



**Fakulta
strojn**

Technická univerzita v Liberci

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta strojn

Katedra částí a mechanismů strojů

Studijní program: N2301 - Strojní inženýrství

Obor: 3909T010 - Inovační inženýrství

Zaměření: Inovace výrobku

INOVACE KONCEPTU „LEHKÉHO“ ZADNÍHO VÍKA

INNOVATION OF THE CONCEPT OF THE „LIGHT“ TAIL GATE

Jméno autora: Jana Zimová

Vedoucí DP: doc. Ing. Ladislav Ševčík, CSc. - TU Liberec

Konzultant DP: Ing. Jan Kouřil – Škoda Auto, a.s.

Rozsah práce a příloh:

Počet stran: 73

Počet obrázků: 58

Počet příloh: 2

Datum: 4. června 2009

Místo pro vložení zadání DP

ANOTACE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

TÉMA: **Inovace konceptu „lehkého“ zadního víka**

ANOTACE:

Diplomová práce se zabývá inovací lehkého zadního víka vozu Škoda Roomster. Cílem práce bylo zhodnotit stávající řešení zadního víka vozu, udělat průzkum řešení konkurenčních vozů a vytvoření nových vlastních návrhů, vypracovat inovační záměr a naplánovat inovaci. Objektivním porovnáním variant návrhů, za použití moderních metod inovačního inženýrství, bylo vybráno řešení založené na technologii firmy REHAU.

Výsledkem práce je optimalizovaná konstrukce dílu (tvarového provedení, materiálů...) s redukovanou hmotností, při zachování počátečních rozměrových a mechanických požadavků.

DIPLOMA THESIS

THEME: **The Concept Innovation of the “light” tail gate**

ANNOTATION:

The thesis deals with the concept innovation of the “light” tail gate of the Skoda Roomster car. The aim of the project was to sum up of the already existing tail gate design, to do the benchmarking of the competitors and create the new one design, to make the innovation intention and to plan the innovation. By using the modern methods of the innovation engineering, the design alternatives were objectively compared and as the final choice the method based on Rehau technology was selected.

The result of the project is the optimized design of the part (shape, construction, material...) with regard to the weight reduction while keeping the initial dimensional and mechanical requests untouched.

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má po odsouhlasení společností Škoda Auto a.s. právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé DP a prohlašuji, že souhlasím s případným užitím mé diplomové práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědoma toho, že užít své diplomové práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci 4. června 2009

.....
Jana Zimová

Místopřísežné prohlášení

„Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a pod vedením vedoucího a konzultanta.“

V Liberci 4. června 2009

.....
Jana Zimová

Obsah

POUŽITÉ OZNAČENÍ A ZKRATKY	7
1. ÚVOD	8
1.1. CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE	8
1.2. INOVACE	9
1.2.1. <i>Nutnost inovace</i>	9
1.2.2. <i>Využití nových myšlenek</i>	9
2. SOUČASNÝ STAV ZADNÍHO VÍKA ŠKODA ROOMSTER	10
2.1. ROOMSTER	10
2.2. PLECHOVÉ ZADNÍ VÍKO ROOMSTER	11
2.3. HYBRIDNÍ ZADNÍ VÍKO ROOMSTER	12
2.3.1. <i>Hlavní díly hybridního víka</i>	12
2.3.2. <i>Vnitřní díl</i>	13
2.3.3. <i>Vnější plastové díly</i>	14
2.3.4. <i>Ostatní drobné díly</i>	15
2.3.5. <i>Přehled dílů – hmotnosti</i>	16
3. ZADNÍ VÍKA U OSTATNÍCH VÝROBCŮ	17
3.1. PŘEHLED	17
3.2. POROVNÁNÍ – HLAVNÍ PARAMETRY	17
3.3. MAZDA 5	18
3.4. MERCEDES BENZ TŘÍDY A – PRVNÍ GENERACE	20
3.5. FORD KUGA	22
3.6. SUBARU R1	23
3.7. SMART FOR TWO	24
3.8. NISSAN MURANO	24
4. KONCEPT REHAU – TECHNOLOGIE HYBRID-PLUS	25
4.1. VÝHODY HYBRIDNÍHO ZADNÍHO VÍKA OBECNĚ	25
4.2. VÝHODY POUŽITÍ TECHNOLOGIE HYBRID PLUS	27
4.3. ZÁKLADNÍ PRINCIPY TECHNOLOGIE HYBRID-PLUS	28
4.4. PRAVIDLA PRO NÁVRH STRUKTUROVANÝCH DÍLŮ PODLE REHAU	29
5. INOVAČNÍ ZÁMĚR A PLÁNOVÁNÍ INOVACE	30
5.1. IDENTIFIKACE ZÁKAZNICKÝCH POTŘEB	30
5.2. IDENTIFIKACE INOVAČNÍCH PŘÍLEŽITOSTÍ A INOVAČNÍ ZÁMĚR	31
5.2.1. <i>Identifikace inovačních příležitostí</i>	31
5.2.2. <i>Inovační záměr</i>	31
5.3. ALOKACE ZDROJŮ	31
5.4. VYPRACOVÁNÍ HARMONOGRAMU	32
5.5. ZFORMULOVÁNÍ INOVAČNÍCH PROHLÁŠENÍ	33
6. NAVRHOVANÉ VARIANTY SNÍŽENÍ HMOTNOSTI VÍKA	33
6.1. VARIANTA 1 - APLIKACE TECHNOLOGIE REHAU HYBRID-PLUS NA VÍKO ROOMSTER	34
6.1.1. <i>Základní plech a žebírkovitá struktura</i>	34
6.1.2. <i>Kompletní víko</i>	35
6.1.3. <i>Přehled dílů – hmotnosti</i>	35
6.2. VARIANTA 2 - APLIKACE TECHNOLOGIE REHAU HYBRID-PLUS NA VÍKO ROOMSTER – VARIANTA S RÁMEM	36
6.3. HLINÍKOVÉ A HOŘČÍKOVÉ ZADNÍ VÍKO	38
6.3.1. <i>VARIANTA 3 - Hliníkové víko tvářené</i>	38
6.3.2. <i>VARIANTA 4 - Hliníkové víko odlévané</i>	40



6.3.3.	VARIANTA 5 - Hořčikové zadní víko	41
6.3.4.	Porovnání variant z lehkých kovů	43
6.4.	ÚSPORA HMOTNOSTI NA ZADNÍM SKLE	43
6.4.1.	Polykarbonátové sklo zadního víka (varianta 6).....	43
6.4.2.	Sklo zadního víka s hydrofobní vrstvou (varianta 7)	46
7.	VÝBĚR NEJVHODNĚJŠÍ VARIANTY	47
7.1.	PŘEHLED HMOTNOSTÍ SOUČASNÉHO ŘEŠENÍ	47
7.2.	PŘEHLED HMOTNOSTÍ - NOVÉ NÁVRHY	47
7.3.	ZHODNOCENÍ INOVAČNÍCH NÁVRHŮ	48
7.3.1.	Rozhodovací tabulka pro hrubé rozřídění konceptů.....	48
7.3.2.	Tabulka pro detailní hodnocení konceptů.....	51
8.	VÍTĚZNÝ NÁVRH: APLIKACE TECHNOLOGIE REHAU HYBRID-PLUS NA VÍKO ROOMSTER.....	52
8.1.	ZÁKLADNÍ PLECH.....	52
8.2.	ŽEBIRKOVITÁ STRUKTURA.....	54
8.3.	VNĚJŠÍ DÍL HORNÍ A DOLNÍ.....	55
8.4.	VNITŘNÍ OBLOŽENÍ ZADNÍHO VÍKA.....	56
8.5.	SKLO A KRYT MOTORKU STĚRAČE	56
8.6.	KOMPLETNÍ VÍKO	56
8.7.	PŘEHLED DÍLŮ – HMOTNOSTI.....	58
8.8.	POSTUP VÝROBY.....	59
8.9.	PEVNOSTNÍ ANALÝZA.....	61
8.9.1.	Torzní tuhost.....	61
8.9.2.	Zatížení na ohyb.....	62
8.10.	DFx	63
8.10.1.	DFA – Design for Assembly	63
8.10.2.	DFM – Design for Manufacturing.....	63
8.10.3.	DFD – Design for Disassembly.....	63
8.10.4.	DFE – Design for Enviroment.....	63
8.10.5.	Konstruování s ohledem na spolehlivost.....	64
8.11.	ZHODNOCENÍ KLÍČOVÝCH PARAMETRŮ VÍTĚZNÉ VARIANTY	66
9.	ZÁVĚR.....	70
	PODĚKOVÁNÍ	72
	POUŽITÁ LITERATURA	73
	PŘÍLOHY	73

Použité označení a zkratky

Označení	Jednotky	Název veličiny
PP	-	polypropylen
PU	-	polyuretan
1K	-	jednokomponentní
PE	-	polyetylen
T 20	-	talek (20%)
ς	kg/m ³	hustota
α_{23-80}	μm/mK	Koeficient teplotní roztažnosti
EPDM	-	Pryž
R _p	MPa	Napětí na mezi kluzu
R _m	MPa	Napětí na mezi pevnosti

1. ÚVOD

Tato diplomová práce byla vypracována ve firmě Škoda Auto, v oddělení TKO – Vývoj okované karoserie.

Práce tematicky patří do skupiny zadní víko a je zaměřena na inovaci současného konstrukčního stavu hybridního zadního víka automobilu Škoda Roomster.

1.1. Cíl diplomové práce

Cílem diplomové práce je navrhnout a naplánovat inovaci současného konstrukčního stavu hybridního zadního víka vozu Roomster, případně vytvoření nového návrhu.

Výsledkem této práce by měl být optimalizovaný konstrukční návrh hybridního zadního víka (tvarové provedení, technologie výroby, použitý materiál) s přihlédnutím na redukci hmotnosti při zachování počátečních rozměrových a mechanických požadavků (pevnostní, teplotní...) a posouzení vybrané varianty.

V souladu se zásadami pro vypracování je diplomová práce členěna takto:

- ❖ Seznámení se současným konstrukčním stavem zadního víka. V této kapitole je popsán obecně vůz Roomster, jehož součástí je zadní víko, řešené v diplomové práci a současný konstrukční stav plechového a hybridního víka vozu Roomster.
- ❖ Porovnání produktů konkurenčních výrobců automobilů, u jejichž vozů bylo použito plastové nebo hybridní zadní víko.
- ❖ Postup při plánování inovace a identifikace zákaznických potřeb.
- ❖ Představení všech navrhovaných variant pro optimalizaci hmotnosti zadního víka pro vůz Roomster.
- ❖ Výběr nejvhodnější varianty – použité moderní metody inovačního inženýrství.
- ❖ Detailně rozpracovaná vítězná varianta (hybridní zadní víko s použitou technologií Hybrid Plus od firmy Rehau), konstrukční návrh, výrobní postup, pevnostní analýza a zhodnocení návrhu z hlediska DFX.

1.2. Inovace

1.2.1. Nutnost inovace

Protože jde vývoj neustále kupředu a pohybujeme se v turbulentním obchodním prostředí, musí firma, která chce alespoň držet krok s konkurencí, neustále inovovat své výrobky, procesy a služby. Inovace jsou nezbytnou součástí každého fungujícího a prosperujícího podniku, který myslí na budoucnost a chce stále oslovovat zákazníky.

Každý podnik, který se chce udržet na trhu, by měl jít stále dopředu, hledat nové nápady, nové příležitosti, nové postupy. Měl by tedy realizovat vhodnou inovační politiku. Ne vždy je inovace doprovázená výraznými investicemi. Někdy i inovace, která nic nestojí, přináší obrovskou úsporu nákladů.

Jedním z nástrojů pro zavádění inovací je disciplína „Inovační inženýrství“, která je zaměřena na systematickou a rychlou transformaci prvotní technické myšlenky do produktu, procesu nebo služby uplatněného na trhu. [3]

1.2.2. Využití nových myšlenek

Tato diplomová práce je psána v duchu definice inovace dle Ministerstva obchodu a průmyslu Velké Británie:

„Inovace je úspěšné využívání nových myšlenek.“

Inovace nemusí být nová v tom smyslu, že ji ještě nikdo předtím nevyzkoušel, musí být ale nová alespoň v jednom svém aspektu.

Pro vypracování práce na téma „Inovace konceptu lehkého zadního víka“ byly využity dostupné nové myšlenky, technologie a přístupy, pomocí kterých je možné dosáhnout snížení hmotnost navrhovaného dílu.

2. SOUČASNÝ STAV ZADNÍHO VÍKA ŠKODA ROOMSTER

2.1. Roomster

Díky netradičnímu designu může Roomster poskytnout komfort a prostor vozů typu MPV a zároveň si zachovat kompaktní vnější rozměry.

❖ Technická data

Délka/šířka/výška:	4205 mm/1684 mm/1607 mm
Světlá výška:	140 mm
Objem zavazadlového prostoru min./max.:	450/1780 l
Hmotnost vozu:	1 155 – 1260 kg (dle motoru)
Užitečná hmotnost:	515 kg

[1]

❖ Roomster Scout

Model Scout je stvořený pro volný čas. Pro dny dovolené a prodloužené víkendy, pro výlety z města do přírody a jízdu novými cestami.

Roomster Scout kombinuje variabilní vnitřní prostor, komfortní výbavu a atraktivní vzhled automobilu pro volný čas. Paket Scout obohacuje vůz o prvky terénního auta. Tvoří jej charakteristické ochranné kryty, stříbrný spodní kryt zadního nárazníku a kola z lehkých slitin, která byla vyvinuta výhradně pro tento model.

[1]

Hybridní zadní víko, které je předmětem řešení této diplomové práce, se montuje právě na model Roomster Scout.

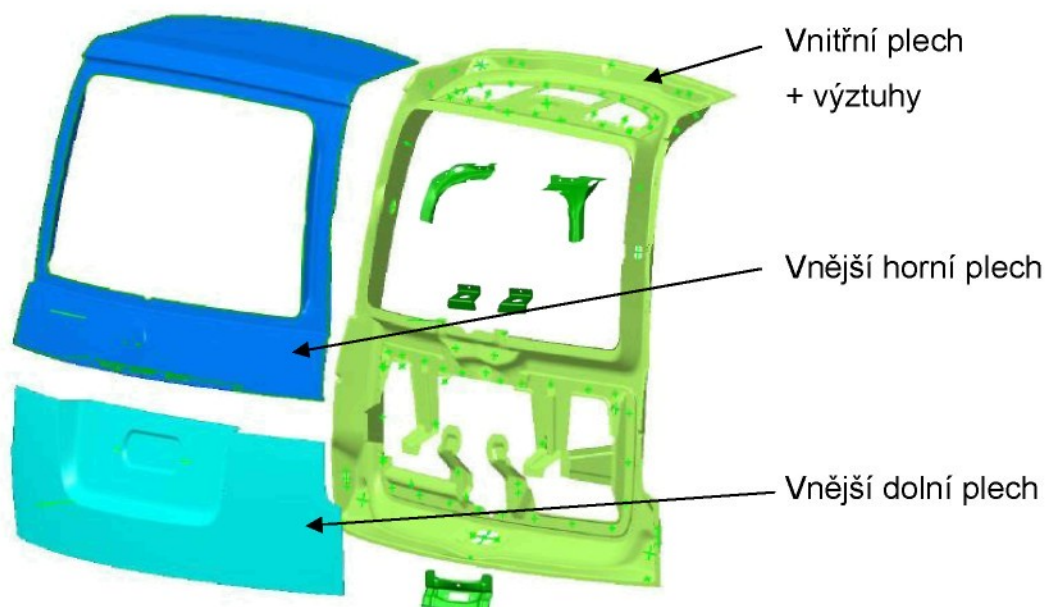


Obr. 1. Roomster Scout

2.2. Plechové zadní víko Roomster

Většinová produkce vozu Roomster jde na trh s plechovým víkem.

Plechové zadní víko se skládá z těchto hlavních částí:



Obr. 2. Plechové víko

Víko je vyrobeno z pozinkovaného ocelového plechu – vnitřní plech pozinkován žárově (EN 10327), vnější elektrolyticky (EN 10152), tloušťka všech plechů je 0,75 mm. V oblasti závěsů víka, plynových podpěr a zámku jsou plechy vyztužené (dva na sobě).

Ostatní díly nebudou do tohoto rozboru zahrnuty, neboť se použijí stejné u varianty plechového i hybridního víka (závěsy, plynové podpěry, zámek víka, lampičky SPZ, třetí brzdové světlo, motorek stěrača a stěrač...). Pro porovnání budou uvedeny jen hlavní díly.

Díl	Plocha	Hmotnost
Vnější horní díl	6340 cm ²	3,74 kg
Vnější dolní díl	4420 cm ²	2,60 kg
Vnitřní díl	9060 cm ²	5,32 kg
Výztuhy závěsů	Součást vnitřního plechu	0,91 kg
Výztuha zámku		0,235 kg
Vnitřní obložení		1,265 kg
Celkem		14,07 kg

[1]

2.3. Hybridní zadní víko Roomster

Projekt Roomster se v současné době vyrábí s plechovým zadním víkem.

Paralelně bylo vyvinuto hybridní víko, které je zatím nasazeno pouze na variantu Roomster Scout.

Důvody pro nasazení hybridního víka do série:

- ❖ Snížení hmotnosti
- ❖ Sbírání zkušeností pro další projekty
- ❖ Zvýšení užité hodnoty
- ❖ Vyměnitelnost vnějších dílů
- ❖ Lepší akustické vlastnosti
- ❖ Bezproblémová klimatická odolnost
- ❖ Korozní odolnost
- ❖ Velmi dobrá tuhost víka díky uzavřené rámové konstrukci

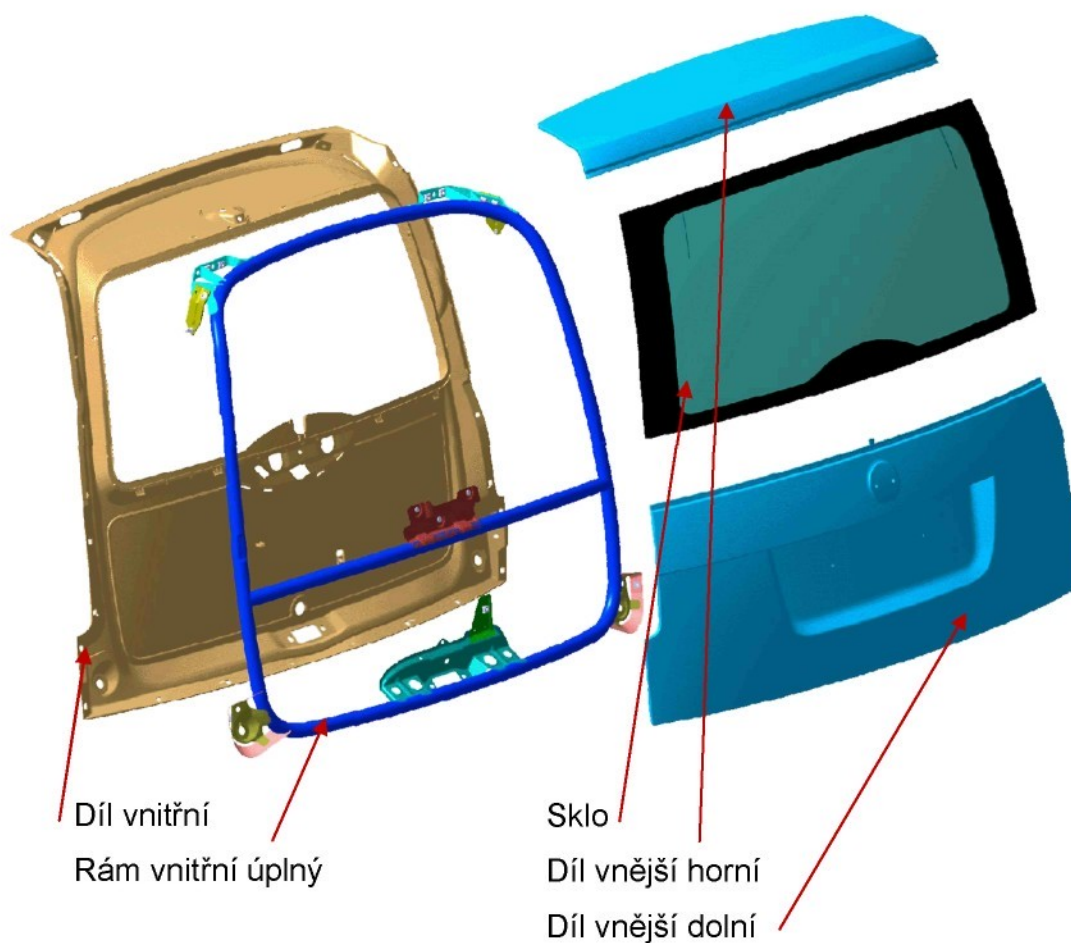


Obr. 3. Hybridní víko Roomster

2.3.1. Hlavní díly hybridního víka

Stav dílů nasazených do série:

- ❖ Vnější díly – základ PP; lakováno Off-line
- ❖ Vnitřní díl jednodílný – základ PP; dezénovaný
- ❖ Výztužný ocelový rám



Obr. 4. Rozpad dílů

[1]

2.3.2. Vnitřní díl

Hmotnost:	4,1 kg
Výrobce / označení:	Borealis Daplen L300AI
Materiál / plnivo:	PP / PE T20
Hustota:	1150 kg/m ³
Modul pružnosti v ohybu:	3000 Mpa
Koeficient teplotní roztažnosti 23-80°C:	48 μm/mK

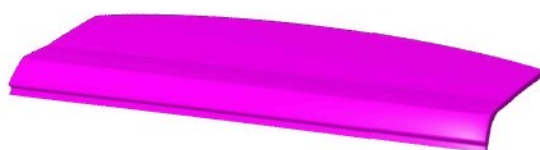


Obr. 5. Vnitřní díl

[1]

2.3.3. Vnější plastové díly

Horní díl - hmotnost:	1 kg
Dolní díl - hmotnost:	1,7 kg
Výrobce / označení:	Sabic Keltan TP 4EX2503
Materiál / plnivo:	PP + EPDM T25
Hustota:	1090 kg/m ³
Modul pružnosti v ohybu:	2400 Mpa
Koeficient teplotní roztažnosti 23-80°C:	55 µm/mK
Lakovatelnost	OK



Obr. 6. Vnější horní díl



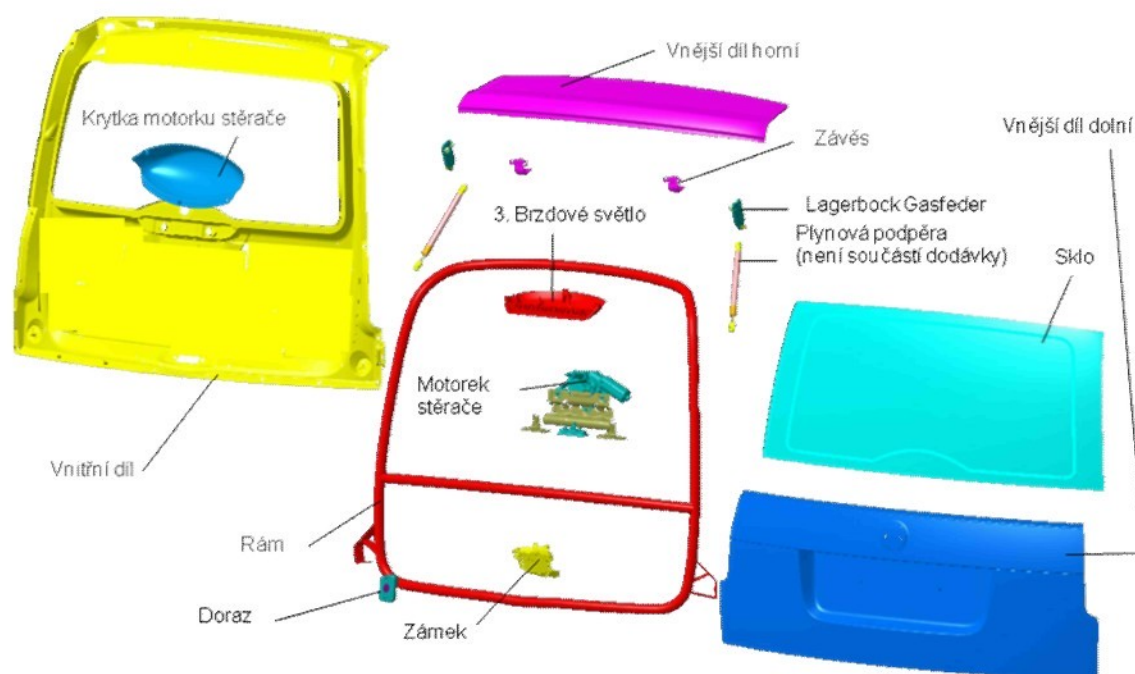
Obr. 7. Vnější dolní díl

[1]

2.3.4. Ostatní drobné díly

Zadní víko se skládá ze spousty drobných dílů, které však nebudou v této práci detailně popisovány, protože nejsou z pohledu zadání diplomové práce podstatné. Jedná se zejména o zámkovou soupravu, dorazy víka, plynové podpěry, brzdové světlo, závěsy víka a motorek stěrače.

Tyto díly jsou shodné pro všechny varianty, které budou v této práci řešeny.



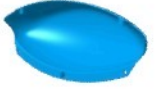
Obr. 8. Detailní rozpad dílů



Obr. 9. Komplet hybridního víka

[1]

2.3.5. Přehled dílů – hmotnosti

Díl	Materiál	Proces	Povrch	Hmotnost	Hmotnost
Vnější horní 	PP + minerály	vstřikování	Lakováno off-line	1,0 kg	Plechové víko (včetně vnitřního obložení) 
Vnější dolní 	PP + minerály	vstřikování	Lakováno off-line	1,7 kg	
Vnitřní díl 	PP + 30% minerály	vstřikování	Černý rast	4,1 kg	
Rám 	Ocel	ohýbání, svařování	KTL – lakováno	5,4 kg	
Lepidlo 	PU 1K	lepení		0,5 kg	-
Krytka motorku stěrače* 	PP	vstřikování	Černý rastr	0,23 kg*	0,23 kg*
Celkem				12,57 kg	14,07 kg

* nezapočítává se

3. ZADNÍ VÍKA U OSTATNÍCH VÝROBCŮ

3.1. Přehled

Plastová víka:

- Mazda 5
- Mercedes Benz třída A
- Smart for Two
- Nissan Murano

Hybridní víka (plast + ocel):

- Škoda Roomster
- Subaru R1
- Ford Kuga

3.2. Porovnání – hlavní parametry

	Torzní tuhost	Váha celkem	Síla vytržení zámku	Váha rámu
Mazda 5	122 Nm/°	23,7 kg	380 kg	4 kg
Mercedes A	122 Nm/°	21 kg	600 kg	-
Subaru R1	135 Nm/°	16,5 kg	250 kg	2 kg
Ford Kuga	nezjištěno	nezjištěno	nezjištěno	nezjištěno
Nissan Murano	nezjištěno	nezjištěno	nezjištěno	nezjištěno
Smart for Two	nezjištěno	nezjištěno	nezjištěno	nezjištěno
Roomster hybridní	223 Nm/°	20,2 kg	800 kg	5,8 kg
Roomster plech	156 Nm/°	20,2 kg	600 kg	-

3.3. Mazda 5



Obr. 10. Víko Mazda 5

3.3.1. Použité materiály

- hybridní zadní víko: plast / ocel
- 1 velký vnitřní strukturovaný díl, PP + 30% sklo, tloušťka = 3 mm, lakovaný
- 2 vnější plastové díly, PC/ABS, tloušťka 3 mm
- několik kovových výztuh, závěsy, zámek, rám

3.3.2. Hmotnosti

Spoiler	1,5 kg	Sklo	3,6 kg
Dolní vnější díl	2,5 kg	Výztuhy závěsů	3,8 kg
Vnitřní díl	7,4 kg	Výztuha zámku	0,2 kg
Lepidlo celkem	0,7 kg	Hmotnost (komplet):	23,7 kg

3.3.3. Rozměry víka

Délka: 106 cm, šířka: 140 cm, tloušťka: 8 - 10 cm

Sklo: celková plocha: 0,45 m², celková viditelná plocha: 0,30 m²

3.3.4. Jednotlivé části

Víko se skládá z těchto částí: vnitřní plastový díl, vnější plastové díly, sklo, lepidlo, kabelový svazek pro elektriku a vodu, kabelový svazek pro anténu

rádía, motorek stírače, klika otvírání víka, elektrické připojení pro vyhřívání zadního skla, integrovaná podložka pod SPZ, výtokový otvor, zámek.



Obr. 11. Víko Mazda 5 – pohled zevnitř

3.3.5. Proces výroby

Vystříknutí strukturovaných dílů, upevnění všech důležitých dílů zevnitř vnitřního plastového dílu, ocelové výztuhy pro závěsy, lepení dolního vnějšího dílu, anténa, kabelový svazek, ostříkovací systém, lepení spoileru, lepení okna na obě části, motorek stěrače, zámek, osvětlení, druhé ocelové výztuhy pro závěsy.

3.3.6. Mechanické vlastnosti

Torzní tuhost:

- Síla je 99 N na obou stranách
- Přibližně 11 mm vychýlení na každé hraně
- Torzní tuhost: 122 Nm/° (stejná hodnota jako A Class Mercedes)

Tuhost ploch:

- Deformace je menší než 1 cm a síla dosahuje hodnoty 178,5 N
- Vnější plastové díly jsou velmi tuhé

[6]

3.4. Mercedes Benz třídy A – první generace



Obr. 12. Mercedes Benz - A

3.4.1. Použité materiály

- Vnější díl horní a dolní: PC+ABS (tloušťka 3 mm)
- Vnitřní díl: PP GMT 40% skelná vlákna (tloušťka 3,5 mm)
- Obložení: koberec
- Otvírání víka: PC+ABS, venkovní zámek: PBT+PC

3.4.2. Hmotnosti

Spoiler: 1 kg

Dolní díl: 2 kg

Sklo: 4,7 kg

Hmotnost (komplet): 21 kg

3.4.3. Rozměry víka

Délka: 104 cm, šířka: 140 cm, tloušťka: 10 cm

Sklo: plocha celkem: 0,55 m², viditelná plocha celkem: 0,35 m²

3.4.4. Jednotlivé části

Víko se skládá z těchto částí: vnitřní plastový díl, vnější plastové díly, sklo, lepidlo, kabelový svazek pro elektriku a vodu, kabelový svazek pro anténu rádia, motorek stěrače, třetí brzdové světlo, zámkový systém + integrovaná

klika, integrovaná anténa pod spoilerem, Integrované ocelové matice (4x), lampičky osvětlení SPZ.

3.4.5. Proces výroby

Vstřikování plastových dílů, upevnění všech hlavních částí vnitřního plastového dílu, anténa rádia, kabelový svazek, lepení dolního vnějšího dílu, lepení spoileru, lepení skla, montáž motorku stěrače, zámek, osvětlení, výztuhy pro závěsy.



Obr. 13. Vstřikovaný vnitřní díl

3.4.6. Mechanické vlastnosti

Torzní tuhost

- Síla je 198 N na obou hranách
- Přibližně 13 mm vychýlení na každé hraně
- Torzní tuhost: 122 Nm/° (stejná hodnota jako Mazda 5)

[6]

3.5. Ford Kuga



Obr. 14. Ford Kuga

- Vícedílné zadní víko:
 - horní díl – plastový, samostatně se otevírá
 - dolní díl – ocelový plech
- Zadní spoiler s integrovaným třetím brzdovým světlem



Obr. 15. Detail víka Ford Kuga

3.6. *Subaru R1*



Obr. 16. *Subaru R1*

Materiál víka: PP + 30% skelných vláken

Hmotnost: 16,5 kg (komplet)

Hmotnost rámu: 2 kg

Torzní tuhost: 135 Nm/°

Síla vytržení zámku: 250 kg



Obr. 17. *Víko Subaru R1*

3.7. *Smart for Two*



Obr. 18. *Smart for Two*

3.8. *Nissan Murano*



Obr. 19. *Nissan Murano*

4. KONCEPT REHAU – TECHNOLOGIE HYBRID-PLUS

4.1. Výhody hybridního zadního víka obecně

[2, 4]

- ❖ Snížení výrobních nákladů
 - ❖ Snížení hmotnosti
 - ❖ Zvýšení užitné hodnoty
 - ❖ Vyměnitelnost vnějších dílů
 - ❖ Snížení garančních nákladů
 - ❖ Velmi dobrá korozní odolnost
 - ❖ Bezproblémová klimatická odolnost
 - ❖ Velmi dobrá tuhost víka (v závislosti na konstrukci)
 - ❖ Svoboda v designu
- ❖ Technologie Hybrid Plus nabízí významné navýšení hodnot mechanických vlastností vyplývajících ze spojení plast-kov.
- ❖ Nová technologie otvírá inovativní koncepty pro montážní skupiny a moduly jako je modul zadního víka.



Obr. 20. Technologie Hybrid-Plus

- ❖ Spojení kovu a plastu je vytvořeno tvarovým stykem pomocí prostříkovacích otvorů.

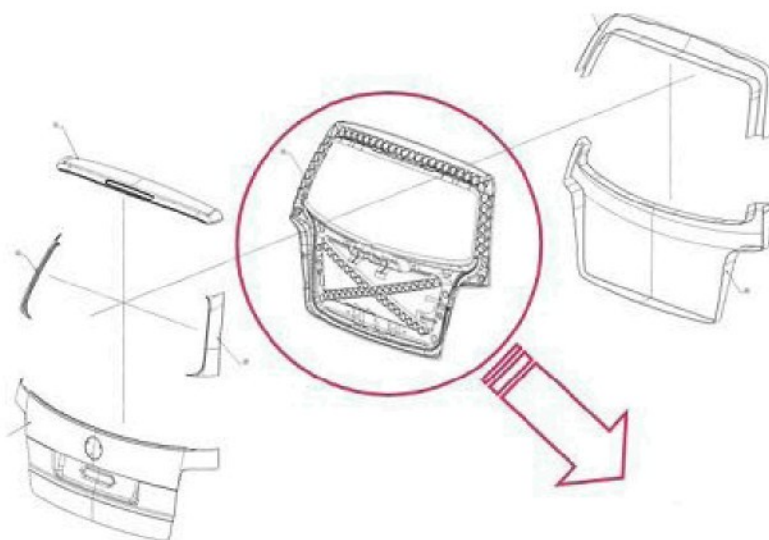


Strukturovaný díl
=
Základ
technologie

Obr. 21. Strukturovaný díl

PP + 30-40% skelná vlákna

Plech s povrchovou úpravou (KTL) + adhezni vrstva (organický povlak)



Obr. 22. Rozpad dílů

- ❖ Základní díl konceptu tohoto zadního víka je hybridní nosná struktura (viz. obr. 22).
- ❖ Ta samotná splňuje všechny mechanické požadavky.
- ❖ Struktura v tomto případě nahrazuje až třívrstvou ocelovou konstrukci.
- ❖ Toto spojení má velkou hmotnostní výhodu, která je významná hlavně s ohledem na požadované snížení spotřeby paliva.

4.2. Výhody použití technologie Hybrid Plus

- ❖ Vysoká tuhost konstrukce
- ❖ Potenciálně nižší cena nosného dílu
- ❖ Inovativní způsob zastříknutí kovového plechu
- ❖ Zavádění tzv. lehkých konceptů a tím i podílu plastů v automobilové výrobě pomáhá splnit požadované emisní cíle výrobců automobilů.

Úspora hmotnosti:

- ❖ Úspora hmotnosti u prototypů až o 6,3 kg oproti referenčnímu sériovému zadnímu víku - použitím plastů na vnější díly, spoiler a strukturované vnitřní díly.
- ❖ Další potenciál díky optimalizaci a přizpůsobení konstrukce víka technologii Hybrid-Plus.

Svoboda v oblasti designu:

- ❖ Možnost použití tvarů, které se u plechového víka použít nedají.
- ❖ Různé barevné provedení vnějších dílů a spoileru, možnost vícebarevného lakování jednotlivých dílů.

Jednoduchá zástavba

- ❖ Anténa pro rádio, GPS, UMTS, GMS, třetí brzdové světlo, zadní stěrač, parkovací asistent, atd.

Dokončovací proces u OEM:

- ❖ Díky modulové zástavbě je možné zredukování potřebných dokončovacích kapacit a časů.
- ❖ Zlepšení pracovních podmínek pro montážní dělníky díky odpadnutí montáže „nad hlavou“.
- ❖ Zredukování skladovacích ploch a zjednodušení dopravních toků.

Systémové náklady:

- ❖ Zhruba stejné systémové náklady jako u běžného plechového víka.

Náklady na Facelift a odvozené varianty:

- ❖ Nízké náklady na výrobu různých variant (sportovní, elegantní, atd.).
- ❖ Zvýšení užitné hodnoty vozu díky vyměnitelnosti vnějších plastových dílů.

Jednoduchá opravitelnost a vyměnitelnost



Obr. 23. Vyměnitelnost panelových dílů

[2, 4]

Nevýhody:

- ❖ Deformace dílu při tepelném zatížení (bimetalický efekt)
- ❖ Vzhledová povrchová úprava plechu
- ❖ Možnost zůstávání vysrážené vody v žebírkovité struktuře
- ❖ Otázka recyklace základního nosného dílu (komplet žebírka+plech)

4.3. Základní principy technologie Hybrid-Plus

[2, 4]

- ❖ Komponenty relevantní pro technologii Hybrid-Plus jsou ocelové plechy se zinkovou vrstvou.
- ❖ Tyto plechy se v procesu Coil Coating opatřují adhezní vrstvičkou.
- ❖ Po tváření plechů se na ně vstřikuje vyztužovací žebrovitá struktura z polypropylenu zpevněného skelnými vlákny.
- ❖ Důležitý prvek technologického řetězce je adhezní prostředek, který je přidán ve vstřikovacím procesu. Přílnavost se aktivuje teplem a tavením plastu.
- ❖ Přílnavost vzniklá v adhezní vrstvě zvyšuje pevnost základního materiálu.

- ❖ Adhezní vrstva splňuje korozní požadavky – nahrazuje klasické katodické ponorné lakování (KTL).
- ❖ Vedle speciálních korozních požadavků mají být splněny nároky na odolnost proti stárnutí.

4.4. Pravidla pro návrh strukturovaných dílů podle Rehau

- ❖ Návrh strukturovaných dílů je považován za základ pro konkurenceschopnost celkového modulu.
- ❖ Hodnotí se statické a dynamické zatížení víka.
- ❖ Nutno brát ohled na detaily projektu – dorazy, závěsy a způsob zavírání.
- ❖ Zhodnotit prostor mezi vnitřními a vnějšími díly, který je k dispozici. Do toho se potom vkládá strukturovaný díl.
- ❖ Musí se uvažovat optimální stabilita této struktury a dostačující pevnost dílů v tahu na požadovaný profil.
- ❖ Předpokládanou optimální stabilitu lze zvýšit následným vložením výztužných žebër. Simuluje se skutečná tuhost žebrované struktury.
- ❖ V této fázi vývoje je vhodné provádět optimalizaci technologie, která zohledňuje polohu nářadí a pozdější směr zaformování.
- ❖ Další významnou okrajovou podmínkou je počet kroků tažení v procesu tváření plechu.
- ❖ Na jedné straně se tím zlepší mechanické vlastnosti (především tuhost), na druhé straně se snažíme o snížení místního namáhání materiálu (např. během přizpůsobení úkosů a zaoblení).
- ❖ Při navrhování plastových dílů je nutné zohlednit teplotně závislé délkové rozměry a deformace závislé na zatížení.
- ❖ Firma Rehau udává, že v případě technologie Hybrid Plus je mechanické zatížení přijímáno převážně prostřednictvím plechu. Protážení plastu je nepatrné.
- ❖ Vrstva, ve které probíhá teplotní změna délky, se předpokládá v plechu.
- ❖ Vlivem teplotních změn však může být pozorován Bi-metalefekt.

[2, 4]

Do porovnání navrhovaných variant bude zahrnut i návrh dílu za použití technologie Rehau Hybrid-Plus.

5. INOVAČNÍ ZÁMĚR A PLÁNOVÁNÍ INOVACE

Rámcový postup při plánování inovace:

- ❖ Nejprve byla provedena analýza současně používaného zadního víka vozu Roomster, a to jak plechového, tak hybridního.
- ❖ Dále byl proveden průzkum u ostatních vozů v koncernu a u konkurence, které vozy mají plastové zadní víko.
- ❖ Po analýze těchto výrobků byly stanoveny parametry, které by se mohly zlepšit a navržena opatření, která by měla přispět k optimalizaci současného konstrukčního stavu výrobku. Mělo by dojít především k redukci hmotnosti celého zadního víka.
- ❖ Zadní víko musí kvalitou povrchu a tvarem odpovídat předepsaným parametrům fy. Škoda:
 - Připevnění musí být bezpečné, bez průtahů, s jednoznačnou montáží. Volba materiálu a postup se musí zaměřit na náklady a kvalitu.
 - Splnění zákonných předpisů pro všechny země plánovaného prodeje, jejichž účinnost se předpokládá v době výroby vozu.
 - Splnění interních předpisů a norem.
 - Splnění všech bezpečnostních požadavků.

5.1. Identifikace zákaznických potřeb

Automobilové díly jsou z hlediska zákazníka specifické v tom, že zákazníkem může být automobilka (v případě externě vyvíjených a dodávaných dílů), ale v konečném důsledku je to vždycky až zákazník jako spotřebitel.

V tomto případě je díl vyvíjen pro zákazníka firmu Škoda, ale parametry dílu budou mít samozřejmě vliv i na konečného zákazníka - např. hmotnost dílu bude mít vliv na snížení spotřeby paliva a možnost vyměnit pouze panelové díly v případě poškození sníží cenu opravy vozu v servisu.

5.2. Identifikace inovačních příležitostí a inovační záměr

5.2.1. Identifikace inovačních příležitostí

V automobilovém průmyslu se jako dlouhodobý trend u některých dílů (blatníky, dveře, víka) předpokládá přechod z klasické kovové (ocelové) konstrukce na odlehčené varianty, ať už hybridní, z lehkých kovů nebo plastové. Výsledkem této snahy by mělo být snížení hmotnosti automobilu, které s sebou přináší snížení spotřeby paliva, nižší emise a tedy nižší zátěž pro životní prostředí.

Z důvodu snížení hmotnosti a nákladů a sbírání zkušeností pro další projekty se nadále pracuje na vývoji „lehkého“ zadního víka.

Na základě zkušeností z konstrukce stávajícího hybridního a plechového víka vozu Roomster a předepsaných požadavků na zadní víka byly definovány inovační příležitosti pro novou variantu odlehčeného zadního víka:

- Snížení hmotnosti celého víka
- Dobrá klimatická a korozní odolnost dílu
- Jednoduchá montáž – modulový díl
- Lepší akustické vlastnosti
- Možnost použít některé díly ze současného plechového nebo hybridního víka.

5.2.2. Inovační záměr

- ❖ Hybridní víko má výbornou odolnost proti korozi. Velké procento reklamací od zákazníků je právě na korozi v oblasti zadního víka. Pokud se podaří odstranit příčinu těchto reklamací, dojde tak k výraznému snížení garančních nákladů.
- ❖ Nižší hmotnost – menší spotřeba paliva – lepší ekologické parametry vozu (menší emise CO₂).
- ❖ Vyměnitelnost panelových dílů

5.3. Alokace zdrojů

- ❖ Lidské zdroje: Zadní víko je vyvíjeno ve spolupráci dodavatelské firmy a firmy Škoda. Veškeré plánování personálních zdrojů potřebných k výrobě dílu je prováděno na straně dodavatele. Škoda plánuje pouze počty vývojových (konstrukčních a testovacích) pracovníků.

- ❖ Uplatnění metody Rapid Prototyping: Za dodání prototypů je zodpovědný dodavatel.
- ❖ Potřeba pilotní haly (linky): Víko přichází od dodavatele jako modulový díl a to metodou JIT. Na montážní lince Škoda se víko pouze namontuje na příslušný vůz a zapojí se elektroinstalace.
- ❖ Testovací zařízení: Zkoušky probíhají jak u dodavatele, tak ve vývoji Škoda. V dodavatelské firmě jde především o zkoušky laboratorní, ve vývoji Škoda se jedná především o klimatické zkoušky celého vozu a jízdní zkoušky. Detailně jsou jednotlivé zkoušky popsány v kapitole DFX – konstruování s ohledem na spolehlivost.

5.4. Vypracování harmonogramu

Při plánování inovace hybridního zadního víka byla práce rozvržena do těchto fází:

- ❖ Analýza současného stavu hybridního víka a plechového zadního víka Roomster
- ❖ Analýza konkurenčních výrobků – plastová a hybridní víka
- ❖ Průzkum dostupných technologií
- ❖ Inovační záměr a plánování inovace
- ❖ Konstrukční návrhy
- ❖ Zhodnocení konstrukčních návrhů a výběr vítězné varianty
- ❖ Konstrukce a dokumentace a výpočty této varianty
- ❖ Zhodnocení vybraného konstrukčního návrhu podle DFX

Plánování bylo zpracováno v programu pro plánování projektů MS Project, výstup z programu je v příloze (příloha č. 1).

5.5. Zformulování inovačních prohlášení

- ❖ Výrobová vize, popis výrobku, klíčový přínos pro zákazníka:

Vypracovat návrh inovace hybridního zadního víka pro vůz Škoda Roomster, který má za cíl snížení hmotnosti celého víka, při zachování předem určených parametrů (cena, mechanické vlastnosti...).

- ❖ Klíčové obchodní cíle:

Úspora hmotnosti víka, snížení nákladů, zjednodušení procesu montáže (výroba probíhá u dodavatele, montáž ve Škoda).

- ❖ Primární (cílový) trh:

Toto plastové zadní víko bude navrženo pro vůz Škoda Roomster.

- ❖ Podružné trhy:

Nepředpokládám – výrobek je zhotoven na požadavek zákazníka.

- ❖ Předpoklady a omezení:

Výrobek lze používat pouze pro vůz, pro který byl navržen.

6. NAVRHOVANÉ VARIANTY SNÍŽENÍ HMOTNOSTI VÍKA

Tato část práce je zaměřena na vytyčení možností snížení hmotnosti zadního víka automobilu Škoda Roomster.

U variant 1 až 5 vede ke snížení hmotnosti dílu změna konstrukčního řešení a použitého materiálu.

Při počítání hmotnosti nebyly brány v úvahu díly, jako jsou závěsy víka, plynové podpěry, osvětlení SPZ a ostatní díly, které jsou shodné pro všechny varianty. Počítáno bylo pouze s díly, které se v jednotlivých variantách liší a je tedy možné na nich hmotnost ušetřit.

Jsou to především vnitřní rám a plastová žebírkovitá struktura. Nutno zohlednit i hmotnosti vnějších plastových dílů, případně vnitřního plastového dílu nebo vnitřního obložení.

Varianty 6 a 7 jsou uvedeny jen na okraj pro úplnost vytyčení všech možných opatření pro snížení hmotnosti víka a je u nich počítáno s úsporou hmotnosti na zadním skle a eliminaci zadního stěrače včetně motorku stěrače. Nejsou to přímo konstrukční návrhy, nicméně je takto možné snížit hmotnost, což je cílem této práce.

6.1. VARIANTA 1 - Aplikace technologie Rehau Hybrid-Plus na víko Roomster

6.1.1. Základní plech a žebírkovitá struktura

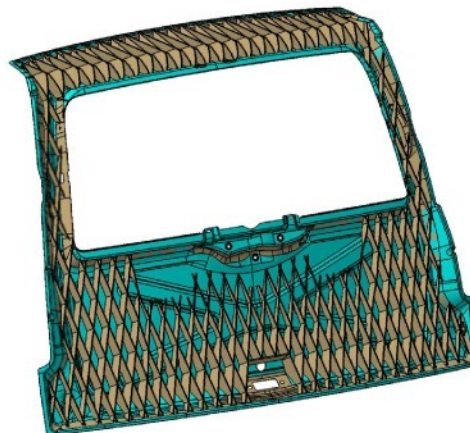
Jako základ pro návrh zadního víka za použití technologie Rehau Hybrid-Plus je použit vnitřní plech z původního plechového víka, modifikovaný pro nástřik žebírkovité struktury.

Tloušťka plechu byla zvolena 0,6 mm. Vychází se z vnitřního plechu plechového zadního víka, kde je tloušťka plechu zvolena 0,75 mm.

Jelikož se u tohoto hybridního víka předpokládá zpevnění výztužnými plastovými žebírky, byl zvolen plech slabší, aby bylo dosaženo redukce hmotnosti. Jestli je tato tloušťka plechu dostačující, bude ověřeno dále v pevnostní analýze. Stejně tak jako vnitřního plechu plechového víka, budou i u tohoto hybridního víka zdvojené plechy v oblasti závěsů víka, plynových podpěr a plynových vzpěr.



Obr. 24. Upravený plech - výztuhy



Obr. 25. Žebírkovitá struktura

Plech pro nástřik žebírkovité struktury se používá pozinkovaný a v procesu výroby se opatřuje adhezí vrstvičkou, která má zlepšit přilnavost nastříknutého plastu a zároveň slouží jako ochranná vrstva.

Materiál pro vstřikování žebírkovité struktury je navržen PP + GF 30%.

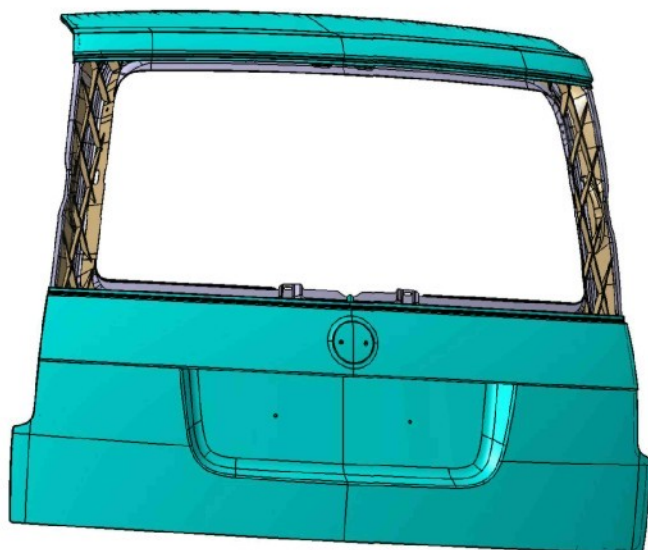
Hmotnost plechu (tloušťka 0,6 mm) 3,912 kg + 1,14 kg výztuhy (0,75 mm)

Hmotnost žebírek (PP+GF 30%) 2,6 kg

Hmotnost celkem 7,6 kg

6.1.2. Kompletní víko

Přípevnění horního i dolního plastového dílu k plechu víka je shodné s přípevněním vnějších plastových dílů u sériového hybridního víka Roomster, pomocí plastových zácvaků.



Obr. 26. Komplet zadního víka

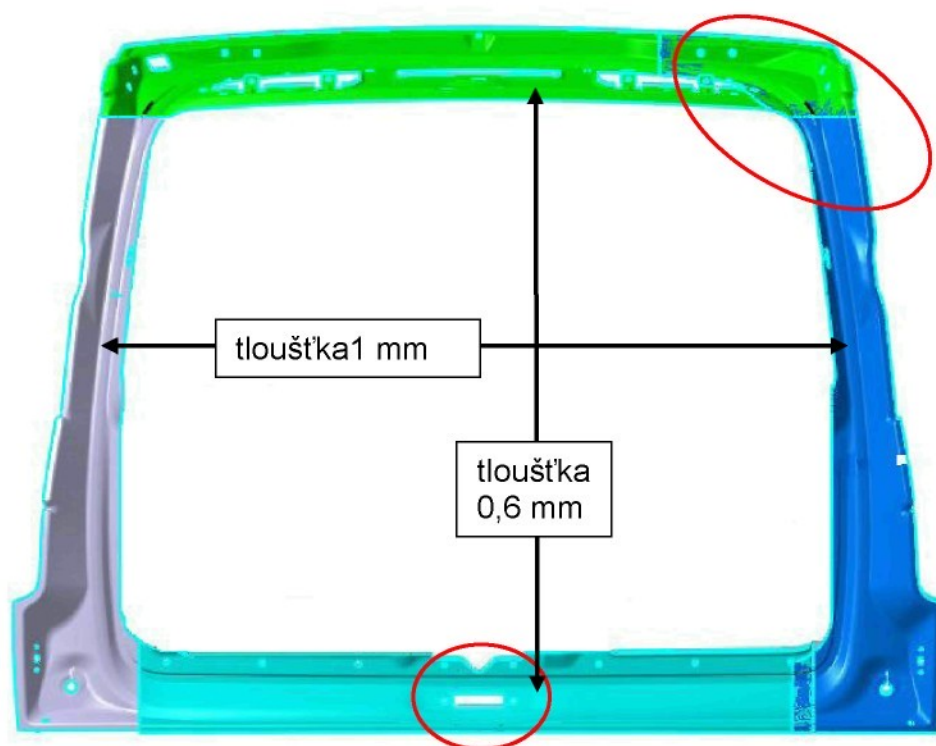
6.1.3. Přehled dílů – hmotnosti

Díl	Materiál	Proces	Povrch	Hmotnost	Hmotnost
Vnější horní 	PP + EPDM T25	vstřikování	Lakováno off-line	1,0 kg	Sériové plechové víko (včetně vnitřního obložení)
Vnější dolní 	PP + EPDM T25	vstřikování	Lakováno off-line	1,7 kg	
Vnitř. obložení 	textilní	-	-	1,265 kg	
Vnitřní plech + žebírka 	Ocel 0,6 mm	ohýbání, svařování	Adhezní vrstva	7,6 kg	
	PP + GF 20%	vstřikování	-		
Celkem				11,56 kg	14,07 kg

6.2. **VARIANTA 2 - Aplikace technologie Rehau Hybrid-Plus na víko Roomster – varianta s rámem**

Druhá varianta byla navržena ve spolupráci s firmou Rehau.

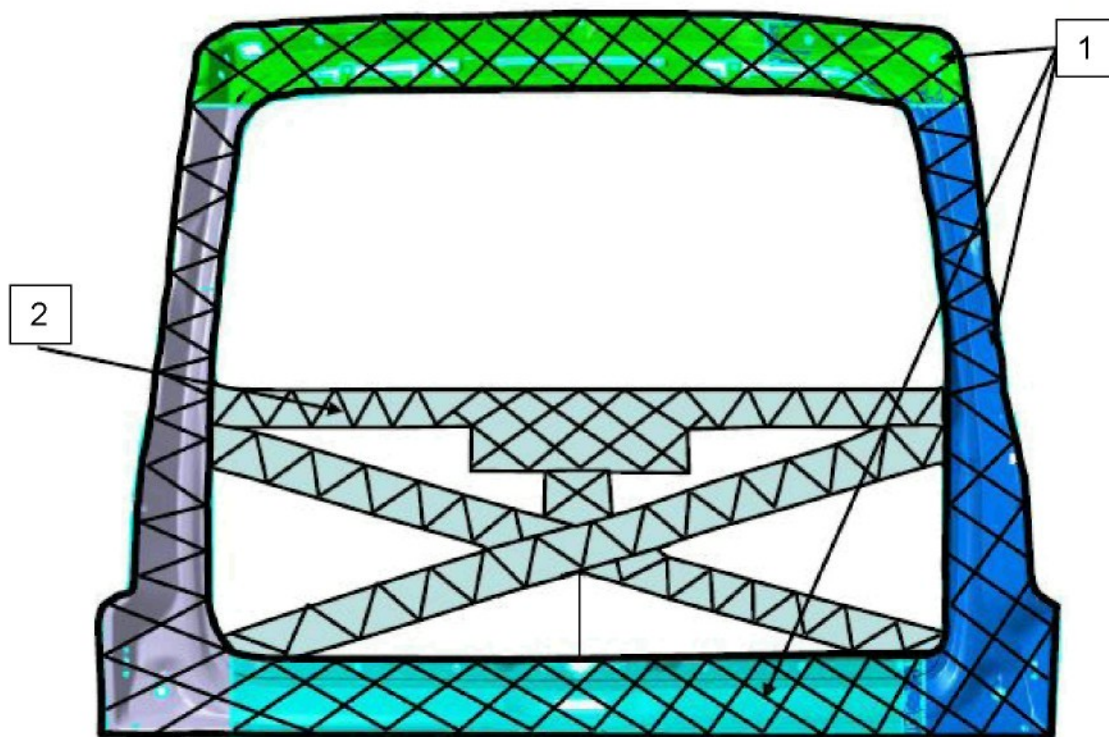
Jedná se o plechový rám, zkombinovaný z plechů o tloušťce 0,6 a 1 mm, na který bude nastříknuta žebrovitá struktura z plastu.



Obr. 27. *Plechový rám*

Zdvojení plechu v oblastech označených červeně nahrazuje jednotlivé výztuhy pro upevnění závěsů víka a plynových podpěr a výztuhu v oblasti zámku.

Hmotnost samostatného rámu je **4,82 kg**.



Obr. 28. Žebírkovitá struktura

- 1 - Oblast kde je struktura žebírek nastříknuta na ocelový plechový rám
2 - V této oblasti byl oproti předchozí variantě odstraněn plech, je nahrazen plastovou žebírkovitou strukturou, která je vsazena na místo plechu.

Hmotnost plastu nastříknutého na rám, včetně křížové výztuhy je 3,93 kg.

Celková hmotnost plechového rámu s plastovou žebírkovitou strukturou tedy bude 8,75 kg (4,82 kg – plech, 3,93 kg plast).

Na tuto konstrukci se namontuje vnější horní díl – spoiler – o hmotnosti 1 kg a vnější dolní díl o hmotnosti 1,7 kg.

Tyto díly jsou převzaty z hybridního víka Škoda Roomster (1. generace).

Hmotnost rámu:	4,82 kg
Hmotnost žebírkovité struktury:	3,93 kg
Vnější horní a dolní plast. díly:	2,7 kg (1 + 1,7 kg)
Celková hmotnost kompletu:	11,45 kg.

Není zde ale zohledněná hmotnost vnitřního obložení víka, které bude u této varianty nutné. Bylo by možné použít obložení ze sériového hybridního víka Roomster, ale jeho hmotnost je 4,1 kg.

Použít textilní obložení shodné se sériovým plechovým víkem nelze, protože by mohlo docházet k deformaci kobercového obložení do vnitřního prostoru víka.

Pro tuto variantu by tedy bylo nutné vyvinout nový druh vnitřního obložení, které bude lehčí než u sériového hybridního víka, ale bude dostatečně zakrývat vnitřní část víka. Vývoj vnitřního obložení je však již nad rámec zadání této diplomové práce.

6.3. Hliníkové a hořčíkové zadní víko

Z hlediska lehké konstrukce je výhodné uvažovat i o jiných materiálech pro použití na zadní víko, než je ocel a plast.

Aby byl přehled dosud známých možností kompletní, je zde uvedena i varianta s použitím hliníkové konstrukce a pro doplnění také konstrukce s použitím hořčíku.

S použitím hliníku a hořčíku na zadní víko nejsou zatím dostatečné zkušenosti pro nasazení do sériové výroby, ale v rámci diplomové práce přichází varianty s hliníkem a hořčíkem v úvahu. Jsou zde uvedeny pouze hlavní principy konstrukce, výhody a nevýhody použití, dále vlastní rámcový výpočet hmotnosti při použití těchto materiálů na zadní víko vozu Roomster (pomocí konstrukčního programu).

6.3.1. VARIANTA 3 - Hliníkové víko tvářené

Konstrukce:

- hliníkový plech – skořepinová konstrukce - tváření
- zpevňovací výztuhy v kritických oblastech
- vnější díl může být jedno- nebo vícedílný (jednodušší převzetí panelových dílů z jiných modelů, pokud je vícedílný)
- technika spojování: lepení + „klinčky“, WIG svařování, laserové svařování vnějších plechů, lepení lemů [5]

Výhody a nevýhody:

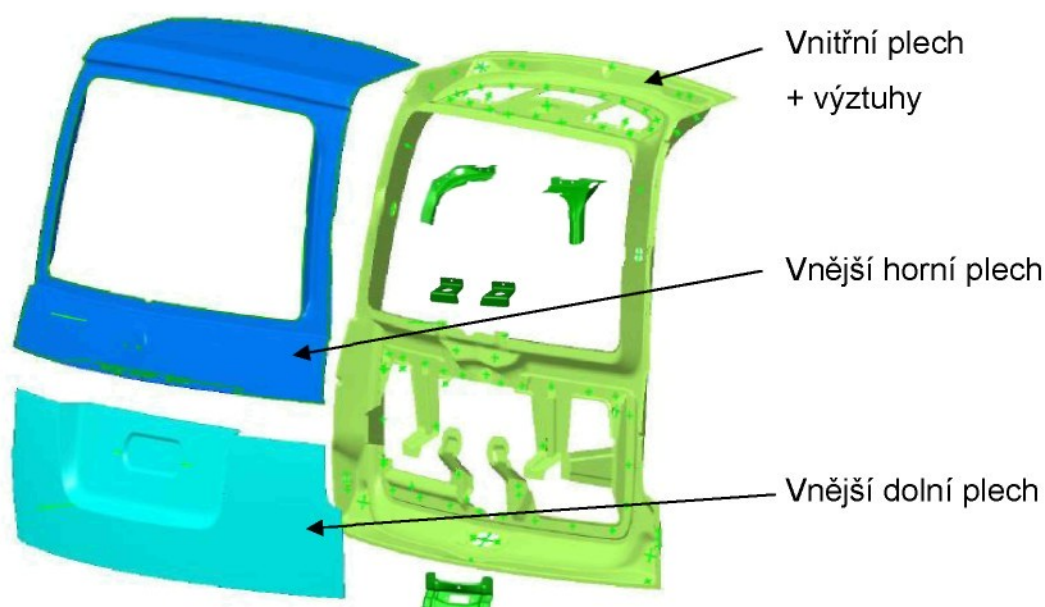
- vysoký potenciál lehké konstrukce

- vysoké náklady na investice do nářadí
- horší tvářitelnost hliníkového plechu oproti ocelovému

Výroba:

- Výztuhy - tváření
- vnitřní plech - tváření
- vnější plech horní a dolní – tváření

Hliníkové plechové zadní víko se skládá z těchto hlavních částí:



Obr. 29. Rozpad dílů - hliníkové víko

Hmotnost hliníkového plechového víka Roomster

Díl	Tloušťka plechu (mm)	Hmotnost (g)
Vnější horní díl	1,25	2141,79
Vnější dolní díl	1,05	1254,71
Vnitřní díl	1,15	2801,08
Výztuhy*	2 (1,2)	1026,16
Celkem	-	7223,74

**Pro hliníkové výztuhy je počítáno s jejich zvětšením o 50% oproti výztuhám u ocelového víka, protože hliník má menší pevnost než ocel. Toto bylo provedeno podle vzoru Audi, kde je použito hliníkové víko u vozu Audi Q5.*

Vlastnosti hliníku:

Hustota: $2,70 \text{ g/cm}^3$

Hliník je měkký a lehký kov, stříbrného vzhledu. Používá se v průmyslových odvětvích, kde je požadována nízká hmotnost, trvanlivost a dobré mechanické vlastnosti dílů. Hliník je netoxický a nemagnetický. Čistý hliník má pevnost v tahu asi 49 MPa a jako slitina až 400 MPa. Hliník má třetinovou hustotu oproti oceli nebo mědi, je poddajný, tažný a snadno obrobitelný. Má vynikající odolnost proti korozi a trvanlivost díky ochranné kysličnickové vrstvě. V přírodě se vyskytuje jako bauxit. [8]

Pro použití na plechy karoserie by se hodily tyto materiály:

- AlMg3, AlMg3Mn ($R_p = 50 - 300 \text{ MPa}$, $R_m = 140 - 390 \text{ MPa}$)
- AlSi1MgMn, AlSiMg0,8 ($R_p = 80 - 360 \text{ MPa}$, $R_m = 150 - 390 \text{ MPa}$)

Mají dobrou pevnost, korozní odolnost a jsou dobře tvářitelné.

6.3.2. VARIANTA 4 - Hliníkové víko odlévané

Konstrukce:

- vnitřní hliníkový plech – tlakové lití
- vnější hliníkové díly - tvářené
- zpevňovací výztuhy jsou součástí vnitřního dílu
- vnější díl může být jedno- nebo vícedílný (jednodušší převzetí panelových dílů z jiných modelů, pokud je vícedílný)
- technika spojování: lepení + „klinčky“, WIG svařování, laserové svařování vnějších plechů, lepení lemů [5]

Výhody a nevýhody:

- vysoký potenciál lehké konstrukce
- náklady na investice do nářadí jsou závislé na počtu vyráběných kusů
- zpevňovací výztuhy bez vícenákladů

Výroba:

- vnitřní plech – tlakové lití
- vnější plech horní a dolní – tváření

Hmotnost hliníkového (litého) víka Roomster

Díl	Tloušťka plechu (mm)	Hmotnost (g)
Vnější horní díl	1,25	2141,79
Vnější dolní díl	1,05	1254,71
Vnitřní díl	-	5845,74
Výztuhy	Jsou součástí litého vnitřního dílu	
Celkem	-	9242,24

6.3.3. VARIANTA 5 - Hořčíkové zadní víkoKonstrukce:

- vnitřní hořčíkový plech – tlakové lití
- vnější hliníkové díly - tvářené
- zpevňovací výztuhy jsou součástí vnitřního dílu
- vnější díl může být jedno- nebo vícedílný (jednodušší převzetí panelových dílů z jiných modelů, pokud je vícedílný)
- technika spojování: lepení + „klinčky“, WIG svařování, laserové svařování vnějších plechů, lepení lemů [5]

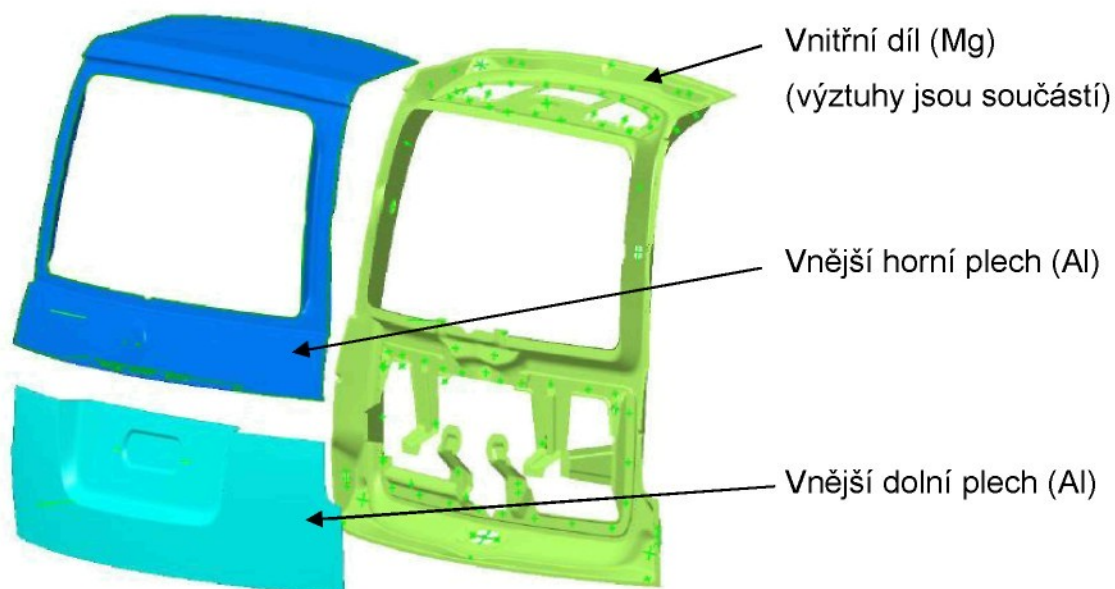
Výhody a nevýhody:

- vysoký potenciál lehké konstrukce
- náklady na investice do nářadí jsou závislé na počtu vyráběných kusů
- zpevňovací výztuhy bez vícenákladů
- vnitřní hořčíkový díl musí být chráněn proti korozi

Výroba:

- vnitřní hořčíkový plech – tlakové lití
- vnější plech horní a dolní - tváření

Hořčíkové zadní víko se skládá z těchto hlavních částí:



Obr. 30. Hořčíkové víko

Hmotnost hořčíkového víka Roomster

Díl	Tloušťka plechu (mm)	Hmotnost (g)
Vnější horní díl (Al)	1,25	2141,79
Vnější dolní díl (Al)	1,05	1254,71
Vnitřní díl (Mg)	-	3767,25
Výztuhy	Jsou součástí litého vnitřního dílu	
Celkem	-	7163,75

Vlastnosti hořčíku

Hustota: 1,74 g/cm³

Hořčík je středně tvrdý, lehký, tažný kov, hůře vede elektrický proud a teplo. Hořčík lze díky jeho dobré tažnosti snadno válcovat na plechy a dráty. Hořčík není tolik reaktivní jako další kovy alkalických zemin, a proto se neuchovává pod petrolejem nebo naftou, ale stačí nádoby se suchým vzduchem. Velmi dobře se slévá s jinými kovy, ale jen málo z nich má praktické využití, protože většina snadno oxiduje. Hořčík reaguje za normální teploty pomalu s kyslíkem a s vodou. Na suchém vzduchu se postupně pokryje vrstvou oxidu, která jej

chrání před další oxidací, a lze jej takto uchovávat i poměrně dlouhou dobu. S vodou reaguje hořčík za normální teploty velmi pomalu za vzniku hydroxidu hořečnatého. Při vyšší teplotě se hořčík slučuje velmi ochotně téměř se všemi prvky a i s některými sloučeninami. [8]

6.3.4. Porovnání variant z lehkých kovů

Hmotnost (g)	Hliníkové plechové víko	Hliníkové lité víko	Hořčíkové víko
Vnější horní díl	2141,79	2141,79	2141,79
Vnější dolní díl	1254,71	1254,71	1254,71
Vnitřní díl	2801,08	5845,74	3767,25
Výztuhy	1026,16	-	-
Celkem	7223,74	9242,24	7163,75

Z výše uvedených variant vychází z hlediska hmotnosti nejlépe hořčíkové tvářené (plechové) víko s hmotností 7,16 kg, další v pořadí je hliníkové plechové víko s hmotností 7,22 kg a poslední hliníkové víko s litým vnitřním plechem s hmotností 9,24 kg. Vzhledem k tomu, že mezi hořčíkovým a hliníkovým plechovým víkem není s hlediska hmotnosti téměř žádný rozdíl, a při rozhodování o použitém materiálu je kromě hmotnosti velmi důležitým parametrem cena (hliník je zhruba o polovinu levnější než hořčík), je vítězná varianta z těchto 3 možností **hliníkové plechové víko**.

6.4. Úspora hmotnosti na zadním skle

Jako další potenciál úspory hmotnosti na zadním víku se rýsuje možnost použít zadní sklo z alternativního materiálu. Tyto možnosti by měly být aplikovatelné na všechny výše popsané varianty konstrukce zadního víka.

Klasické sklo na voze Roomster váží **4,338 kg**.

6.4.1. Polykarbonátové sklo zadního víka (varianta 6)

Možnost použít místo klasického skla zadního víka „sklo“ polykarbonátové přináší velký potenciál úspory hmotnosti celého víka.

S nabídkou na použití PC skel přišla firma Exatec LLC, USA.



Obr. 31. PC sklo je zajímavou alternativou pro zasklení automobilů...

[7]

Výhody použití PC skla:

- Snížení celkové hmotnosti vozu → hospodárnější provoz
- Snížení polohy těžiště vozu
- Umožňuje podstatný svobodu v designu
- Zvýšení bezpečnosti a zabezpečení vozidla díky tuhosti a pevnosti PC
- Úspora energií po celou dobu životnosti dílu
- Menší hustota → úspora hmotnost o 40-60% oproti klasickému sklu
- Injekční vstřikování → svoboda v designu
- Zachování užitných vlastností
- Nové vlastnosti & konkurenceschopné náklady → nové aplikace
- PC zasklení snižuje vliv rušivých vysokofrekvenčních hluků.
- Možnost integrovat dodatečně montované díly a komponenty do zadního skla (3. brzdové světlo, anténa, vytápění skla, zadní světlomety...)

Nevýhody použití PC skla:

- Vyšší cena
- Nižší únosnost (nutná větší tloušťka)
- Menší odolnost proti poškrábání

Výpočet úspory hmotnosti při použití PC skla na zadní víko vozu Roomster:

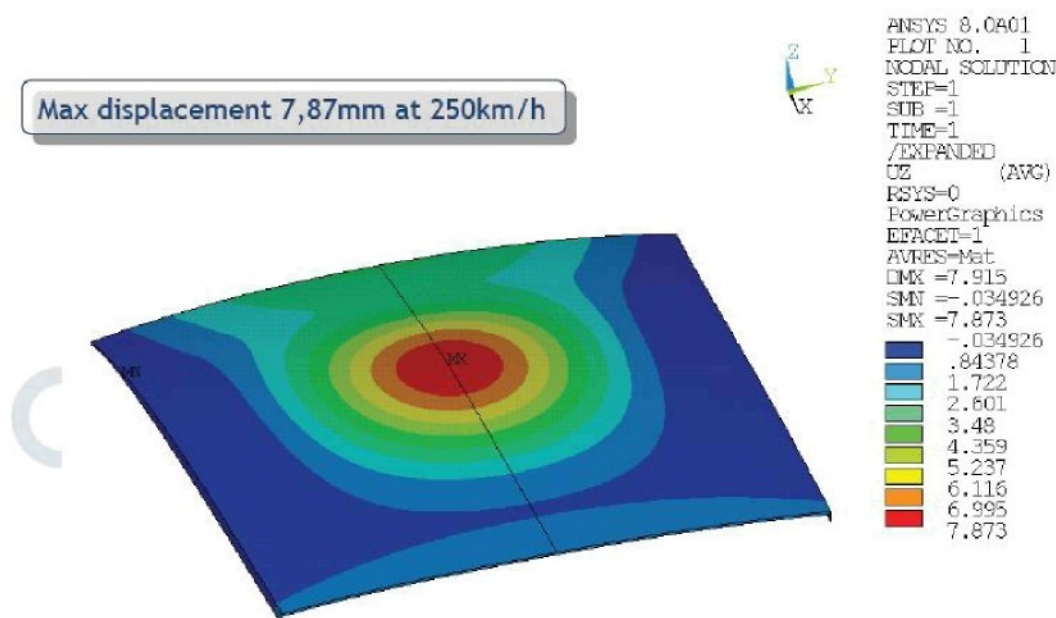
	Sklo	PC
Tloušťka	4 mm	5 mm
Plocha	0,8 m ²	0,8 m ²
Hmotnost	4,34 kg	2,6 kg
Hustota	2,5 g/cm ³	1,2 g/cm ³
Úspora	40 % (1,74 kg)	

Nevýhodou PC skla je nižší tuhost než u klasického.

Pokud by PC sklo bylo použito na voze v šikmé poloze, hrozí deformace prověšení vlastní vahou. U vozu Roomster toto riziko nehrozí, víko je v zavřeném stavu ve vertikální poloze.

Počítačovou simulací bylo zjištěno, že vlivem nárazů větru na PC sklo může dojít k deformaci až 7,87 při extrémním zatížení rychlostí větru 250 km/h (při teplotě 23°C).

Možnost použití v sériové výrobě by proto bylo nutné odzkoušet na prototypových vzorcích, nelze předpokládat použití pouze na základě vypočtených hodnot.



Obr. 32. Vliv rychlosti větru na deformaci skla

[7]

6.4.2. Sklo zadního víka s hydrofobní vrstvou (varianta 7)

Hydrofobní vrstva je chemická úprava povrchu, který získá hydrofobní vlastnosti, antibakteriálnost, vodivost, zvýšenou UV odolnost a další vlastnosti.

Vodní kapka na skle



Obr. 33. Neošetřené sklo



Obr. 34. Ošetřené sklo [1]

Díky úpravě povrchu voda po skle „sklouzne“ a nezůstává na něm. Při použití skla s hydrofobní vrstvou se nabízí nová myšlenka => úspora stěrače.



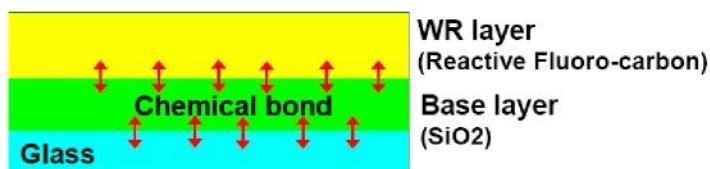
Obr. 35. Motorek a stěrač

Motorek stěrače váží 1,2 kg, zadní stěrač 0,15 kg, krytka stěrače 0,24 kg.

Pokud bude použito sklo s hydrofobní vrstvou, nebude stěrač potřeba a bude tedy ušetřeno **1,59 kg**.

Firmy nabízející skla s hydrofobní vrstvou:

- **Firma NanoTrade** – použití dvouvrstvé nanotechnologie (zaplnění nanotrhlín ve skle), chemické složení nezjištěno.
- **Firma Sekurit** – vrstva „Aquacontrol“, chemické složení nezjištěno
- **Firma AGC** – použití dvouvrstvé nanotechnologie (První vrstva SiO₂, druhá vrstva na bázi fluoro-carbonu)



Obr. 36. Hydrofobní vrstva na skle

[1]

7. VÝBĚR NEJVHODNĚJŠÍ VARIANTY

7.1. Přehled hmotností současného řešení

Díl	Plech	Hybrid
Vnější horní	3,74 kg	1,0 kg
Vnější dolní	2,60 kg	1,7 kg
Vnitřní díl (včetně výztuh)	5,32 kg (6,47 kg)	4,1 kg
Vnitřní obložení	1,265 kg	-
Rám	-	5,4 kg
Lepidlo	-	0,5 kg
Sklo**	4,338 kg	4,338 kg
Celkem	14,075 kg	12,7 kg

7.2. Přehled hmotností - nové návrhy

Díl	Varianta 1 (HP1)	Varianta 2 (HP 2)	Varianta 3 (Al)	Varianta 4 (Al – lití)	Varianta 5 (Mg)
Vnější horní	1,0 kg	1,0 kg	2,14 kg	2,14 kg	2,14 kg
Vnější dolní	1,7 kg	1,7 kg	1,25 kg	1,25 kg	1,25 kg
Vnitřní díl (včetně výztuh)	6,52 kg	4,82 kg	3,83 kg	5,85 kg	3,77 kg
Vnitřní obložení	1,265 kg	*	1,265 kg	1,265 kg	1,265 kg
Struktura	1,08 kg	3,93 kg	-	-	-
Sklo**	4,338 kg	4,338 kg	4,338 kg	4,338 kg	4,338 kg
Celkem	11,56 kg	11,45 kg*	8,485	10,505	8,425

* hodnota není konečná, není navrženo vnitřní obložení

** nezahrnuto do součtu

Ke všem těmto variantám je možné použít ještě:

- **PC sklo**, jehož nasazením do série lze dosáhnout úspory hmotnosti o 1,74 kg z původních 4,34 kg se tak dostaneme na **2,6 kg**.
- **Sklo s hydrofobní vrstvou**, díky kterému odpadá nutnost montovat zadní stěrač, čímž se ušetří **1,59 kg**.

7.3. Zhodnocení inovačních návrhů

Pro zhodnocení inovačních návrhů a výběr varianty byla jako nástroj zvolena rozhodovací tabulka pro hrubé roztřídění konceptů a rozhodovací tabulka pro detailní hodnocení konceptů.

Rozhodovací tabulka je matice, pomocí které se každý koncept oceňuje na základě předem stanovených kritérií, která mohou mít různou váhu (Váha se kritériím přiřazuje až v tabulce pro detailní hodnocení návrhů.).

7.3.1. Rozhodovací tabulka pro hrubé roztřídění konceptů

kritérium	souč. řešení plech	souč. řešení hybrid	návrh č.				
			1 Rehau 1	2 Rehau 2	3 Al - plech	4 Al - lití	5 Mg
úspora hmotnosti	-	0	+	0	+	0	+
náklady	0	0	0	0	-	-	-
složitost dílu	-	+	+	+	-	0	0
klimatická odolnost dílu	+	-	0	0	+	+	+
korozní odolnost dílu	-	+	+	+	+	+	-
akustické vlastnosti	-	+	+	+	-	-	-
svoboda designu	-	+	+	+	-	-	-
nová myšlenka	-	0	+	+	0	0	0
vyměnitelnost dílů	-	+	+	+	-	-	-
pevnostní parametry	+	+	+	-	+	0	0
součet (+)	2	6	8	6	4	2	2
součet (0)	1	3	2	3	1	4	3
součet (-)	7	1	0	1	5	4	5
skóre	-5	5	8	5	-1	-2	-3
pořadí	-	-	1	2	3	4	5
další postup	-	-	ANO	ANO	ANO	NE	NE

Úspora hmotnosti je největší při realizaci varianty za použití hořčíku a hliníku. U těchto variant se však předpokládá vysoká cena vstupního materiálu a velmi pravděpodobná je vlastní výroba dílu v podniku. U variant s technologií Rehau jsou víka dodávána komplet JIT jako modulové díly, odpadají tedy komplikace s výrobou a manipulací a skladováním, což úzce souvisí i s náklady.

Hlavním cílem je sice snížit hmotnost vyvíjeného dílu, ale ne vždy za každou cenu. Je nutné zohlednit, poměr vícenákladů na 1 ušetřený kg a najít vhodný kompromis mezi cenou a hmotností.

U technologie Rehau se dá předpokládat vyšší snížení hmotnosti, pokud bude díl navrhován od začátku pro použití této technologie. V případě varianty 1 bylo víko přesně vymezené a jeho rozměry a zástavbový prostor se nemohly měnit s ohledem na použití technologie Hybrid-Plus. Pokud by technologie měla být aplikována na některý z příštích projektů, je nutné použití této technologie zohlednit už od začátku vývoje dílu.

Náklady

Na materiál - Předpokládám vyšší náklady na nákup materiálu při použití hliníku (hliník je řádově 2x dražší než ocel) a ještě vyšší při použití hořčíku (hořčík je řádově 4x dražší než ocel). Pro výrobu hliníkových a hořčíkových variant by bylo nutné investovat do nového nářadí.

Investice do nářadí - U plechových variant jsou investice do nářadí vyšší řádově o 20% oproti hybridním variantám. Nářadí pro plechové díly však má životnost po celou dobu výroby vozu a dá se po ukončení sériové výroby použít ještě na výrobu náhradních dílů. Nářadí pro plastové díly má životnost kratší, vyplatí se pouze při určitém ročním vyrobeném množství.

Při realizaci varianty s technologií Rehau lze převzít vnější horní a dolní díl ze stávajícího hybridního víka, nové nářadí (a s tím spojené investice) by bylo potřeba jen pro základní plech a vstřikovanou strukturu žebírek.

U hybridních variant jsou nižší investice do nářadí při faceliftu modelu.

Jak je uvedeno výše, u vík s technologií Rehau se předpokládá dodání celého zadního víka od dodavatele, u variant s hliníkem a hořčíkem je možné uvažovat i o vlastní výrobě (výlisky možno poptat externě, svařování a lakování ve Škoda) + manipulace, skladování a s tím spojené náklady.

Dokončovací proces u OEM - Díky modulové zástavbě u hybridního víka je možné zredukování potřebných dokončovacích kapacit a časů, s čímž souvisí zredukování skladovacích ploch a zjednodušení dopravních toků.

Složitost dílu – u hybridních variant se předpokládá JIT dodání kompletního zadního víka na montážní linku od dodavatele, v tomto případě není nutné se složitostí dílu zabývat. U plechových variant přichází v úvahu většinou vlastní

výroba (případně je možno výlisky poptat externě, svařování a lakování ve Škoda), čím složitější díl, tím nákladnější výroba. U plechového AI víka je složitost větší (nutné výztuhy) než u variant s odlévaným vnitřním dílem. Všeobecně je u AI dílů problém s rozměrovou a tvarovou stálostí při lakování, (vlivem teplotní roztažnosti).

Klimatická odolnost dílu je velmi dobrá u kovových variant, jisté riziko představují varianty hybridní.

Korozní odolnost dílu je velmi dobrá u hybridních variant a u variant s hliníkovým vnitřním dílem, problematický je tento bod u varianty s hořčíkem.

Akustické vlastnosti lze předpokládat výrazně lepší u hybridních variant než u kovových. Vychází se ze zkušeností při porovnání hluků v interiéru vozu s původním plechovým a hybridním víkem.

Svoboda designu je větší u hybridních variant než u plechových. Vzniká tak možnost použití tvarů, které se u plechového víka použít nedají a jsou možná také různá barevná provedení vnějších dílů a spoileru, možnost vícebarevného lakování jednotlivých dílů. Důležitá je také jednoduchá zástavba malých dílů (anténa pro rádio, GPS, UMTS, GMS, třetí brzdové světlo, zadní stěrač, parkovací asistent, atd.).

Nová myšlenka – technologie Hybrid-Plus přináší nový pohled na konstrukci hybridních automobilových dílů. Hlavní idea je inovativní způsob zastříknutí kovového plechu a zavádění tzv. lehkých konceptů a tím i podílu plastů v automobilové výrobě, což pomáhá výrobcům automobilů splnit požadované emisní cíle.

Vyměnitelnost dílů – plastové panelové díly jsou snadno vyměnitelné v případě poškození dílu, faceliftu modelu nebo pokud chceme např. vyrábět sportovní variantu. (díky připevnění pomocí klipování). U plechových variant je výměna panelových dílů daleko složitější, většinou je nutná výměna celého víka. Díky vyměnitelnosti panelových dílů roste užitná hodnota automobilu.

Pevnostní parametry jsou vyhovující u první hybridní varianty. U plechové hliníkové varianty jsou pevnostní parametry v pořádku, v koncernu je tato varianta použita v sérii u Audi. U variant s odlévaným vnitřním dílem a u druhé hybridní nebyly k dispozici potřebné údaje.

7.3.2. Tabulka pro detailní hodnocení konceptů

kritérium	rel. váha	návrh č.					
		1 - Rehau 1		2 - Rehau 2		3 - Al - plech	
		body	součin	body	součin	body	součin
úspora hmotnosti	0,25	3	0,75	2	0,5	5	1,25
náklady	0,15	1	0,15	1	0,15	0	0
složitost dílu	0,05	5	0,25	5	0,25	1	0,05
klimatická odolnost dílu	0,1	4	0,4	2	0,2	5	0,5
korozní odolnost dílu	0,1	5	0,5	5	0,5	4	0,4
akustické vlastnosti	0,05	5	0,25	5	0,25	1	0,05
svoboda designu	0,05	5	0,25	5	0,25	1	0,05
nová myšlenka	0,05	5	0,25	5	0,25	2	0,1
vyměnitelnost dílů	0,1	5	0,5	5	0,5	1	0,1
pevnostní parametry	0,1	4	0,4	1	0,1	5	0,5
celkem	1	3,7		2,95		3	
pořadí	-	1		3		2	

V tabulce pro detailní hodnocení konceptů je jednotlivým parametrům přiřazena váha a přiděleny body za splnění daného kritéria.

Systém bodového ohodnocení:

- ↑
- 5 bodů – významný přínos
 - 4 body – velký přínos
 - 3 body – střední přínos
 - 2 body – částečný přínos
 - 1 bod – minimální přínos
 - 0 bodů – žádný přínos

Nejvyšší váha je dána parametru snížení hmotnosti, ale je nutné vzít v úvahu i ostatní parametry. Druhý nejdůležitější údaj jsou náklady, střední důležitost je přiřazována kritériím, jako jsou klimatická a korozní odolnost dílu vyměnitelnost dílů a pevnostní parametry. Nejméně významné, ale také důležité, vidím údaje o složitosti dílu, akustických vlastnostech, možnosti svobodného designu a přínosu nové myšlenky do firmy.

Na základě rozboru variant dle přiřazení váhy jednotlivým parametrům byla vybrána varianta č. 1

8. VÍTĚZNÝ NÁVRH: Aplikace technologie Rehau Hybrid-Plus na víko Roomster

8.1. Základní plech

Jako základ pro návrh zadního víka za použití technologie Rehau Hybrid-Plus je použit vnitřní plech z původního plechového víka, doplněný o chybějící plochy (otvory).



Obr. 37. Původní plech

Jelikož byl tento plech navržen pro celoplechové víko, bylo nutné ho pro použití ve spojení s technologií Rehau Hybrid-Plus trochu upravit.

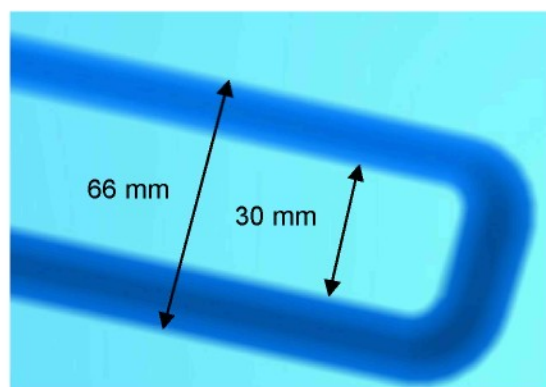
V dolní části je plech rovný, hladký – pro zlepšení mechanických vlastností je výhodné vytvořit v plechu prolisy, které se navzájem kříží. Tím dojde ke zvýšení tuhosti dolní části plechu. Při této změně nedojde k navýšení hmotnosti.

Na obrázku 38 je upravený tvar základního plechu víka.

Prolisy byly zvoleny křížem přes rovnou plochu, protože se předpokládá, že díky této úpravě dojde ke zvýšení tuhosti dané plochy. Jsou hluboké 10 mm a dlouhé 877 mm, šířka prolisu v horní části je 30 mm v dolní části 66 mm.



Obr. 38. Upravený plech - výztuhy



Obr. 39. Tvar a rozměry prolisu

Tloušťka plechu byla zvolena 0,6 mm. Vychází se z vnitřního plechu plechového zadního víka, kde je tloušťka plechu zvolena 0,75 mm.

Jelikož se u tohoto hybridního víka předpokládá zpevnění výztužnými plastovými žebírky, byl zvolen plech slabší, aby bylo dosaženo redukce hmotnosti. Jestli je tato tloušťka plechu dostačující, bude ověřeno dále v pevnostní analýze.

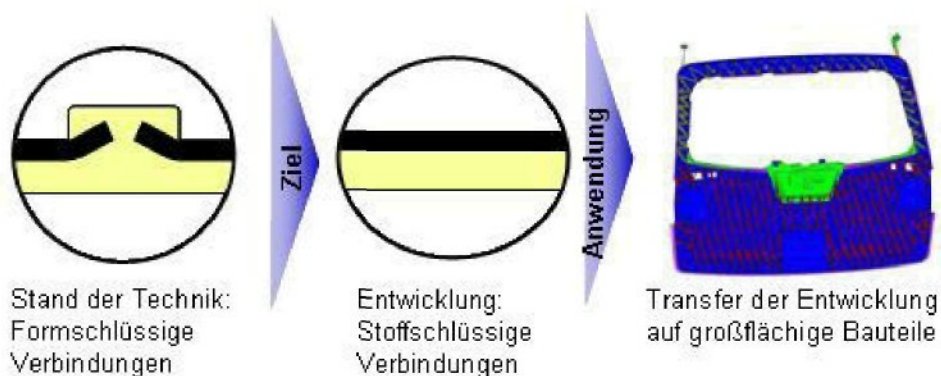
Stejně tak jako vnitřního plechu plechového víka, budou i u tohoto hybridního víka zdvojené plechy v oblasti závěsů víka, plynových podpěr a plynových vzpěr.

Žebírkovitá struktura je nastříknutá na ocelový plech, který byl v procesu výroby opatřen adhezní vrstvičkou. Ta má zlepšit přilnavost nastříknutého plastu a zároveň slouží jako ochranná vrstva. Je to náhrada vrstvy katoforézy, která se používá pro plechy klasického víka jako ochrana proti korozi. U plechového víka je obvyklá tloušťka vrstvy KTL 0,12 μm . Doporučená tloušťka adhezní vrstvičky není známa, je to součástí know-how firmy Rehau. Pro zavedení technologie by bylo nutné tento údaj upřesnit.

Prostříkovací otvory:

Součástí technologie Rehau Hybrid-Plus jsou prostříkovací otvory v plechu, pro zlepšení přilnavosti plastového nástřiku k plechu. Adhezní funkci zajišťuje adhezní vrstvička, ale protože je tato technologie ještě v počátcích, nepodařilo se zatím dosáhnout potřebné přilnavosti pouze za pomoci adhezní vrstvičky, jak by tomu mělo být v ideálním případě. Proto je nutné v základním plechu počítat

s prostřikovacími otvory, tím vznikne tvarový spoj a zvýší se pevnost spojení kov-plast. Struktura (velikost, rozmístění a počet) prostřikovacích otvorů je součástí know-how firmy Rehau, v době vypracování DP tato informace nebyla dostupná.

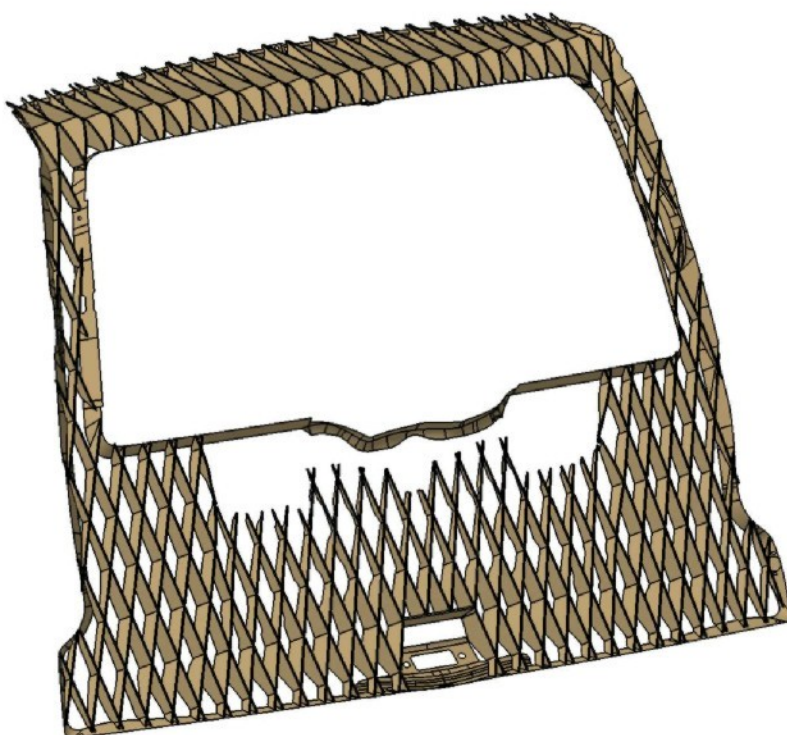


Obr. 40. Prostřikovací otvor (současný stav → cíl)

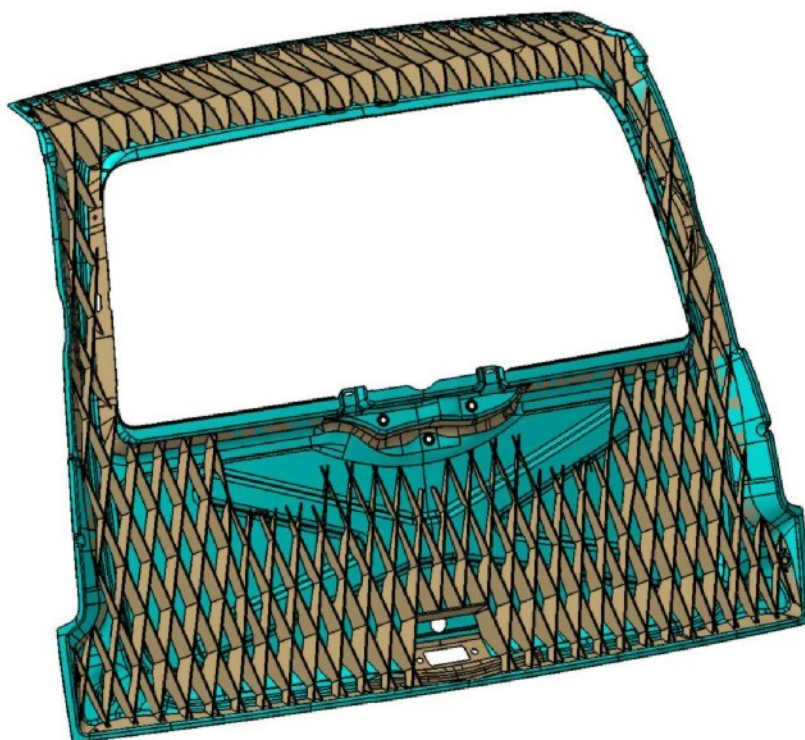
8.2. Žebírkovitá struktura

Materiál pro vstřikování žebírkovité struktury je zvolen PP + GF 30%.

Tloušťka žebírek byla navržena 2,5 mm.



Obr. 41. Žebírkovitá struktura – samostatný díl



Obr. 42. Žebírkovitá struktura vcelku s víkem

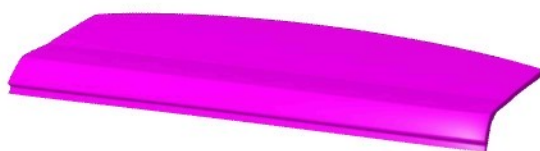
Podrobnější konstrukční dokumentace je uvedena v příloze (příloha č. 2).

Hmotnost plechu (tloušťka 0,6 mm)	3,912 kg + 1,145 kg výztuhy
Hmotnost žebírek (PP+GF 30%)	2,6 kg
Hmotnost celkem	7,6 kg

8.3. Vnější díl horní a dolní

Vnější horní díl je převzatý z hybridního zadního víka Roomster.

Hmotnost – horní díl:	1,0 kg
Hmotnost – dolní díl:	1,7 kg
Výrobce / označení:	Sabic Keltan TP 4EX2503
Materiál / plnivo:	PP + EPDM T25
Hustota:	1090 kg/m ³
Modul pružnosti v ohybu:	2400 Mpa
Koeficient teplotní roztažnosti 23-80°C:	55 μm/mK
Lakovatelnost	OK – lakování off-line



Obr. 43. Vnější horní díl



Obr. 44. Vnější dolní díl

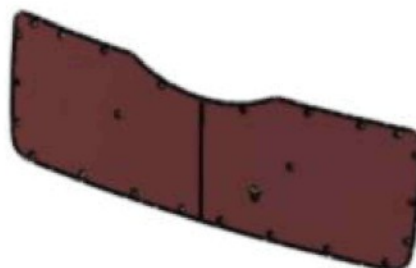
8.4. Vnitřní obložení zadního víka

Vnitřní obložení víka je díl převzatý z plechového zadního víka Roomster.

Horní část



Dolní část



Obr. 45. Obložení zadního víka

Hmotnost:	1,265 kg
Materiál:	textilní koberec
Přípevnění k plechu:	klipování

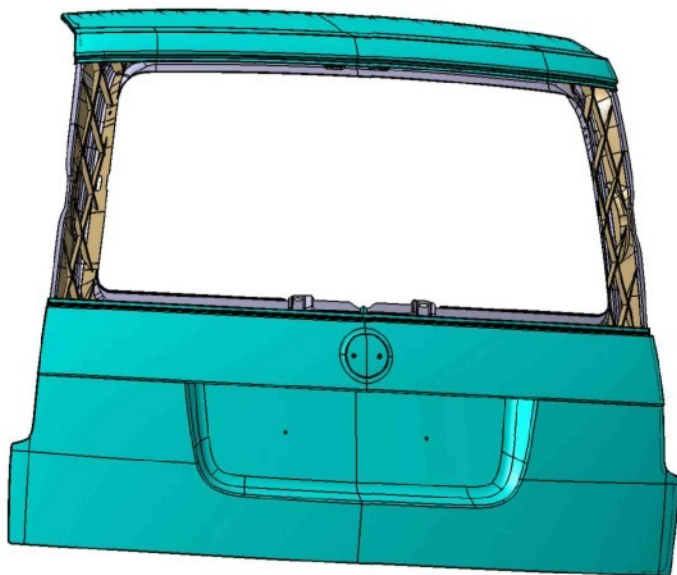
8.5. Sklo a kryt motorku stěrače

Sklo je shodné pro variantu sériového plechového víka, sériového hybridního víka a toto sklo bude také použito ve variantě hybridního víka s technologií Rehau Hybrid-Plus. Totéž platí i pro kryt motorku stěrače.

Sklo a kryt motorku stěrače není tedy nutné zahrnovat do hmotnostní analýzy.

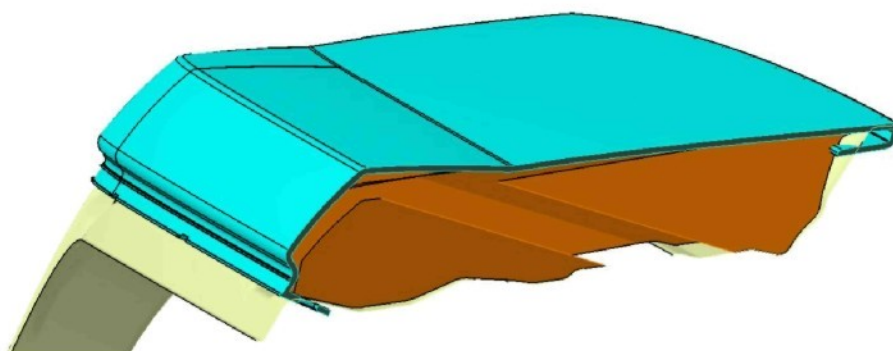
8.6. Kompletní víko

Přípevnění horního i dolního plastového dílu k plechu víka je shodné s přípevněním vnějších plastových dílů u sériového hybridního víka Roomster, pomocí plastových zácvků.

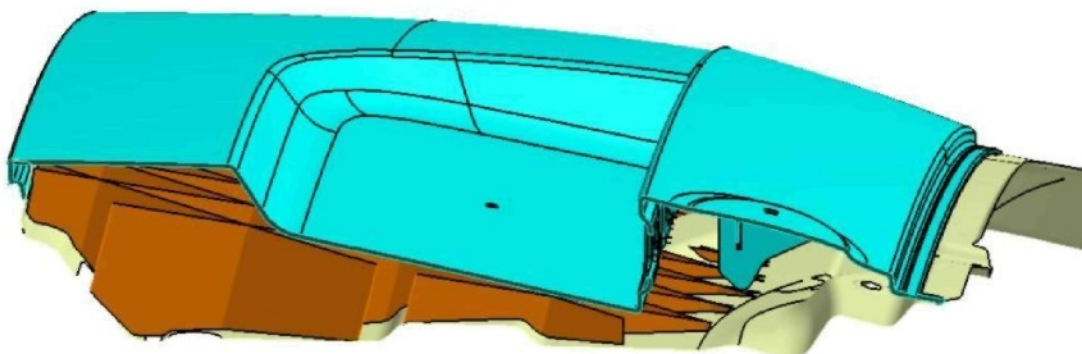


Obr. 46. Komplet zadního víka

Pro úplnost jsou zde uvedeny řezy přes horní i dolní část, podrobnější technická dokumentace já dána z důvodu omezeného prostoru do přílohy.



Obr. 47. Řez v horní části



Obr. 48. Řez v dolní části

8.7. Přehled dílů – hmotnosti

Díl	Materiál	Proces	Povrch	Hmotnost	Hmotnost
Vnější horní 	PP + EPDM T25	vstřikování	Lakováno off-line	1,0 kg	Plechové víko (včetně vnitřního obložení) 
Vnější dolní 	PP + EPDM T25	vstřikování	Lakováno off-line	1,7 kg	
Vnitřní obložení  	textilní	-	-	1,265 kg	
Vnitřní plech + žebírkovitá struktura 	Ocel	ohýbání, svařování	Adhezní vrstva	7,6 kg	
	PP + GF 20%	vstřikování	-		
Celkem				11,56 kg	13,6 kg

8.8. Postup výroby

❖ Výroba a aplikace adhezní vrstvy

Herstellung Blech:



Obr. 49. Výroba plechu

[2]

Plech se vyrábí válcováním, pro aplikaci technologie Rehau Hybrid-Plus je nutné, aby byl plech pozinkovaný, poté probíhá aplikace adhezní vrstvy na plech.

❖ Tváření plechu

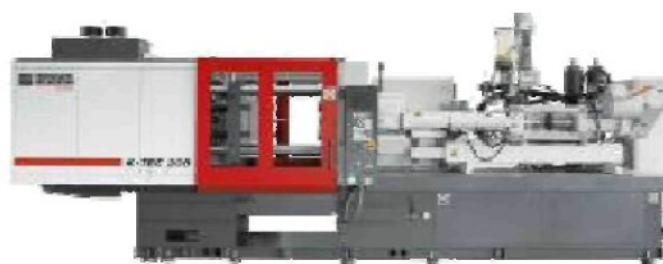
Lisování (hlubokotažný plech), následuje vystřihnutí otvoru pro zadní sklo a dalších potřebných otvorů.

❖ Nástřik žebírkovité struktury na základní plech

Následuje ustavení hotového výlisku do přípravku pro nástřik žebírkovité struktury. A ve vstřikovacím stroji se na plech nastříkne žebírkovitá struktura.



Obr. 50. Připravek pro vstřik.



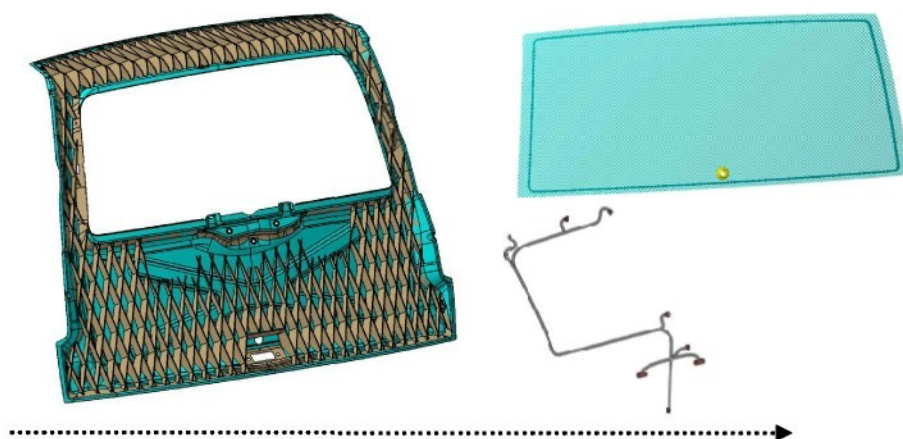
Obr. 51. Vstřikovací stroj

[2]

❖ Lakování plechu

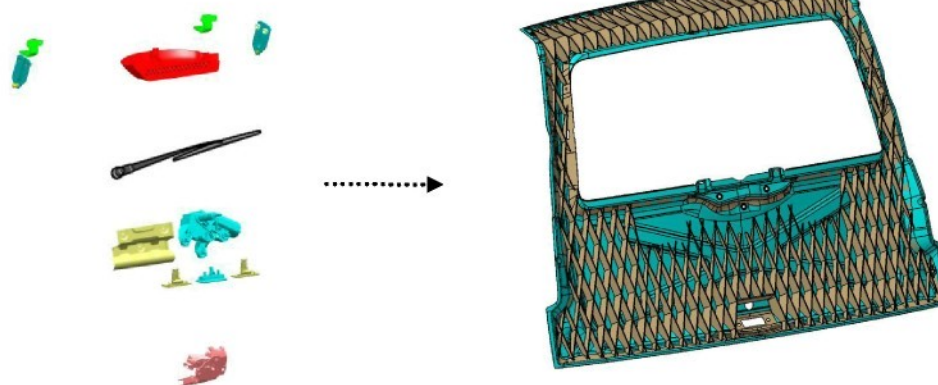
❖ Montáž kabelového svazku a lepení zadního skla

Pro lepení se používá 1K lepidlo na bázi PUR, doporučuje se plochy před lepením ošetřit primerem, pro zvýšení přilnavosti lepidla.



Obr. 52. Lepení skla

❖ Montáž drobných dílů



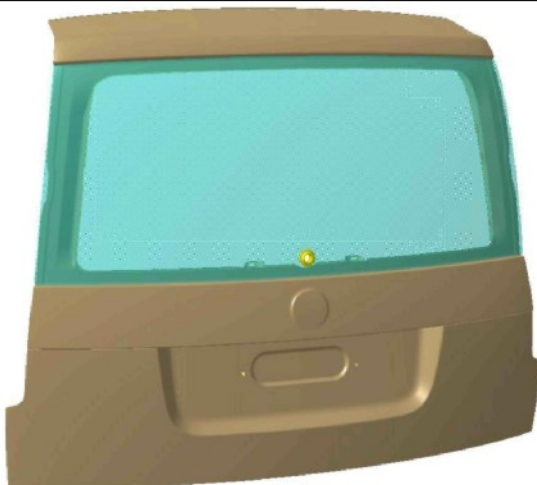
Obr. 53. Montáž drobných dílů

Připojení souvisejících dílů na kabelové svazky, montáž závěsů víka, motorek stěračů, zámek zadního víka, držáky plynových vzpěr, třetí brzdové světlo.

❖ Předmontáž spodního vnějšího dílu

Na spodní plastový díl se namontuje emblém, osvětlení SPZ a jemné ovládání.

❖ Montáž vnějších dílů a vnitřního obložení



Obr. 54. Víko včetně skla



Obr. 55. Vnitřní obložení

Vnější horní a vnější dolní díl, dorazy, klipy, nastavovací dorazy, montáž vnějšího horního a dolního plastového dílu, vnitřní obložení víka.

❖ JIT dodávka

Dodání kompletního zadního víka na montážní linku Škoda.

Víko se montuje do vozu jako modulový díl, předpokládá se pouze nalícování víka do karoserie a připojení plynových podpěr a elektroinstalace.

8.9. Pevnostní analýza

Celkovou tuhost víka zadního úplného je třeba dimenzovat tak, aby byly splněny stanovené podmínky pro statické zatěžování. Nejdůležitější údaje pro posouzení pevnostních parametrů víka jsou torzní tuhost, zatěžování v oblasti zámku (ohyb).

Tyto hodnoty se získají simulací zatížení dílu v programu Catia V5, modul Generative Assembly Structural Analysis.

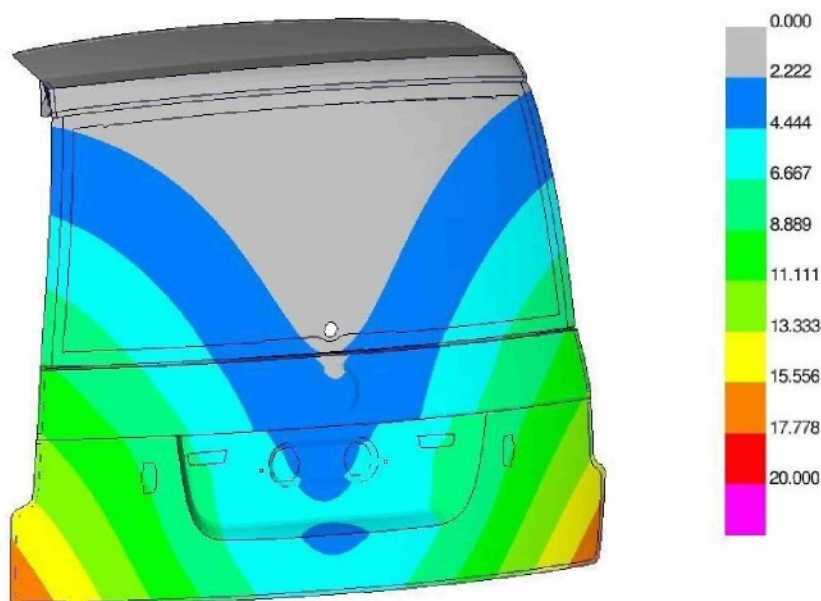
Analýza byla provedena za pomoci oddělení výpočtářů.

Další údaje, které jsou třeba pro vyhodnocení mechanických vlastností víka, se měří přímo na prototypovém dílu a jsou tedy nad rámec této práce. Jedná se především o tuhost ploch, sílu nutnou pro vytržení zámku a zatížení víka v oblasti plynových vzpěr.

8.9.1. Torzní tuhost

Maximální posun krajních bodů při zatížení silou 210 N musí být do 20 mm.

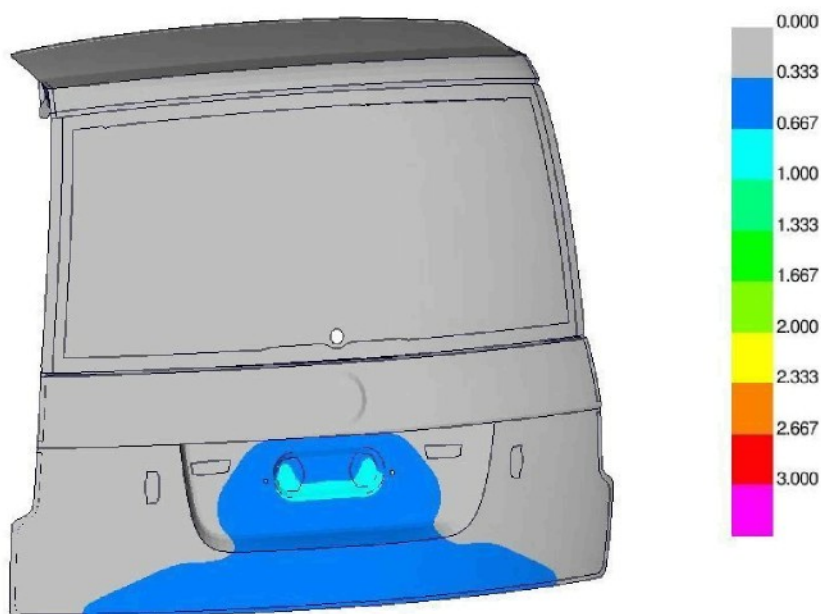
Dle výsledků počítačové simulace byl naměřen maximální posun krajních bodů víka 17,8 mm, tato hodnota je tedy vyhovující.



Obr. 56. Torzní tuhost víka – deformace

8.9.2. Zatížení na ohyb

Maximální dovolený průhyb víka při zatížení silou 275 N v oblasti zámku víka je 5 mm. Dle výsledků počítačové simulace byl naměřen průhyb víka max. 1 mm, tato hodnota je tedy vyhovující.



Obr. 57. Zatížení na ohyb – deformace

8.10. DFX

8.10.1. DFA – Design for Assembly

Zadní víko se připevní 2 šroubovými spoji ke karoserii po předchozím nasazení kompletního víka do karoserie a následném dolícování obvodových spár vůči karoserii. Po dotažení šroubových spojů na předepsaný utahovací moment se nasadí plynové podpěry na držáky kulových čepů na karoserii a na víku. Dále musí být napojen svazek elektrické instalace zadního víka na elektroinstalaci vozidla.

Povrch dílů musí být hladký, v dělicí rovině bez přetoků a ostrých hran. Vzhledové plochy čisté, bez propadlin, bez stop po vyhazovači.

Víko zadní nesmí v průběhu provozu přijít do kolize s ostatními díly karoserie (střecha, postranice, zadní svítilny, nárazník). [1]

8.10.2. DFM – Design for Manufacturing

Proces výroby je podrobně popsán v kapitole 8.8.

U dodavatele probíhá: Výroba plechu a povlakování adhezní vrstvou – Coil Coating, tváření plechu, nastříknutí žebírkovité struktury na plech, souběžně: Vstřikování plastových dílů + lakování off-line, montáž kompletního víka.

JIT dodávka na montáž Škoda, montážní linka – ustavení víka do karoserie, zapojení elektrických komponentů.

8.10.3. DFD – Design for Disassembly

Dodavatel je povinen předložit výsledek demontážní zkoušky.

V případě opravy se vnější díly víka musí nechat demontovat a namontovat bez poškození zadního víka. Musí být zajištěna možnost výměny skla bez poškození vnějších plastových dílů a dílu vnitřního. [1]

8.10.4. DFE – Design for Enviroment

Výrobek musí splňovat požadavky s ohledem na ekologickou výrobu, použitelnost a likvidaci odpadů.

Dodavatel modulového dílu je povinen předložit koncept recyklace při zohlednění demontovatelnosti, opětného použití a energetické bilance.

Použité materiály nesmí emitovat při uskladnění, montáži a spotřebě žádné zdraví ohrožující popř. škodlivé látky v plynném, kapalném nebo pevném stavu, (VW 91100 až VW 911 04. Dodavatel musí předložit prohlášení, že díl neobsahuje šestimocný Cr, Cd, Pb, a Hg.

Označení materiálů, jako i jejich přesné složení musí být deklarováno dodavatelem již při předvádění vzorkových dílů. K tomu je požadováno předložení materiálového listu. [1]

8.10.5. Konstruování s ohledem na spolehlivost

Pro ověření kvality a spolehlivosti provádíme různé druhy zkoušek. Jaké zkoušky budou předepsány, se určuje s ohledem na použité materiály, funkci dílů a vychází se většinou ze zkušeností z předchozích projektů.

Zkoušky probíhají již od fáze prvního prototypu, aby se během vývoje každého dílu přišlo na všechny nedostatky a ty mohly být včas odstraněny. V ideálním případě by všechny problémy měly být vyřešeny do nulté série.

Ke každému typu zkoušky musí být použity vždy nové díly. Všechny díly musí splnit požadavky jednotlivých zkoušek. V průběhu a po ukončení životnostních zkoušek nesmí dojít k poškození dílů, ztrátě funkce, musí být splněny všechny požadované kvalitativní parametry. Některé zkoušky provádí dodavatel, některé se provádí ve Škoda – zejména zkoušky celého vozu.

❖ **Životnostní zkoušky**

- Laboratorní životnostní zkouška

Zkouška probíhá na voze při pokojové teplotě na 30 000 cyklů. Jeden cyklus se skládá z otevření víka do koncové polohy a zavření. Rychlost zkoušky je 3 cykly za minutu s plynovými podpěrami.

- Statické a dynamické zatěžování dílu

Zkouška probíhá na odpovídajícím objemu dílů karoserie, za podmínek sériové výroby. Při zatížení silou 500 N při simulaci tlačení vozidla a přitisknutí zadní kapoty musí být zbytková deformace menší než 1 mm za pokojové teploty.

Musí být zachována tvarová stálost dílu. Větší viditelné deformace jsou nepřípustné.



Obr. 58. Statické zkoušky

❖ Zkoušky jízdní

- 8000 km - zostřený jízdní test na zkušebním polygonu
 - 100 000 km - jízdní test za normálních podmínek na zkušebním polygonu
- Týká se všech dílů. Nesmí se objevit žádné reklamace.

❖ Klimatické zkoušky

- Simulace slunečního záření

Díly v zastavěném stavu na voze nebo uložené na zkušebních stojanech musí být odolné sluneční simulaci (DIN 75 220) bez poškození. Nejsou přípustné žádné povrchové změny a degradace materiálu.

- Dlouhodobá povětrnostní odolnost

Díly v zastavěném stavu na voze nebo uložené na zkušebních stojanech musí být odolné povětrnostnímu stárnutí (VW 501 85) bez poškození. Nejsou přípustné žádné povrchové změny a degradace v materiálu.

Klimatická odolnost: 1 rok při vystavení klimatickým podmínkám vlhkého horka a suchého horka bez reklamací.

Víko musí být odolné proti UV záření a ozónu, opotřebení a poškrábání.

- Střídavá klimatická zkouška celého vozu – PV 2005

Díly v zastavěném stavu na voze nebo uložené na zkušebních stojanech musí být odolné střídavému klimatickému namáhání bez poškození. Nejsou přípustné žádné deformace, zhoršení funkčnosti a degradace v materiálu.

- Letní a zimní způsobilost

Jízdní zkoušky v regionech s extrémními teplotními hodnotami. Hodnotí se materiálové vlastnosti a funkčnost dílů.

❖ **Korozní test**

Díly musí vyhovět podmínkám korozního testu dle koncernové metodiky, které simulují korozní odolnost vozu po 3 a 12 letech provozu, v náročných provozních podmínkách.

Na dílech není přípustné korozní napadení či barevné změny po 15-ti cyklech korozního testu (simulace 3-letého provozu). Díly musí být funkční po celou dobu testu – 90 cyklů (simulace 12-letého provozu).

❖ **Zkouška odolnosti tlakové vodě**

Provádí se na voze, manuálně tlakovým agregátem. Tlak vody max. 120 bar, vzdálenost trysky od povrchu karoserie dle návodu k obsluze, min. 50 cm, 10 minut. Nesmí dojít k protékání vody do interiéru vozu netěsnostmi.

❖ **Zkouška průjezdu myčkou**

Při padesátinásobném průjezdu myčkou nesmí dojít k zatékání vody. Zároveň je nepřípustné jakékoliv poškození dílu či zachytávání mycích elementů na vyvíjeném díle či jeho upevnění.

❖ **Zkouška výhledu dozadu** - dle EHK 46-01

❖ **Crash – Euro- NCAP**

❖ **Zkoušky prováděné dodavatelem**

Materiálové zkoušky

Zkouška střídavého klimatu dle PV 1200 (20 cyklů), popř. PV 2005 (60 c)

Korozní zkouška (laboratorní) - dle VW 13750

UV odolnost - dle PV 3929, PV 3930

Lakovatelnost - dle TL 211, lak se nesmí odlupovat a praskat.

Přilnavost lepidla – dodavatel předá vyjádření dodavatele lepidla, potvrdí vhodnost použitého lepidla pro spojení vnitřního dílu se sklem.

[1]

8.11. Zhodnocení klíčových parametrů vítězné varianty

❖ Úspora hmotnosti

Původní plechové víko váží 14,075 kg, původní hybridní víko 12,57 kg. Navržené víko má hmotnost 11,56 kg, pokles hmotnosti je tedy o 2,515, resp. 1,01 kg, což činí 17,9 % úsporu v porovnání s původním plechovým víkem a 8 % úsporu oproti původnímu hybridnímu víku.

Další potenciál díky optimalizaci a přizpůsobení konstrukce víka technologii Hybrid-Plus: U technologie Rehau se dá předpokládat další snížení hmotnosti, pokud bude díl navrhován od začátku pro použití této technologie. V případě varianty 1 bylo víko přesně vymezené a jeho rozměry a zástavbový prostor se nemohly měnit s ohledem na použití technologie Hybrid-Plus. Pokud by technologie měla být aplikována na některý z příštích projektů, je nutné použití této technologie zohlednit už od začátku vývoje dílu.

❖ Náklady

Hlavním cílem je snížit hmotnost vyvíjeného dílu. Je třeba brát zřetel na vynaložené náklady na 1 kg uspořené hmotnosti a najít přijatelný kompromis mezi cenou a uspořenou hmotností.

Investice do nářadí - Nářadí pro plastové díly má kratší životnost než nářadí pro plechové díly. Vyplatí se pouze při určitém ročním vyrobeném množství.

Detailní finanční analýza není součástí této diplomové práce a většina konkrétních údajů není ke zveřejnění. Pro zavedení technologie Rehau do série bylo by nutné všechna finanční data podrobně analyzovat.

Při realizaci varianty s technologií Rehau lze převzít vnější horní a dolní díl ze stávajícího hybridního víka, nové nářadí (a s tím spojené investice) by bylo potřeba jen pro základní plech a vstřikovanou strukturu žebírek.

U hybridních variant jsou nižší investice do nářadí při faceliftu modelu.

Jak je uvedeno výše, u vík s technologií Rehau se předpokládá dodání celého zadního víka od dodavatele, čímž se oproti vlastní výrobě ušetří náklady na výrobu, manipulaci a skladování.

Dokončovací proces u OEM - Díky modulové zástavbě u hybridního víka je možné zredukování potřebných dokončovacích kapacit a časů, s čímž souvisí zredukování skladovacích ploch a zjednodušení dopravních toků.

❖ Složitost dílu

U hybridního víka se předpokládá JIT dodání kompletního dílu na montáž od dodavatele, v tomto případě není nutné se složitostí dílu zabývat. Složitost dílu je nevýhodou u dílů pořízených vlastní výrobou, čím složitější díl, tím nákladnější výroba.

❖ Klimatická odolnost dílu

Předpokládá se dobrá klimatická odolnost dílu. Vnější panelové díly jsou již odzkoušené na původním hybridním víku, otázkou zůstává vliv působení teplot na vnitřní plechový díl s plastovou žebírkovou strukturou. Rehau deklaruje dobrou klimatickou odolnost dílů, ale tuto skutečnost by bylo nutné ověřit na případných prototypových vzorcích.

❖ Korozní odolnost dílu

Bezproblémová korozní odolnost díky použití plastových panelových dílů, otázka se nabízí při použití vnitřního plechu. Součástí technologie Hybrid-Plus je anorganická adhezivní vrstvička, která má zároveň ochrannou funkci proti korozi. Stejně jako v případě klimatické odolnosti by však bylo nutné odzkoušet v korozním testu prototypové vzorky.

❖ Akustické vlastnosti

Akustické vlastnosti lze předpokládat výrazně lepší při použití vnějších plastových dílů. Vychází se ze zkušeností při porovnání hluků v interiéru vozu s původním hybridním a plechovým víkem.

❖ Svoboda designu

Použitím plastových dílů vzniká možnost použití tvarů, které se u plechového víka použít nedají. Jsou možná také různá barevná provedení vnějších dílů a spoileru, možnost vícebarevného lakování jednotlivých dílů. Důležitá je také jednoduchá zástavba malých dílů (anténa pro rádio, GPS, UMTS, GMS, třetí brzdové světlo, zadní stěrač, parkovací asistent, atd.).

❖ Nová myšlenka

Technologie Hybrid-Plus přináší nový pohled na konstrukci hybridních automobilových dílů. Hlavní idea je inovativní způsob zastříknutí kovového plechu a zavádění tzv. lehkých konceptů a tím i podílu plastů v automobilové výrobě, což pomáhá výrobcům automobilů splnit požadované emisní cíle.

❖ Vyměnitelnost dílů

Plastové panelové díly jsou snadno vyměnitelné (díky připevnění pomocí klipování) v případě poškození dílu, faceliftu modelu nebo pokud chceme např. vyrábět sportovní variantu. Díky vyměnitelnosti panelových dílů roste užitná hodnota automobilu.

❖ Pevnostní parametry

Pevnostní parametry jsou vyhovující, což bylo ověřeno počítačovou simulací zatížení dílu (torzní tuhost a zatížení na ohyb).

Otevřené body:

- ❖ Možnost zůstávání vysrážené vody v žebírkovité struktuře.
- ❖ Otázka recyklace základního nosného dílu (komplet žebírka+plech).
- ❖ Povrchový vzhled vnitřního plechového dílu (okolo sloupků a šedé zóny při otevřeném víku).
- ❖ Detailní analýza investic a nákladů při použité technologie Rehau Hybrid-Plus.
- ❖ Vlivem teplotních změn může být pozorován bimetalický efekt a deformace dílu.
- ❖ Pro zavedení návrhu do série by bylo nutné ověřit vlastnosti takto navrženého víka ve vývojových zkouškách po vyrobení prototypových dílů.

9. ZÁVĚR

Diplomová práce byla zpracována na téma Inovace lehkého zadního víka vozu Škoda Roomster. Cílem práce bylo zhodnotit stávající řešení zadního víka vozu, udělat průzkum řešení konkurenčních vozů a vytvoření nových vlastních návrhů, vypracovat inovační záměr a naplánovat inovaci. Za použití moderních metod inovačního inženýrství byly porovnány navržené varianty a na základě vyhodnocení bylo vybráno řešení založené na technologii firmy REHAU.

Výsledkem práce je optimalizovaná konstrukce dílu (tvarového provedení, materiálů...) s redukovanou hmotností při zachování počátečních rozměrových a mechanických požadavků a zhodnocení vítězného konceptu.

Diplomová práce byla zpracována ve firmě Škoda Auto, k dispozici byla dokumentace sériového plechového a hybridního víka Roomster a studie firmy Rehau o technologii Hybrid Plus.

- ❖ Nejprve byla provedena analýza současného plechového a hybridního víka Roomster a tento stav vzala jako výchozí pro tvorbu inovací.
- ❖ Dále průzkum trhu se zaměřením na plastová a hybridní víka ostatních výrobců (Mazda, Mercedes, Ford, Subaru, Smart, Nissan) a porovnala je se stávajícím hybridním víkem Roomster.
- ❖ V další fázi seznámení s technologií Rehau Hybrid-Plus pro výrobu lehkých hybridních automobilových dílů.
- ❖ Následovala fáze plánování inovace za použití nástrojů inovačního inženýrství, v pořadí identifikace inovačních příležitostí a stanovení inovačního záměru, alokace zdrojů, vypracování harmonogramu za pomoci programu MS Project, zformulování inovačního prohlášení.
- ❖ Návrhy několika variant pro snížení hmotnosti dílu – 2 varianty za použití technologie Rehau Hybrid-Plus, dále zadní víko vyrobené z hliníkových plechů, víko, které má základní díl odlitý z hliníku a vnější díly z hliníkových plechů a víko, které má základní díl odlitý z hořčíku a vnější díly z hliníkových plechů. Pro úplnost výčtu variant je uvedena i možnost snížení hmotnosti za použití PC skel nebo skel s hydrofobní vrstvou (je tak možné ušetřit stěrač včetně motorku).

❖ Pomocí nástroje inovačního inženýrství „rozhodovací tabulka pro hrubé roztrídění konceptů a pro detailní hodnocení konceptů“ byla vybrána jako vítězný návrh varianta č. 1, hybridní víko s použitím technologie Rehau Hybrid-Plus. U tohoto víka sice nedojde k největšímu možnému snížení hmotnosti ze všech uvedených variant, ale po zhodnocení parametrů pomocí výše uvedených tabulek a zohlednění všech parametrů se zdá tato varianta nejvýhodnější pro další rozpracování.

❖ Cílem této diplomové práce bylo snížit hmotnost víka. Při porovnání hmotnosti plechového víka (14,075 kg), původního hybridního víka (12,57 kg) a víka s technologií Rehau Hybrid-Plus (11,56 kg) dostaneme hodnotu 2,515, resp. 1,01 ušetřených kg, což činí 17,9 % úsporu v porovnání s původním plechovým víkem a 8 % úsporu oproti původnímu hybridnímu víku.

Výraznější snížení hmotnosti při použití technologie Rehau Hybrid-Plus se dá předpokládat, pokud bude díl navrhován od začátku pro aplikaci technologie Hybrid-Plus. V případě navržené varianty bylo jako výchozí stav dané konkrétní víko (rozměry, zástavbový prostor) a jeho parametry se nemohly měnit s ohledem na použití technologie Hybrid-Plus. Pokud by technologie měla být aplikována na některý z příštích projektů, je nutné použití této technologie zohlednit už od začátku vývoje dílu.

Detailní postup při konstruování této varianty, rozbor hmotností jednotlivých dílů, technická dokumentace včetně navrhovaného výrobního postupu a simulačních výpočtů je uveden v kapitole číslo 8.

Dále bylo provedeno zhodnocení vítězného konceptu podle metod pro detailní konstruování DFX, kde jsou uvedeny výhody tohoto řešení z hlediska montáže, výroby a demontáže, ekologické hledisko a spolehlivost dílu.

❖ Na závěr proběhlo zhodnocení klíčových parametrů a je shrnut přínos inovace na úsporu hmotnosti, zlepšení užitných vlastností, hospodárnosti a vyrobiteľnosti navrženého zadního víka.

V rámci této diplomové práce zůstaly otevřené některé body, jejichž zodpovězení je již nad rámec práce.

Práci byla zpracována na 73 stránkách, použito 58 obrázků a 2 přílohy.

Poděkování

Na závěr bych chtěla poděkovat vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Ladislavu Ševčíkovi, CSc. z katedry Částí a mechanismů strojů TU v Liberci za poskytnutý čas, trpělivost a věcné připomínky.

Svému konzultantovi Ing. Janu Kouřilovi z oddělení TKO – Vývoj okované karoserie (skupina zadní víko) za odborné rady a poskytnuté firemní informace k dané problematice, kolegovi Josefu Karáskovi za pomoc s programem Catia a kolegům ze skupiny Vývoj materiálů za podklady pro vypracování práce a odborné konzultace.

Děkuji vedoucímu našeho oddělení TKO Ing. Karlu Erbenovi za podporu při studiu a za možnost vypracování této diplomové práce.

V neposlední řadě bych chtěla poděkovat své rodině za její duševní podporu po celou dobu studia.

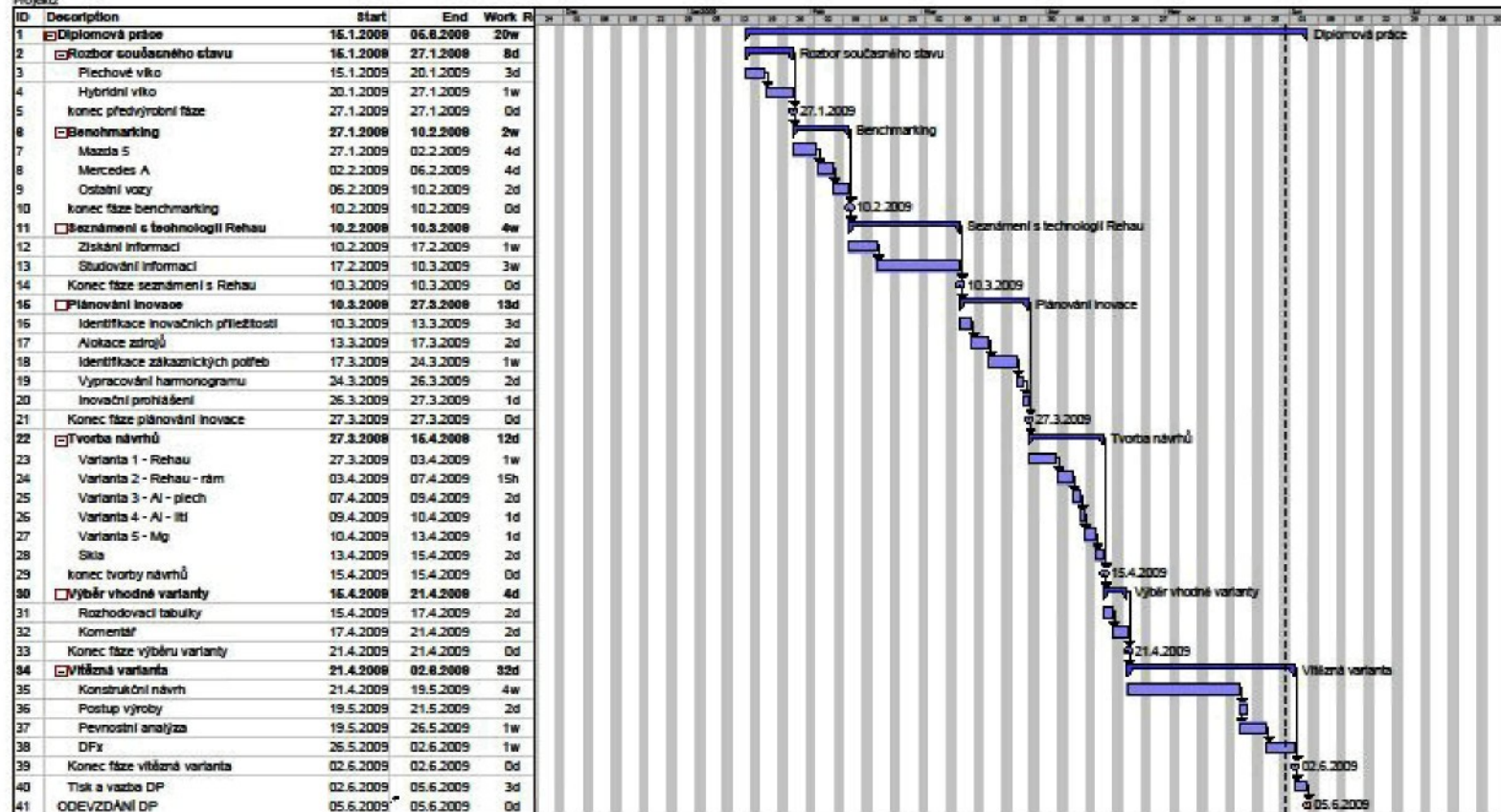
Použitá literatura

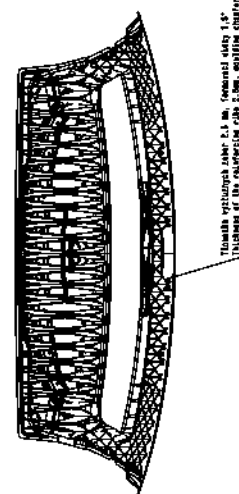
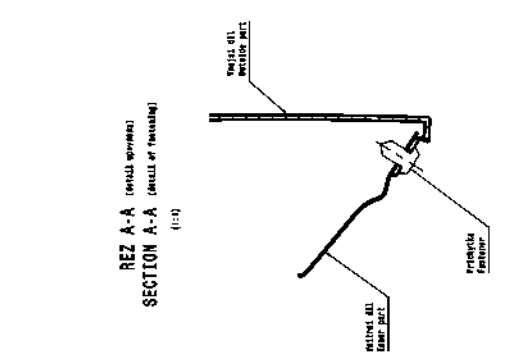
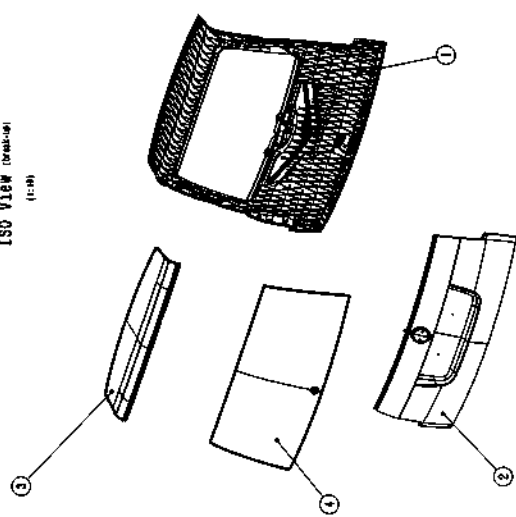
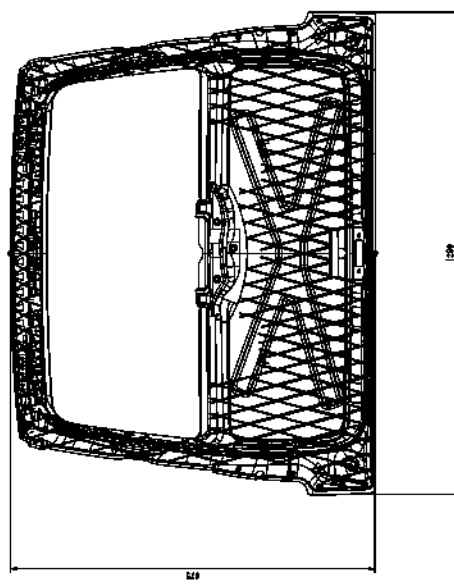
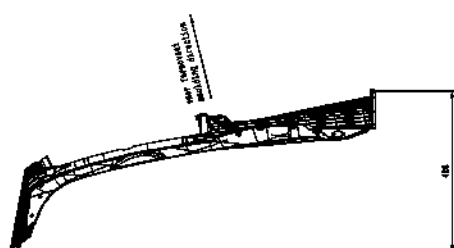
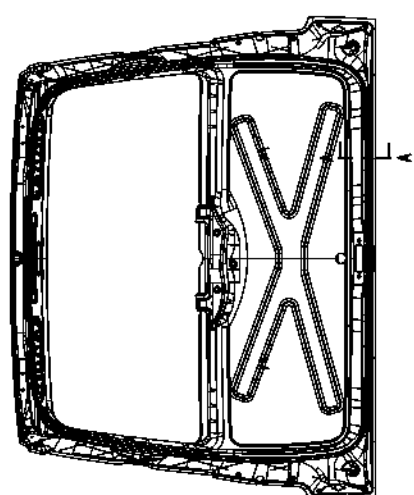
- [1] Dokumentace firmy Škoda Auto a.s.
- [2] Prezentace firmy Rehau
- [3] I. Mašín, L. Ševčík: Metody inovačního inženýrství, 2006
- [4] Kunststoffe im Automobilbau – VDI Wissenforum GmbH – VDI
Gessellschaft Kunststofftechnik, 2008
- [5] webové stránky: www.VDI.de
- [6] Prezentace firmy Cadence Innovation
- [7] Prezentace firmy Exatec LLC, USA
- [8] Webové stránky www.wikipedia.cz

Přílohy

- 1 – časový plán v MS Project
- 2 – výkres vnitřního plechu víka s žebírkovitou strukturou

Projekt2



[illegible][illegible]

4	3243 NAME: BEN ARNOLD	1
5	32431 CAL. HORN	1
6	32432 CAL. JAWB	1
7	32433 CAL. CHALK	1
8	32434 CAL. JAWB	1
9	32435 CAL.	1
10	32436 CAL. JAWB	1
11	32437 CAL. JAWB	1
12	32438 CAL. JAWB	1
13	32439 CAL. JAWB	1
14	32440 CAL. JAWB	1
15	32441 CAL. JAWB	1
16	32442 CAL. JAWB	1
17	32443 CAL. JAWB	1
18	32444 CAL. JAWB	1
19	32445 CAL. JAWB	1
20	32446 CAL. JAWB	1
21	32447 CAL. JAWB	1
22	32448 CAL. JAWB	1
23	32449 CAL. JAWB	1
24	32450 CAL. JAWB	1
25	32451 CAL. JAWB	1
26	32452 CAL. JAWB	1
27	32453 CAL. JAWB	1
28	32454 CAL. JAWB	1
29	32455 CAL. JAWB	1
30	32456 CAL. JAWB	1
31	32457 CAL. JAWB	1
32	32458 CAL. JAWB	1
33	32459 CAL. JAWB	1
34	32460 CAL. JAWB	1
35	32461 CAL. JAWB	1
36	32462 CAL. JAWB	1
37	32463 CAL. JAWB	1
38	32464 CAL. JAWB	1
39	32465 CAL. JAWB	1
40	32466 CAL. JAWB	1
41	32467 CAL. JAWB	1
42	32468 CAL. JAWB	1
43	32469 CAL. JAWB	1
44	32470 CAL. JAWB	1
45	32471 CAL. JAWB	1
46	32472 CAL. JAWB	1
47	32473 CAL. JAWB	1
48	32474 CAL. JAWB	1
49	32475 CAL. JAWB	1
50	32476 CAL. JAWB	1
51	32477 CAL. JAWB	1
52	32478 CAL. JAWB	1
53	32479 CAL. JAWB	1
54	32480 CAL. JAWB	1
55	32481 CAL. JAWB	1
56	32482 CAL. JAWB	1
57	32483 CAL. JAWB	1
58	32484 CAL. JAWB	1
59	32485 CAL. JAWB	1
60	32486 CAL. JAWB	1
61	32487 CAL. JAWB	1
62	32488 CAL. JAWB	1
63	32489 CAL. JAWB	1
64	32490 CAL. JAWB	1
65	32491 CAL. JAWB	1
66	32492 CAL. JAWB	1
67	32493 CAL. JAWB	1
68	32494 CAL. JAWB	1
69	32495 CAL. JAWB	1
70	32496 CAL. JAWB	1
71	32497 CAL. JAWB	1
72	32498 CAL. JAWB	1
73	32499 CAL. JAWB	1
74	32500 CAL. JAWB	1
75	32501 CAL. JAWB	1
76	32502 CAL. JAWB	1
77	32503 CAL. JAWB	1
78	32504 CAL. JAWB	1
79	32505 CAL. JAWB	1
80	32506 CAL. JAWB	1
81	32507 CAL. JAWB	1
82	32508 CAL. JAWB	1
83	32509 CAL. JAWB	1
84	32510 CAL. JAWB	1
85	32511 CAL. JAWB	1
86	32512 CAL. JAWB	1
87	32513 CAL. JAWB	1
88	32514 CAL. JAWB	1
89	32515 CAL. JAWB	1
90	32516 CAL. JAWB	1
91	32517 CAL. JAWB	1
92	32518 CAL. JAWB	1
93	32519 CAL. JAWB	1
94	32520 CAL. JAWB	1
95	32521 CAL. JAWB	1
96	32522 CAL. JAWB	1
97	32523 CAL. JAWB	1
98	32524 CAL. JAWB	1
99	32525 CAL. JAWB	1
100	32526 CAL. JAWB	1

NAME	DATE	TIME	TEST	SCORE
1	10/10/10	10:00	100	100
2	10/10/10	10:00	100	100
3	10/10/10	10:00	100	100
4	10/10/10	10:00	100	100
5	10/10/10	10:00	100	100
6	10/10/10	10:00	100	100
7	10/10/10	10:00	100	100
8	10/10/10	10:00	100	100
9	10/10/10	10:00	100	100
10	10/10/10	10:00	100	100
11	10/10/10	10:00	100	100
12	10/10/10	10:00	100	100
13	10/10/10	10:00	100	100
14	10/10/10	10:00	100	100
15	10/10/10	10:00	100	100
16	10/10/10	10:00	100	100
17	10/10/10	10:00	100	100
18	10/10/10	10:00	100	100
19	10/10/10	10:00	100	100
20	10/10/10	10:00	100	100
21	10/10/10	10:00	100	100
22	10/10/10	10:00	100	100
23	10/10/10	10:00	100	100
24	10/10/10	10:00	100	100
25	10/10/10	10:00	100	100
26	10/10/10	10:00	100	100
27	10/10/10	10:00	100	100
28	10/10/10	10:00	100	100
29	10/10/10	10:00	100	100
30	10/10/10	10:00	100	100
31	10/10/10	10:00	100	100
32	10/10/10	10:00	100	100
33	10/10/10	10:00	100	100
34	10/10/10	10:00	100	100
35	10/10/10	10:00	100	100
36	10/10/10	10:00	100	100
37	10/10/10	10:00	100	100
38	10/10/10	10:00	100	100
39	10/10/10	10:00	100	100
40	10/10/10	10:00	100	100
41	10/10/10	10:00	100	100
42	10/10/10	10:00	100	100
43	10/10/10	10:00	100	100
44	10/10/10	10:00	100	100
45	10/10/10	10:00	100	100
46	10/10/10	10:00	100	100
47	10/10/10	10:00	100	100
48	10/10/10	10:00	100	100
49	10/10/10	10:00	100	100
50	10/10/10	10:00	100	100
51	10/10/10	10:00	100	100
52	10/10/10	10:00	100	100
53	10/10/10	10:00	100	100
54	10/10/10	10:00	100	100
55	10/10/10	10:00	100	100
56	10/10/10	10:00	100	100
57	10/10/10	10:00	100	100
58	10/10/10	10:00	100	100
59	10/10/10	10:00	100	100
60	10/10/10	10:00	100	100
61	10/10/10	10:00	100	100
62	10/10/10	10:00	100	100
63	10/10/10	10:00	100	100
64	10/10/10	10:00	100	100
65	10/10/10	10:00	100	100
66	10/10/10	10:00	100	100
67	10/10/10	10:00	100	100
68	10/10/10	10:00	100	100
69	10/10/10	10:00	100	100
70	10/10/10	10:00	100	100