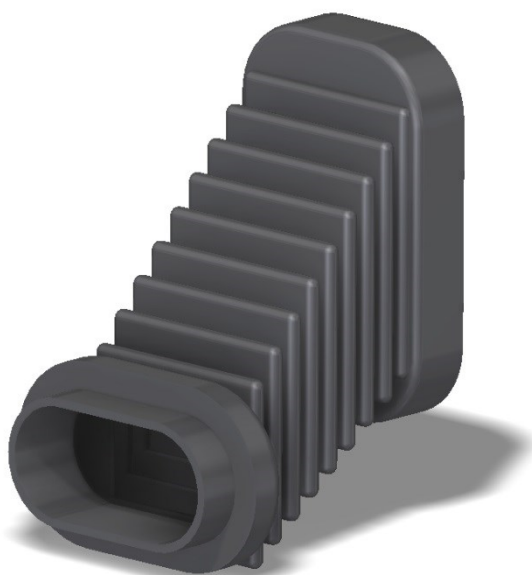
Vnitřní stírací lišta je upevněna na vnitřní karoserii a vymezuje prostor mezi sklem okna a čalouněním. Délka stírací lišty je přibližně 80 cm. Tvar profilu je zobrazen na obrázku 2.11.



*Obr. 2.11 Model vnitřní stírací lišty*

## 2.12 Průchodka

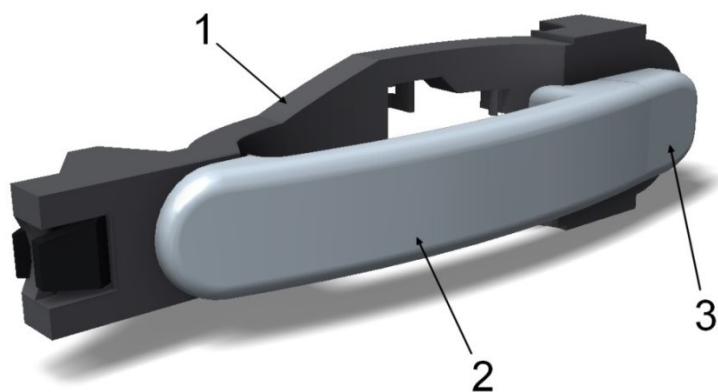
Průchodka (Obr. 2.12) je pryžová součást harmonikového tvaru, která slouží pro průchod svazku elektrických kabelů z vozu do dveří. Zabraňuje skřípnutí vodičů a chrání je před povětrnostními podmínkami. Pro tento model byla použita předloha taktéž z vozu Octavia II.



*Obr. 2.12 Průchodka*

## 2.13 Vnější klika

Model vnější kliky (Obr. 2.13) použité z vozu Škoda Octavia II tvoří tři součásti. Pevný třmen, který je upevněn ke dveřím. K němu je pohyblivě připojena klika, která je propojena se zámkem přes lanko. Upevnění lanka je pak zakryto pod krytkou.

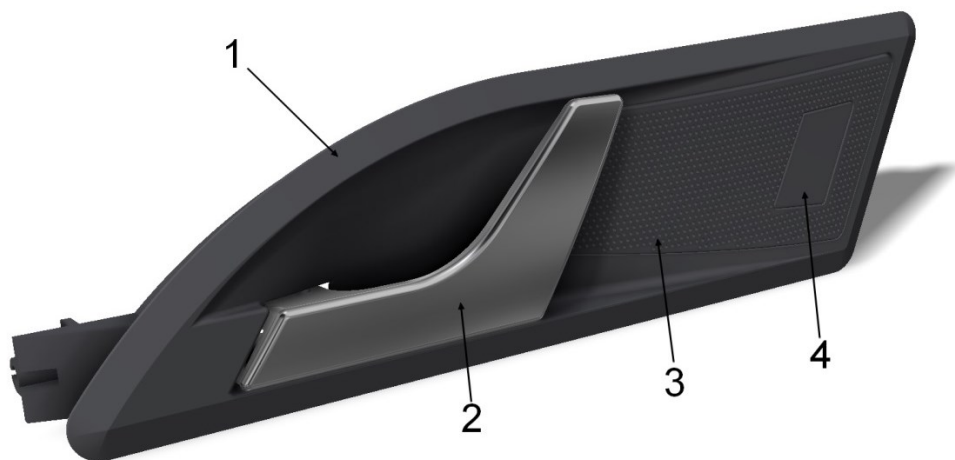


Obr. 2.13 Model vnější kliky dveří: 1 – Třmen vnější kliky, 2 – Vnější klika, 3 - Krytka

## 2.14 Vnitřní klika

Vnitřní klika (Obr. 2.14) vymodelována podle kliky vozu Škoda Octavia II je pouze provizorní, pro ověření funkce a prostorového rozmístění. Pro sériovou výrobu bude použita klika s podobným mechanismem, ale jiným tvarem, který bude zakomponován do čalounění interiéru.

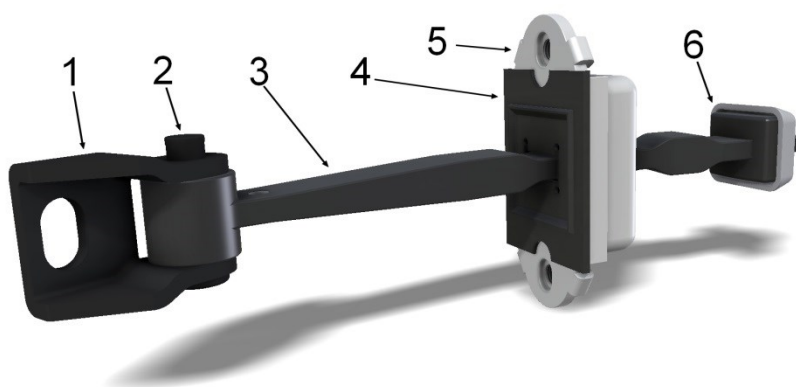
Model vnitřní kliky je tvořen z pěti součástí. Základnu tvoří hlavní nosný plast. K němu je pomocí západek přichycena mřížka, ta umožňuje přístup ke šroubovému spoji a reproduktoru. V mřížce je umístěno tlačítko ovládání bočních oken. Pomocí pružného kolíku je k základně připevněna otočná klika.



Obr. 2.14 Model vnitřní kliky dveří: 1 – Základní tělo vnitřní kliky, 2 – Vnitřní klika, 3 – Krycí mřížka, 4 – Tlačítko ovládání okna

## 2.15 Omezovač dveří

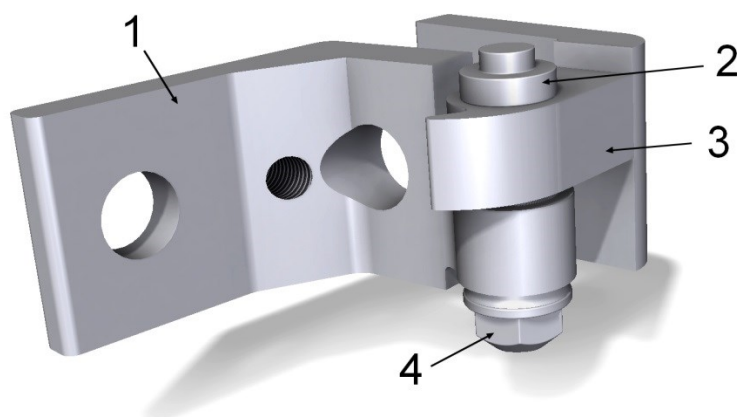
Předlohou pro tuto komponentu byl omezovač dveří z vozu Škoda Octavia II (Obr. 2.15). Mechanismus omezovače dveří se skládá z několika součástí. Hlavní součástí je držák, kterým prochází esovitě zakřivená vzpěra. Ta má po své délce proměnlivou tloušťku, která umožňuje nastavení polohy dveří. Na konci vzpěry je umístěn doraz, který se skládá z gumy a plechové misky, doraz je na konci zajištěn nýtem. Na druhé straně je oko pro upevnění k rámu automobilu. Oko je otočně zajištěno čepem. Na základním držáku je ještě umístěno těsnění.



Obr. 2.15 Model omezovače dveří: 1 – Oko k upevnění ke karoserii, 2 – Čep, 3 – Profilovaná vzpěra, 4 – Těsnění, 5 – Držák, 6 – Doraz

## 2.16 Závěs dveří

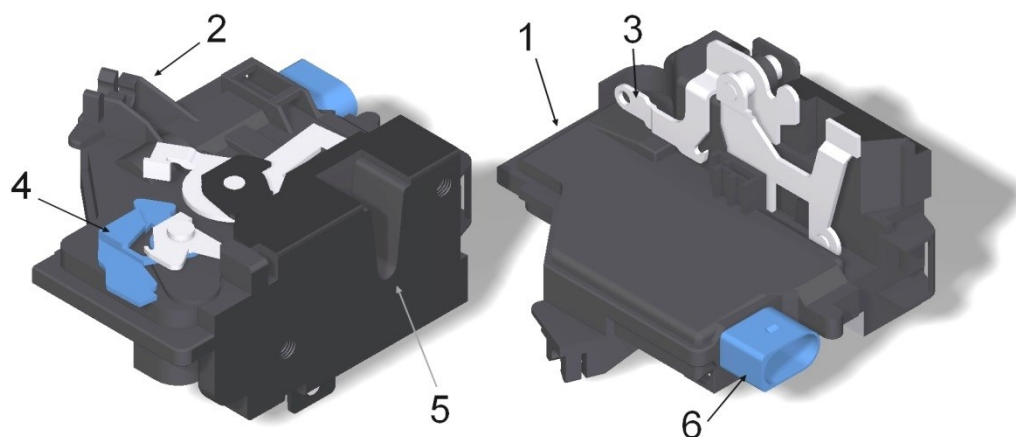
Závěs dveří (Obr. 2.16) zkrešený podle předlohy ze Škody Octavie II je složen ze dvou křídel tvaru L, které jsou staženy šroubem, drážkovanou maticí mezi křídly a jisticí maticí.



Obr. 2.16 Model závěsu: 1 – Křídlo závěsu (strana karoserie), 2 – Šroub, 3 – Křídlo závěsu (strana dveří), 4 – Jisticí matice

## 2.17 Zámek dveří

Předlohou modelu byl zámek vozu Škoda Octavia II. Zámek (Obr. 2.17) je poměrně složitý mechanismus. Pro navrhování dveří nám ovšem postačil pouze vnější tvar. Zámek má průřez přibližně tvaru L s řadou výstupků a úchyťů na povrchu. Důležitými prvky zámku jsou: umístění děr pro upevnění, výřez pro západku, držák táhla, otočné páky a konektor pro připojení elektroinstalace.



Obr. 2.17 Model zámku dveří: 1 – Skříň zámku dveří, 2 – Úchyt táhla vnitřní kliky, 3 – Páka vnější kliky, 4 – Pákový mechanismus vnitřní kliky, 5 – Otvor západky zámku, 6 – Konektor

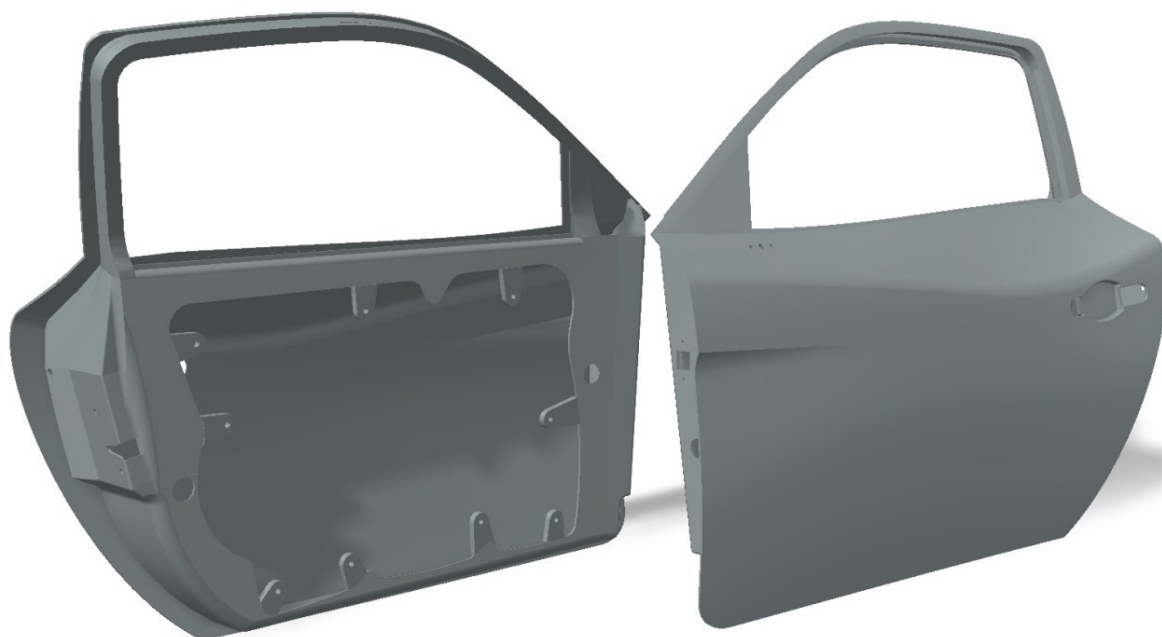
### 3 Implementace vybraných dílů do stávajícího designu

Následující kapitola se věnuje problematice umístění vytvořených 3D modelů do sestavy. Je zde popsán způsob a místo propojení součástí mezi sebou. Na pohyblivých mechanismech je názorně předvedena jejich funkčnost. U jednotlivých sestav je zdůvodněn jejich tvar, upevnění a funkce. Případně jsou u navržených komponent uvedeny materiály a způsob výroby.

Vnější design vozu a potažmo dveří byl dán designerem. Do určeného tvaru dveří bylo třeba vměstnat všechny nutné prvky a vyřešit umístění v prostoru, tak aby nedocházelo ke kolizím. To nejvíce komplikovaly pohyblivé díly. Bylo nutné nasimulovat jejich pohyb a znovu provést kontrolu kolizí v každé poloze dané pohyblivé komponenty či dvou komponent navzájem. Po umístění dílů bylo třeba navrhnout jejich upevnění. To někdy vyžadovalo díly opět přesunout nebo upravit a následně znovu provést kontrolu kolizí. Úpravy se týkaly i vnějšího designu, do kterého nebylo možné výrazně zasahovat. Jednalo se zpravidla o drobné úpravy nutné ke správné funkci.

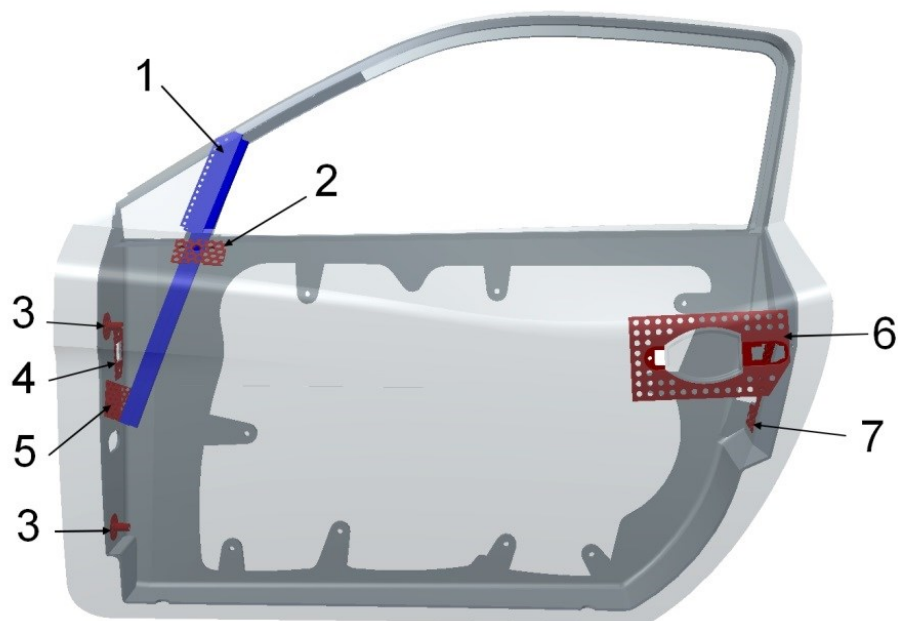
#### 3.1 Karoserie

Karoserie dveří je složena ze dvou částí. Vnější částí, která je víceméně dána designem, a vnitřní částí, jejíž tvar je dán polohou komponent dveří.



*Obr. 3.1 Hotová karoserie dveří*

Součásti karoserie dveří budou vyrobeny jednotlivě vakuovým laminováním. Jako materiál bude použit kompozit. V našem případě to bude skelné vlákno a epoxidová pryskyřice. Následně budou do určených míst umístěny kotvící prvky a výztuže (Obr. 3.2 – červeně), které se překryjí několika vrstvami laminátu a poté se vyříznou všechny otvory. Mezi vnější a vnitřní částí se vloží vodící lišta bočního okna (Obr. 3.2 – modře) a obě strany karoserie dveří se nakonec spojí laminováním. Skořepina vzniklá spojením vnější a vnitřní části karoserie je na obrázku 3.1. Model je bez technologických úprav, například zaoblení, zkosení hran a přídavek, které musí model mít aby ho bylo možné vyrobit.

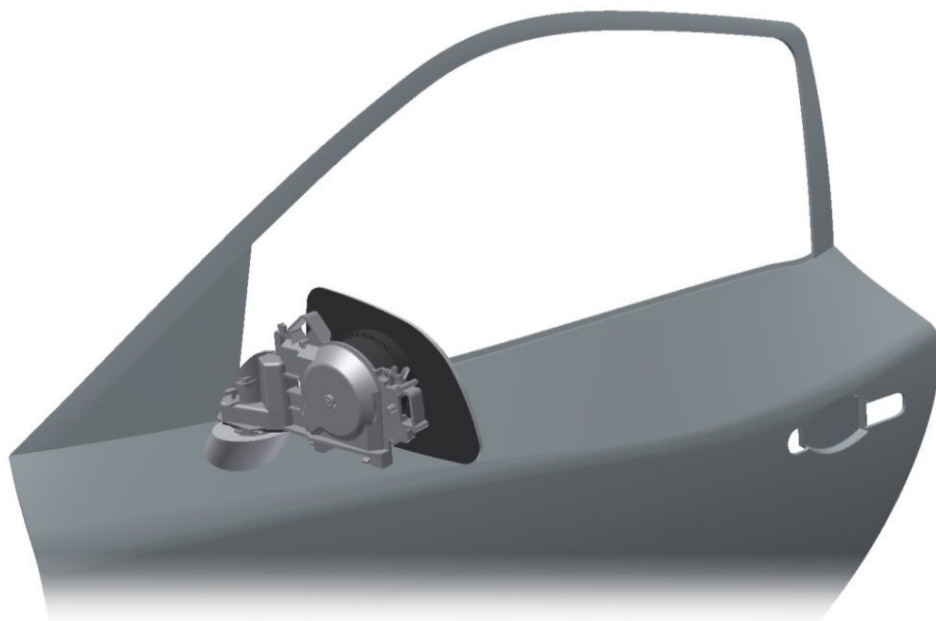


*Obr. 3.2 Konstrukční prvky dveří: 1 – Vodící lišta bočního okna, 2 – Děrovaný plech pro vyztužení v místě zrcátka, 3 – Pouzdra se základnou pro ukotvení závěsů, 4 – Děrovaný plech pro vyztužení v místě omezovače dveří, 5 – Držák vodící lišty okna, 6 – Plech s dírami pro upevnění vnější kliky, 7 – Děrovaný plech pro vyztužení v místě zámku dveří*



### 3.2 Vnější zpětné zrcátko

Zpětné zrcátko je upevněno k vnější části karoserie (Obr. 3.3) s ohledem na výhled z automobilu. V místě spoje je laminát vyztužen děrovaným plechem. Šrouby od držáku zrcátka jsou protaženy otvory v laminátu a zevnitř utaženy maticí (Obr. 3.4). Středovou dírou a dutým držákem zrcátka jsou vedeny potřebné kabely.



*Obr. 3.3 Upevnění vnějšího zpětného zrcátka (pohled z venku)*

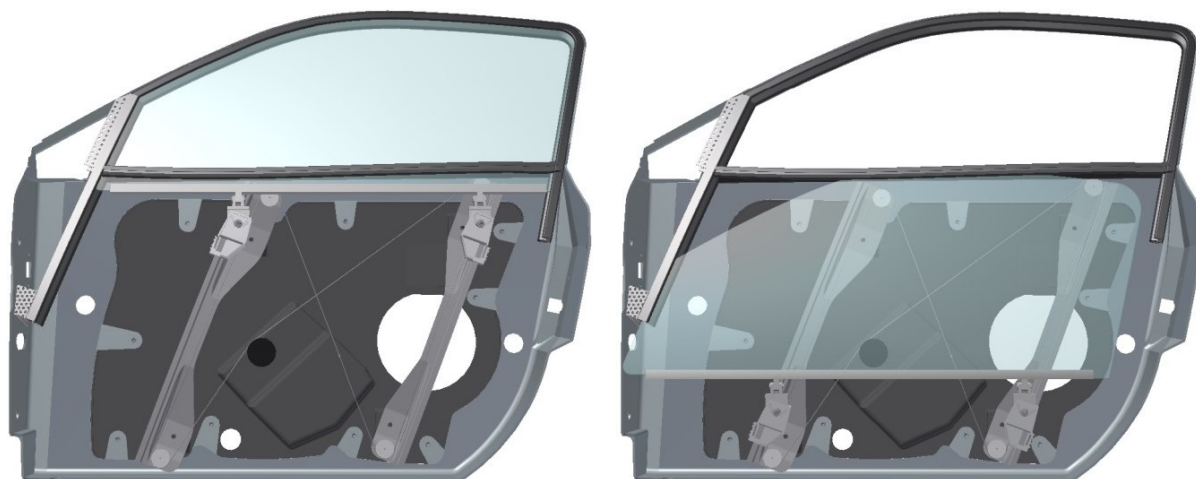


*Obr. 3.4 Upevnění vnějšího zpětného zrcátka (pohled zevnitř)*

### 3.3 Sklo bočního okna

Boční okno s poloměrem zakřivení 2500 mm bude vyrobeno na zakázku vrstvením skla a polyvinyl-butyalové folie. Dvě vrstvy skla z vnějších stran a dvě střední vrstvy folie zaručí dostatečnou ochranu cestujících při porušení skla. Celková tloušťka bude činit přibližně 8 mm.

Tvar okna musel být vzhledem k prostoru upraven. Při stahování by se okno do karoserie dveří nevešlo, proto muselo být v přední části seříznuto. Úhel seříznutí je 70° stejně jako úhel ližin spouštěče oken. Pod tímto úhlem se okno spouští a zvedá a při pohybu je okno vedeno za přední hranu v pryžovém těsnění, které kopíruje tvar vodící lišty. Ve spodní části je pak okno upevněno k U profilu stahovacího mechanismu (Obr 3.5). Sklo bude do U profilu vlepeno silikonem.



*Obr. 3.5 Spouštění skla dveří*

### 3.4 Spouštěč okna

Spouštěč okna je upevněn k úchytům vnitřní karoserie pomocí nýtů. Přes klouby a U profilu podpírá okno zespodu a zajišťuje jeho spouštění a vytahování (Obr. 3.5).

Zakomponování modelu spouštěče oken do dveří tak, aby byla celá sestava funkční, bylo velice náročné. To vše navíc komplikovala proměnná dráha skla při spouštění. V celé sestavě byly zkontrolovány kolize, ty však vycházely velmi malé. Avšak v programu Autodesk Inventor není možné brát v úvahu pružnost pryžového těsnění a tření mezi sklem a těsněním okna či stíracích lišt. Správnost zhodnocení vznikajících kolizí tak závisí na citu konstruktéra. Celý proces bude nutné ověřit v praxi na skutečném modelu.

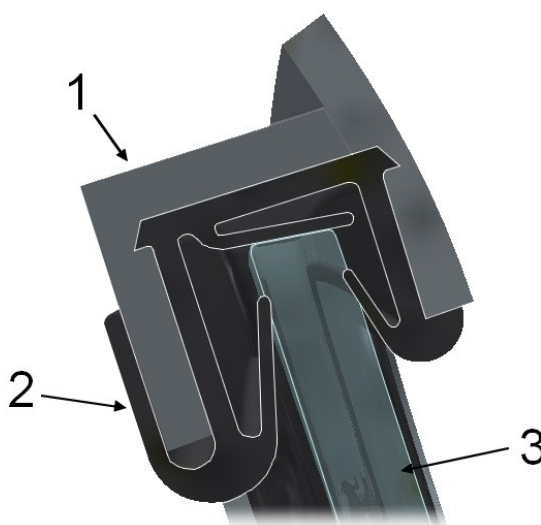
### 3.5 Upevnění okna

Vzhledem k tomu, že sklo bočního okna má jiný rádius zakřivení než stahovací mechanismus, bylo třeba sklo při stahování vést v proměnlivé dráze. Dráha okna při pohybu musí postupně přecházet z rádiusu okna na rádius vedení stahovacího mechanismu. V této dráze je okno vedeno pomocí vodící lišty. Aby nedocházelo ke křížení úchyty spouštěče oken a samotného okna, je potřeba umožnit otočnou vazbu mezi oknem a vedením. Ta je zajištěna právě kloubovým spojem mezi U profilem a úchytem na vodící ližině stahovacího mechanismu.

### 3.6 Těsnění okna

Těsnění okna je vtlačeno do prostoru, který vznikne mezi vnitřní a vnější částí karoserie dveří po jejich spojení. Šířka tohoto prostoru, tak aby byla zachována správná funkce a těsnění dobře drželo na svém místě, by měla být mezi 19 a 20 mm. Těsnění je vedeno po obvodu okna kromě spodní hrany a zasahuje až na vodící lištu. V drážce je těsnění drženo za hranu vnitřní karoserie a pomocí výstupků na profilu. Profil je navržen tak, aby přiléhal na sklo na každé ze tří stran a zaručil co nejlepší utěsnění a odhlučnění (Obr. 3.6).

Těsnění bude s největší pravděpodobností vyrobeno z elastomeru EPDM (*Etylen propylen dien monomer*). Tento materiál má dobré těsnicí vlastnosti a je odolný vůči povětrnostním vlivům a UV záření. Plochy stýkající se přímo se sklem okna budou navíc vybaveny sametkou pro snadnější pohyb skla uvnitř profilu.



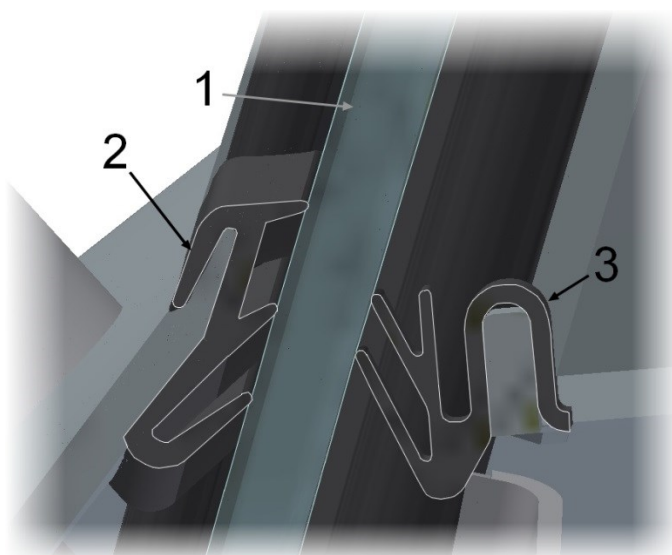
Obr. 3.6 Příčný řez těsněním okna: 1 – Karoserie, 2 - Těsnění, 3 - Sklo

### 3.7 Stírací lišty

Stírací lišty tvoří spodní část těsnění okna a zabraňují vodě, prachu a jiným nečistotám, aby se dostaly na citlivé mechanismy do prostoru dveří. Částečně také podpírají sklo ve správné poloze během spouštění.

Stírací lišty jsou vyrobeny ze stejného materiálu jako těsnění po obvodu okna. Mohou mít navíc výztuž z kovu či tvrdého plastu. Na stykových plochách je stejně jako u těsnění nanesa sametka. Stírací lišty na spodní hraně okna drží díky výztuži nebo jsou na zúženou hranu přilepeny. Vnitřní stírací lišta bude zároveň nasazena na čalounění dveří.

Profil stírací lišty je navržen vždy tak, aby dobře přiléhal na tvar skla a utěsnil prostor dveří. Vnější lišta je vybavena třemi stíracími lamelami, u vnitřní lišty postačí dvě lamely (Obr. 3.7).

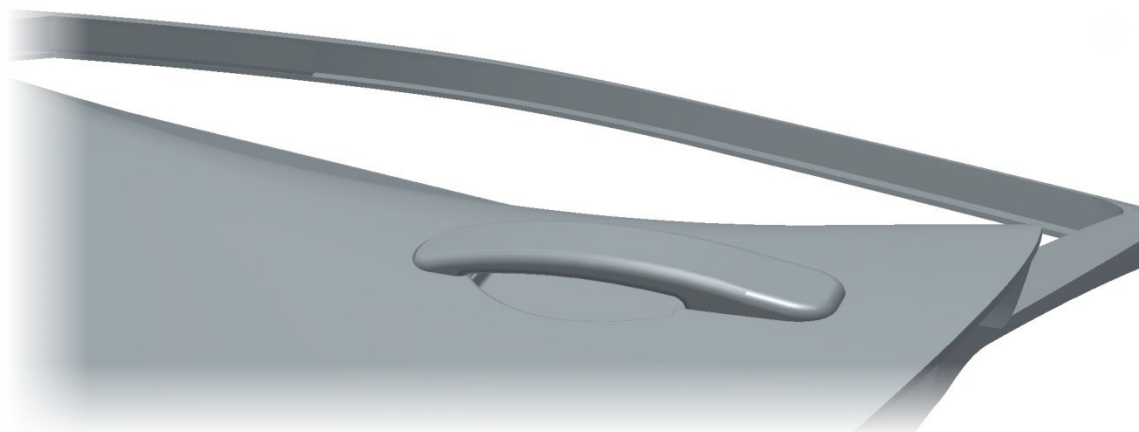


Obr. 3.7 Příčný řez stíracími lištami: 1 – sklo, 2 – Vnější stírací lišta, 3 – Vnitřní stírací lišta

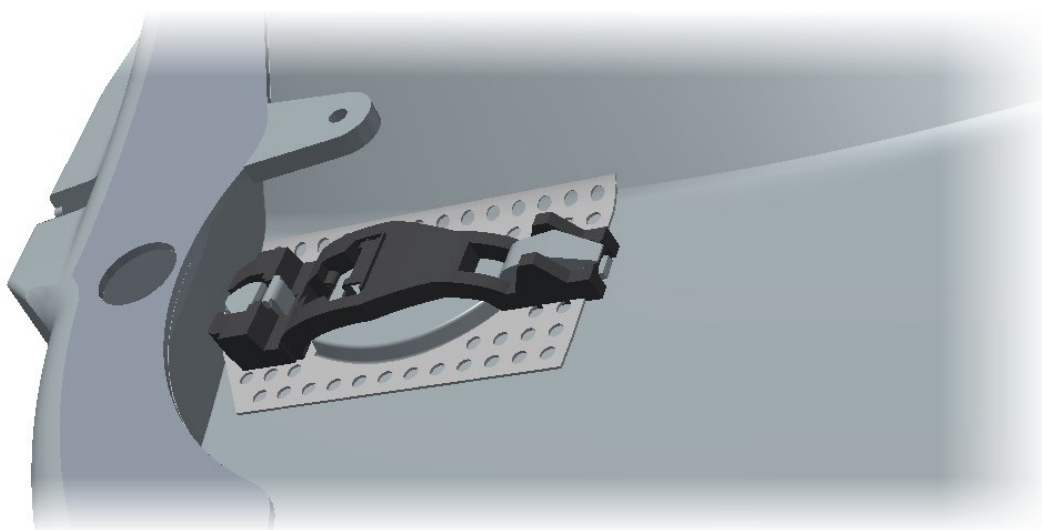
### 3.8 Vnější klika

Vnější klika je umístěna v zadní části dveří a zapuštěna do karoserie (Obr. 3.8). Klika je upevněna k plechu (Obr. 3.9), který je součástí laminátové karoserie. Je to z toho důvodu, že je klika původně navržena pro použití v automobilu s karoserií z plechových výlisků a tak by bylo upevnění na laminát o síle 4 mm problematické.

Vnější klika musí být upevněna naproti zámku dveří. Táhl, které tyto součásti spojuje, může být vychýleno jen o několik málo stupňů. Při větším vychýlení dojde ke zkřížení a pákový mechanismus zámku nebude fungovat správně.



*Obr. 3.8 Umístění vnější kliky (pohled z venku)*



*Obr. 3.9 Umístění vnější kliky (pohled zevnitř)*

### **3.9 Vnitřní klika**

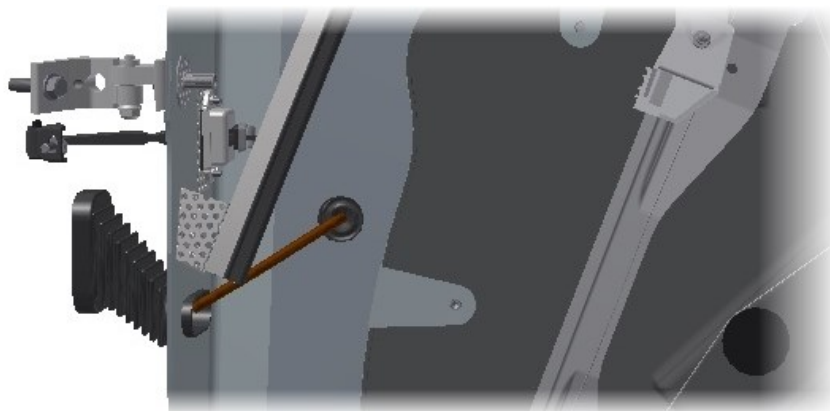
Vnitřní klika je součástí čalounění, které v době sestavování dveří bylo teprve ve stádiu návrhu. Umístění kliky je zvoleno tak, aby bylo možné zachovat stávající táhlo z vozu Škoda Octavia II. Klika je tak v dosahu cestujícího a zjednoduší se i výroba.

### **3.10 Omezovač dveří**

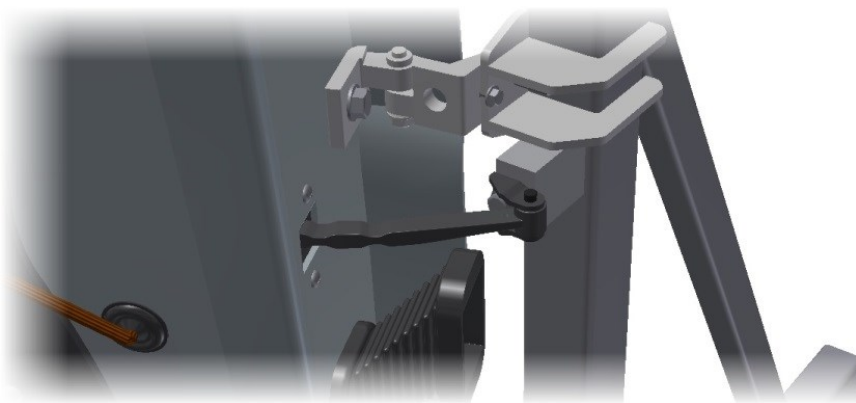
Omezovač dveří je upevněn pomocí dvou šroubů zevnitř na čelní stranu vnitřní karoserie (Obr. 3.10). Laminát je v tomto místě vyztužen děrovaným plechem. Mezi tělem omezovače dveří a karoserií je těsnění a tělo je k laminátu přitaženo pomocí dvou šroubů. Pohyblivá vzpěra je připevněna pomocí oka k rámu automobilu (Obr. 3.11).

Správně umístit omezovač dveří bylo velice obtížné. Určení vhodné polohy probíhalo způsobem pokus/omyl a pokaždé bylo nutné provést kontrolu kolizí a ověření funkce

omezovače. Výchozí umístění bylo zvoleno přibližně jako u vozu Octavia II a od tohoto bodu se omezovač přesouval v různých směrech, tak aby správně fungoval. Zejména v poloze zavřených dveří byl konec vzpěry blízko stahovacímu mechanismu a sklu okna.



*Obr. 3.10 Upevnění držáku omezovače dveří uvnitř karoserie*



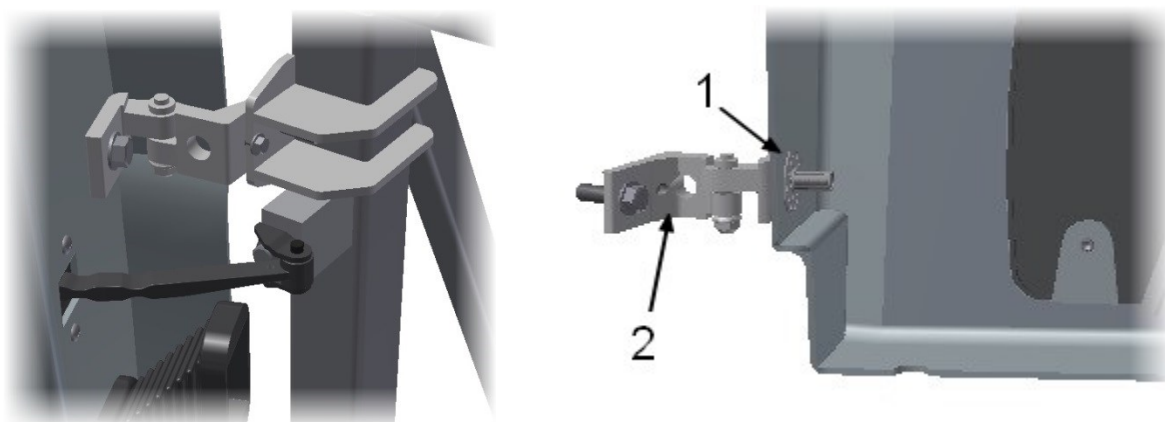
*Obr. 3.11 Upevnění oka vzpěry k rámu automobilu*

### **3.11 Závěsy**

Závěsy jsou umístěny zpredu na vnitřní část karoserie dveří. Pomocí šroubů je vždy jedno křídlo připevněno k pouzdru, které je implementováno v karoserii jako kotvící prvek (Obr 3.12). Díra v závěsu má průměr 15 mm a je tak větší oproti průměru šroubu, který má 10 mm. Je to z toho důvodu, aby se při montáži mohly slícovat dveře se zbylou karoserií. Druhé křídlo je pomocí dvou šroubů přišroubováno k rámu automobilu. Závěsy jsou mezi sebou vzdáleny 260 mm, vzdálenost je volena s ohledem na prostor ve dveřích a s ohledem na namáhání (čím větší vzdálenost mezi závěsy, tím menší namáhání). Závěs a jeho upevnění bylo podrobena pevnostní analýze.

Závěsy musí mít společnou osu otáčení a musí být posunuty dozadu oproti přední hraně karoserie. V našem případě je vzdálenost mezi přední hranou karoserie a osou závěsu 32 mm. Jsme tak schopni zabránit kolizi jednotlivých dílů karoserie při otevírání dveří i přes

úzké spáry mezi díly karoserie. Větší vzdálenost by zbytečně zmenšovala prostor ve dveřích, to by se projevilo především na velikosti okna. Úhel rozevření dveří je  $86^\circ$  a je omezen dorazem na závěsu (Obr. 3.13).



Obr. 3.12 Upevnění závěsů k rámu vozidla (vlevo), ke dveřím (vpravo): 1 – Kotvící pouzdro, 2 – Spodní závěs



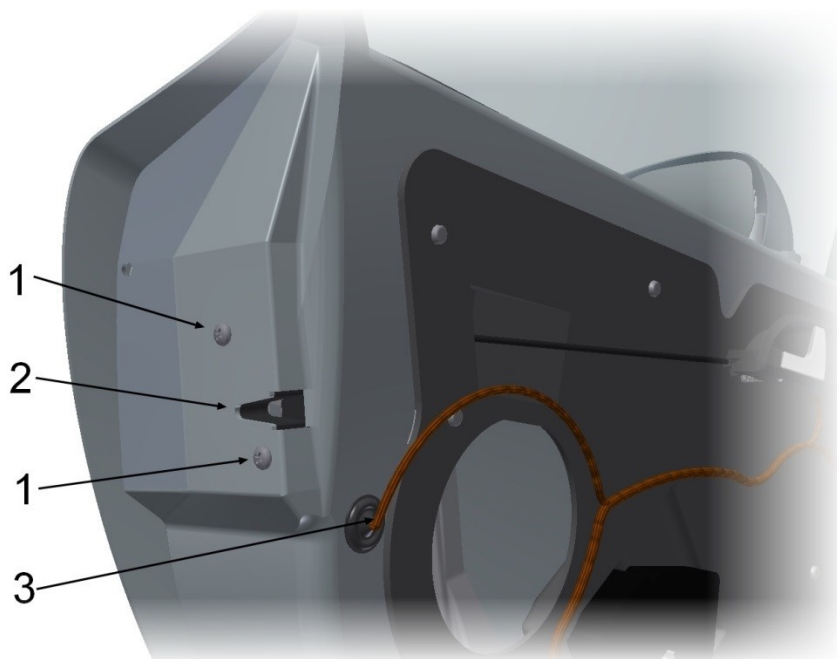
Obr. 3.13 Pohyb dveří



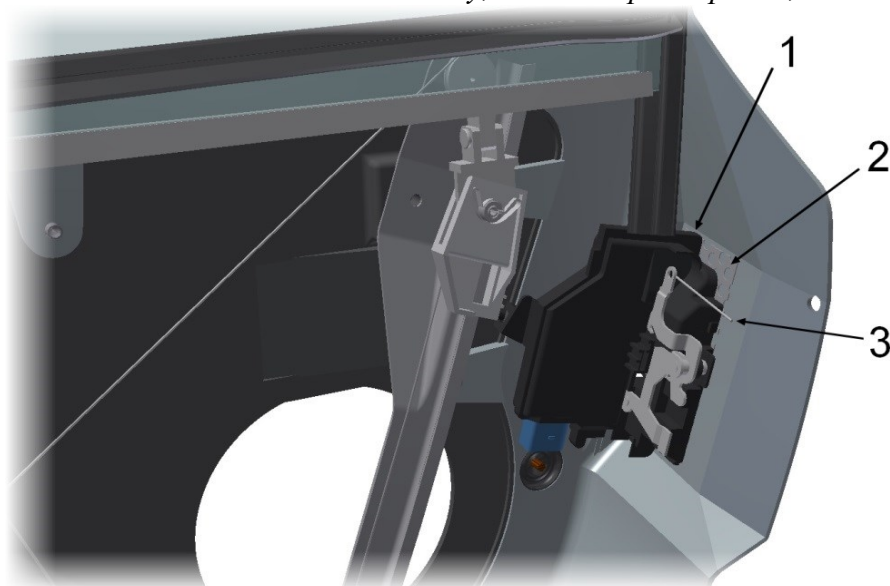
### 3.12 Zámek

Zámek dveří se nachází v zadní části dveří. Je upevněn zevnitř karoserie pomocí dvou šroubů (Obr. 3.14). Laminát je v tomto místě opět vyztužen děrovaným plechem (Obr. 3.15).

Zámek musel být umístěn tak, aby při zavírání hladce dosedl na protikus upevněný na karoserii (západku). Upevnění zámku je v takové poloze, aby otvor pro západku byl v co nejpřímější poloze vůči západce a zároveň, aby bylo v přímé poloze vůči vnější klice i táhlo. K zámku musely být také ze správného směru přivedeny kabely. Prostorové uspořádání bylo v této části velmi složité, protože se sklo při spuštění pohybuje v těsné blízkosti zámku.



Obr. 3.14 Umístění zámku: 1 – Šrouby, 2 – Otvor pro západku, 3 - Kabely



Obr. 3.15 Umístění zámku: 1 – Zámek, 2 – Výztuž, 3 - Táhlo

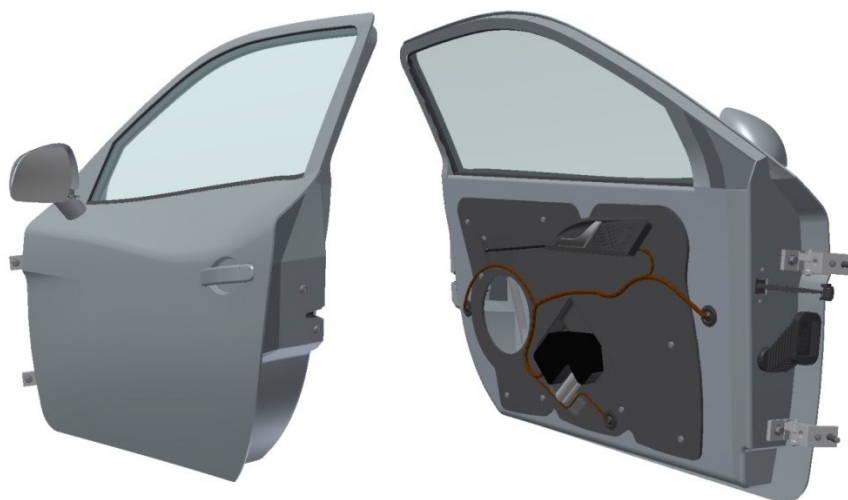


### 3.13 Ostatní díly

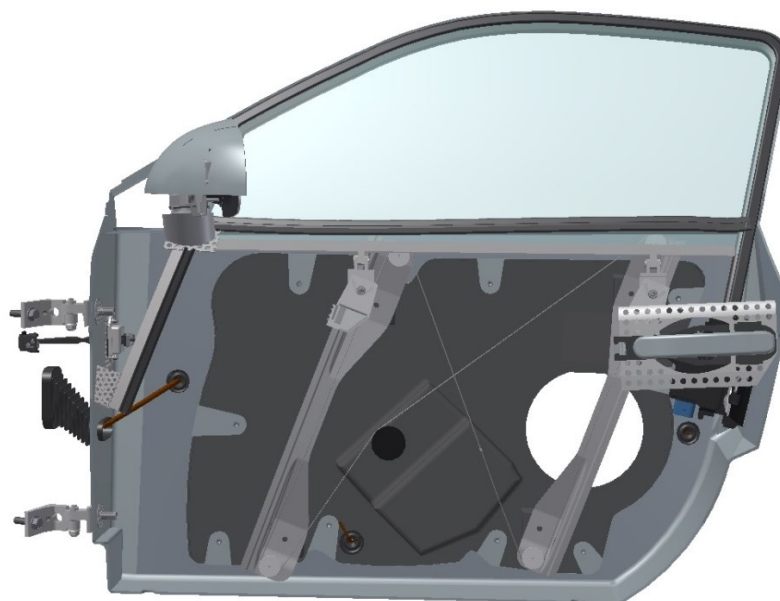
V konečné fázi byl model vybaven také táhly a svazky kabelů. Byla tak ověřena možnost jejich použití ze Škody Octavie II. Sestava obsahuje také celou řadu spojovacího materiálu. Do modelu jsou implementovány i takové detaily jako těsnění, gumové záslepky nebo průchodka (Obr. 3.16).

### 3.14 Kompletní sestava dveří

Na modelu sestavy na obrázcích níže (Obr. 3.16 a Obr. 3.17), je zobrazen kompletní model, který skýtá 97 součástí. Na modelu v tomto stavu byla ověřena funkčnost všech dílů. Sestava bude také sloužit k dalším analýzám, například k pevnostní analýze závěsů. Od tohoto modelu se bude vycházet i v dalším vývoji a bude sloužit jako předloha pro výrobu prototypu.



*Obr. 3.16 Model sestavy dveří*



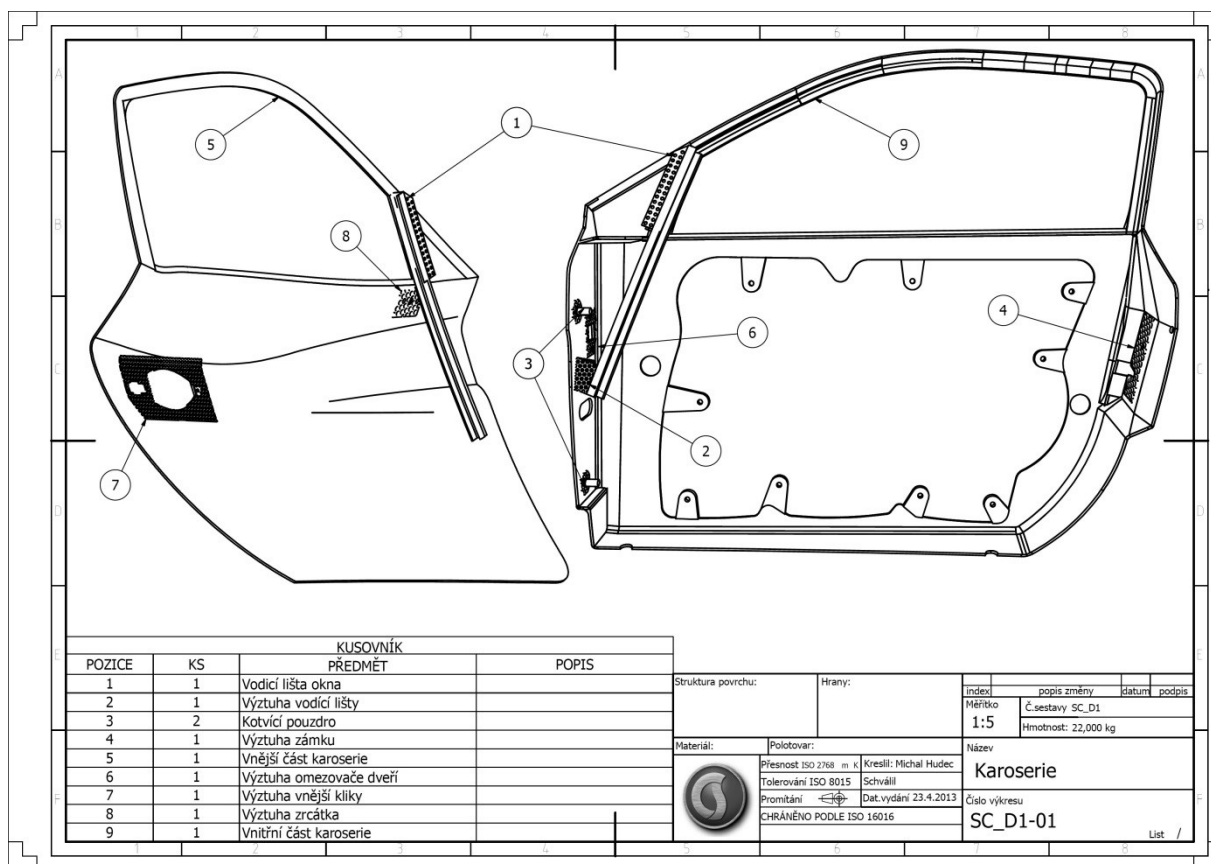
*Obr. 3.17 Model sestavy dveří (zevnitř)*

## 4 Zhotovení výrobní dokumentace

V následující kapitole je popsán způsob tvorby výkresů, které budou sloužit jako podklady k výrobě, kontrole a montáži navržených součástí. Výkresy byly vytvořeny v programu Autodesk Inventor 2013. Ve výkresu, je přesně určen základní tvar a poloha všech důležitých prvků. Výkresy sestav pak obsahují 3D model složené sestavy, kde je definováno rozmístění jednotlivých dílů. Výkresů bylo nakresleno celkem 18 a jsou umístěny jako přílohy práce. Všechny výkresy v projektu mají jednotné razítko a označení. Značení výkresů je podle vzoru SC\_D(pořadí sestavy)-(pořadí výkresu).

### 4.1 Sestava karoserie dveří

Sestava obsahuje vnější a vnitřní části laminátové karoserie, vodící lištu okna a kotvící prvky. Kompletní sestava karoserie je zobrazena na výkrese SC\_D1-01 (Příloha 1) (Obr. 4.1). Na výkrese jsou jednotlivé díly označeny a uvedeny v kusovníku. Je zde dobře patrná poloha jednotlivých dílů. Tvar karoserie není blíže definován a to z toho důvodu, že výroba bude probíhat na základě 3D modelu. Modely karoserie také neobsahují technologické úpravy.



Obr. 4.1 Výkres sestavy karoserie dveří

#### **4.1.1 Vnější část karoserie dveří**

Výkres obsahuje boční pohled na součást a 4 detaily. V hlavním pohledu jsou zakresleny celkové rozměry součásti a důležité konstrukční prvky. V detailu A jsou vykresleny přesné rozměry děr pro uchycení zrcátka. V detailech B a C jsou rozměry otvoru pro vnější kliku. Na detailu D je řez karoserií v místě upevnění vnější stírací lišty. Tento díl je na výkrese číslo SC\_D1-02 (Příloha 2).

#### **4.1.2 Vnitřní část karoserie dveří**

Ve výkrese jsou 4 pohledy na součást a 3 detaily. Na hlavním pohledu dveří jsou celkové rozměry součásti a poloha děr pro kabely. Poloha úchytnů spouštěče oken je v detailu C na druhé straně výkresu, aby nebyl hlavní pohled zmatečný. Na předním pohledu (vlevo) jsou vykresleny otvory a díry pro závěsy, omezovač dveří a průchodku. Jejich rozměry jsou pak blíže určeny na detailu A. Na zadním pohledu (vpravo) jsou díry pro upevnění zámku, otvor pro západku a montážní díra k vnější klíče, více je na detailu B. Na spodním pohledu jsou jen otvory pro odvětrání prostoru dveří. Vnitřní díl karoserie je na výkrese číslo SC\_D1-03 (Příloha 3).

#### **4.1.3 Kotvící prvky**

Přílohy obsahují výkresy všech úchytnů, kotev a výztuží. Základem je zpravidla děrovaný plech, který je případně ohnut nebo svařen se závitovým pouzdrem. Na výkresech jsou uvedeny základní rozměry plechu a průměr děr. Dále pak rozměry a umístění otvorů, které se musí vyřezat a děr, které se musí převrtat. V některých výkresech jsou definována místa a velikost ohybů, případně sváry. Výkresů je šest a jsou to tyto:

Výztuha vodící lišty – výkres číslo SC\_D1-04 (Příloha 4)

Výztuha omezovače dveří – výkres číslo SC\_D1-05 (Příloha 5)

Výztuha zrcátka – výkres číslo SC\_D1-06 (Příloha 6)

Výztuha vnější kliky – výkres číslo SC\_D1-07 (Příloha 7)

Výztuha zámku – výkres číslo SC\_D1-08 (Příloha 8)

Kotvící pouzdro závěsu – výkres číslo SC\_D1-9 (Příloha 9)

#### **4.1.4 Vodící lišta okna**

Na výkrese číslo SC\_D1-10 (Příloha 10) jsou přesně stanoveny rozměry vodící lišty. Podle tohoto výkresu bude probíhat výroba. Na výkrese jsou tři pohledy. Vpravo se nachází zobrazení lišty ve 3D pro lepší představu o tvaru. Na prostředním pohledu je dobře patrný proměnný rádius lišty. Úplně vlevo je třetí, boční pohled, na kterém jsou zbylé rozměry.

## **4.2 Sestava upevnění okna**

Ve výkresu SC\_D2-01 (Příloha 11) je zobrazená složená sestava. Na výkrese je označeno rozmístění dílů, které jsou uvedeny v kusovníku. V sestavě je sklo okna spojené s U profilem a kloubem pomocí čepu s pojistným kroužkem. Na výkrese je také obvodové těsnění okna a vnitřní a vnější stírací lišta. Jejichž délky jsou zapsány do popisu kusovníku.

#### **4.2.1 Sklo bočního okna**

Na výkrese číslo SC\_D2-02 (Příloha 12) je jeden hlavní pohled a řez. Na hlavním pohledu je určen tvar skla a na řezu jeho zakřivení a síla.

#### **4.2.2 Pryžové těsnící profily**

Každý výkres obsahuje rozměry profilu a místa, na kterých bude nanesena sametka. K utěsnění okna je použito tří různých profilů:

Těsnění okna – výkres číslo SC\_D2-03 (Příloha 13)

Profil vnější lišty těsnění – výkres číslo SC\_D2-04 (Příloha 14)

Profil vnitřní lišty těsnění – výkres číslo SC\_D2-05 (Příloha 15)

#### **4.2.3 Uchycení skla**

K uchycení okna slouží U profil svařený s úchytem. Rozměry dílu jsou zobrazeny na výkresu číslo SC\_D2-06 (Příloha 16). Spojení se spouštěčem okna je uskutečněno pomocí spojky z výkresu SC\_D3-07 (Příloha 17), která bude sloužit jako kloub. Čep pro spojení těchto dílů je na výkrese SC\_D2-08 (Příloha 18).

## **4.3 Sestava zrcátka**

Celá sestava je na výkrese číslo SC\_D3-01 (Příloha 19). Jsou zde vidět rozměry držáku a jeho umístění vzhledem k samotnému zrcátku.

## 5 Shrnutí dosažených výsledků

V úvodu bakalářské práce jsou shrnuty dosavadní způsoby otevírání dveří, u nichž se lze inspirovat při navrhování nového automobilu. Možnosti způsobu otevření jsou velmi široké a každý způsob má řadu výhod i nevýhod. Pro navrhovaný automobil bylo vybráno konvenční zavěšení. Ostatní návrhy byly konstrukčně, finančně nebo časově neproveditelné. Následující část práce se věnuje konstrukci. Obsahuje různé konstrukční varianty dveří, shrnuje poznatky o používaných materiálech, mechanismech a součástech, kterými jsou dveře automobilů běžně vybaveny. Před samotným návrhem musí mít konstruktér v této oblasti přehled, být obeznámen jak s konvenčními, tak nekonvenčními typy dveří a při navrhování se řídit platnými směrnici a předpisy, které jsou také součástí práce.

Dveře automobilu jsou v této chvíli stále ve fázi vývoje a prozatím jen jako virtuální model. Do budoucna se plánuje sériová výroba vozu a tento model poslouží jako vhodná předloha ke stavbě prvního prototypu. Tímto návrhem byly určeny základní rozměry dveří a jejich součástí. Byla stanovena poloha jednotlivých dílů v prostoru dveří a způsob jejich ukotvení v karoserii. Bylo ověřeno, že bude možné použít díly z vozu Škoda Octavia II. Komponenty jako závěsy, zámek a vnější klika podléhají homologaci, a proto použití dílů z produkčního vozu dosti zjednoduší schvalovací řízení. V práci bylo ověřeno, že bude možné použít i omezovač dveří, původní táhla a elektrickou kabeláž z vozu Octavia II. Použití stahovacího mechanismu bude potřeba vyzkoušet v praxi. Musí ověřit, zda zvýšené tření mezi sklem a těsněním vlivem proměnné dráhy skla, nebude mít zásadní vliv na funkčnost mechanismu.

Vývoj dveří bude nadále pokračovat. Tvar vnitřní části karoserie bude potřeba upravit. Základní plech spouštěče oken je třeba přesně naskenovat a nahradit tak zjednodušenou variantu. Novému tvaru bude přizpůsobena vnitřní část karoserie dveří. Ta bude vyvíjena v korespondenci s čalouněním, které je v současné době ve fázi návrhu, a s karoserií automobilu. Zejména částí v blízkosti dveří, které budou přes těsnění doléhat na dveře.

Současný model je přinejmenším dobrým základem, ze kterého se dá vycházet v dalším vylepšování. V budoucnu může být sklolaminát nahrazen například uhlíkovým vláknem. Závěsy nahrazeny jiným (nekonvenčním) typem otevírání. Do karoserie dveří mohou být implementovány výztuhy, aby byla zvýšena bezpečnost cestujících, která je u sportovního vozu nezbytnou součástí.

Spolupracovat na takovém projektu je pro mě velmi užitečnou zkušeností, která mě mnoho naučila. Díky práci ve vývoji jsem měl možnost se setkat se zajímavými a ochotnými lidmi. Podílet se s nimi na řešení různých problémů týkajících se automobilů. Získal jsem tak cenné vědomosti, které jistě využiji v budoucnu v samotné praxi.

## 6 Literatura

- [1] VLK, František. *Stavba motorových vozidel*. 1. vyd. Brno: Prof.Ing.František Vlk, DrSc., 2003, 499 s. ISBN 80-238-8757-2.
- [2] Aston Martin DB9: blueprint. In: *Pixels or Atoms ? : Thomas Baron tries to produce photorealistic CG images* [online]. 13.3.2009 [cit. 2013-05-26]. Dostupné z: <http://www.thomasbaron.net/wp-content/uploads/2009/03/57.png>
- [3] BOERIU, Horatiu. World Premiere: MINI Rocketman. In: *BMW BLOG.COM. BMW blog: News, Reviews, Test Drives and more* [online]. 2011, 22.2. 2011 [cit. 2013-04-24]. Dostupné z: <http://www.bmwblog.com/2011/02/22/world-premiere-mini-rocketman/>
- [4] Mini Paceman (2012): blueprint. In: *SMCars* [online]. © 2012-2013, 11.11.2012 [cit. 2013-05-26]. Dostupné z: [http://www.smcars.net/forums/attachments/blueprints-donation/141357d1352662572-mini-paceman-2012-mini\\_paceman\\_2012.jpg](http://www.smcars.net/forums/attachments/blueprints-donation/141357d1352662572-mini-paceman-2012-mini_paceman_2012.jpg)
- [5] Sebevražedné dveře. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 28. 3. 2013 [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Sebevra%C5%BEedn%C3%A9\\_dve%C5%99e](http://cs.wikipedia.org/wiki/Sebevra%C5%BEedn%C3%A9_dve%C5%99e)
- [6] Suicide door. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 08.04.2013 [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: [http://en.wikipedia.org/wiki/Suicide\\_door](http://en.wikipedia.org/wiki/Suicide_door)
- [7] Mazda RX-8 zezadu: Pérovka. In: *Perovkar-rehor.blog.cz* [online]. 2007, 18.03.2007 [cit. 2013-05-28]. Dostupné z: [http://nd01.jxs.cz/196/581/16b57f8ec7\\_11156778\\_o2.jpg](http://nd01.jxs.cz/196/581/16b57f8ec7_11156778_o2.jpg)
- [8] SHUNK, Chris. Mercedes-Benz SLS AMG crash-test: shows off exploding door hinges. In: *Autoblog* [online]. 17.11.2009 [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: <http://www.autoblog.com/2009/11/17/video-mercedes-benz-sls-amg-crash-test-video-shows-off-explodin/>
- [9] Gull-wing door. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001, 19.4.2013 [cit. 2013-04-23]. Dostupné z: [http://en.wikipedia.org/wiki/Gullwing\\_door](http://en.wikipedia.org/wiki/Gullwing_door)
- [10] Mercedes-Benz SLS AMG (2011). In: *The Blueprints* [online]. 2000-2013, 01.07.2010 [cit. 2013-05-26]. Dostupné z: <http://www.the-blueprints.com/blueprints-depot/cars/mercedes/mercedes-benz-amg-sls-2011.png>
- [11] Scissor doors. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001, 27.2.2013 [cit. 2013-04-23]. Dostupné z: [http://en.wikipedia.org/wiki/Scissor\\_doors](http://en.wikipedia.org/wiki/Scissor_doors)
- [12] Lamborghini Murcielago. In: *The Blueprints* [online]. 2000-2013, 06.10.2007 [cit. 2013-05-26]. Dostupné z: <http://www.the-blueprints.com/blueprints-depot/cars/lamborghini/lamborghini-murcielago-03.gif>
- [13] HILL, Kay. NATIONAL GEOGRAPHIC CHANNEL. *Megafactories: Swedish super car*. 2011 2013 [cit. 2013-05-26]. Dostupné z: [http://www.youtube.com/watch?v=tcY9fBt\\_gWg](http://www.youtube.com/watch?v=tcY9fBt_gWg)
- [14] 2006 Koenigsegg CCR Coupe. In: *CAR blueprints* [online]. © 2006-2013 [cit. 2013-05-26]. Dostupné z: <http://carblueprints.info/eng/view/koenigsegg/koenigsegg-ccr>

- [15] Butterfly doors. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001, 28.2.2013 [cit. 2013-04-23]. Dostupné z: [http://en.wikipedia.org/wiki/Butterfly\\_doors](http://en.wikipedia.org/wiki/Butterfly_doors)
- [16] Mercedes-Benz SLR McLaren. In: *Sina* [online]. © 1996 - 2013, 19.11.2009 [cit. 2013-05-26]. Dostupné z: [http://etch.s.dpool.sina.com.cn/nd/forumsports/year\\_09/month\\_11/07/20091119\\_5783e070ae1c8aaa3bc8c2dCICdEd50z.jpg](http://etch.s.dpool.sina.com.cn/nd/forumsports/year_09/month_11/07/20091119_5783e070ae1c8aaa3bc8c2dCICdEd50z.jpg)
- [17] Sliding door (vehicle). In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001, 26.3.2013 [cit. 2013-04-23]. Dostupné z: [http://en.wikipedia.org/wiki/Sliding\\_door\\_\(vehicle\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Sliding_door_(vehicle))
- [18] YAYAN, Hanif. Slide Up Door Mechanism. In: *Deviant Art* [online]. ©2013, 27.4.2012 [cit. 2013-06-01]. Dostupné z: [http://th03.deviantart.net/fs71/PRE/i/2012/118/d/c/johnny\\_english\\_rolls\\_royce\\_door\\_mechanism\\_by\\_hanif\\_yayan-d4xvwm7.jpg](http://th03.deviantart.net/fs71/PRE/i/2012/118/d/c/johnny_english_rolls_royce_door_mechanism_by_hanif_yayan-d4xvwm7.jpg)
- [19] Pocket door. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001, 9.11.2012 [cit. 2013-04-23]. Dostupné z: [http://en.wikipedia.org/wiki/Pocket\\_door](http://en.wikipedia.org/wiki/Pocket_door)
- [20] JATECH LLC. *DISAPPEARING CAR DOOR* [online]. 2007 [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: [www.disappearing-car-door.com](http://www.disappearing-car-door.com)
- [21] JECH, Bedřich et al. *Učebnice řidiče osobního automobilu*. Praha: Naše vojsko N.P., 1964, 184 + 56 s. 28-011-64.
- [22] ŠKODA AUTO A.S. *Dílenská příručka Octavia II 2004: Karoserie - montážní práce*. Czech Republic, 2004, 116 s. S00.5713.00.15.
- [23] Vehicle door. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001, 20.4.2013 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: [http://en.wikipedia.org/wiki/Vehicle\\_door](http://en.wikipedia.org/wiki/Vehicle_door)
- [24] Car Door Panels. In: *Auto Parts Train* [online]. 2013 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: [http://www.partstrain.com/ShopByDepartment/Door\\_Panel](http://www.partstrain.com/ShopByDepartment/Door_Panel)
- [25] KUČERA, Radek. ABZ KNIHY, a.s. ABZ slovník cizích slov [online]. © 2005-2006 [cit. 2013-03-17]. Dostupné z: <http://slovník-cizich-slov.abz.cz/web.php/slovo/homologace>
- [26] Systém ES schvalování motorových vozidel. *Europa.eu: Přehledy právních předpisů EU* [online]. 29.07.2010 [cit. 2013-03-14]. Dostupné z: [http://europa.eu/legislation\\_summaries/internal\\_market/single\\_market\\_for\\_goods/motor\\_vehicles/motor\\_vehicles\\_technical\\_harmonisation/n26100\\_cs.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/internal_market/single_market_for_goods/motor_vehicles/motor_vehicles_technical_harmonisation/n26100_cs.htm)
- [27] ÚSTAV PRO VÝZKUM MOTOROVÝCH VOZIDEL, Praha. 70/387/EHS\*98/90/ES. *SMĚRNICE RADY: o sblížení právních předpisů členských států týkajících se dveří motorových vozidel a jejich přípojných vozidel*. ÚVMV, 27. července 1970, 20 s.
- [28] ÚSTAV PRO VÝZKUM MOTOROVÝCH VOZIDEL, Praha. 70/387/EHS\*2001/31/ES. *SMĚRNICE RADY: o sblížení právních předpisů členských států týkajících se dveří motorových vozidel a jejich přípojných vozidel*. ÚVMV, 27. července 1970, 21 s.



- [29] LIIKANEN, Erkki. 2001/31/ES. *SMĚRNICE KOMISE: kterou se přizpůsobuje technickému pokroku směrnice Rady 70/387/EHS týkající se dveří motorových vozidel a jejich přípojných vozidel*. Brusel, 8. května 2001.
- [30] ÚSTAV PRO VÝZKUM MOTOROVÝCH VOZIDEL, Praha. 74/483/EHS\*79/488/EHS. *SMĚRNICE RADY: o sblížení právních předpisů členských států týkajících se vnějších výčnů motorových vozidel*. ÚVMV, 17. září 1974, 16 s.
- [31] ÚSTAV PRO VÝZKUM MOTOROVÝCH VOZIDEL. 74/60/EHS\*2000/4/ES. *SMĚRNICE RADY: o sblížení právních předpisů členských států týkajících se vnitřního vybavení motorových vozidel (vnitřní části prostoru pro cestující kromě vnitřních zpětných zrcátek, uspořádání ovládačů, střecha nebo posuvná střecha, opěradla a zadní části sedadel)*. 17. prosince 1974. Praha: TUV UVMV, 39 s.

## 7 Seznam příloh

1. **Příloha:** Karoserie dveří (Výkres SC\_D1-01)
2. **Příloha:** Vnější část karoserie dveří (Výkres SC\_D1-02)
3. **Příloha:** Vnitřní část karoserie dveří (Výkres SC\_D1-03)
4. **Příloha:** Vodicí lišta okna (Výkres SC\_D1-04)
5. **Příloha:** Úchyt vodicí lišty (Výkres SC\_D1-05)
6. **Příloha:** Výztuž omezovače dveří (Výkres SC\_D1-06)
7. **Příloha:** Výztuž zrcátka (Výkres SC\_D1-07)
8. **Příloha:** Výztuž vnější kliky (Výkres SC\_D1-08)
9. **Příloha:** Výztuž zámku (Výkres SC\_D1-09)
10. **Příloha:** Kotvicí pouzdro závěsu (Výkres SC\_D1-10)
11. **Příloha:** Sestava okna (Výkres SC\_D2-01)
12. **Příloha:** Sklo okna (Výkres SC\_D2-02)
13. **Příloha:** Těsnění okna (Výkres SC\_D2-03)
14. **Příloha:** Vnější stírací lišta (Výkres SC\_D2-04)
15. **Příloha:** Vnitřní stírací lišta (Výkres SC\_D2-05)
16. **Příloha:** Uchycení okna (Výkres SC\_D2-06)
17. **Příloha:** Spojka uchycení okna (Výkres SC\_D2-07)
18. **Příloha:** Čep uchycení okna (Výkres SC\_D2-08)
19. **Příloha:** Sestava zrcátka (Výkres SC\_D3-01)