

# Dělení karoserie vozidla pro ECO - marathon

Robert Malina

---

Bakalářská práce  
2015



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav výrobního inženýrství  
akademický rok: 2014/2015

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Robert Malina**  
Osobní číslo: **T13944**  
Studijní program: **B3909 Procesní inženýrství**  
Studijní obor: **Technologická zařízení**  
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Dělení karoserie vozidla pro Eco-marathon**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte řešení na dané téma s přihlédnutím na výrobní možnosti
2. Navrhněte řešení spojů karoserie a bodů uchycení k rámu
3. Navrhněte výrobní postupy pro jednotlivé části karoserie
4. Zhodnoťte navržená řešení

Rozsah bakalářské práce:  
Rozsah příloh:  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**  
Seznam odborné literatury:  
**Dle doporučení vedoucího práce**

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jaroslav Maloch, CSc.**  
Ústav výrobního inženýrství  
Datum zadání bakalářské práce: **30. ledna 2015**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **22. května 2015**

Ve Zlíně dne 9. února 2015

  
doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.  
*děkan*



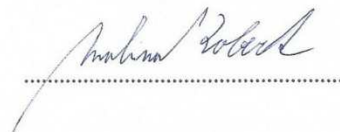
  
prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 20.5.2015



.....

<sup>1)</sup> zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce požít na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

<sup>2)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

<sup>3)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihledne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo navrhnout nejvhodnější dělení karoserie vozidla pro ECO - marathon na co nejmenší počet jednotlivých dílů tak, aby byla zaručena jejich vyrobiteľnosť. Dále se práce zabývá návrhem vhodných spojů a uchycení bodů karoserie k rámu. Teoretická část je zaměřena na základní rozdělení karoserií a skříní, stavbu skořepin karoserie, sendvičové konstrukční prvky, bezpečnostní prvky, kompozitní materiály, mechanické zkoušky vozidel a vývoj karoserie od historie až po současnost.

Klíčová slova:

Karoserie, dělení karoserie, spoje, rám

## **ABSTRACT**

The main aim of this thesis was to design the most appropriate division of the vehicle body for ECO - marathon on the minimum number of each component so as to guarantee their manufacturability. Furthermore, the work deals with the design of appropriate connections and fixing points of the body to the frame. The theoretical part focuses on the basic division of bodies and body, the body shell structure, composite structural elements, security elements, composite materials, mechanical testing of vehicles and development of the body from history to the present.

Keywords:

Body, splitting body, join, frame

Chtěl bych poděkovat vedoucímu mé práce, panu Ing. Jaroslavovi Malochovi, CSc., za trpělivost a cenné rady. Dále bych chtěl poděkovat paní doc. Ing. Soni Rusnákové, PhD., za poskytnutí odborných konzultací k danému tématu. A v neposlední řadě chci poděkovat své rodině za podporu během celého studia.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>11</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>12</b>
<b>1 KAROSERIE</b> .....	<b>13</b>
1.1 HISTORIE .....	13
1.2 SOUČASNOST.....	14
1.3 ZÁKLADNÍ POŽADAVKY NA KAROSERII .....	14
1.4 MATERIÁLY URČENÉ PRO STAVBU KAROSERIÍ.....	15
<b>2 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ KAROSERIÍ</b> .....	<b>17</b>
2.1 ROZDĚLENÍ KAROSERIÍ PODLE DOPRAVNÍHO ÚČELU .....	17
2.1.1 Karoserie osobních automobilů.....	17
2.1.2 Typy karoserií osobních automobilů.....	18
2.2 ROZDĚLENÍ KAROSERIÍ PODLE VZTAHU K PODVOZKU .....	27
2.3 ROZDĚLENÍ SAMONOSNÝCH KAROSERIÍ PODLE KONSTRUKCE.....	29
2.4 ROZDĚLENÍ KAROSERIÍ PODLE TVARU .....	30
2.5 ROZDĚLENÍ KAROSERIÍ PODLE VNITŘNÍHO USPOŘÁDÁNÍ .....	32
<b>3 STAVBA SKOŘEPIN</b> .....	<b>33</b>
3.1 SÉRIOVÁ VÝROBA SKOŘEPIN .....	33
3.1.1 Spojování svařováním.....	33
3.1.2 Spojování drážkováním.....	33
3.1.3 Spojování klinčováním.....	34
3.2 KUSOVÁ VÝROBA SKOŘEPIN.....	35
3.3 DOKONČOVACÍ PRÁCE NA SUROVÉ KAROSERII .....	35
3.4 NOVÉ NÁROKY NA SPOJOVÁNÍ.....	35
<b>4 SENDVIČOVÉ KONSTRUKČNÍ PRVKY</b> .....	<b>36</b>
4.1 VOŠTINOVÉ JÁDRO .....	36
4.2 PĚNOVÉ JÁDRO .....	36
4.3 SENDVIČOVÉ DÍLY KAROSERIE .....	37
<b>5 KOMPOZITNÍ MATERIÁLY</b> .....	<b>38</b>
5.1 SKELNÝ LAMINÁT.....	38
5.2 KOMPOZITY Z VLÁKEN UHLÍKOVÝCH A ARAMIDOVÝCH .....	38
5.3 KEVLAR .....	38
5.4 UHLÍKOVÉ VLÁKNO.....	38
5.5 PREPREG.....	39
5.6 PŘEDNOSTI KOMPOZITNÍCH MATERIÁLŮ.....	40
<b>6 TYPY SPOJŮ KOMPOZITNÍCH MATERIÁLŮ</b> .....	<b>41</b>
6.1 LEPENÉ SPOJE.....	41
6.1.1 Polarita .....	41
6.1.2 Základní rozdělení lepidel.....	42
6.1.3 Pružné lepení .....	42



6.2	NÝTOVÉ SPOJE .....	43
6.2.1	Základní druhy nýtů .....	43
6.2.2	Základní nýtové spoje .....	43
6.2.3	Postup při nýtování: .....	43
6.3	HYBRIDNÍ SPOJE (SPOJENÍ KOV/ KOMPOZIT) .....	44
6.3.1	Lepené kovové upínací prvky .....	44
<b>7</b>	<b>BEZPEČNOSTNÍ PRVKY KAROSERIE ECO.....</b>	<b>47</b>
7.1	AKTIVNÍ BEZPEČNOST .....	47
7.1.1	Bezpečnost jízdy .....	47
7.1.2	Zajištění bezpečného vnímání.....	47
7.1.3	Zajištění fyzické pohody [1] .....	47
7.1.4	Bezpečnost obsluhy.....	47
7.2	PASIVNÍ BEZPEČNOST .....	48
7.2.1	Bezpečnostní požadavky pro všechny kategorie ECO vozidel.....	48
<b>8</b>	<b>ZKOUŠENÍ VOZIDEL .....</b>	<b>50</b>
8.1	TORZNÍ TUHOST KAROSERIE.....	50
8.1.1	Faktory ovlivňující torzní tuhost karoserie .....	51
8.1.2	Vliv na jízdní vlastnosti .....	51
8.2	TENZOMETRICKÁ MĚŘENÍ.....	51
8.3	ZKOUŠENÍ AERODYNAMICKÝCH VLASTNOSTÍ.....	52
8.4	ZKOUŠENÍ TĚSNOSTI KAROSERIE .....	52
8.5	ZKOUŠENÍ HLUKU .....	52
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>53</b>
<b>9</b>	<b>CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE .....</b>	<b>54</b>
<b>10</b>	<b>DĚLENÍ KAROSERIE.....</b>	<b>55</b>
10.1	DĚLENÍ KAROSERIE – VARIANTA A .....	55
10.2	DĚLENÍ KAROSERIE – VARIANTA B.....	56
<b>11</b>	<b>JEDNOTLIVÉ DÍLY KAROSERIE .....</b>	<b>57</b>
11.1	DÍL 1 – PŘÍD .....	57
11.2	DÍL 2 – PŘEDNÍ ČÁST DNA .....	58
11.3	DÍL 3 – PŘEDNÍ ČÁST.....	58
11.4	DÍL 4 – ZADNÍ ČÁST DNA.....	59
11.5	DÍL 5 – ZADNÍ ČÁST .....	59
11.6	DÍL 6 – ZÁD.....	60
11.7	DÍL 7 – KRYT MOTORU .....	60
11.8	DÍL 8 – KRYT KABINY .....	61
<b>12</b>	<b>SPOJENÍ JEDNOTLIVÝCH DÍLŮ KAROSERIE.....</b>	<b>62</b>
<b>13</b>	<b>MATERIÁL KAROSERIE .....</b>	<b>63</b>
<b>14</b>	<b>VYZTUŽENÍ KAROSERIE .....</b>	<b>64</b>
<b>15</b>	<b>UCHYCENÍ KAROSERIE K RÁMU.....</b>	<b>65</b>
<b>16</b>	<b>ROZMÍSTĚNÍ UPÍNACÍCH PRVKŮ.....</b>	<b>66</b>
<b>17</b>	<b>ZAJIŠTĚNÍ A UCHYCENÍ KRYTU KABINY.....</b>	<b>67</b>

17.1	KLOUBOVÝ PANT KRYTU KABINY .....	67
17.2	ZÁMEK KRYTU KABINY .....	68
17.3	VZPĚRA KRYTU KABINY .....	68
<b>18</b>	<b>ZAJIŠTĚNÍ A UCHYCENÍ KRYTU MOTORU .....</b>	<b>69</b>
18.1	VODÍCÍ KOLÍK KRYTU MOTORU .....	69
<b>19</b>	<b>VÝROBNÍ POSTUPY PRO JEDNOTLIVÉ ČÁSTI KAROSERIE.....</b>	<b>70</b>
19.1	TVAROVÁNÍ KRYTU KABINY .....	70
19.2	VÝROBNÍ POSTUP DÍLU 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 .....	70
<b>20</b>	<b>ZHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH ŘEŠENÍ.....</b>	<b>71</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>72</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>73</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>75</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>76</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>79</b>

## ÚVOD

Žijeme ve světě, ve kterém existuje reálné i zdánlivě nemožné. Každou chvíli se nám otevírají nové možnosti, jak nejlépe využít čas, který nám byl dán v životech každého z nás. V dnešní době máme automobilovou karoserii denně na očích, přičemž ji mnoho z nás bere jako samozřejmost, bez které by automobil nebyl automobilem. Karoserie automobilu má ovšem za sebou dlouhý vývoj a nespočet provedení. Známý jsou nám jak standardní produkty, tak i pokrokové projekty s důrazem na automobilový design a aerodynamiku. Pro docílení současného designu je zapotřebí připomenout historické návrhy, které navždy změnilly vývoj karoserie.

V bakalářské práci bylo navrženo nejvhodnější dělení karoserie vozidla pro Shell Eco – marathon na co nejmenší počet jednotlivých dílů tak, aby byla zaručena jejich vyrobiteľnost, pevnost a tuhost. Při návrhu vhodného spojení a uchycení bodů karoserie k rámu, byl kladen důraz na co nejvhodnější rozmístění tak, aby byly dodrženy stanovené pravidla závodu. Vycházelo se z 3D modelu karoserie, která byla v předchozích letech navržena panem Bc. Milanem Kubíčkem na Dopravní fakultě Jana Pernera v Pardubicích. Zkonstruována byla tak, aby splňovala co nejlepší aerodynamické vlastnosti.

Teoretická část je zaměřena na vývoj karoserie od historie až po současnost, základní rozdělení karoserií a skříní, stavbu skořepin karoserie, sendvičové konstrukční prvky, kompozitní materiály, bezpečnostní prvky a mechanické zkoušky vozidel.

Společnost Shell pořádá jednu z nejkreativnějších a nejnáročnějších studentských soutěží, uskutečněných na uzavřených tratích po celém světě. Úkolem týmů středoškolských a vysokoškolských studentů z celého světa je navrhnout a postavit co nejvíce úsporná vozítka, která ujedou největší vzdálenost na 1 kWh nebo 1 litr paliva. Soutěže se každoročně účastní tisíce studentů, aby představili své nové technologie, aplikované na svých ECO-marathon vozidlech. Tyto vozidla jsou navrženy a zkonstruovány tak, aby měly výbornou aerodynamiku a zároveň nejúspornější pohonnou jednotkou při zachování co nejnižší hmotnosti.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 KAROSERIE

Karoserie je jedna z hlavních částí současných i historických automobilů. Je vytvořena tak, aby splňovala předem stanovené podmínky využití. Jedním z hlavních úkolů karoserie je chránit posádku před vnějšími vlivy okolí a zajistit posádce i přepravovanému nákladu co největší bezpečnost. Slouží také jako celek, v němž je uložena poháněcí soustava a převodové ústrojí. Dále jsou kladeny vysoké požadavky na funkčnost, komfort a estetičnost. [5]



Obr. 1 Karoserie vozu Porsche Panamera [8]

### 1.1 Historie

Koncem devatenáctého století připomínaly automobily svými tvary spíše kočáry. Vše začalo v roce 1885-1886, kdy německý automobilový konstruktér Karl Friedrich Benz zkonstruoval Benz Patent-Motorwagen. Řeč je o tříkolovém velocipédu, který byl osazený čtyřdobým jednoválcovým benzínovým motorem o objemu  $954 \text{ cm}^3$ , umístěným pod sedadlem nad zadní nápravou. Jednalo se tedy o první zkonstruovaný automobil na světě, který byl poháněný spalovacím motorem. Vývoj automobilových karosérií různých tvarů podle konkrétního určení vozu byl započat počátkem dvacátého století. Začínají se objevovat uzavřené typy automobilů podobající se těm současným. Na obrázku je možné vidět typický tvar karoserie z první poloviny dvacátého století. Jedná se o automobil značky Benz Patent-Motorwagen, zkonstruovaný Karlem Friedrichem Benzem, tehdejším spoluzakladatelem značky Mercedes-Benz.[4], [6], [7]



Obr. 2 Automobil značky Benz Patent-Motorwagen [2]

## 1.2 Současnost

V dnešní době jsou karoserie automobilů na velmi vysoké úrovni. Tvar, bezpečnost, použité materiály a způsob výroby jsou hlavními faktory, na které jsou kladeny největší nároky. Každý díl je důkladně promyšlen a konstruován pomocí moderních počítačů. Díky automatizace jednotlivých středisek zvyšujeme požadavky na kvalitu a rychlost výroby karoserií. [1]

## 1.3 Základní požadavky na karoserii

Výroba karoserie je velmi složitý proces, při kterém musí být splněno mnoho zásadních požadavků jak po technologické, tvarové, tak i materiálové stránce. Pro vznik ideální karoserie je splnění všech těchto požadavků velmi obtížné.

- Pevnost a tuhost
- Bezpečnost přepravovaných osob
- Vysoká životnost, odolnost proti korozi a opotřebení
- Nízká hmotnost
- Minimální odpor vzduchu
- Správný výhled řidiče
- Dobrá přístupnost k zavazadlovému, motorovému prostoru a podvozkové části
- Těsnost karoserie

- Maximální pohodlí pro cestujících
- Účinné větrání a topení
- Dobrá tepelná a zvuková izolace
- Jednoduchá a rychlá demontáž vadných dílů [1]

## 1.4 Materiály určené pro stavbu karoserií

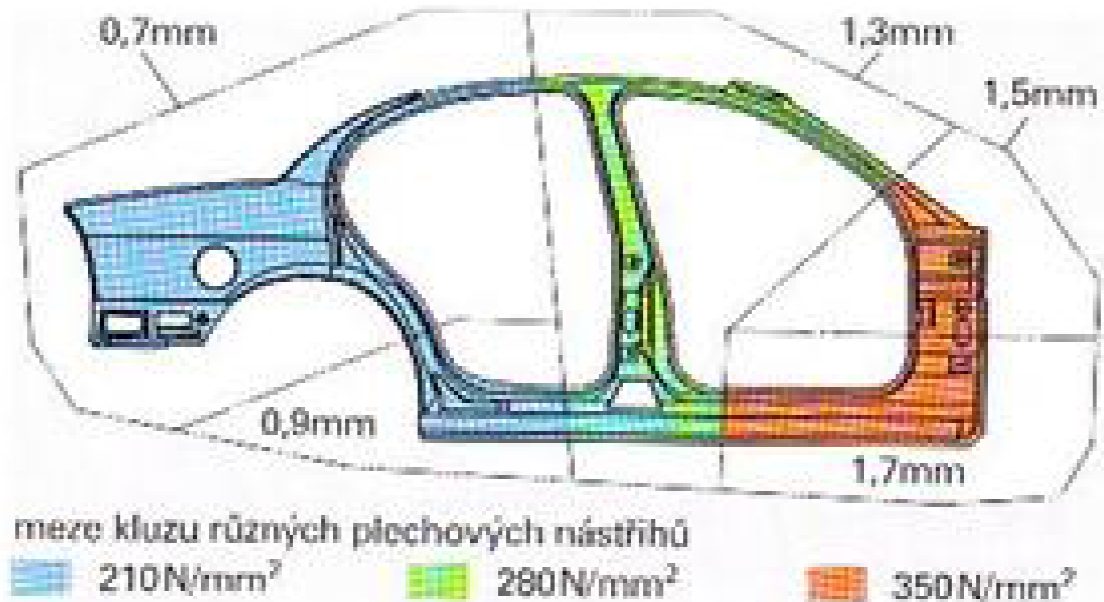
Nejčastěji používané materiály při stavbě karoserií:

- **nerezová ocel** - kryty kol, lišty, panely karoserie
- **ocel** - kostra karoserie, výztuhy, kování atd.
- **těžké neželezné kovy a jejich slitiny** - pokovování
- **lehké neželezné kovy a jejich slitiny** - kostra a panely karoserie
- **textil** – interiér, potahy, skládací střechy
- **plasty** - nárazníky, palubní desky, těsnění atd.
- **dřevo** - obložení, ložná plocha nákladních karoserií
- **pryž** - těsnění, rohože, koberce
- **papír** - lepenkové výplně
- **sklo** - skla oken, zpětná zrcátka
- **nátěrové hmoty** - tmely, ředidla, povrchová úprava
- **tlumicí a těsnící hmoty** - polyuretan
- **lepidla** - epoxidové pryskyřice
- **elektrické instalace** - elektrické vedení
- **elektrické spotřebiče** - světlomety, stěrače [1]

Nejvíce používané materiály pro stavbu karoserie jsou plechy ocelové, hliníkové a pozinkované. Každý díl, ze kterého se skládá samonosná karoserie, je vyroben z plechu o vysoké pevnosti. Plechy jsou vyráběny v tloušťkách od 0,5 – 2 mm. Nevýhodou těchto plechů je ztráta pevnosti, o kterou přichází, pokud jsou rovnány při teplotě vyšší jak 400° C.

Odolným materiálem proti korozi je často používaný ocelový pozinkovaný plech. Aby nedošlo k porušení ochranné vrstvy je nutno dodržovat určité postupy. K pevnému nerozebíratelnému spojení se používá bodové svařování s elektrickým odporem. Pouze speciálně proškolený personál smí provádět rovnání a svařování dílů z hliníkových slitin.

Čím dál častěji se při výrobě karoserií používají plasty, které jsou v mnoha případech nahraditelné za kovové materiály. [1]



### Použití vysokopevnostních ocelových plechů na boční části karoserie

Obr. 3 Použití vysokopevnostních ocelových plechů na boční části karoserie [1]



## 2 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ KAROSERIÍ



Obr. 4 Rozdělení karoserií podle rozdílných kritérií [1]

### 2.1 Rozdělení karoserií podle dopravního účelu

Karoserie:

- *osobních automobilů*
- *autobusové*
- *dodávkové nebo nákladní*
- *speciální*
- *přípojných vozidel*
- *jednostopých motorových vozidel* [1]

#### 2.1.1 Karoserie osobních automobilů

Jelikož karoserie ECO má nejbližší ke karoseriím osobních automobilů, je vhodné tuto kategorii podrobněji popsat.

Osobní automobily jsou konstruovány tak, aby se v nich dalo přepravit nejvíce devět sedících osob včetně zavazadel. V jednom prostoru je místo jak pro cestující, tak i pro řidiče.

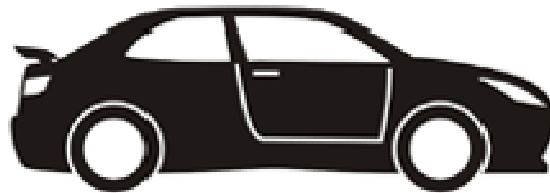
Typ střechy rozděluje karoserie na:

- uzavřené*
- měnitelné*
- otevřené* [1]

### 2.1.2 Typy karoserií osobních automobilů

#### Kupé

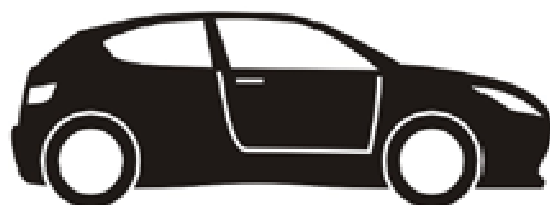
Automobily s uzavřenou střechou a dvoudveřovou karoserií typu kupé jsou řazeny do kategorie sportovních až supersportovních vozů. Tento typ karoserie má jednu až dvě řady sedadel. Poslední dobou dochází k záměně karoserie kupé s karoserií sportovních sedanů, které svými tvary opravdu kupé připomínají. Za kupé jsou považovány pouze dvoudveřové karoserie vozů.



*Obr. 5 Karoserie typu kupé [3]*

#### Gran Turismo

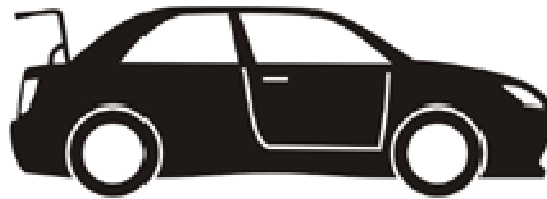
Karoserie typu Gran Turismo (GT) jsou velice podobné karoseriím kupé a hatchback. Jedná se o spojení těchto dvou karoserií do jednoho celku jako takového. Vozy GT jsou na rozdíl od vozu kupé zaměřeny více na pohodlí, než na výkon. Mezi hlavní parametry tohoto vozu patří i sportovní jízdní vlastnosti.



*Obr. 6 Karoserie typu GT [3]*

**Tudor**

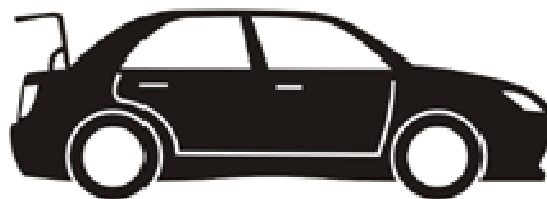
Karoserie tudoru, které v současnosti nejsou příliš v oblibě, jsou často zaměňovány za karoserie sedanu nebo kupé. Vnější tvary a oddělený zavazadlový prostor je stejné koncepce jako u sedanu. Hlavní rozdíl mezi tudorem a sedanem je v počtu dveří. Typickým příkladem tohoto vozu je například Nissan Skyline R32 nebo Honda Civic.



*Obr. 7 Karoserie typu tudor [3]*

**Sedan**

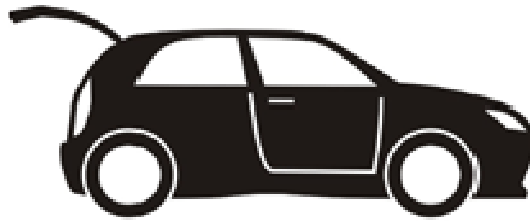
Karoserii sedanu poznáme podle pětimístného prostoru pro posádku a čtyř dveří. Prostor pro zavazadla je zcela oddělen od prostoru pro cestující. Typickým rysem sedanu je jeho stupňovitá záď klesající pozvolna dolů.



*Obr. 8 Karoserie typu sedan [3]*

### Provedení Hatchback

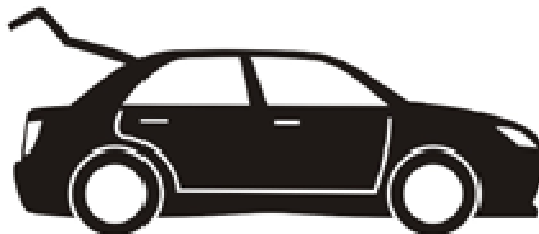
Automobily hatchback jsou charakteristické tím, že mají dvouprostorovou karoserii ve tří nebo pěti dveřovém provedení. Víko kufru neboli páté dveře, jsou výklopné směrem vzhůru, přičemž jejich součástí je i zadní okno. Toto řešení je optimální díky pohodlnému přístupu do zavazadlového prostoru.



*Obr. 9 Karoserie typu hatchback [3]*

### Liftback

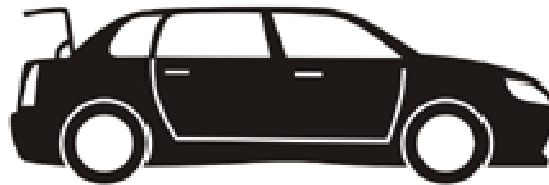
Vozy liftback se stupňovitou zadí karoserie jsou vyráběny ve tří nebo pěti dveřovém provedení. Tvarem své karoserie nám nejvíce připomínají sedany. Víko kufru je výklopné směrem vzhůru, přičemž jejich součástí je i zadní okno. Je to ideální řešení, díky kterému je pohodlný přístup do zavazadlového prostoru. Nám nejvíce známým příkladem tohoto provedení je automobil značky Škoda Octavia nebo Superb.



*Obr. 10 Karoserie typu liftback [3]*

**Limuzína**

Karoserie se svažující se zádí, uzavřenou střechou a čtyř dveřovým provedením je typickým rysem pro limuzíny. Do této kategorie spadají i některé druhy sedanů, které mají s limuzínami mnoho vlastností stejných. U klasických limuzín je většinou prostor řidiče oddělen od prostoru zadních sedadel.



*Obr. 11 Karoserie typu limuzína [3]*

**Pullman**

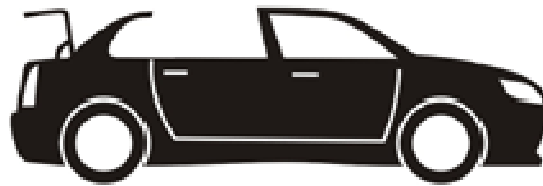
Mezi nejluxusnější automobily na světě patří vozy s karoserií pullman. Jsou brány jako limuzíny s jednou odlišnou vlastností, kterou je mnohem větší prostor pro dva a více pasažérů.



*Obr. 12 Karoserie typu pullman [3]*

### **Landaulet**

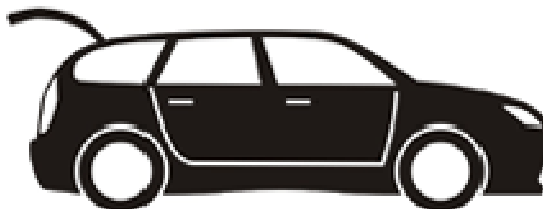
Mezi vrchol nejluxusnějších automobilů na světě patří vozy s karoserií landaulet, které jsou velice oblíbené především v arabských státech. Berou se jako limuzíny, které mají v zadní části vozu stahovací střechu. I přesto, že je v zadní části vozu stahovací střecha, spadají do kategorie karoserií s uzavřenou střechou a čtyř dveřovým provedením, kde je prostor řidiče dělen od prostoru se zadními sedadly.



*Obr. 13 Karoserie typu landaulet [3]*

### **Kombi**

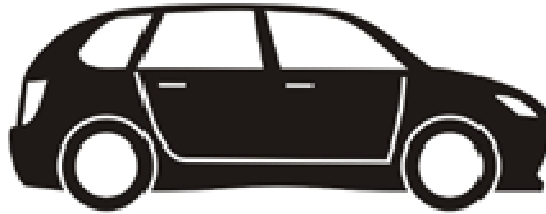
Karoserie kombi je navržena tak, aby se v ní dal přepravovat náklad o větších rozměrech. Vozy tohoto typu mají prodlouženou karoserii s velkým zavazadelníkem a dobrou variabilitou vnitřního prostoru.



*Obr. 14 Karoserie typu kombi [3]*

**MPV**

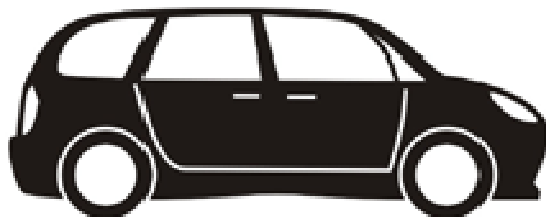
Označení MPV, neboli více účelové vozidlo, vzniklo z anglického názvu Multi-Purpose Vehicle. Tento typ vozu je možné označit i jako Minivan. Karoserie tohoto vozu je pětidveřová s pevnou uzavřenou střechou.



*Obr. 15 Karoserie typu MPV [3]*

**Van**

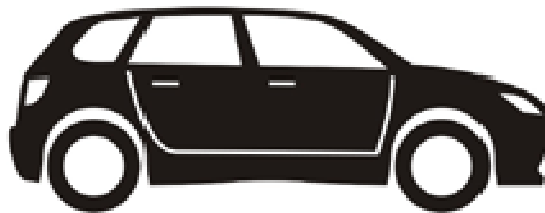
Karoserie typu Van jsou z části podobné karoseriím MPV. Jelikož jsou vozy typu Van odvozeny od užitkových automobilů, je jasné, že budou mnohem prostornější. Vozy Van jsou výsledkem spojení karoserie MPV a Mikrobusu.



*Obr. 16 Karoserie typu van [3]*

## SUV

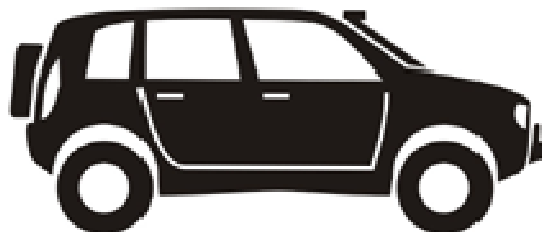
Karoserie automobilu SUV je spojení sportovního a užitkového vozidla. Tento druh je většinou vybaven pohonem 4x4, který z něj dělá univerzálnější vozidlo. I když disponuje pohonem všech čtyř kol, vyššímu posedu a větších rozměrů, nejedná se o plnohodnotný terénní vůz.



*Obr. 17 Karoserie typu SUV [3]*

## Offroad

Vozidla typu offroad disponují pohonem 4×4 a vyšší světlovou výškou podvozku. Karoserie, která může být otevřená nebo uzavřená je spojena s robustním rámem. I když se podobají vozům kategorie SUV, jsou tyto offroady v mnoha vlastnostech odlišné. Jsou určeny do těžkých terénů, pro které jsou svou konstrukcí karoserie a rámu přizpůsobené.



*Obr. 18 Karoserie typu offroad [3]*



**Kabriolet**

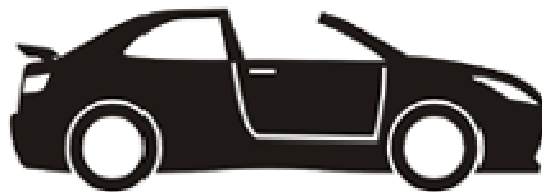
Specifickým rysem dvoudveřové karoserie kabrioletu je stahovací střecha, pevná nebo plátěná, popř. ručně odnímatelná střecha. Výhodou kabrioletu je čtyř místný prostor pro cestující.



*Obr. 19 Karoserie typu kabriolet [3]*

**Targa**

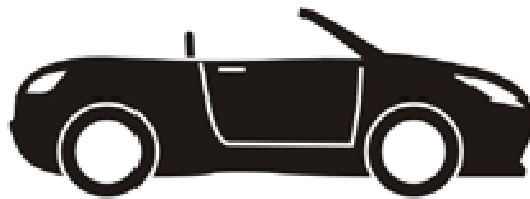
Karoserie typu targa patří do kategorie sportovních vozů. Díky odnímatelné horní části střechy je targa kompromisem mezi kabrioletem a kupé. Typickým příkladem je vůz značky Porsche 911, který tento typ karoserie proslavil.



*Obr. 20 Karoserie typu targa [3]*

### Spider

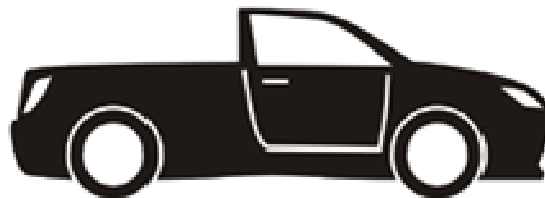
Vozy typu spider jsou charakteristické dvoudveřovou otevřenou karoserií se stahovací nebo odnímatelnou střechou. Spider neboli roadster disponuje dvěma místy pro cestující, umístěnými nejčastěji co nejvíce vzadu. Často dochází k záměně s kabriolety, které mají větší počet míst pro cestující.



*Obr. 21 Karoserie typu spider [3]*

### Pick-Up

Karoserie pick-up je specifická, jelikož disponuje uzavřenou střechou kabiny a nákladním prostorem odděleným zvlášť od kabiny. Prostor pro náklad lze zakrýt nadstavbou. [3]

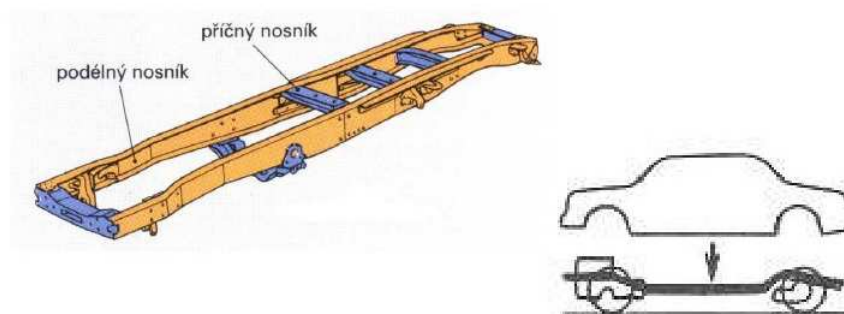


*Obr. 22 Karoserie typu pick-up [3]*

## 2.2 Rozdělení karoserií podle vztahu k podvozku

### a) Karoserie s podvozkem

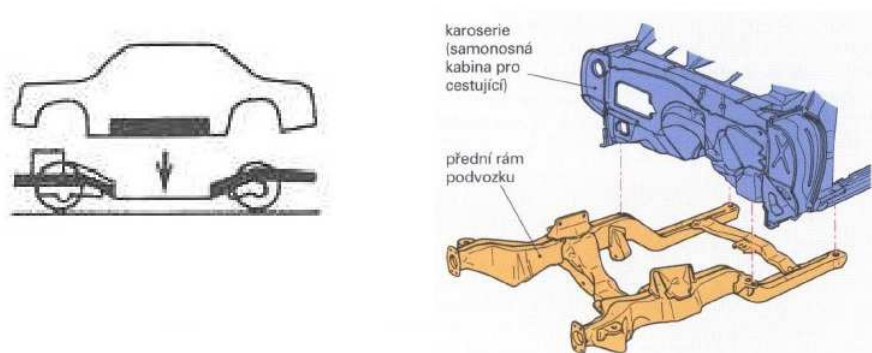
- částí karoserie je podvozek, který díky své tuhosti umožňuje jízdu i bez karoserie
- využití tohoto typu je především u terénních a nákladních automobilů [1]



Obr. 23 Podvozková karoserie automobilu [5]

### b) Polonosná karoserie

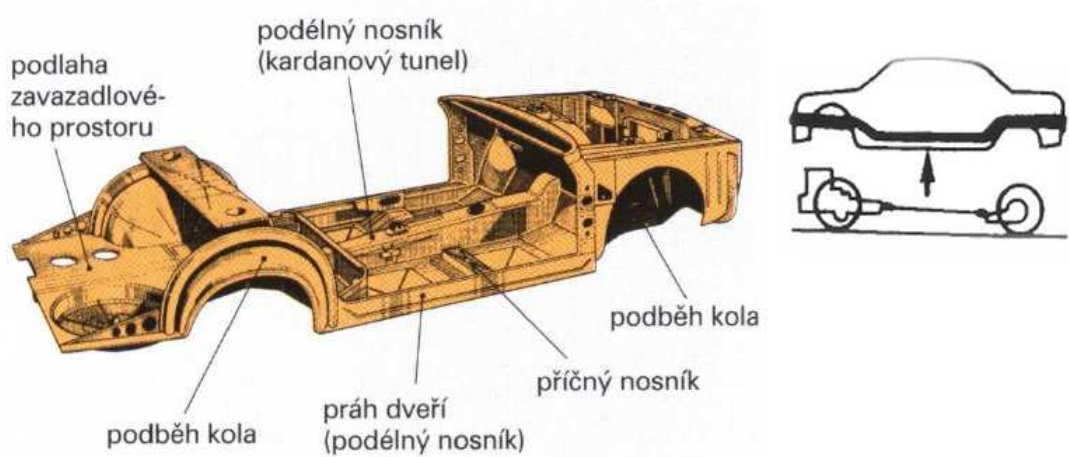
- Díky polonosné karoserii, která přebírá některé vlastnosti rámu, může být rám odlehčené konstrukce
- podvozek automobilu ovšem není schopen samostatné jízdy [1]



Obr. 24 Polonosná karoserie automobilu [5]

**c) Samonosná karoserie**

- tento typ plně přebírá veškeré vlastnosti rámu automobilu a tím jej i nahrazuje
- karoserie a rám je nerozebíratelně spojen
- samonosná karoserie nemá rám, takže podvozková část je s ní pevně spojena
- nosným prvkem je její celá konstrukce
- skelet je tvořen z různých ocelových profilů, které tvoří prostorovou konstrukci
- hlavní výhodou je pevnost a trvanlivost karoserie [1]



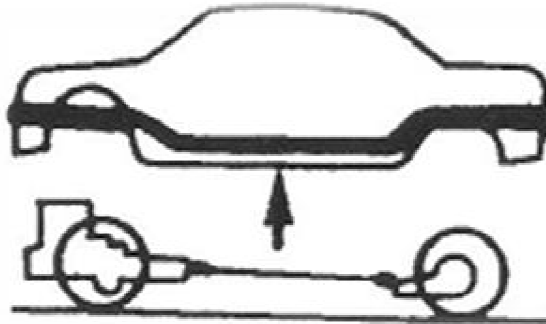
Obr. 25 Samonosná karoserie automobilu [5]

### 2.3 Rozdělení samonosných karoserií podle konstrukce

Rozdělení samonosné karoserie na:

#### a) Rámová karoserie

- součástí karoserie je vestavěný rám, se kterým tvoří nedělitelný celek [1]



Obr. 26 Rámová karoserie automobilů [1]

#### b) Skořepinová karoserie

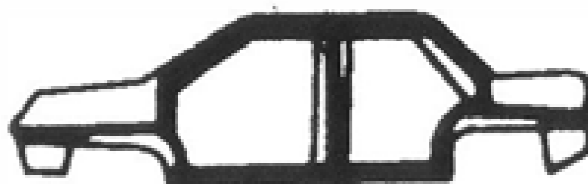
- kostru karoserie tvoří samotná karoserie [1]



Obr. 27 Skořepinová karoserie automobilů [1]

#### c) Panelová karoserie

- stěny karoserie jsou vytvořeny z panelů, které jsou spojeny v jeden celek [1]



Obr. 28 Panelová karoserie automobilů [1]

## 2.4 Rozdělení karoserií podle tvaru

### a) Blatníková

- tento typ poznáme podle blatníků, které vyčnívají z obrysu stěn a jsou oddělitelné od zbytku karoserie



*Obr. 29 Blatníková karoserie [1]*

### b) Pontonová

- součástí obrysu jsou i blatníky



*Obr. 30 Pontonová karoserie [1]*

### c) Kapotová

- v podstatě celý motorový prostor vystupuje před kabinu řidiče



*Obr. 31 Kapotová karoserie [1]*

**d) Polokapotová**

- část karoserie vystupuje před kabinu řidiče. V této části se nachází hnací soustava vozidla



Obr. 32 Polokapotová karoserie [1]

**e) Bezkapotová**

- prostor hnací soustavy nevystupuje před kabinu řidiče



Obr. 33 Bezkapotová karoserie [1]

**f) Proudnicová**

- je řešena tak, aby karoserie měla co nejmenší součinitel aerodynamického odporu  $c_x$ . Hodnota  $c_x$  se pohybuje okolo 0,35 - 0,45 [1]



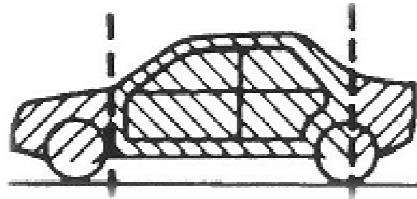
Obr. 34 Proudnicová karoserie [1]

## 2.5 Rozdělení karoserií podle vnitřního uspořádání

Vnitřní uspořádání se dělí na:

### a) Tříprostorová karoserie

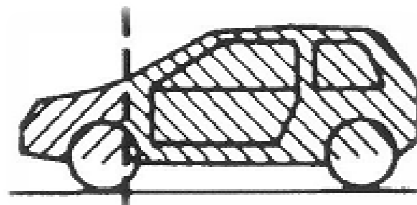
- zadí karoserie je odstupňovaná (typ sedan)



Obr. 35 Tříprostorová karoserie [1]

### b) Dvouprostorová karoserie

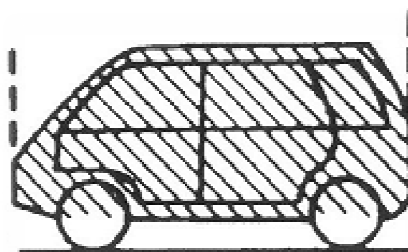
- zadí je splývavá (typ hatchback), počet dveří je lichý



Obr. 36 Dvouprostorová karoserie [1]

### c) Jednoprostorová

- používá se dnes u minibusů a moderních osobních automobilů (MPV) [1]



Obr. 37 Jednoprostorová karoserie [1]



### 3 STAVBA SKOŘEPIN

Skořepinu lze definovat jako těleso plošného charakteru, které je zakřiveno v jednom nebo dvou hlavních směrech při malé tloušťce ve srovnání s ostatními rozměry. [17]

Karoserie vytvořené ze skořepin jsou konstruovány bez kostry. Konstrukce skořepiny se skládá z tenkých plechových výtvarků, které jsou k sobě vzájemně svařeny.

Výtvarky se vyrábí lisováním z ocelového plechu o tloušťkách 0,6 - 1mm [1]

#### 3.1 Sériová výroba skořepin

Materiál používaný pro výrobu celokovových skořepinových karoserií je hlubokotažný ocelový plech. Vliv na lisování má jeho dobrá tažnost. Pro zajištění co nejmenšího počtu spojů je důležitý počet jednotlivých výtvarků. Platí pravidlo čím méně výtvarků, tím lépe.

K nejpoužívanějším strojním zařízením patří lisy a nůžky, díky kterým vzniknou jednotlivé díly karoserie.

Hotové díly jsou sestavovány do podskupin a skupin, které po spojení tvoří celek karoserie. Skupiny karoserie u osobních automobilů jsou složeny z podlahy, střechy, předního a zadního dílu karoserie, kapoty, předních a zadních příček, dveří a dveřních sloupků.

Zvyšující požadavky na rychlost, preciznost a efektivitu nám v současnosti zajišťuje stále zlepšující se automatizace a robotizace výroby. Továrny vybavené pokročilou technologií, v rámci všech typů provozů, dokážou zajistit vysokou a kvalitní produkci. [1]

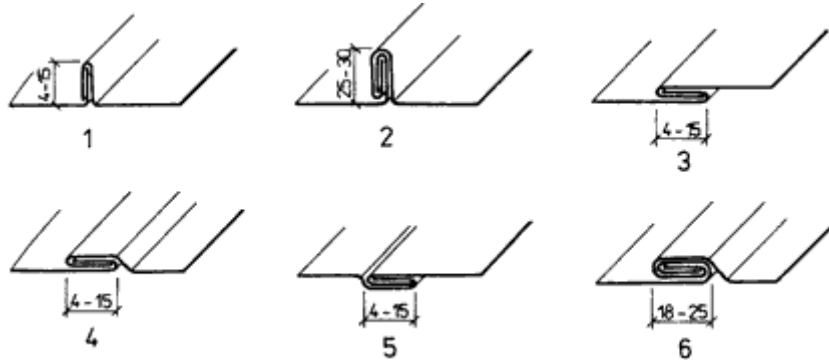
##### 3.1.1 Spojování svařováním

Nejčastěji používanou metodou svařování, je metoda elektrickým odporem, kdy jednotlivé díly jsou vůči sobě pevně spojeny. Tento typ svařování je charakteristický zejména svým krátkodobým ohřevem, kde nejvíce tepla je soustředěno do místa styku svařovaných materiálů. [1]

##### 3.1.2 Spojování drážkováním

Pro spojení vnějšího a vnitřního výtvarku dveří a výztuh k vnějším výtvarkům, vík a kapot se používá drážkování. Pro zhotovení drážkového spoje se používají lisovací nástroje. [1]

Spojení drážkováním lze použít pro všechny druhy plechu, kromě plechu olověného a zinkového. Nevýhodou tohoto způsobu spojení je nevodotěsnost vůči tlakové vodě. Na následujícím obrázku jsou různé typy spojení pomocí drážkování. [18]



Obr. 38 Základní tvary drážek [18]

### 3.1.3 Spojování klinčováním

Spojování klinčováním je nová metoda spojování tenkých plechů do síly 4,5 mm, kterou lze nahradit bodové a odporové sváření a nevyžaduje dodatečné úpravy plechů po spojení, na rozdíl od sváření. [19]



Obr. 39 Grafické znázornění řezu klinčovacího spoje [20]

### 3.2 Kusová výroba skořepin

Kusová výroba skořepin se dnes používá zejména při stavbě prototypů. Jednotlivé díly se vyrábějí ručně nebo pomocí univerzálních strojů.

Klíčovým přípravkem při kusové výrobě je tzv. „pavouk“. Slouží k zachycení hlavních obrysů a tvarů křivek karoserie. Jednotlivé díly se na tomto přípravku poskládají a následně svaří v jeden celek.

Přípravek bude vyroben podle výkresové dokumentace v měřítku 1:1, na kterém jsou vyřešeny tvarové křivky karoserie. Následuje výroba šablon z překližky a měkkých prken, které po spojení získají budoucí tvar karoserie.

Jednotlivé díly budou vyrobeny z ocelového plechu. Požadovaného tvaru každého dílu dosáhneme ručním vyklepáváním.

Plechové díly jsou spojeny pomocí svařování plamenem. Proto je velmi důležité, aby sousední plechy vůči sobě dobře lícovaly svými okraji.

Postupným sestavením dílů do větších celků zhotovíme celou karoserii. K podlaze, kterou jsme začali, budou přivařeny sestavy předních, bočních, zadních stěn a střechy. Správnou polohu sestav zajistíme pomocí rozpěrek a šablon. Následuje zhotovení dveří, vík a kapot, které budou k rámu karoserie uchyceny pomocí závěsu. [1]

### 3.3 Dokončovací práce na surové karoserii

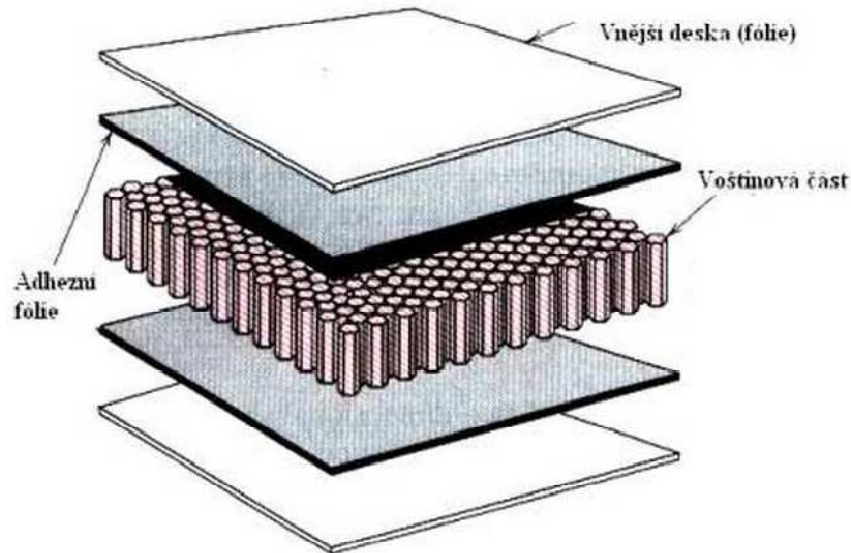
Jakmile je celá karoserie svařena, je zapotřebí celý její povrch přerovnat. Místa, které nelze vyrovnat musíme zaplnit. Aby bylo dosaženo plynulosti celé karoserie, zaplníme místa nerovností vhodným materiálem. K zaplnění lze použít dvousložkový epoxidový tmel nebo epoxidovou pryskyřici. Po celkovém vyrovnání povrchu je karoserie nalakována. Samonosné karoserie dále čeká upevnění poháněcích agregátů, zasklení oken a montáž čalounění. [1]

### 3.4 Nové nároky na spojování

Vysoké nároky na spojování jsou kladeny u hybridních materiálů. Metody jako je tavné svařování nepřipadá v úvahu. Používají se nové technologie, které spojí materiály prolisováním. Tato nová technologie se nazývá klinčování. O této nové technologii již byla zmínka v předešlé kapitole. [1]

## 4 SENDVIČOVÉ KONSTRUKČNÍ PRVKY

Sendvič je konstrukční prvek složený ze dvou krycích vrstev, mezi kterými je pěnové nebo voštinové jádro. Krycí vrstvy bývají z kovových nebo nekovových materiálů. [1]



Obr. 40 Sendvičová konstrukce s voštinovým jádrem [12]

### 4.1 Voštinové jádro

Materiál používaný pro výrobu voštinového jádra je obvykle papír naimpregnovaný pryskyřicí nebo tenkostěnná hliníková fólie. Hlavní využití sendvičových konstrukcí s voštinovým jádrem najdeme u návrhu rovných stěn, přepážek, a dveří. [1]

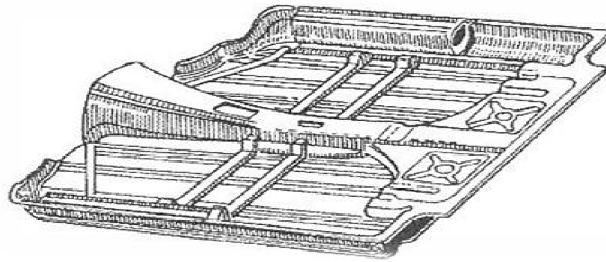
### 4.2 Pěnové jádro

„Pěnové jádro - je z lehčeného polyuretanu, který se při vypěňování spojí s vnějšími krycími vrstvami a vytváří s nimi nerozebíratelný celek.“ Pro stavbu karoserií je ideálním konstrukčním prvkem sendvič s pěnovým jádrem. Jeho hlavní výhoda spočívá v tom, že jádro vytvořené vypěňováním není omezeno žádným tvarem. [1]

### 4.3 Sendvičové díly karoserie

#### Sendvičová podlaha

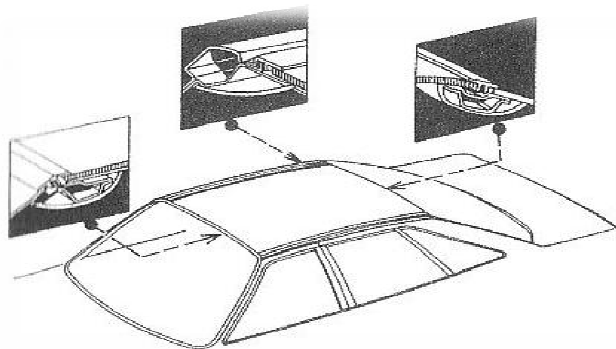
Skládá se ze sklolaminátových vrstev, mezi kterými je jádro z tvrdého polyuretanu. Podlaha je tak velmi tuhá, ale zároveň lehká. [1]



Obr. 41 Sendvičová podlaha automobilu [1]

#### Sendvičový panel střechy

Jako náhradu za ocelové výlisky střechy lze použít sendvičové panely. Ty se skládají z několika vrstev plastů a sendvičových prvků. [1]



Obr. 42 Sendvičová střecha automobilu [1]

#### Kapota

Je vyrobena ze dvou tenkých hliníkových plechů, mezi kterými je jádro z tvrzené pěny. Tento typ kapoty snižuje hladinu hluku uvnitř vozidla. Bezpečnost vozidla se taktéž zvýší. [1]

## 5 KOMPOZITNÍ MATERIÁLY

Kompozitní materiál je složen ze dvou nebo více hmot odlišných vlastností, které po spojení dají výrobku jedinečné složení, jež nemá sama o sobě ani jedna z hmot. Jedna hmota slouží jako pojivo a druhá dává výrobku dostatečnou pevnost. [1]

### 5.1 Skelný laminát

Skelný laminát patří k neznámějším kompozitním materiálům. Skládá se ze skleněných vláken a pryskyřice, přičemž pryskyřice obvykle bývá polyesterového složení. [1]

### 5.2 Kompozity z vláken uhlíkových a aramidových

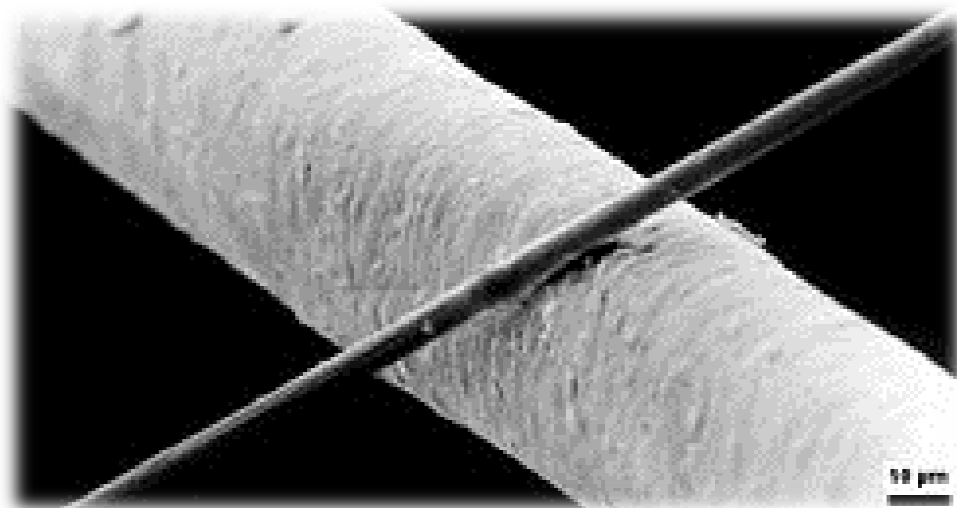
Z těchto vysoce pevných kompozit se vyrábějí extrémně pevné a lehké díly pro letecký, automobilový a zbrojní průmysl. Materiál je vhodný pro výrobu neprůstřelných vest. [1]

### 5.3 Kevlar

Kevlar byl původně vyvinut za účelem nahrazení oceli vyztužující pneumatiky. Byl vyvinut v roce 1971 firmou DuPont. Postupem času se ukázalo, že využití kevlaru je mnohem širší než se předpokládalo. V dnešní době je kevlar používán na výrobky, kde je požadována mimořádně vysoká pevnost při zachování teplotní stability. Využívá se pro výrobu letounů, raket, části brzd a řady dalšího. [1]

### 5.4 Uhlíkové vlákno

Uhlíkové vlákno (též „karbonové vlákno“, z angl. „carbonfibre“) je název pro vlákno obsahující uhlík v různých modifikacích. Tento materiál složený z atomů uhlíku má tvar tenkého pramenu o průměru 5–8  $\mu\text{m}$ . Jednotlivé atomy uhlíku po spojení tvoří mikroskopické krystaly, jejichž orientace vytváří velmi pevné vlákno s ohledem na svou mikroskopickou tloušťku. [1]



Obr. 43 Karbonové vlákno o průměru 6  $\mu\text{m}$  v porovnání s lidským vlasem [1]

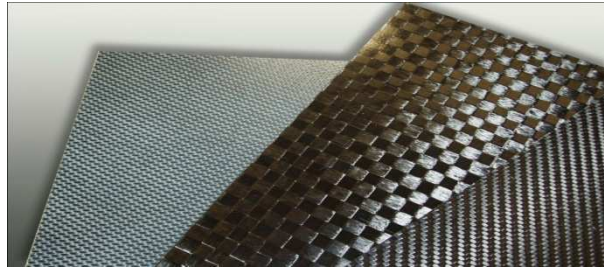
## 5.5 Prepreg

Prepregy jsou polotovary k výrobě vláknových kompozitů, jejichž hlavní složkou je výztuž předimpregnovaná částečně vytvrzenými pryskyřicemi. Prepregové listy se případně vrství do požadované tloušťky, dotvarují ve formách a dotvrdí se působením tepla a tlaku. Prepreg je zkrácený tvar anglického *preimpregnatedfibres*, česky: „předimpregnovaná vlákna“.

K impregnaci prepregů se nejčastěji používají nenasycené polyesterové pryskyřice, vinylové a epoxidové pryskyřice.

Hlavní výhody prepregů jsou vysoký podíl vláknové výztuže, stejnoměrnost a hladkost hotových dílů, které souvisí s předem definovatelným a přesným uložením výztuže. Vyšší cena oproti ostatním kompozitním materiálům, poměrně značný odpad při zpracování a nutnost skladování při nízkých teplotách, jsou nevýhody prepregů.

Z prepregů se vyrábí především kompozitní díly pro letectví a kosmonautiku. Známé jsou také technicky náročné produkty jako radarové dómy, náběhové a brzdové klapky, kryty komunikačních přístrojů a turbin aj. [9]



Obr. 44 Materiál prepreg [10]

## 5.6 Přednosti kompozitních materiálů

Hlavní předností těchto materiálů je nízká hmotnost, kterou dokážou zachovat i při větších objemech. Tato klíčová vlastnost se později stane přínosem při přepravě, montážích a demontážích. Deformace kompozitního materiálu je minimální díky mezi elasticity, která je stejná jako mez pevnosti. Mez únavy, stabilita a spolehlivost, patří také mezi jejich silné stránky. Mají výbornou ohnivzdornost, nicméně výpary mohou být toxické. Mezi nevýhody kompozitu patří citlivost na ředidla. Ostatní chemikálie používané ve strojích jako vazelína, rozpouštědla, barvy či oleje kompozity nepoškozují. Stárnutí kompozitního materiálu závisí na teplotě a vlhkosti. [1]

### Výhody kompozitních dílů:

- rozměrová a tvarová variabilita
- pevnost a tuhost
- nemagnetické
- hygienická nezávadnost
- nízké náklady na údržbu
- barevné provedení povrchu
- vysoký lesk nebo mat komponentů
- tepelný izolátor
- chemicky a mechanicky odolné
- odolnost proti počasí [1]



## 6 TYPY SPOJŮ KOMPOZITNÍCH MATERIÁLŮ

### 6.1 Lepené spoje

Lepené spoje mají poslední dobou čím dál větší uplatnění. Tento typ spojení je na rozdíl od šroubových nebo nýtových spojů odolný proti propustnosti kapalin. Hladkost povrchu a estetický vzhled výrobku není narušen. Vrtáním otvorů nedochází ke zhoršení mechanických vlastností materiálu. Pnutí při dynamickém namáhání je rozvedeno mnohem rovnoměrněji než u jiného mechanického spoje.

Nová moderní syntetická lepidla vyřešila problém se zpracováním plastických hmot. Tyto lepidla nabízí spojení různých typů kovu, dřeva, textilu a dalších jiných materiálů. Velké uplatnění nachází i u trubkových spojení a sendvičových konstrukcí.

Přilnavost lepidla k podkladu (adheze) a jeho vlastní soudržnost (koheze) jsou předmětem stálého zájmu. K tomu, aby se mohly uplatnit adhezní síly, je zapotřebí docílit dokonalého styku lepidla s povrchem lepeného materiálu. To znamená, že lepidlo musí povrch smáčet, což je ovlivněno různými faktory, jako je čistota povrchu, povrchové napětí roztoků a jejich viskozita. [12]

#### 6.1.1 Polarita

Při lepení plastických hmot hraje velmi důležitou roli vliv polarit lepených hmot.

Dělení plastických hmot dle polarit:

- 1) *Slabě až středně polární hmoty - patří sem polyvinylchlorid, polymethylmetakrylát, polyestery, celuoid, fenoplasty, aminoplasty, epoxidové hmoty. Jsou lepitelné polárními lepidly stejného původu jako lepená hmota.*
- 2) *Silně polární hmoty - zde patří polyamidy, hydratovaná celulóza, a některé z polyuretanových hmot. Lepí se hůře než hmoty slabě polární.*
- 3) *Některé nepolární hmoty - například polyetylén, polypropylén, polytetrafluóretylén, a vysokomolekulární polyizobutylén. Tyto hmoty jsou velmi těžce lepitelné až nelepitelné. [12]*

### 6.1.2 Základní rozdělení lepidel

#### 1) Podle složení

- *jednosložková lepidla – lepidla smíchaná s ředidlem, k vytvrzení dochází na vzduchu po odpaření ředidla, případně odebráním kyslíku, vlhkosti vzduchu nebo teplem, lepící plochy se mohou spojit až po zaschnutí lepícího filmu*
- *dvousložková – působí po smíchání dvou složek (lepidla a tužidla), následuje rychlá reakce, směs nutno zpracovat během předepsané doby*

#### 2) Podle teploty zpracování

- *lepidla tuhnoucí za studena – jsou schopny se vytvrdit díky chemické reakci za pokojové teploty (20 °C), doba tvrzení je podle druhu 5 sekund až několik dní.*
- *lepidla tuhnoucí za tepla – ztvrdnou při zahřátí na 150 °C až 250 °C během 5 minut až několika hodin [12]*

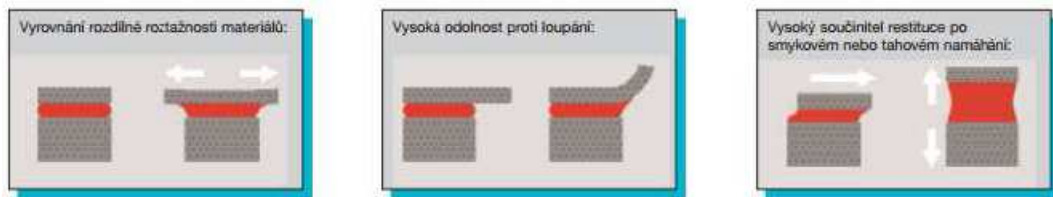
### 6.1.3 Pružné lepení

Pružné lepení je velice používané v mnoha oblastech průmyslové výroby. Slepěné části jsou pomocí pružného lepení velice pevně spojeny.

Tento druh elastických lepidel dokáže tlumit, popřípadě vyrovnávat dynamická napětí. Vynikají vysokou vnitřní pevností (kohezi) a tuhostí spojů při zachování elastických vlastností.

Výhody z hlediska konstrukce:

- *zvyšují odolnost proti dynamickému zatížení*
- *zabraňují únavě materiálu a jeho poruše rovnoměrným přenosem napětím*
- *vyrovnávají výrobní tolerance spojovaných součástí*
- *tlumí rázy a vibrace [12]*



Obr. 45 Výhody pružného lepení [12]

## 6.2 Nýtové spoje

Nýtový spoj je nerozebíratelné spojení minimálně dvou součástí (dílu) pomocí nýtů nebo čepů. Lze definovat jako sevření spojovaných součástí pomocí nýtu, který zamezuje jejich vzájemnému posunutí. [12]

### 6.2.1 Základní druhy nýtů

Základní druhy nýtu jsou plné a duté. Plné nýty jsou vyrobeny z hliníku, mědi, měkké oceli, mosazi a jiných materiálů. [12]

### 6.2.2 Základní nýtové spoje

Základní nýtové spoje dělíme na jednořadé, dvouřadé a se stykovou deskou. Dále se často používají spoje třířadé a profilové, u kterých jsou plechy nýtovány k různým typům profilů. [12]

### 6.2.3 Postup při nýtování:

Nejčastěji používané nářadí při nýtování je kladivo, zatahovák, nýtovací kleště, ocelová podložka a podpěrný hlavičkář. Při nýtování postupujeme tak, že pomocí kladiva a zatahováku se pěchuje část nýtu, která vyčnívá z díry. Je vytvořen hrubý tvar nýtové hlavy, který se následně dokončí závěrným hlavičkářem.

Prostřednictvím tužlíku se nýtové spoje utěsní. Otřepy vzniklé u hlavy nýtu se odseknou sekáčkem a okraje hlavy se zatlačí do plechu nebo jiného materiálu. [12]



Obr. 46 Typický nýt s nýtovací hlavou [12]

### 6.3 Hybridní spoje (spojení kov/ kompozit)

Poslední dobou jsou kovy a plasty vzájemnými konkurenty. Hybridní spoj vznikne spojením těchto dvou odlišných materiálů, které se díky svým specifickým vlastnostem a výhodám vzájemně doplňují. Vznikne takzvaně kompozitní materiál, který nabízí fyzikální vlastnosti, kterých by nebylo možné dosáhnout bez vzájemného spojení.

#### 6.3.1 Lepené kovové upínací prvky

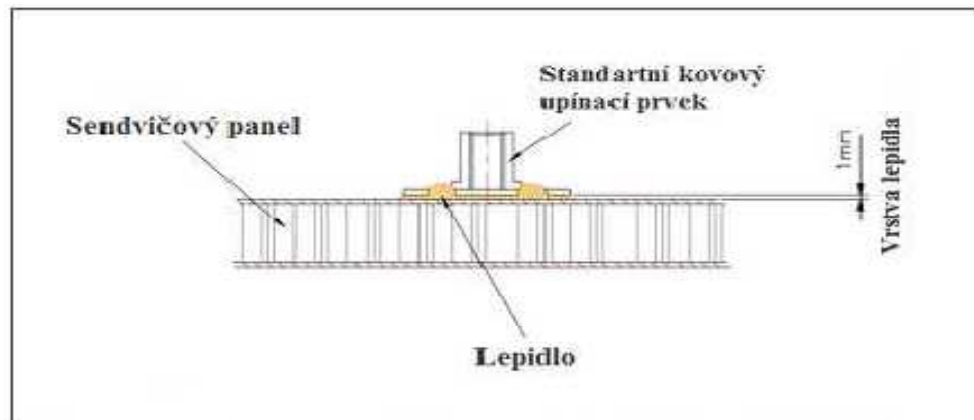
Dostatečně pevného spojení upínacího prvku s materiálem výrobku lze dosáhnout lepením. Často používáno u kompozitů s voštinovým jádrem.

Podle společnosti BigHead je dělíme do 3 základních typů:

##### 1. standardní kovové upínací prvky

###### a) upevněny k povrchu výrobku

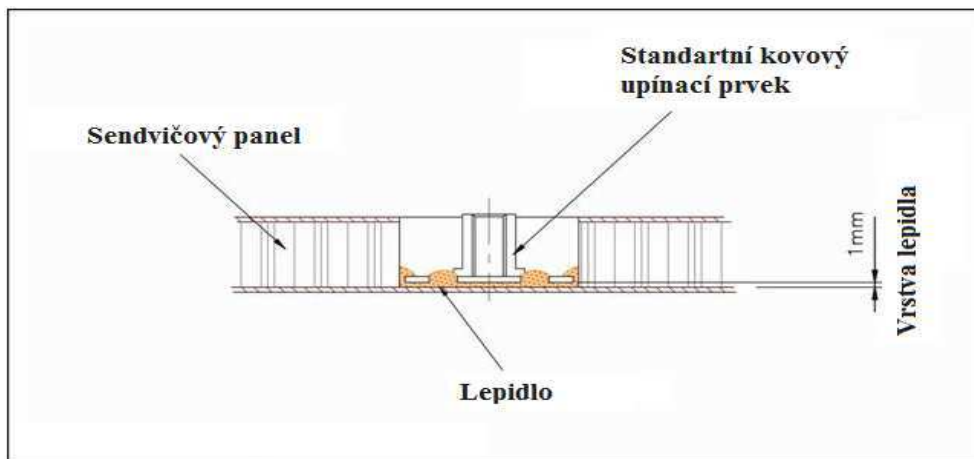
Tento typ je jednoduchý a rychle aplikovatelný. Kovové upínací prvky jsou pevně spojeny pomocí lepidla s povrchem materiálu (sendvičového panelu). Není potřeba narušení materiálu vrtáním. Nevhodné použití je pro povrchy, kde je vyžadována rovinnost. [12]



Obr. 47 Upevnění závitové vložky k povrchu sendvičového kompozitu [12]

**b) upevněny na vnitřní straně povrchu výrobku**

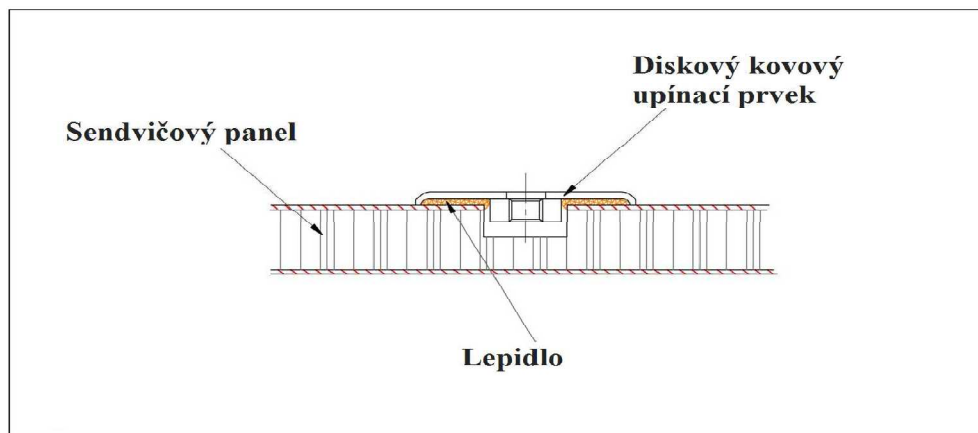
Vyvrtným otvorem dojde k narušení pevnosti sendvičového panelu. [12]



Obr. 48 Upevnění závitové vložky k vnitřní straně povrchu  
Sendvičového kompozitu [12]

## 2. Diskový kovový upínací prvek

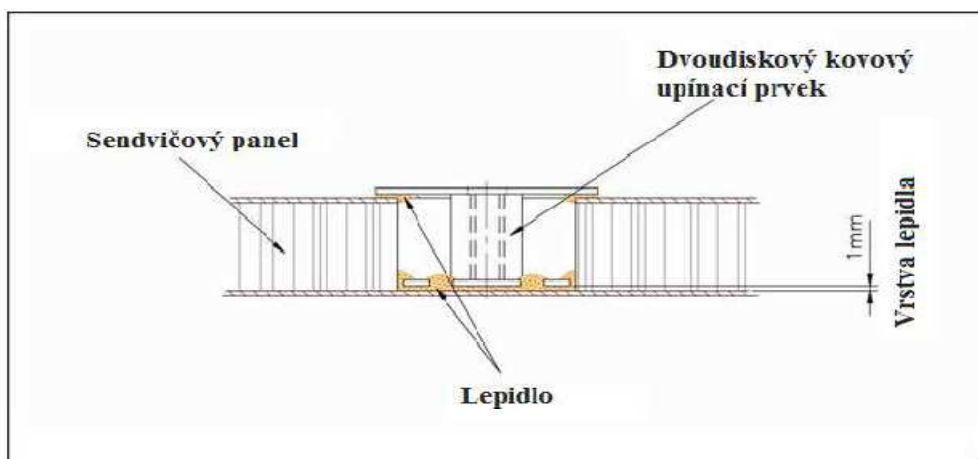
Upínací prvek ve tvaru disku je z části nad povrchem a z části pod povrchem. Díky zapuštění dojde k částečnému porušení celistvosti panelu. Lepidlo je skryto pod čelem disku, a proto je možné tento typ spojení použít i pro pohledové strany. [12]



Obr. 49 Upevnění závitové vložky k povrchu sendvičového kompozitu [12]

## 3. kovový upínací prvek s dvěma diskovými díly

Spojení je pomocí dvou diskových prvků, přičemž jeden díl je přilepen na vnitřní straně panelu a druhý na straně vnější. Tato metoda zaručuje velmi vysokou pevnost spojení.



Obr. 50 Upevnění dvou diskové závitové vložky k povrchu sendvičového kompozitu [12]

## 7 BEZPEČNOSTNÍ PRVKY KAROSERIE ECO

Tato kapitola se zabývá bezpečností jezdce a jeho týmu. Nutné je zmínit požadavky na bezpečnost týkající se příprav před závodem a chování celého týmu včetně jezdce během závodu. Pro dané navrhované vozidlo jsou vypsány body obsahující požadavky na hmotnost jezdce a vybavení. Bezpečnost rozdělujeme na aktivní a pasivní. [1]

### 7.1 Aktivní bezpečnost

Pod tímto pojmem se rozumí, že na vozidle jsou konstrukční opatření, která pomáhají zabránit nehodám. Dělí se na čtyři části. [1]

#### 7.1.1 Bezpečnost jízdy

- *neutrální jízdní chování v zatáčkách*
- *stabilní přímá jízda vozidla*
- *precizní řízení s lehkým chodem*
- *co největší možné zpomalení bez zablokování kol (ABS)*
- *optimálně sladěné pérování a tlumení se zavěšením kol*
- *protiprokluzové zařízení (ASR, ESP) [1]*

#### 7.1.2 Zajištění bezpečného vnímání

- *velká okna*
- *zpětné zrcátko*
- *světlomety, které dobře osvětlují jízdní dráhu*
- *akustická výstražná zařízení*
- *vyhřívání okna a zpětná zrcátka [1]*

#### 7.1.3 Zajištění fyzické pohody [1]

- *ergonomické sedadlo řidiče*
- *dobré větrání vnitřního prostoru, klimatizace*
- *tlumení hluku*

#### 7.1.4 Bezpečnost obsluhy

- *přehledné uspořádání spínačů, kontrol a přístrojů*
- *správně uspořádané pedály [1]*

## 7.2 Pasivní bezpečnost

Pod tímto pojmem se rozumí, že na vozidle jsou konstrukční opatření, která při nehodě co nejvíce snižují riziko zranění a smrti pro účastníky silničního provozu. [1]

### 7.2.1 Bezpečnostní požadavky pro všechny kategorie ECO vozidel

- *Prostorový rám vozidla nebo monokok musí být dostatečně pevný a musí být nedílnou součástí podvozku vozidla nebo integrovaný v monokoku.*
- *Rám vozidla musí být vybaven bezpečnostním prvkem, který je vzdálen 5 cm od helmy řidiče sedícího v normální jízdní poloze a připoutaného bezpečnostními pásy. Tento bezpečnostní prvek musí být širší než ramena řidiče sedícího v normální jízdní poloze a připoutaného bezpečnostními pásy. Prvek smí být buď deskový, nebo rámový. Je-li použit deskový, musí být vyroben z kovu. Bezpečnostní prvek je tuhý oddíl oddělující pilotní a motorový prostor.*
- *Jakýkoliv rámový bezpečnostní prvek musí být schopný odolávat statickému zatížení 700 N (~ 70 kg) aplikovanému ve svislém, vodorovném nebo kolmém směru.*
- *Prostorový rám nebo monokok musí být dostatečně široký a dlouhý aby v případě čelního nebo bočního nárazu ochránil řidiče.*
- *Palivové články, palivové nádrže, baterie (pohonné i pomocné), vodíkové pohony atd. musí být umístěny mimo kabinu řidiče. Proto je důležité oddělit pilotní prostor od prostoru motorového pomocí přepážky, která zabrání vniknutí nafty a jiných provozních kapalin (s tím související vznik požáru a kouře) do prostoru pro řidiče. Aby se zabránilo jakýmkoliv mezerám mezi kapotáží a přepážkou, doporučuje se vyplnit mezery materiály jako je hliníková fólie nebo hliníkové pásy. Přepážka musí být ohnivzdorná.*
- *U otevřených prototypů musí být přepážka alespoň 5 cm nad nejvyšší bod pohonného a palivového systému nebo ramena řidiče podle toho, která hodnota je vyšší.*
- *Přepážka musí zamezit přístup řidiči k motoru a energetickým systémům.*
- *Sedadlo řidiče musí být vybaveno účinným bezpečnostním postrojem s nejméně pěti montážními body pro udržení řidiče v sedadle.*
- *Bod upevnění popruhu mezi nohama musí být pod úrovní trupu řidiče a zabraňovat řidičově sklouznutí vpřed.*



- *Bezpečnostní pásy musí být připevněny k hlavnímu rámu vozidlu a uchyceny jedinou sponou určenou speciálně pro tento účel.*
- *Bezpečnostní pásy musí být nasazeny a sepnuty vždy, když je vozidlo v pohybu.*
- *Způsobilost bezpečnostních pásů a jejich montáž budou hodnoceny v průběhu technické prohlídky. Pro prototypy vozidel to bude provedeno nakloněním vozidla s připoutaným řidičem na palubě.*
- *Bezpečnostní pás musí odolat síle alespoň 1,5 násobku hmotnosti řidiče.*
- *Bezpečnostní pásy musí být korektní. To znamená, že bezpečnostní pásy musí být vyrobeny speciálně pro závodní použití. (např. certifikované nebo v souladu s normami FIA)*
- *Je bezpodmínečně nutné, aby přístup vozidla umožňoval řidiči opustit svoje vozidlo kdykoli a bez pomoci za méně než 10 sekund.*
- *Prototyp vozidla s uzavřenou karoserií musí být vybaven dostatečně velkým otvorem pro přístup do kokpitu. Místo řidiče musí být navrženo tak, aby záchranné služby mohly v případě potřeby snadno vyprostit řidiče z jeho vozidla.*
- *U prototypu může být uvedený přístup do vozidla uzavřen buď zcela nebo částečně vyklapitelnými nebo odnímatelnými dveřmi za předpokladu, že mechanismus uvolnění je snadno ovladatelný zevnitř, a že způsob otevírání z vnějšku je zřetelně označen červenou šipkou a nevyžaduje žádné nástroje.*
- *Pro vozidla Urban Concept musí být otevírací mechanismus snadno a intuitivně ovladatelný z vnitřní a vnější části vozidla. Způsob otevírání zvenčí musí být jasně označen červenou šipkou a nesmí vyžadovat žádné nástroje.*
- *Je zakázáno používat lepicí pásky pro bezpečné uzavření kokpitu řidiče, které by znemožňovaly otevření zvenčí.*
- *Z bezpečnostních důvodů je zakázána jízda hlavou vpřed.*
- *Aerodynamické prvky, které se dají nastavovat nebo mají tendenci měnit tvar působením větru, když je vozidlo v pohybu, jsou zakázané.*
- *Karoserie vozidel nesmí obsahovat žádné vnější prvky, které by mohly být nebezpečné pro ostatní členy týmu, tzn. změny tvaru karoserie by měly mít minimální poloměr 5 cm. Pokud tohoto není možné docílit, měly by tyto díly karoserie být vyrobeny z pěny nebo z materiálu s podobnými vlastnostmi. [21]*

## 8 ZKOUŠENÍ VOZIDEL

Podle tuzemských a mezinárodních norem musí každé nové vozidlo určené pro silniční provoz splňovat odpovídající technickou úroveň a technicko-ekonomické vlastnosti. Je to záruka toho, že vozidlo, které půjde do výroby, bude hospodárné, bezpečné a spolehlivé.

Výrobci každý nový prototyp vozidla testují náročnými zkouškami v laboratořích, na zkušebních tratích i na silnicích. Každá karoserie je otestována různými dílčími zkouškami, které mohou být zaměřeny jak na statické, tak i dynamické namáhání.

Před zařazením prototypu do výroby musí proběhnout schvalovací zkouška, která se skládá z mnoha dílčích zkoušek. Jeli při zkouškách nalezen nedostatek, je zapotřebí daný prototyp upravit a znovu jej podrobit tzv. „typové zkoušce“, která zjišťuje, zda byly nedostatky zjištěny při schvalovací zkoušce. Pokud schvalovací zkoušky dobře dopadnou, je zahájena výroba ověřovací série.

Do zkušebního provozu je zařazen prototyp, který pošel schvalovací zkouškou. Zkušební provoz trvá jeden rok a vozidlo při něm musí absolvovat minimálně 40 000 km. Dále je potřeba překontrolovat trvanlivost vozidla a bezpečnost jeho provozu.

V dnešní době jsou automobily vystavovány nejrůznějším typům prostředí, jako je mráz nebo tropické horko. Proto je nezbytné testování prototypů před zahájením jeho sériové výroby. [1]

### 8.1 Torzní tuhost karoserie

Obecně je tuhost definována jako poměr síly a deformace touto silou vyvolané. O torzní tuhost se jedná tehdy, je-li deformace, v tomto případě úhlové zkroucení, způsobena zkrutným momentem.

Při běžném provozu vozidla dochází k zatěžování jeho karoserie provozními namáháními, které může být vyvoláno vnějšími podněty, kterými jsou např. nerovnosti vozovky, jízda zatáčkou, případně působením od součástí ke karoserii upevněných, jako je motor, hnací ústrojí aj. Působí-li zatěžovací síly na rameni o určité vzdálenosti od podélné roviny souměrnosti, pak následkem toho vzniká momentové zatížení vyvolávající určité úhlové kroucení karoserie. [14]

### 8.1.1 Faktory ovlivňující torzní tuhost karoserie

Torzní tuhost karoserie ovlivňuje kromě jejího konstrukčního provedení a použitých materiálů i celá řada dalších faktorů. Samotný skelet karoserie vykazuje určitou tuhost, která se zvětšuje po připojení dalších částí, kterými jsou např. motor s převodovkou, palubní deska, aj. I uchycení skel přešlo od montáže do gumového těsnění, k lepení speciálními tmely. K dalším nezanedbatelným faktorům patří např. vhodná konstrukce závěsů a zámků dveří, víka motoru a zavazadlového prostoru, použití rozpěrné tyče mezi předními tlumiči, popř. pěnové výplně v dutinách karoserie, které mj. tlumí hluk a vibrace, atd. [14]

### 8.1.2 Vliv na jízdní vlastnosti

Optimální jízdní vlastnosti osobního automobilu jsou dány především vhodným rozložením zatížení mezi jednotlivá kola a přenosem sil působících mezi koly a vozovkou při různých provozních situacích. Typickým příkladem je průjezd zatáčkou, kdy z důvodu polohy těžiště automobilu v určité výšce nad rovinou vozovky dochází ke vzniku klopného momentu, který způsobuje změnu radiálních zatížení jednotlivých kol. Tyto síly zajišťují neustálý styk kola s vozovkou, a tak ovlivňují bezpečný průjezd zatáčkou. Proto musí být pro všechny tyto stavy vhodně nastavena a řešena soustava pružin, tlumičů a stabilizátorů, díky čemuž je docíleno požadovaných hodnot klopné tuhosti náprav a je tak zabezpečen trvalý styk kol s vozovkou. Pro zajištění dobrých jízdních vlastností je tedy důležité, aby zůstaly tyto parametry podvozku při provozu neměnné. Na ně má velký vliv kromě opotřebení jednotlivých podvozkových součástí a vůlí v uložení právě i tuhost karoserie. Pokud se karoserie kroutí nebo ohýbá, dochází ke změně polohy uchycení náprav a tím i ke změně parametrů podvozku. [14]

## 8.2 Tenzometrická měření

Tenzometry jsou tenké drátky, nalepené na papíru sloužící ke zjištění napětí v určených místech karoserie. Měření probíhá tak, že konce drátků jsou připojeny k měřicímu přístroji a ten k počítači, který provede vyhodnocení. Pomocí zeslabení drátků nalepených na konstrukci a změny intenzity elektrického proudu zaznamenaného na měřicím přístroji zjistíme namáhání v jednotlivých místech. Tento typ měření lze provádět jak při jízdě, tak i klidu. [1]

### 8.3 Zkoušení aerodynamických vlastností

Měření aerodynamických vlastností probíhá v aerodynamických tunelech nebo pomocí jízdních zkoušek. [1]

### 8.4 Zkoušení těsnosti karoserie

Těsnost karoserie testujeme na stříkající vodu, vhánění vzduchu na karoserii, průjezdem brodu nebo barevným dýmem umístěným ve vnitřním prostoru karoserie.

Netěsnost daného místa jde zjistit postupným zalepováním jednotlivých míst. Podtlak nebo přetlak karoserie se měří nanometrem. [1]

### 8.5 Zkoušení hluku

Rozeznáváme:

- a) *vnější hluk – působí na ostatní účastníky dopravy*
- b) *vnitřní hluk – jsou mu vystavovány dopravované osoby* [1]

Měření vnějšího hluku probíhá během jízdy. Pro měření se používá měřicí zařízení, umístěné na obou stranách zkušební dráhy ve výšce 1,2 m od povrchu vozovky.

Měření vnitřního hluku probíhá za jízdy měřicím zařízením umístěným nejdříve do přední části a následně do zadní části vozidla. [1]

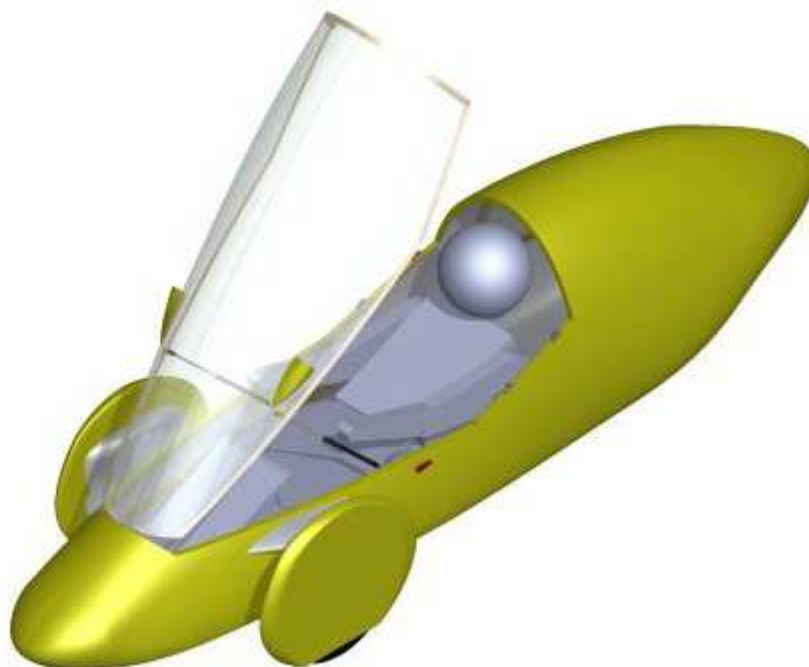
## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 9 CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

V bakalářské práci byly stanoveny tyto cíle:

- Vypracovat rešerši na dané téma s přihlédnutím na výrobní možnosti
- Navrhnout řešení spojů karoserie a bodů uchycení k rámu
- Navrhnout výrobní postupy pro jednotlivé části karoserie
- Zhodnotit navržená řešení

Cílem práce bylo vypracovat rešerši na téma dělení karoserie vozidla pro Eco - marathon. V praktické části bakalářské práce se vycházelo z dříve vytvořeného 3D modelu karoserie, který byl v předchozích letech navržen panem Bc. Milanem Kubíčkem na Dopravní fakultě Jana Pernera v Pardubicích. [13] Hlavním úkolem bylo rozdělit karoserii na jednotlivé díly a určit nejvhodnější způsob spojení karoserie pomocí lepených nebo nýtových spojů. Model 3D karoserie byl vytvořen v programu Solid Works 2012, přičemž byl následně rozdělen v programu Autodesk Inventor 2015.



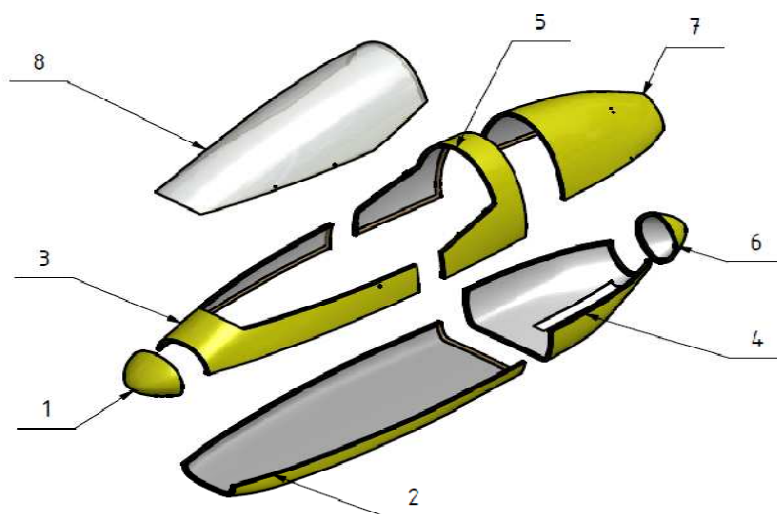
*Obr. 51 Vozidlo pro ECO – marathon*

## 10 DĚLENÍ KAROSERIE

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo navrhnout nejvhodnější dělení karoserie tak, aby bylo možné jednotlivé díly vyrobit a následně spojit v jeden celek. Díly byly navrženy tak, aby bylo dodrženo základních mechanických vlastností. Po rozdělení karoserie bylo potřeba jednotlivé díly vyztužit a vzájemně spojit pomocí lepených, nýtových popř. šroubových spojů. Bylo zvoleno dvousložkové metakrylátové lepidlo s označením SA10-20A, které svými vlastnostmi nejlépe splňuje dané požadavky. K hlavním dílům karoserie jsou přilepené kovové upínací prvky, pomocí kterých bude karoserie připevněna k rámu. Body uchycení byly zvoleny v místech tak, aby bylo možné karoserii jednoduše k rámu přimontovat. V celkové sestavě se dále řešila problematika uchycení a zajištění víka kabiny a krytu motoru. Z šesti původních návrhů byly vybrány dva nejvhodnější, které nejvíce vyhovovaly daným požadavkům.

### 10.1 Dělení karoserie – varianta A

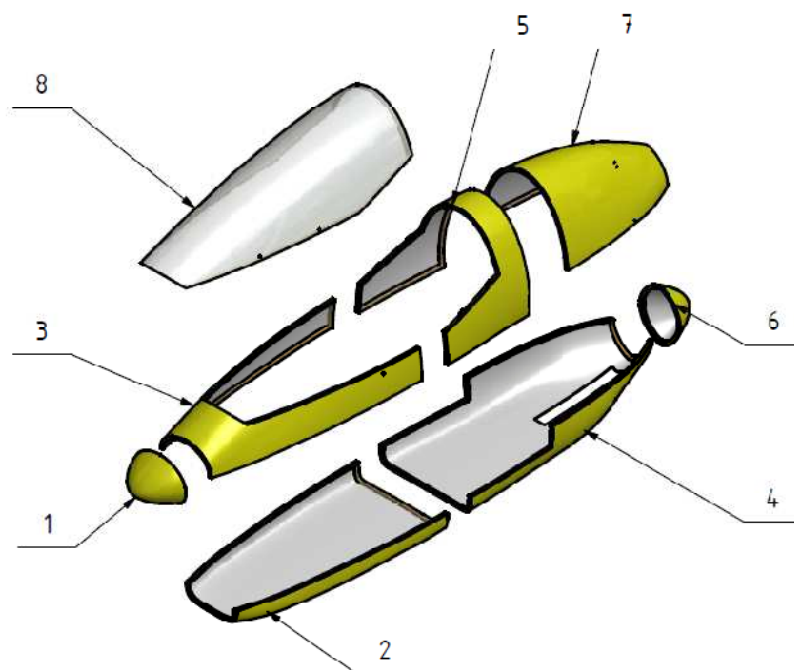
Tato varianta rozdělení, co se z hlediska vyrobitelnosti a mechanických vlastností týče, byla nejvhodnější v obou případech. Je složena z osmi dílů, které k sobě budou vzájemně slepeny a mechanicky spojeny. Díly 2, 4, 6 budou k sobě vzájemně slepeny pomocí dvousložkového metakrylátového lepidla černé barvy s označením SA10-20A. Díly 1, 3, 5 budou ke slepené části karoserie přimontovány pomocí šroubů DIN 6921 M5x30. Díl 8 bude spojen s dílem 3 pomocí kloubového pantu a plynových vzpěr. Spojení dílu 7 s dílem 4 bude za použití vodících kolíků.



Obr. 52 Dělení karoserie - varianta A

## 10.2 Dělení karoserie – varianta B

Varianta B je velice podobná variantě A. Rozdíl mezi nimi je pouze v dílech 2 a 4, které tvoří dno karoserie. Tyto díly jsou jak tvarově, tak i rozměrově jiné než v předchozí variantě. Způsob uchycení dílu 1, 3, 5, 7, 8 bude stejný jako u varianty A. Díly 2, 4, 6 budou k sobě vzájemně slepeny pomocí dvousložkového metakrylátového lepidla černé barvy s označením SA10-20A. Jelikož je tato varianta tvarově složitější, což by mohlo mít vliv na její správnou funkčnost, bude proto vhodnější vyrábět variantu typu A.



Obr. 53 Dělení karoserie - varianta B



## 11 JEDNOTLIVÉ DÍLY KAROSERIE

Jednotlivé díly karoserie byly vyrobeny jako jeden celek bez jakýchkoliv spojů. Velikost byla přizpůsobena s ohledem na výrobní možnosti dané problematiky. Každý díl karoserie je vyztužen bukovými profily, které mají zaručit tuhost a pevnost jak jednotlivým dílům, tak i celé karoserii.

### 11.1 Díl 1 – Příklad

Příklad karoserie je nejmenší částí, která má za úkol plnit aerodynamické vlastnosti. Po obvodu prstence je vyztužena bukovým profilem, přes který je pomocí šroubů spojena s dílem 2 a 3. Spoj tohoto typu byl volen z montážních důvodů. Proto je možné vozidlo ECO – marathonu složit, popřípadě rozložit. Rozměry dílu 1 jsou 400x267x200 při váze 1,51 kg.



*Obr. 54 Díl 1 – Příklad*

## 11.2 Díl 2 – Přední část dna

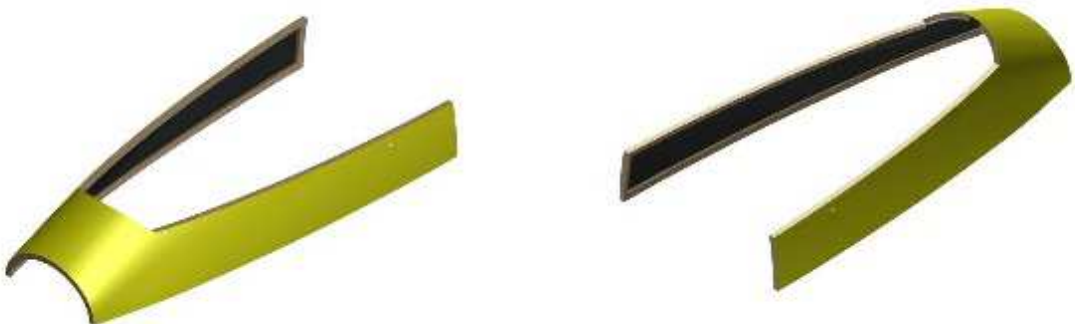
Přední část dna je největší díl karoserie. Opět je vyztužen bukovým profilem, přes který bude spojen pomocí šroubů s dílem 1 a 3. Rozměry dílu 2 jsou 2125x672x119 při váze 8,19 kg.



*Obr. 55 Díl 2 – Přední část dna - varianta A (vlevo), varianta B (vpravo)*

## 11.3 Díl 3 – Přední část

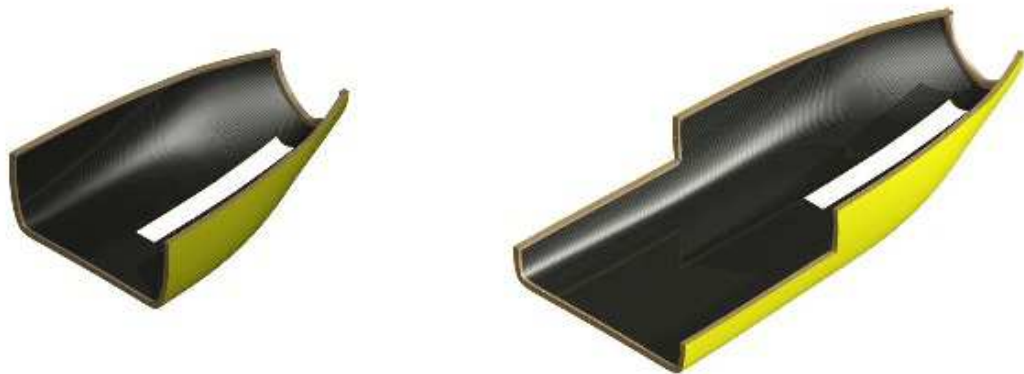
Přední část karoserie je vyztužena bukovým profilem, který bude tvořit rozebíratelný spoj pomocí šroubu s dílem 1 a 2. Přičemž díl 8 - kryt kabiny bude k přední části uchycen pomocí kloubového pantu, plynových vzpěr a vodících kolíků. Rozměry dílu 3 jsou 1478x712x265 při váze 4,33 kg.



*Obr. 56 Díl 3 – Přední část*

#### 11.4 Díl 4 – Zadní část dna

Zadní část dna je tvarově složitý díl, který má uprostřed otvor pro umístění kola vozidla. Je vyztužen bukovými profily, přes které bude s dalšími díly spojen lepeným spojem. Rozměry dílu 4 jsou 955x687x269 při váze 3,63 kg.



*Obr. 57 Díl 4 – Zadní část dna – varianta A (vlevo), varianta B (vpravo)*

#### 11.5 Díl 5 – Zadní část

Zadní část karoserie navazuje na přední část (díl 3), se kterou tvoří dosedací plochu pro kryt kabiny. Opět je vyztužena bukovými profily, přes které je pomocí lepidla spojena s dalšími díly. Rozměry dílu 5 jsou 712x647x647 při váze 4,27 kg.



*Obr. 58 Díl 5 – Zadní část*

### 11.6 Díl 6 – Zád'

Zád' je svými tvary podobná přídi. Stejně jako díl 1 - Příklad je vyztužena bukovým profilem, přes který bude tvořit nerozebíratelný lepený spoj s dalšími díly. Rozměry dílu 6 jsou 396x319x215 při váze 1,13 kg.

*Obr. 59 Díl 6 – Zád'*

### 11.7 Díl 7 – Kryt motoru

Kryt motoru zajišťuje rychlý a pohodlný přístup k poháněcí soustavě vozidla. K zadní části dna je přichycen pomocí vodících kolíků, které zajišťují rychlé a jednoduché odkrytí motorového prostoru. Je vyztužen bukovými profily, ve kterých budou umístěny drážky pro kolíky. Rozměry dílu 7 jsou 955x683x497 při váze 4,87 kg.



*Obr. 60 Díl 7 – Kryt motoru*

### 11.8 Díl 8 – Kryt kabiny

Kryt kabiny je jednou z nejdůležitějších částí karoserie, přes kterou musí být zaručená dobrá viditelnost a těsnost proti vnějším vlivům jako je déšť a vítr. Byl navržen tak, aby zajistil řidiči pohodlný a bezpečný přístup do kabiny vozidla. Po vnějších hranách bude vyztužen duralovým profilem, který zvýší jeho tuhost a pevnost. Víko bude uchyceno k přední části pomocí kloubového pantu a plynových vzpěr. Zajištění víka kabiny proti otevření bude pomocí jednoduchého zámku, který umožní odjištění – zajištění, jak z kokpitu, tak i z vnějšího okolí. Rozměry dílu 8 jsou 1690x676x449 při váze 4,44 kg.

*Obr. 61 Díl 8 – Kryt kabiny*

## 12 SPOJENÍ JEDNOTLIVÝCH DÍLŮ KAROSERIE

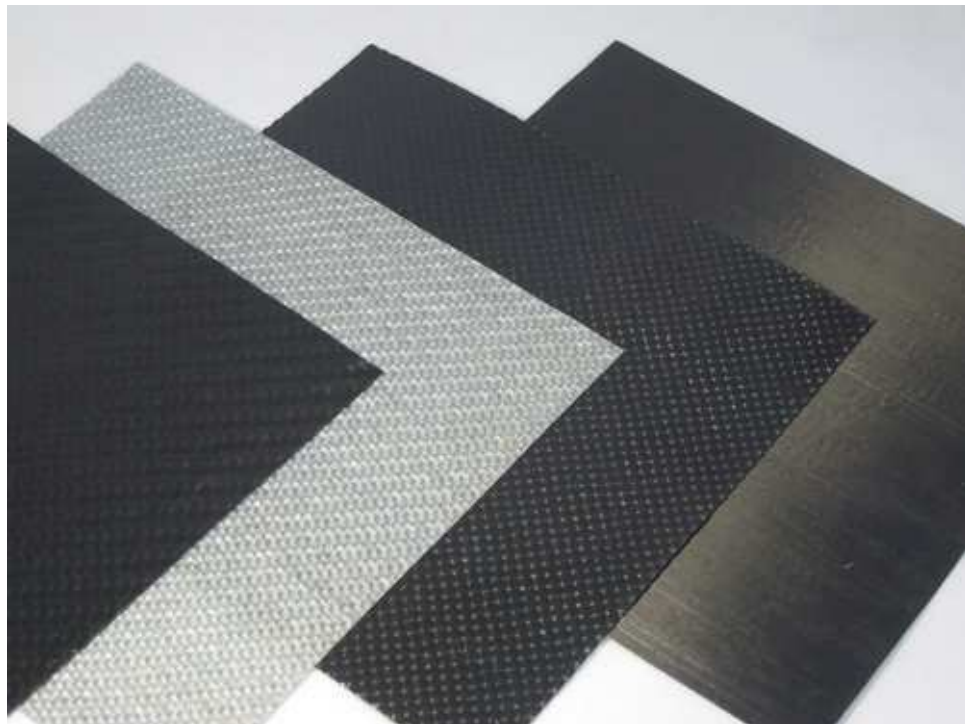
Určení vhodného spojení jednotlivých dílů karoserie je nelehký úkol, při kterém musí konstruktér myslet na mnoho důležitých aspektů. Mezi ty nejdůležitější patří, aby karoserie po spojení byla dostatečně pevná a tuhá. Dále aby bylo zaručeno jednoduché a rychlé smontování – rozmontování, dobrý a nekomplikovaný přístup k důležitým prostorům jako je kabina řidiče a motorový prostor. Jak už bylo dříve zmíněno, pro spojení jednotlivých dílů karoserie byly navrženy lepené a šroubové spoje, které společně zajistí dodržení všech důležitých aspektů. Na obr. 65 je zobrazeno spojení tří dílů karoserie, které budou vůči sobě spojeny lepeným nerozebíratelným spojem. Pomocí dvousložkového metakrylátového lepidla černé barvy s označením SA10-20A budou k sobě tyto tři díly postupně slepeny. V tu chvíli se z nich stane jedna nerozebíratelná část karoserie, ke které budou pomocí šroubů připojeny zbývající díly. Na obr. 66 je vidět spojení čtyř zbývajících dílů pomocí rozebíratelného šroubového spoje, který nám zaručí smontování-rozmontování karoserie do menších nebo větších celků. Spojením lepeného a šroubovaného celku získáme kompletní karoserie. Každý díl karoserie, který bude lepen, musí být před samotným lepením řádně očištěn a odmaštěn. Ke šroubovému spojení bude potřeba 35 Ks šroubů s označením DIN 6921 M5x30.



Obr. 62 Spojení lepením (v horní části obr.), spojení šrouby (v dolní části obr.)

### 13 MATERIÁL KAROSERIE

Pro výrobu karoserie byl zvolen materiál nazývaný Prepreg. Vlastnosti tohoto materiálu jsou podrobněji popsány v kapitole 5.5. Výztuže, které přenáší obecné napětí, budou z aramidových a skelných vláken. Množství materiálu potřebného pro výrobu karoserie je 15,723 m<sup>2</sup>, přičemž cena za 1 m<sup>2</sup> tohoto materiálu při plošné hmotnosti 400 - 500 g/m<sup>2</sup> a tloušťce cca 1,5 mm je okolo 700 Kč. Pro díl 8 - kryt kabiny byl zvolen materiál polymethylmethakrylát (PMMA) o tloušťce 2 mm.

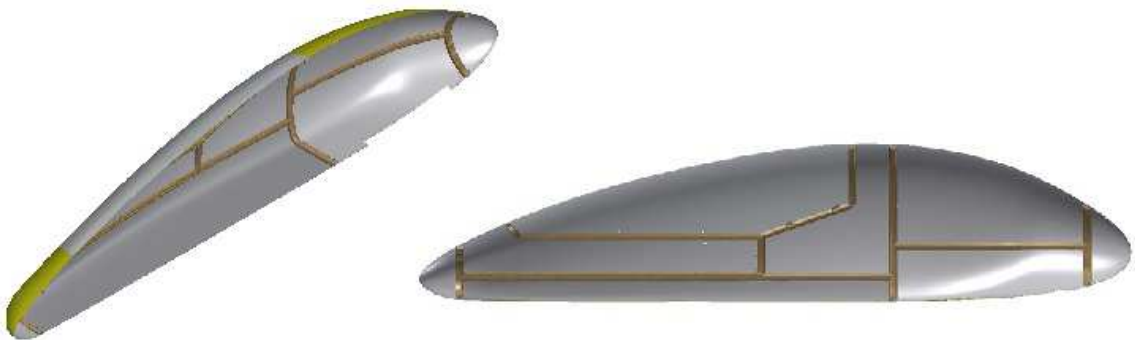


*Obr. 63 Materiál prepreg [22]*



## 14 VYZTUŽENÍ KAROSERIE

Vyztužení nám zajišťuje pevnost a tuhost celé karoserie. Nejvhodnější materiál pro výrobu vyztužení je bukové dřevo, které bude pomocí pásové pily a CNC stroje obrobene pro každý díl karoserie na míru. Doladění každého dílu vyztuže bude za pomoci pilníku a smirkového papíru. Z důvodu tvarové složitosti karoserie a úspory materiálu, je potřeba některé vyztuže poskládat z více částí. Ke spojení jednotlivých částí vyztuže bylo zvoleno dvousložkové lepidlo černé barvy s označením SA10-20A.



*Obr. 64 Vyztužení karoserie*

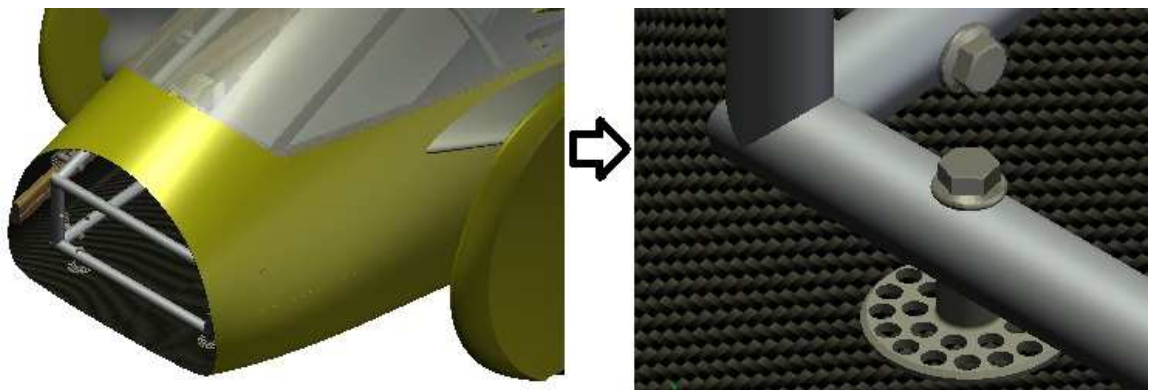


*Obr. 65 Spojení vyztuhy v jeden celek pomocí lepeného spoje*



## 15 UCHYCENÍ KAROSERIE K RÁMU

Uchycení karoserie k rámu bylo vyřešeno pomocí lepených kovových upínacích prvků. Velikou výhodou tohoto uchycení je jednoduchost při aplikaci na karoserii. Bylo navrženo 34 bodu uchycení, na které budou jednotlivé upínací prvky přilepeny. K rámové konstrukci bude každý prvek přišroubován. Z důvodu tvarové složitosti karoserie byly navrženy a použity dva typy upínacích prvků. Kloubový upínací prvek bude použit na místech, u kterých není zaručena rovnoběžnost ploch rámu a karoserie. Přímý prvek bude aplikován na rovnoběžné plochy rámu a karoserie. Kombinací těchto dvou typů upínacích prvků dosáhneme pevného a nepohyblivého spojení karoserie vůči rámu.



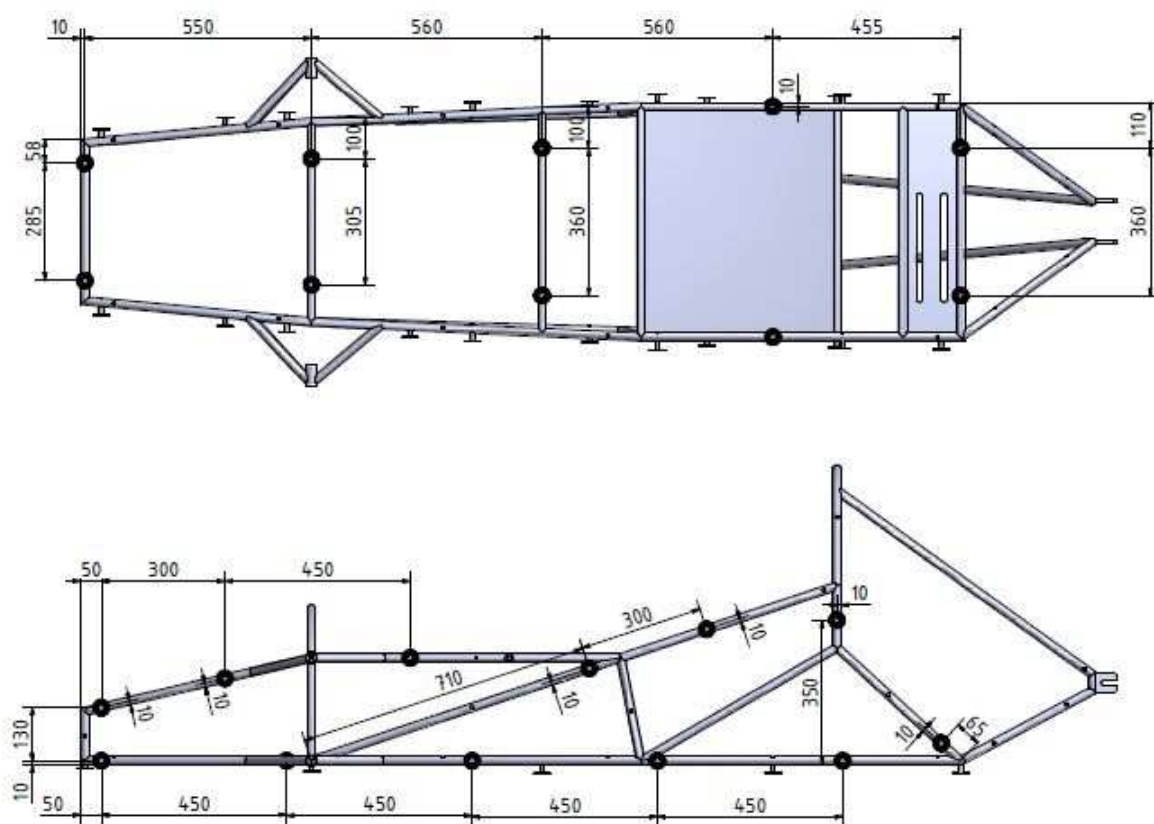
Obr. 66 Návrh uchycení karoserie k rámu



Obr. 67 Kloubový upínací prvek (vlevo), přímý upínací prvek (vpravo)

## 16 ROZMÍSTĚNÍ UPÍNACÍCH PRVKŮ

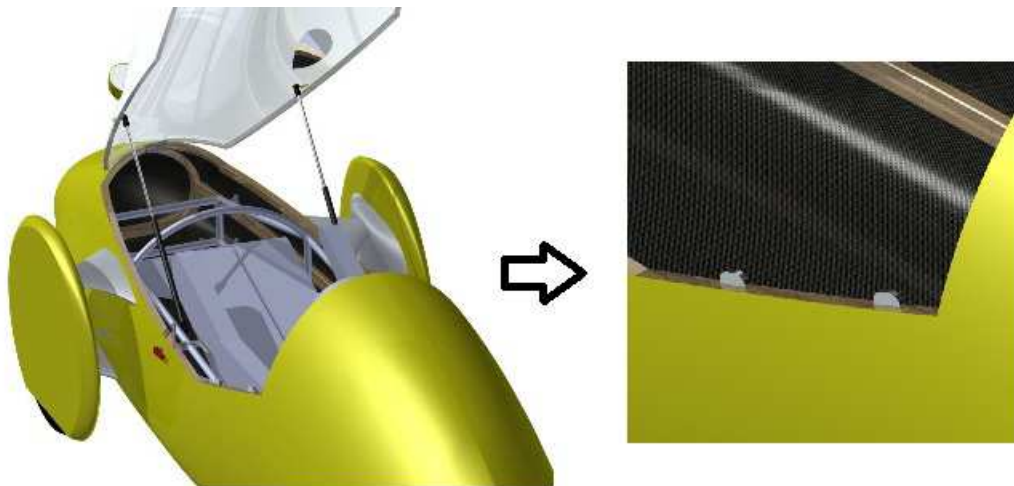
Karoserie bude k rámu přichycena pomocí 34 kusů kovových upínacích prvků. Z toho 24 ks bude kloubových a 10 ks přímých. Vzdálenosti mezi jednotlivými prvky byly voleny na základě rovnoměrného uchycení karoserie k rámu. Každý upínací prvek je k rámu přichycen pomocí šroubu, který prochází rámem.



Obr. 68 Rozmístění kovových upínacích prvků

## 17 ZAJIŠTĚNÍ A UCHYCENÍ KRYTU KABINY

Kryt kabiny bude plnit svoji funkci díky lepeného kloubového pantu, plynových vzpěr, bezpečnostního zámku a vodících kolíků. V následujících kapitolách jsou jednotlivé díly zobrazeny a stručně popsány. Při návrhu uchycení a zajištění krytu byl kladen důraz na jednoduchost, funkčnost a hmotnost jednotlivých komponentů.



*Obr. 69 Ukázka použitého zajištění a uchycení krytu kabiny*

### 17.1 Kloubový pant krytu kabiny

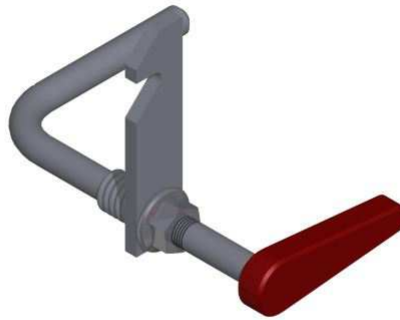
Tato komponenta byla speciálně navržena pro tento typ otevírání krytu vůči kabině. Spojení pantu s krytem kabiny a kabinou bude za pomoci lepidla.



*Obr. 70 Návrh kloubového pantu*

## 17.2 Zámek krytu kabiny

Zámek krytu kabiny se celkově skládá z pěti dílů, přičemž celý mechanismus je navržen velice jednoduše, ale zároveň tak, aby splňoval dané podmínky závodu.



*Obr. 71 Návrh kloubového pantu*

## 17.3 Vzpěra krytu kabiny

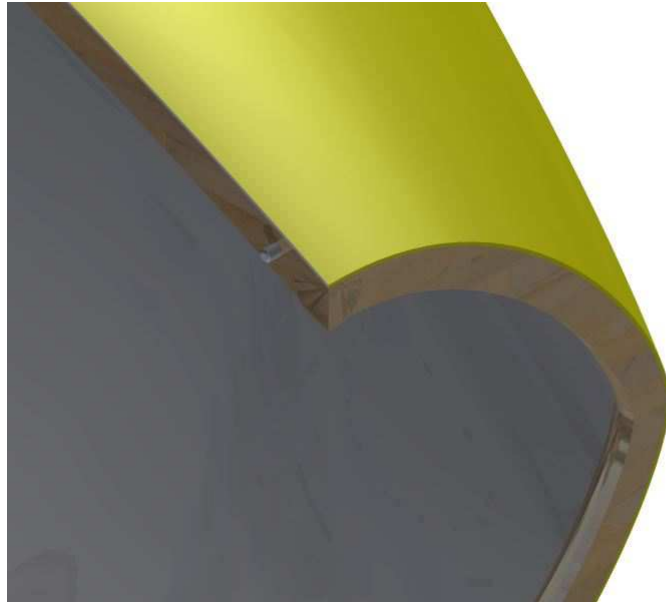
Plynové vzpěry byly voleny tak, aby zajistily dostatečný úhel odklonu krytu vůči kabině.



*Obr. 72 Plynová vzpěra krytu kabiny*

## 18 ZAJIŠTĚNÍ A UCHYCENÍ KRYTU MOTORU

Dobrá přístupnost k motorové části je taky velmi důležitým faktorem při návrhu karoserie. V tomto případě bylo uchycení krytu motoru vyřešeno pomocí vodících kolíků, které nám zajistí jednoduché a rychlé odejmutí - nasazení krytu směrem vzhůru.



*Obr. 73 Ukázka použitého zajištění a uchycení krytu motoru*

### 18.1 Vodící kolík krytu motoru

Navržený tvar vodícího kolíku k zajištění a uchycení krytu motoru. Průměr vodících kolíků bude 6 mm.



*Obr. 74 Návrh vodícího kolíku*

## 19 VÝROBNÍ POSTUPY PRO JEDNOTLIVÉ ČÁSTI KAROSERIE

Každý díl karoserie projde výrobním postupem, podle kterého proběhne přeměna polotovaru na konečný výrobek. V tomto případě se výrobní postupy pro jednotlivé díly nebudou nijak razantně lišit, až na výjimky jako je tvarování víka kabiny, kde výrobní postup bude zcela odlišný.

### 19.1 Tvarování krytu kabiny

Jelikož materiál víka byl zvolen polymethylmethakrylát (PMMA) o tloušťce 2 mm, bude potřeba tvarovat desku na požadovaný tvar dle výkresové dokumentace za pomoci nahřívacích metod na tvarovaném kusu dřeva (kopytu) tak, aby nedošlo k deformaci a zhoršení průhlednosti daného materiálu. Tato problematika by se řešila pomocí specializované firmy, která tvarování víka odborně zajistí.



Obr. 75 Tvarovaný kus dřeva (kopyto)

### 19.2 Výrobní postup dílu 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Tyto díly karoserie budou vyrobeny z materiálu prepreg. Tento kompozitní materiál se bude po vrstvách nanášet do předem vyrobené negativní formy, která bude pomocí CNC stroje na základě 3D modelu karoserie zakázkově vyrobena.

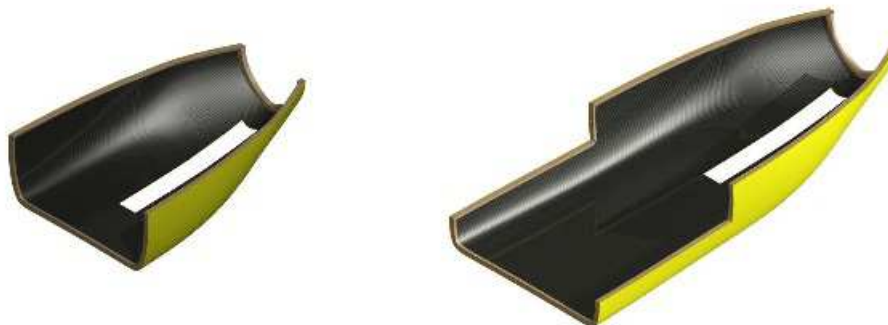
Po nanesení a docílení požadovaného tvaru se nechá daný materiál zatvrdnout. Potom bude díl z formy vyndán a ořezán od přebytečného materiálu. Následuje vlepění upravených bukových výztuh do každého dílce, výjimka je u dílu 8 - krytu karoserie. Dále budou probíhat dokončovací operace jako doleštění, impregnace a lakování.

## 20 ZHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH ŘEŠENÍ

Porovnáním navržených řešení obou variant vyplývá, že varianta A bude pro výrobu karoserie v mnoha pohledech vhodnější než varianta B. I přes velkou podobnost obou variant je zde mnoho zásadních rozdílů, které mají na výrobu velký vliv. U varianty B je tvarově složitější zadní část karoserie, což bude mít vliv na složitost výroby. Díky schodovitému přechodu bude složitější výroba jak samotného dílu, tak i výztuhy. Spojení dílu s ostatními částmi karoserie bude ve dvou rovinách, kdežto u varianty A pouze v rovině jedné. Z toho vyplývá, že plocha, přes kterou bude zadní díl spojen s přední částí dna, bude menší a tím pádem i spojení těchto dvou dílů nebude tak pevné jako u varianty A. Schodový přechod může mít vliv na správnou funkci karoserie z hlediska namáhání. Z těchto důvodů bych koncepci A hodnotil jako vhodnější volbu. Zjištěná celková hmotnost karoserie je 32,4 kg a pro její výrobu bude potřeba použít 15,723 m<sup>2</sup> materiálu prepregu o tloušťce cca 1,5 mm. Odhadované náklady pro nákup materiálu při aktuální průměrné ceně 700 Kč za 1 m<sup>2</sup> činí cca 11 000 Kč.



Obr. 76 Porovnání přední části podvozku varianty A (vlevo) s variantou B (vpravo)



Obr. 77 Porovnání zadní části podvozku varianty A (vlevo) s variantou B (vpravo)

## ZÁVĚR

Teoretická část bakalářské práce je zaměřena na vývoj karoserie od historie až po současnost, základní rozdělení karoserií a skříní, stavbu skořepin karoserie, sendvičové konstrukční prvky, použití kompozitních materiálu, bezpečnostní prvky karoserií a mechanické zkoušky vozidel.

Dále bylo prostřednictvím programu Autodesk Inventor 2015 navrženo nejvhodnější dělení karoserie vozidla pro závod Shell Eco-marathon. Při návrhu bylo myšleno na to, aby se karoserie skládala z co nejmenšího počtu jednotlivých dílů při zaručení její vyrobiteľnosti. Byly navrženy dvě varianty dělení karoserie, které byly z konstrukčního hlediska velice podobné. Ovšem po zhodnocení obou variant byly zjištěny jejich výhody a nevýhody, které určily vhodnější koncepci k výrobě.

V dalším bodě bylo řešeno spojení a vyztužení jednotlivých dílů karoserie tak, aby bylo docíleno jednoduchého ale zároveň účinného výsledku. Proto byl pro vyztužení dílu použit materiál bukového dřeva, který díky své lehkosti, tuhosti a dobré obrobiteľnosti splňoval daná kritéria. Ke spojení jednotlivých dílů karoserie v jeden celek bylo použito lepených a šroubových spojů. Díky šroubům je zaručeno složení a případné rozložení karoserie do menších celků.

Uchycení karoserie k rámu bylo vyřešeno pomocí kovových upínacích prvků přilepených k jednotlivým částem karoserie. Pro zaručení pevného a nepohyblivého uchycení karoserie k rámu byly navrženy a použity dva typy upínacích prvků. Kloubový a přímý.

Posledním bodem praktické části bylo navrhnout a popsat výrobní postupy jednotlivých částí karoserie s přihlédnutím na výrobní a finanční možnosti. Při výběru materiálu se zdálo jako vhodná volba použití kompozitního materiálu nazývaného prepreg, který díky své přiměřené ceně a fyzikálním vlastnostem, podobajícím se uhlíkovému vláknu, zvítězil.

Při návrhu se vycházelo se z 3D modelu karoserie, která byla v předchozích letech navržena v programu SolidWorks 2012 panem Bc. Milanem Kubíčkem na Dopravní fakultě Jana Pernera v Pardubicích. [13]



## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *Stavba karoserií a skříní* [online]. [cit. 2015-05-21]. Dostupné z: [http://moodle2.voskop.eu/download/teu/U27\\_Stavba\\_karoserii\\_a\\_skrini.pdf](http://moodle2.voskop.eu/download/teu/U27_Stavba_karoserii_a_skrini.pdf)
- [2] *Automobilová karoserie: Milníky a inovátoři v toku času* [online]. [cit. 2015-05-21]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/automobilova-karoserie-milniky-inovatori-toku-casu-78632>
- [3] *Typy karoserií osobních automobilů* [online]. [cit. 2015-05-21]. Dostupné z: <http://ludeco.blog.cz/0803/typy-karoserii-osobnich-automobilu>
- [4] *Karoserie osobních automobilů* [online]. [cit. 2015-05-21]. Dostupné z: <http://auta5p.eu/informace/karoserie/karoserie1.php>
- [5] *Karoserie* [online]. [cit. 2015-05-21]. Dostupné z: [http://mechmes.websnadno.cz/dokumenty/pri-teo-03\\_karoserie.pdf](http://mechmes.websnadno.cz/dokumenty/pri-teo-03_karoserie.pdf)
- [6] *Karl Benz* [online]. [cit. 2015-05-21]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Karl\\_Benz](http://cs.wikipedia.org/wiki/Karl_Benz)
- [7] *Benz Patent Motorwagen číslo 1* [online]. [cit. 2015-05-21]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Benz\\_Patent\\_Motorwagen\\_%C4%8D%C3%ADslo\\_1](http://cs.wikipedia.org/wiki/Benz_Patent_Motorwagen_%C4%8D%C3%ADslo_1)
- [8] *Porsche Panamera: pět technologických novinek* [online]. [cit. 2015-05-21]. Dostupné z: <http://www.autokaleidoskop.cz/Novinky/Porsche-Panamera-pet-technologickyh-novinek/>
- [9] *Prepreg* [online]. [cit. 2015-05-21]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Prepreg>
- [10] *Fiberglass prepreg / thermoplastic resin* [online]. [cit. 2015-05-21]. Dostupné z: <http://www.directindustry.com/prod/porcher-industries/fiberglass-prepregs-thermoplastic-resin-37688-1216647.html>
- [11] *Kompozitní materiál* [online]. [cit. 2015-05-21]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Kompozitn%C3%AD\\_materi%C3%A1l](http://cs.wikipedia.org/wiki/Kompozitn%C3%AD_materi%C3%A1l)
- [12] JAKEŠ, Tomáš. *Návrh možností spojů a přechodů v kompozitních aplikacích: https://dspace.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/24661/jake%C5%A1\_2013\_bp.pdf?sequence=1* [online]. [cit. 2015-05-21].
- [13] KUBÍČEK, Milan. *Návrh aerodynamicky optimálního tvaru vozidla pro Shell Eco-marathon* [online]. [cit. 2015-05-21]. Dostupné z:

<http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCEQFjAA&url=http%3A%2F%2Fdspace.upce.cz%2Fbitstream%2F10195%2F52524%2F3%2FKubi->

[cekM\\_NavrhAerodynamicky\\_TZ\\_2013.pdf&ei=G\\_ZoVYyZJ4OqU\\_mNgpAM&usg=AFQjCNEphzYvCZW9Hnmua\\_B\\_uOYzhq\\_cgQ&sig2=X1FMmVYiKxNH1Pbv88Pdfw](cekM_NavrhAerodynamicky_TZ_2013.pdf&ei=G_ZoVYyZJ4OqU_mNgpAM&usg=AFQjCNEphzYvCZW9Hnmua_B_uOYzhq_cgQ&sig2=X1FMmVYiKxNH1Pbv88Pdfw)

[14] DERNER, Petr. *Měření zkušební tuhosti karoserie s využitím fotogrammetrického zařízení tritop* [online]. [cit. 2015-05-21]. Dostupné z: [http://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=14603](http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=14603)

[https://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=14603](https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=14603)

[17] PLACÁK, Václav. *Výpočet napjatosti skořepin*. Vyd. 1. Praha: SNTL, 1966, 311 s.

[18] *Výroba, spojování a připevňování klempířských prvků* [online]. [cit. 2015-05-21]. Dostupné z: <http://stavebnikomunita.cz/m/blogpost?id=6453524%3ABlogPost%3A18081>

[19] *Klinčování (spojování plechů)* [online]. [cit. 2015-05-21]. Dostupné z:

<http://www.svmetal.cz/cz/sluzby-klincovani.php?a=2&b=8&c=0>

[20] *Clinching přináší možnosti spojování plechů za studena* [online]. [cit. 2015-05-21].

Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/clinching-prinasi-moznosti-spojovani-plechu-za-studena.html>

[21] MINAŘÍK, Štěpán. *Konstrukční řešení rámu vozidla pro závody ecorallye* [online].

[cit. 2015-05-21]. Dostupné z:

[http://dspace.upce.cz/bitstream/10195/52261/7/MinarikS\\_KonstrukcniReseni\\_MT\\_2013.pdf](http://dspace.upce.cz/bitstream/10195/52261/7/MinarikS_KonstrukcniReseni_MT_2013.pdf)

[22] *Pre-Preg - Carbon Fiber Uni* [online]. [cit. 2015-05-21]. Dostupné z:

<http://www.rockwestcomposites.com/products/14002-d>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

PREPREG	Předimpregnovaná vlákna
MPV	Význam druhé zkratky.
ASR	Anti-Slip Regulation
ESP	Electronic Stability Program
FIA	Fédération Internationale de l'Automobile
PMMA	Polymethylmethakrylát
CNC	Computer Numeric Control
C <sub>x</sub>	Součinitel aerodynamického odporu

## SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1 Karoserie vozu Porsche Panamera [8] .....</i>	13
<i>Obr. 2 Automobil značky Benz Patent-Motorwagen [2].....</i>	14
<i>Obr. 3 Použití vysokopevnostních ocelových plechů na boční části karoserie [1].....</i>	16
<i>Obr. 4 Rozdělení karoserií podle rozdílných kritérií [1] .....</i>	17
<i>Obr. 5 Karoserie typu kupé [3].....</i>	18
<i>Obr. 6 Karoserie typu GT [3] .....</i>	18
<i>Obr. 7 Karoserie typu tudor [3].....</i>	19
<i>Obr. 8 Karoserie typu sedan [3] .....</i>	19
<i>Obr. 9 Karoserie typu hatchback [3] .....</i>	20
<i>Obr. 10 Karoserie typu liftback [3] .....</i>	20
<i>Obr. 11 Karoserie typu limuzína [3].....</i>	21
<i>Obr. 12 Karoserie typu pullman [3] .....</i>	21
<i>Obr. 13 Karoserie typu landaulet [3] .....</i>	22
<i>Obr. 14 Karoserie typu kombi [3].....</i>	22
<i>Obr. 15 Karoserie typu MPV [3] .....</i>	23
<i>Obr. 16 Karoserie typu van [3].....</i>	23
<i>Obr. 17 Karoserie typu SUV [3] .....</i>	24
<i>Obr. 18 Karoserie typu offroad [3].....</i>	24
<i>Obr. 19 Karoserie typu kabriolet [3].....</i>	25
<i>Obr. 20 Karoserie typu targa [3].....</i>	25
<i>Obr. 21 Karoserie typu spider [3] .....</i>	26
<i>Obr. 22 Karoserie typu pick-up [3] .....</i>	26
<i>Obr. 23 Podvozková karoserie automobilu [5] .....</i>	27
<i>Obr. 24 Polonosná karoserie automobilu [5].....</i>	27
<i>Obr. 25 Samonosná karoserie automobilu [5].....</i>	28
<i>Obr. 26 Rámová karoserie automobilů [1].....</i>	29
<i>Obr. 27 Skořepinová karoserie automobilů [1] .....</i>	29
<i>Obr. 28 Panelová karoserie automobilů [1].....</i>	29
<i>Obr. 29 Blatníková karoserie [1].....</i>	30
<i>Obr. 30 Pontonová karoserie [1].....</i>	30
<i>Obr. 31 Kapotová karoserie [1].....</i>	30
<i>Obr. 32 Polokapotová karoserie [1].....</i>	31

<i>Obr. 33 Bezkapotová karoserie [1]</i> .....	31
<i>Obr. 34 Proudnicová karoserie [1]</i> .....	31
<i>Obr. 35 Tříprostorová karoserie [1]</i> .....	32
<i>Obr. 36 Dvouprostorová karoserie [1]</i> .....	32
<i>Obr. 37 Jednoprostorová karoserie [1]</i> .....	32
<i>Obr. 38 Základní tvary drážek [18]</i> .....	34
<i>Obr. 39 Grafické znázornění řezu klinčovacího spoje [20]</i> .....	34
<i>Obr. 40 Sendvičová konstrukce s voštinovým jádrem [12]</i> .....	36
<i>Obr. 41 Sendvičová podlaha automobilu [1]</i> .....	37
<i>Obr. 42 Sendvičová střecha automobilu [1]</i> .....	37
<i>Obr. 43 Karbonové vlákno o průměru 6 μm v porovnání s lidským vlasem [1]</i> .....	39
<i>Obr. 44 Materiál prepreg [10]</i> .....	40
<i>Obr. 45 Výhody pružného lepení [12]</i> .....	43
<i>Obr. 46 Typický nýt s nýtovací hlavou [12]</i> .....	44
<i>Obr. 47 Upevnění závitové vložky k povrchu sendvičového kompozitu [12]</i> .....	45
<i>Obr. 48 Upevnění závitové vložky k vnitřní straně povrchu</i> .....	45
<i>Obr. 49 Upevnění závitové vložky k povrchu sendvičového kompozitu [12]</i> .....	46
<i>Obr. 50 Upevnění dvou diskové závitové vložky k</i> .....	46
<i>Obr. 51 Vozidlo pro ECO – marathon</i> .....	54
<i>Obr. 52 Dělení karoserie - varianta A</i> .....	55
<i>Obr. 53 Dělení karoserie - varianta B</i> .....	56
<i>Obr. 54 Díl 1 – Před'</i> .....	57
<i>Obr. 55 Díl 2 – Přední část dna - varianta A (vlevo), varianta B (vpravo)</i> .....	58
<i>Obr. 56 Díl 3 – Přední část</i> .....	58
<i>Obr. 57 Díl 4 – Zadní část dna – varianta A (vlevo), varianta B (vpravo)</i> .....	59
<i>Obr. 58 Díl 5 – Zadní část</i> .....	60
<i>Obr. 59 Díl 6 – Zád'</i> .....	60
<i>Obr. 60 Díl 7 – Kryt motoru</i> .....	61
<i>Obr. 61 Díl 8 – Kryt kabiny</i> .....	61
<i>Obr. 62 Spojení lepením (v horní části obr.), spojení šrouby (v dolní části obr.)</i> .....	62
<i>Obr. 63 Materiál prepreg [22]</i> .....	63
<i>Obr. 64 Vyztužení karoserie</i> .....	64
<i>Obr. 65 Spojení výztuhy v jeden celek pomocí lepeného spoje</i> .....	64

---

<i>Obr. 66 Návrh uchycení karoserie k rámu .....</i>	<i>65</i>
<i>Obr. 67 Kloubový upínací prvek (vlevo), přímý upínací prvek (vpravo).....</i>	<i>65</i>
<i>Obr. 68 Rozmístění kovových upínacích prvků.....</i>	<i>66</i>
<i>Obr. 69 Ukázka použitého zajištění a uchycení krytu kabiny .....</i>	<i>67</i>
<i>Obr. 70 Návrh kloubového pantu .....</i>	<i>67</i>
<i>Obr. 71 Návrh kloubového pantu .....</i>	<i>68</i>
<i>Obr. 72 Plynová vzpěra krytu kabiny .....</i>	<i>68</i>
<i>Obr. 73 Ukázka použitého zajištění a uchycení krytu motoru .....</i>	<i>69</i>
<i>Obr. 74 Návrh vodícího kolíku .....</i>	<i>69</i>
<i>Obr. 75 Tvarovaný kus dřeva (kopyto) .....</i>	<i>70</i>
<i>Obr. 76 Porovnání přední části podvozku varianty A (vlevo) s variantou B (vpravo).....</i>	<i>71</i>
<i>Obr. 77 Porovnání zadní části podvozku varianty A (vlevo) s variantou B (vpravo).....</i>	<i>71</i>

## SEZNAM PŘÍLOH

P1 CD ROM

P2 Výkresová dokumentace ECO-01-00

P3 Výkresová dokumentace ECO-01-01

P4 Výkresová dokumentace ECO-01-02

P5 Výkresová dokumentace ECO-01-03

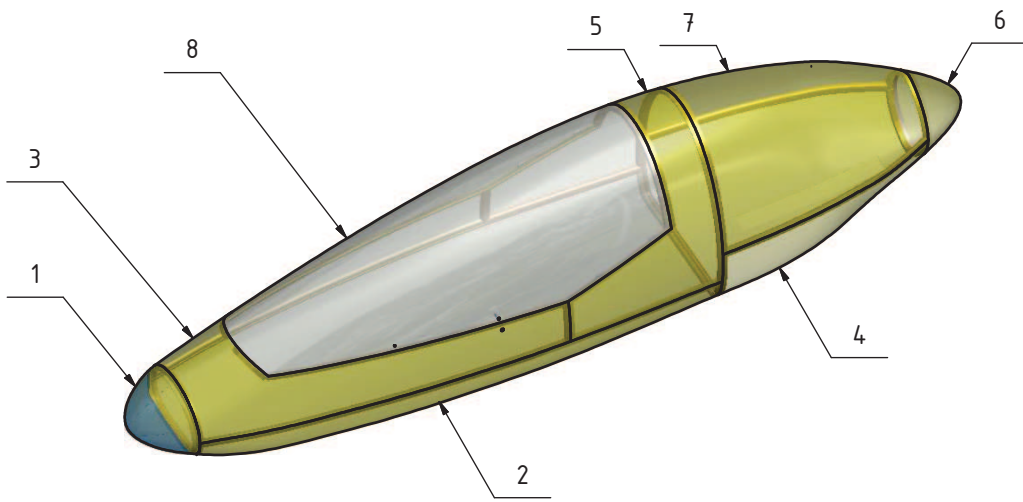
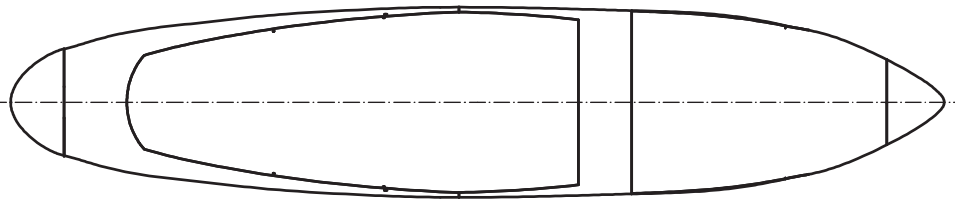
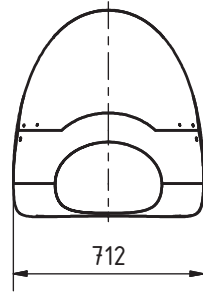
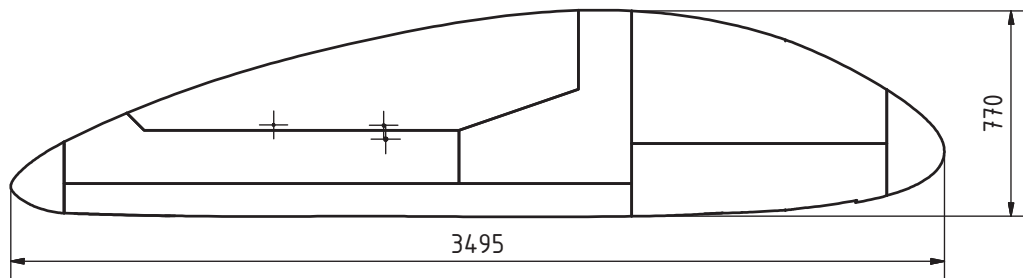
P6 Výkresová dokumentace ECO-01-04

P7 Výkresová dokumentace ECO-01-05

P8 Výkresová dokumentace ECO-01-06

P9 Výkresová dokumentace ECO-01-07

P10 Výkresová dokumentace ECO-01-08



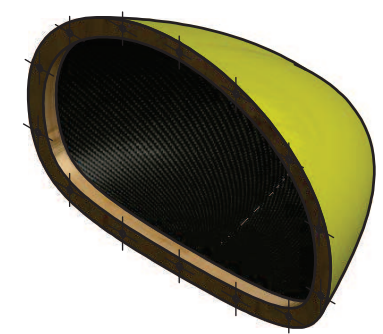
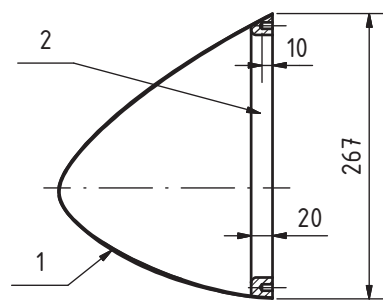
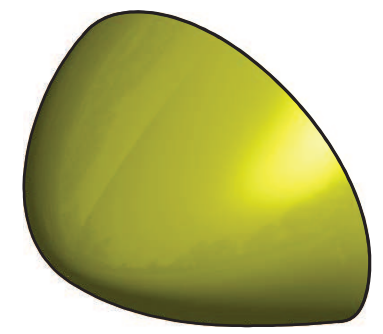
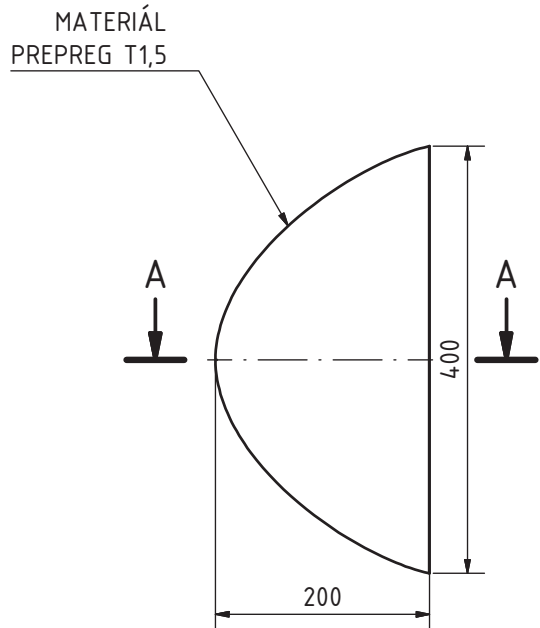
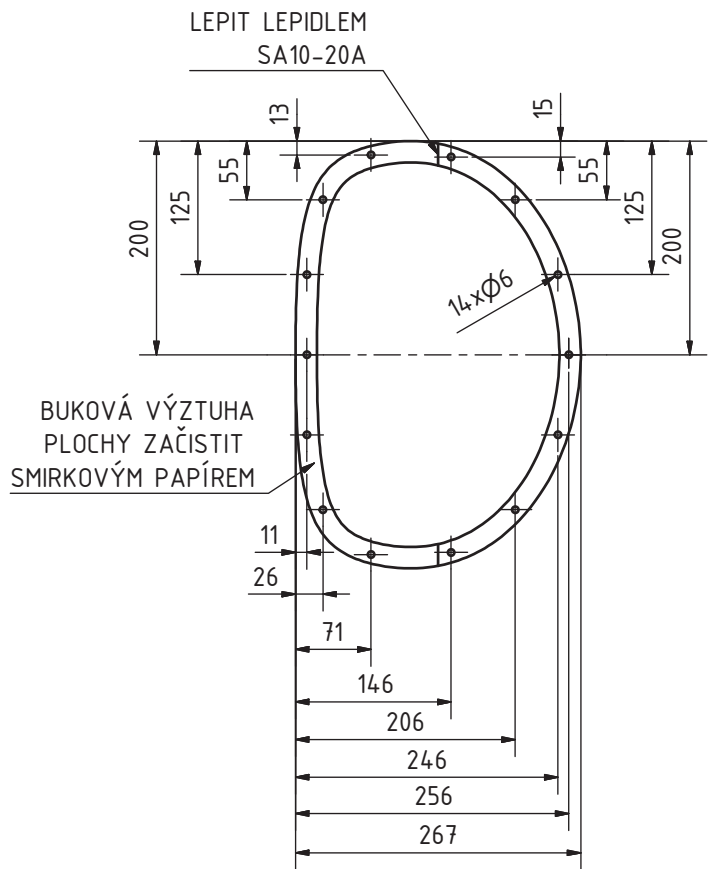
DÍLY 2, 4, 6 SLEPIT LEPIDLEM SA10-20A  
 DÍLY 1, 3, 5 SMONTOVAT POMOCÍ ŠROUBŮ DIN 6921 M5 x 30  
 DÍL 8 PŘICHYTIT POMOCÍ VLEPENÉHO KLOUBOVÉHO PANTU  
 POVRCH LEŠTIT A LAKOVAT NA ŽLUTO

POZ.	KS	NÁZEV	MATERIÁL	HMOTNOST
8	1	KRYT KABINY	PLEXISKLO/DURAL	4,44 kg
7	1	KRYT MOTORU	PREPREG/BUK. DŘEVO	4,87 kg
6	1	ZÁĎ	PREPREG/BUK. DŘEVO	1,13 kg
5	1	ZADNÍ ČÁST	PREPREG/BUK. DŘEVO	4,27 kg
4	1	ZADNÍ ČÁST DNA	PREPREG/BUK. DŘEVO	3,63 kg
3	1	PŘEDNÍ ČÁST	PREPREG/BUK. DŘEVO	4,33 kg
2	1	PŘEDNÍ ČÁST DNA	PREPREG/BUK. DŘEVO	8,19 kg
1	1	PŘÍD	PREPREG/BUK. DŘEVO	1,51 kg

Měřítko: 1:20	Zhotovil: MALINA R. Dne: 21.5.2015	Schválil: Dne:	hmotnost: 32,4	Změna:	Datum:	Podpis:	Index:
---------------	---------------------------------------	-------------------	----------------	--------	--------	---------	--------

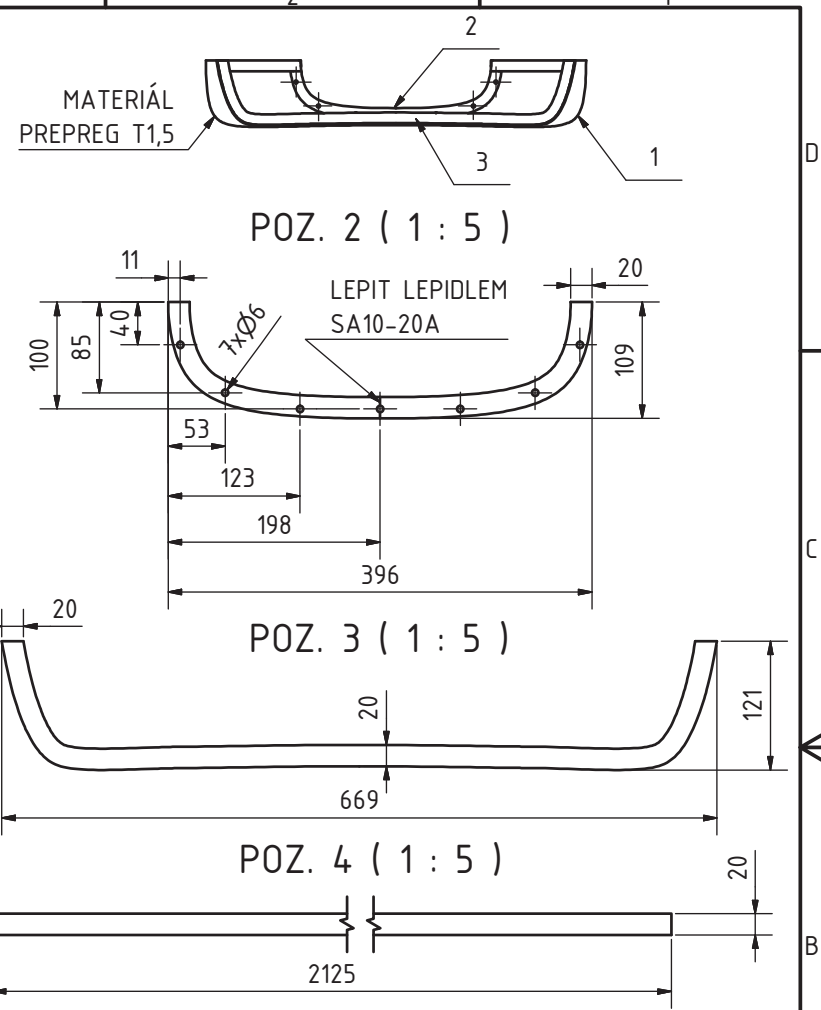
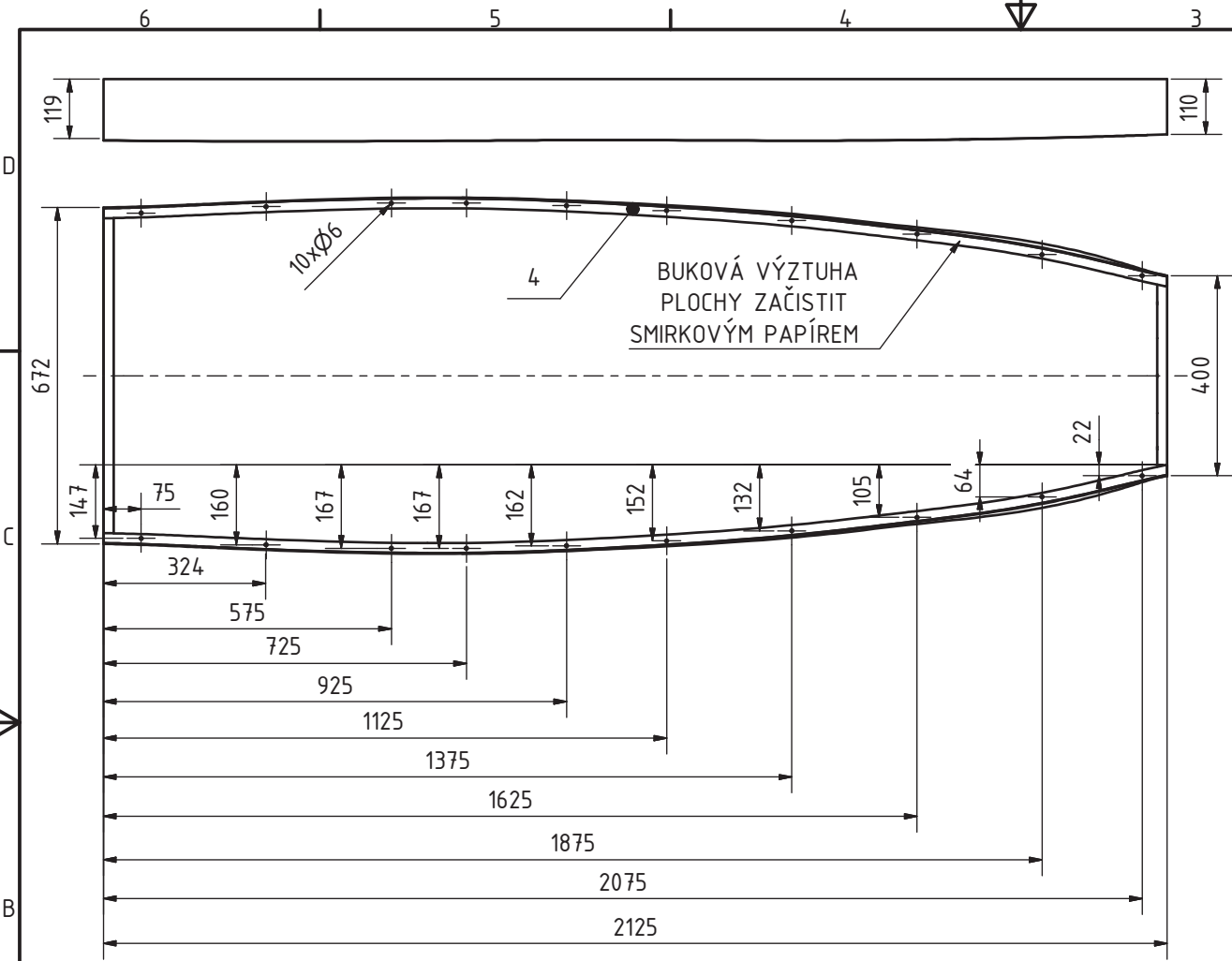
UTB FT Zlín	Název: SESTAVA KAROSERIE ECO	Ev.číslo: ECO-01-00
	<table border="1"> <tr> <td>Listů:</td> <td>List:</td> </tr> </table>	Listů:
Listů:	List:	





DÍLY SLEPIŤ LEPIDLEM SA10-20A  
POVRCH LEŠTIT A LAKOVAT NA ŽLUTO

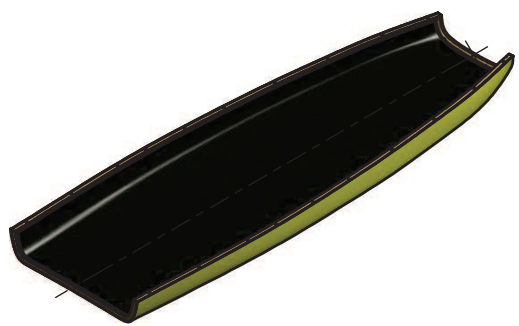
POZ.	KS	NÁZEV	MATERIÁL	HMOTNOST
2	1	VÝZTUHA	BUKOVÉ DŘEVO	0,532 kg
1	1	PŘÍĎ	PREPREG T 1,5	0,978 kg
Měřítko: 1:5	Zhotovil: MALINA R. Dne: 21.5.2015	Schválil: Dne:	hmotnost: 1,51	Změna: Datum: Podpis: Index:
UTB FT Zlín		Název: DÍL 1 PŘÍĎ	Ev.číslo: ECO-01-01	Listů: List:

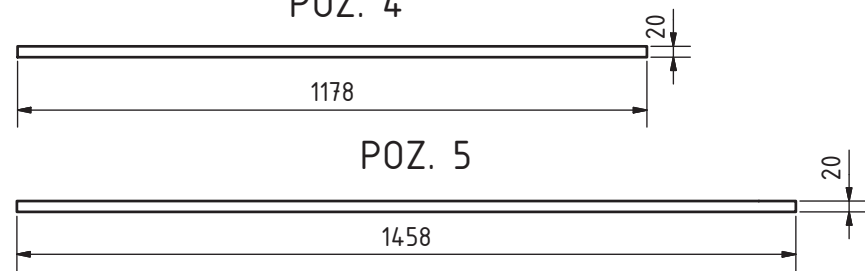
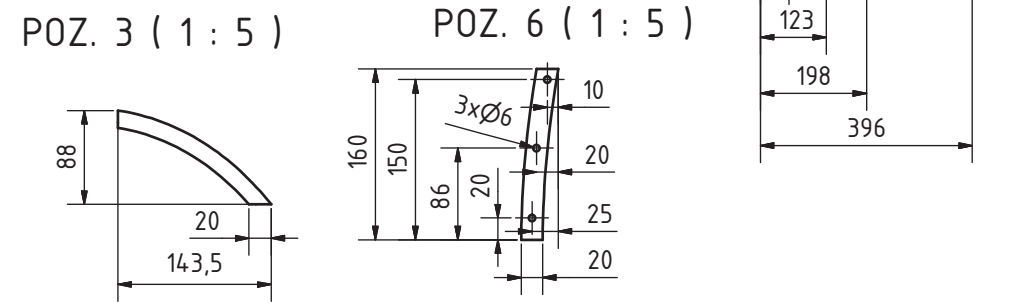
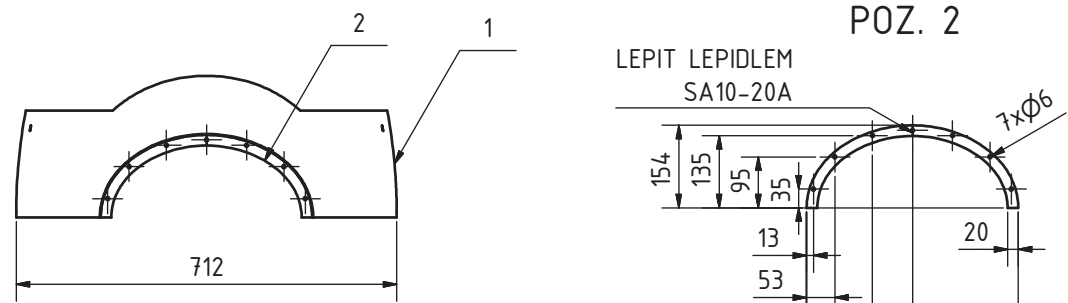
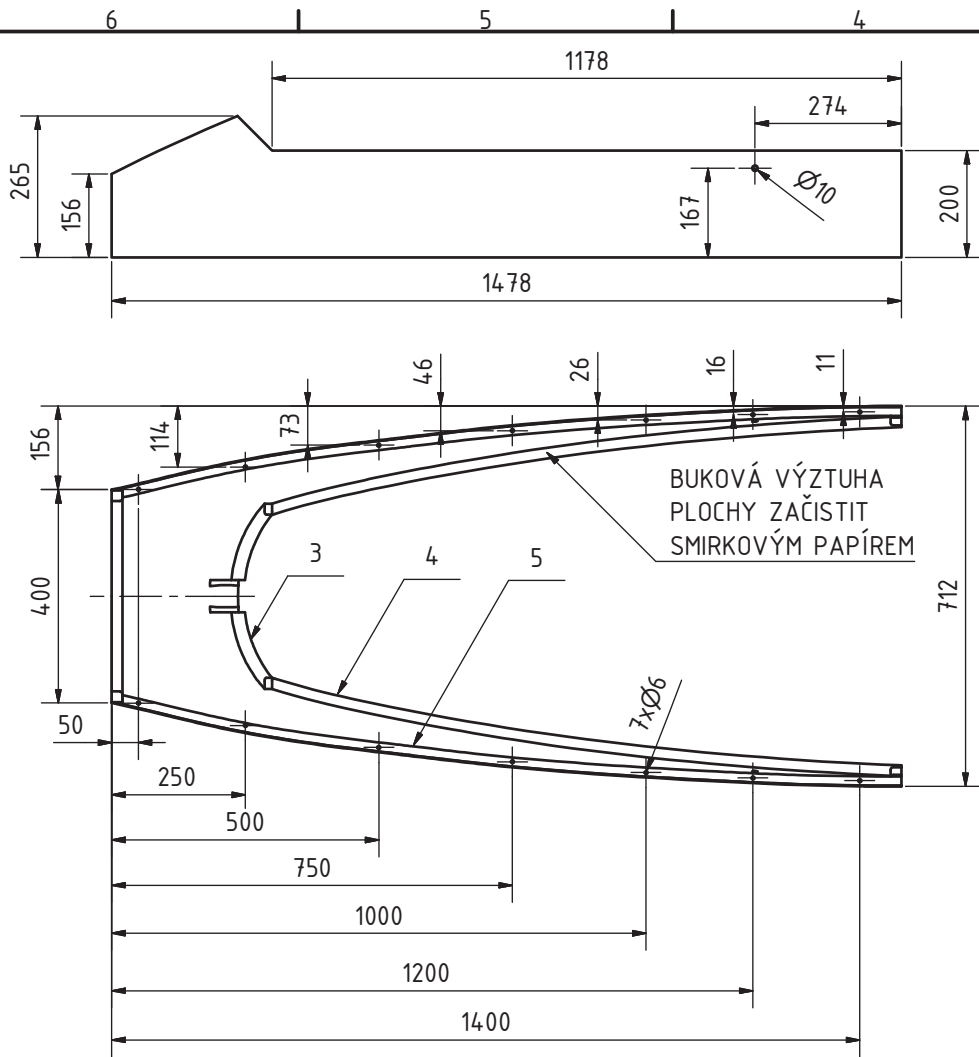


DÍRY VRTAT DO PLNA  
DÍLY SLEPIT LEPIDLEM SA10-20A  
POVRCH LEŠTIT A LAKOVAT NA ŽLUTO

POZ.	KS	NÁZEV	MATERIÁL	HMOTNOST
4	2	VÝZTUHA 3	BUKOVÉ DŘEVO	0,601
3	1	VÝZTUHA 2	BUKOVÉ DŘEVO	0,230
2	1	VÝZTUHA 1	BUKOVÉ DŘEVO	0,140 kg
1	1	PŘEDNÍ ČÁST DNA	PREPREG T 1,5	6,621 kg

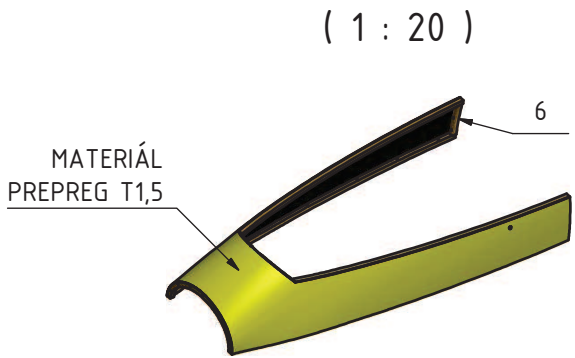
Měřítko 1:10	Zhotovili: MALINA R. Dne: 21.5.2015	Schválili: Dne:	Hmotnost: 8,19	Znána:	Datum:	Podpis:	Index:
UTB FT Zlín		Název: DÍL 2 PŘEDNÍ ČÁST DNA		Listů: List:		Ev.číslo: ECO-01-02	



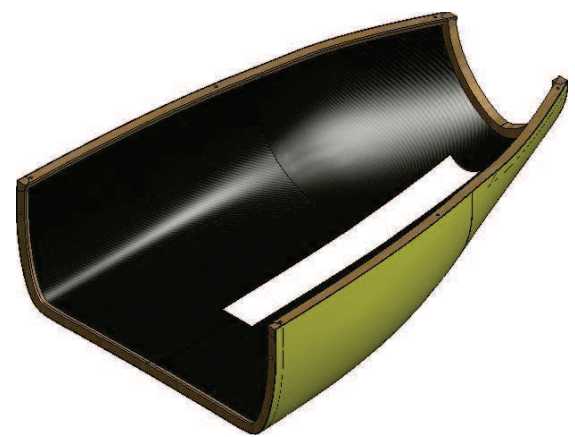
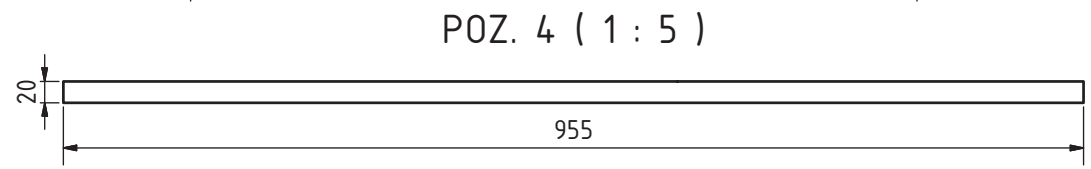
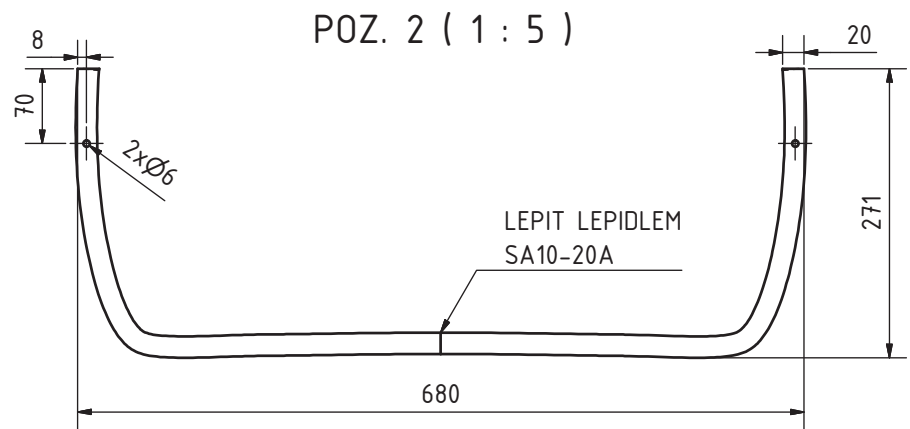
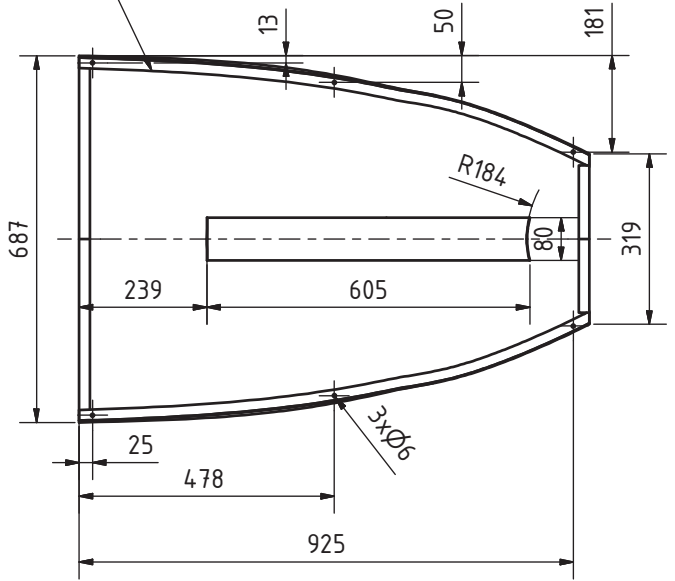
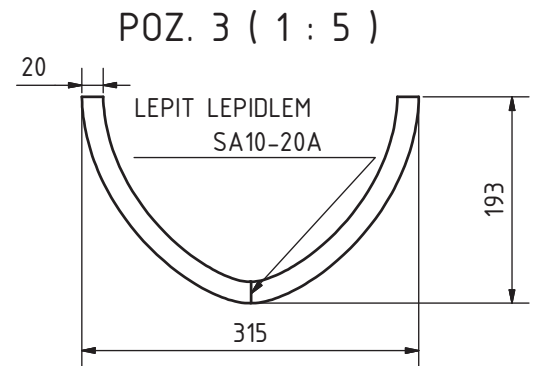
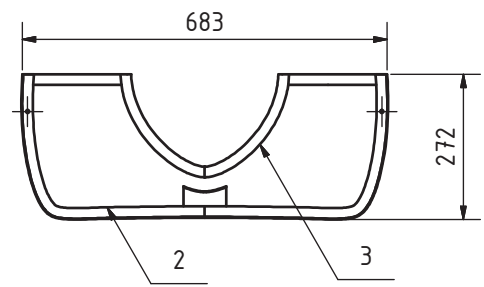
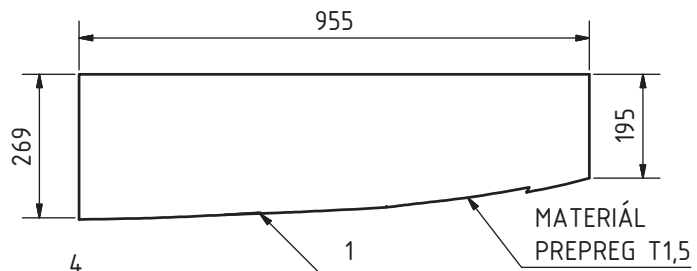


DÍRY VRTAT DO PLNA  
DÍLY SLEPIT LEPIDLEM SA10-20A  
POVRCH LEŠTIT A LAKOVAT NA ŽLUTO

POZ.	KS	NÁZEV	MATERIÁL	HMOTNOST
6	2	VÝZTUHA 5	BUKOVÉ DŘEVO	0,047 kg
5	2	VÝZTUHA 4	BUKOVÉ DŘEVO	0,343 kg
4	2	VÝZTUHA 3	BUKOVÉ DŘEVO	0,358 kg
3	2	VÝZTUHA 2	BUKOVÉ DŘEVO	0,038 kg
2	1	VÝZTUHA 1	BUKOVÉ DŘEVO	0,154 kg
1	1	PŘEDNÍ ČÁST	PREPREG T 1,5	2,602 kg



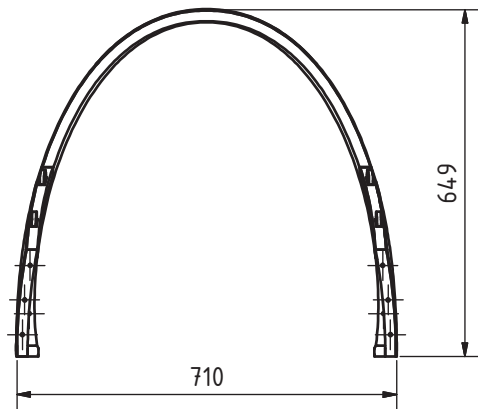
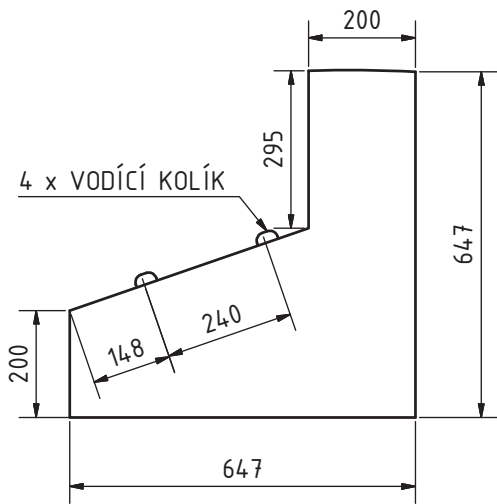
Měřítko 1:10	Zhotovil: MALINA R. Dne: 21.5.2015	Schválil: Dne:	hmotnost 4,33	Známa:	Datum:	Podpis:	Index:
UTB FT Zlín		Název: DÍL 3 PŘEDNÍ ČÁST		Listů: List:		Ev.číslo: ECO-01-03	



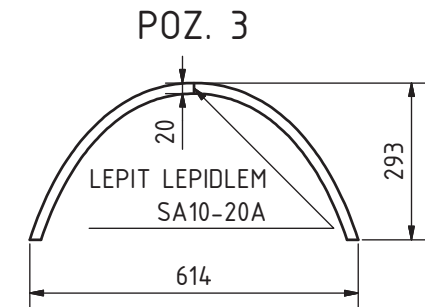
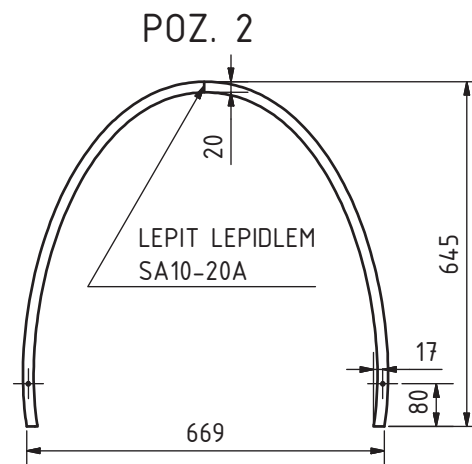
DÍRY VRTAT DO PLNA  
 DÍLY SLEPIT LEPIDLEM SA10-20A  
 POVRCH LEŠTIT A LAKOVAT NA ŽLUTO

POZ.	KS	NÁZEV	MATERIÁL	HMOTNOST
4	2	VÝZTUHA 3	BUKOVÉ DŘEVO	0,258 kg
3	1	VÝZTUHA 2	BUKOVÉ DŘEVO	0,154 kg
2	1	VÝZTUHA 1	BUKOVÉ DŘEVO	0,294 kg
1	1	ZADNÍ ČÁST DNA	PREPREG T 1,5	3,178 kg

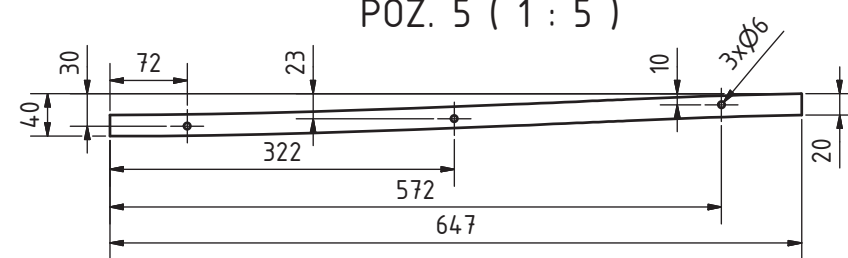
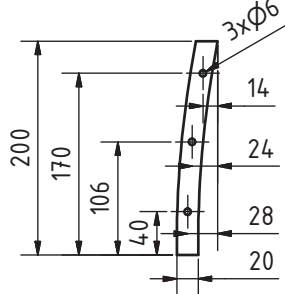
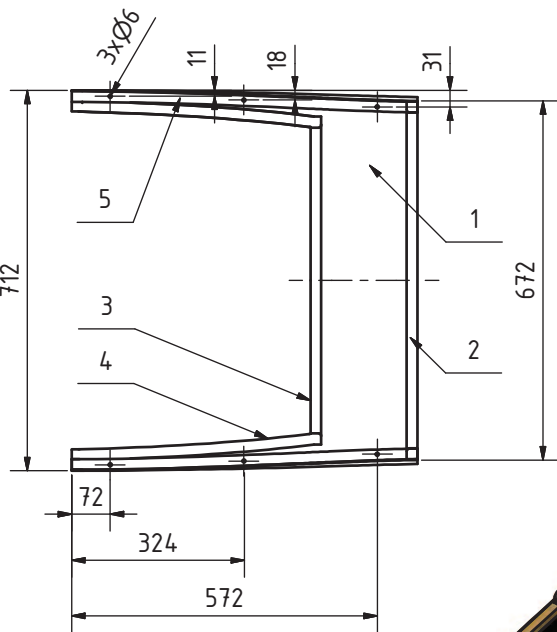
Měřítko: 1:10	Zhotovili: MALINA R. Dne: 21.5.2015	Schválili: Dne:	hmotnost: 3,63	Změna:	Datum:	Podpis:	Index:
Název: UTB FT Zlín		DÍL 4 ZADNÍ ČÁST DNA		Listů: List: Ev.číslo: ECO-01-04			



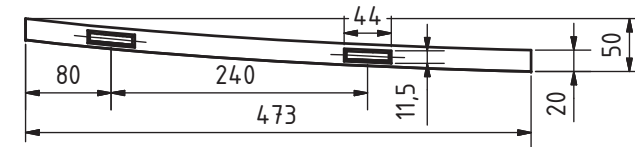
POZ. 6 ( 1 : 5 )



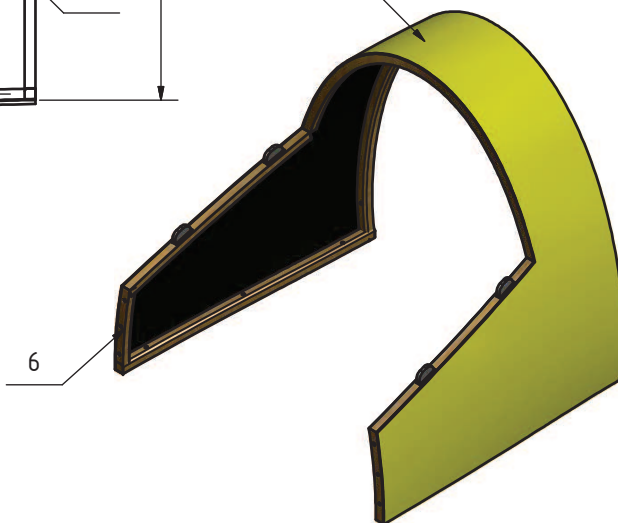
POZ. 5 ( 1 : 5 )



POZ. 4 ( 1 : 5 )



MATERIÁL  
PREPREG T1,5

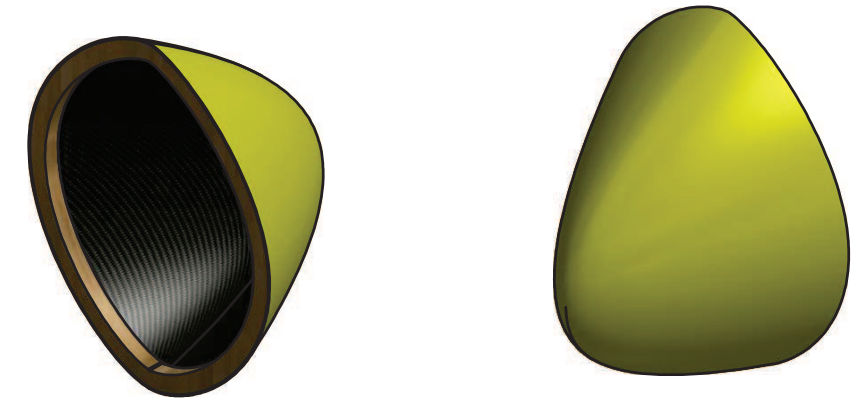
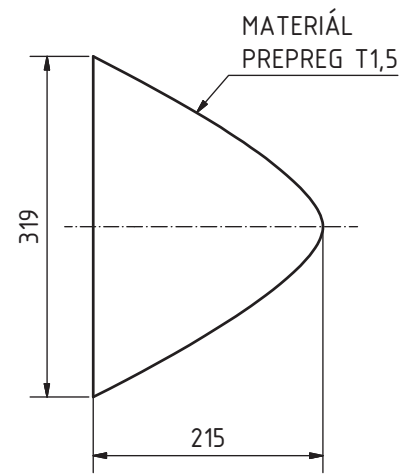
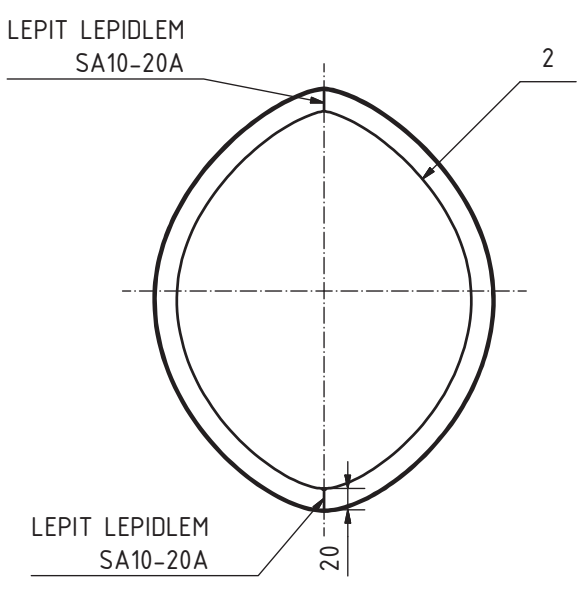
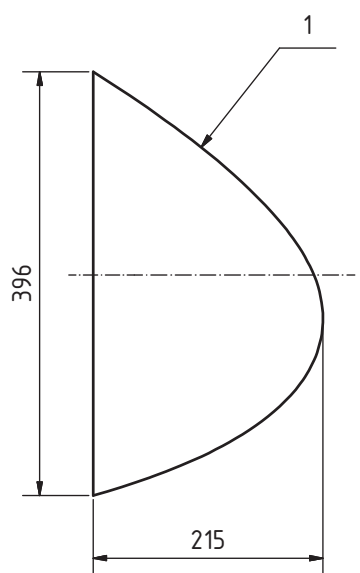


DÍRY VRTAT DO PLNA  
DÍLY SLEPIT LEPIDLEM SA10-20A  
POVRCH LEŠTIT A LAKOVAT NA ŽLUTO

POZ.	KS	NÁZEV	MATERIÁL	HMOTNOST
6	2	VÝZTUHA 5	BUKOVÉ DŘEVO	0,097 kg
5	2	VÝZTUHA 4	BUKOVÉ DŘEVO	0,222 kg
4	2	VÝZTUHA 3	BUKOVÉ DŘEVO	0,146 kg
3	1	VÝZTUHA 2	BUKOVÉ DŘEVO	0,264 kg
2	1	VÝZTUHA 1	BUKOVÉ DŘEVO	0,473 kg
1	1	ZADNÍ ČÁST	PREPREG T 1,5	2,602 kg

Měřítko: 1:10	Zhotovili: MALINA R. Dne: 21.5.2015	Schválili: Dne:	hmotnost: 4,27	Známa:	Datum:	Podpis:	Index:
------------------	--	--------------------	-------------------	--------	--------	---------	--------

UTB FT Zlín	Název: DÍL 5 ZADNÍ ČÁST	Ev.číslo: ECO-01-05
-------------	-------------------------------	------------------------



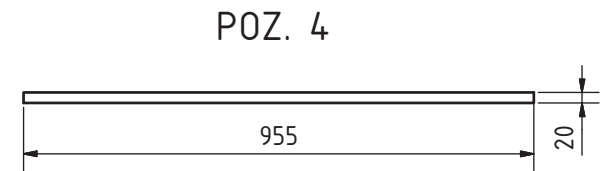
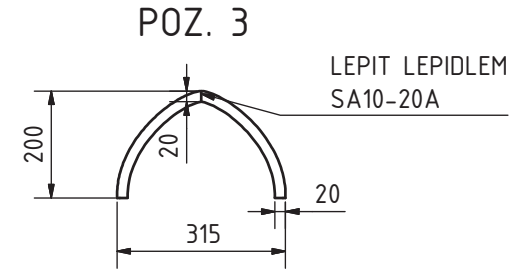
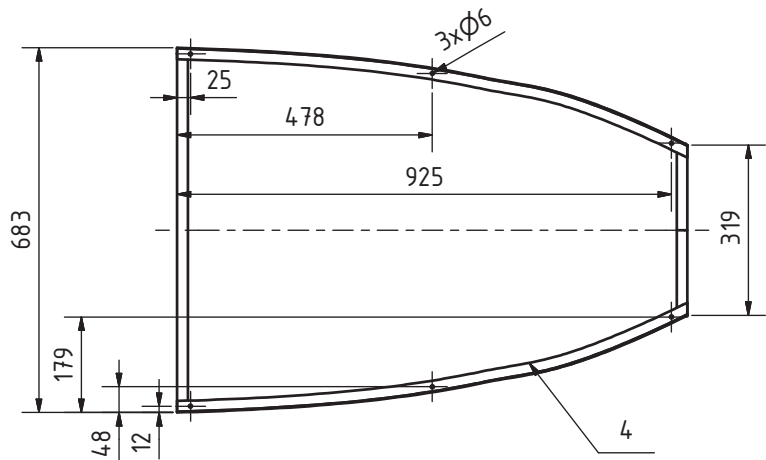
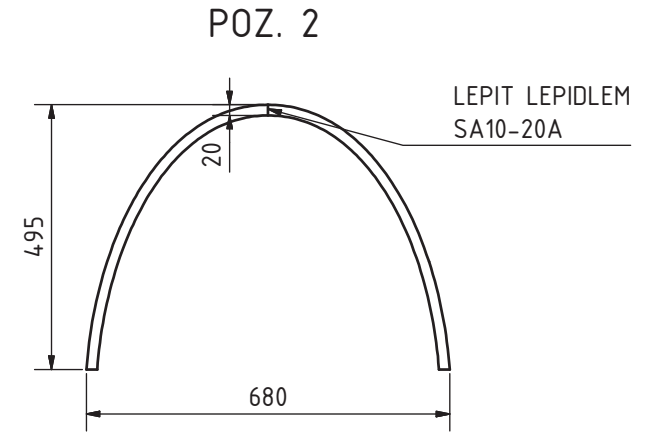
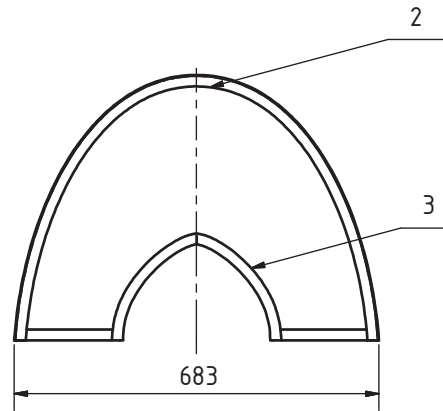
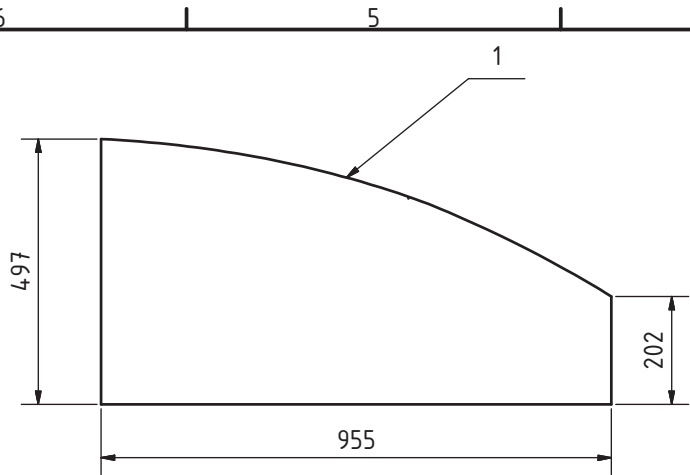
DÍLY SLEPIT LEPIDLEM SA10-20A  
POVRCH LEŠTIT A LAKOVAT NA ŽLUTO

POZ.	KS	NÁZEV	MATERIÁL	HMOTNOST
2	1	VÝZTUHA	BUKOVÉ DŘEVO	0,456 kg
1	1	ZÁĎ	PREPREG T 1,5	0,674 kg
Měřítko 1:5	Zhotovil: MALINA R.	Schválil:	1,13	Změna:
	Dne: 21.5.2015	Dne:		Datum:
Ev.číslo: ECO-01-06		Název: DÍL 6 - ZÁĎ	Listů:	List:

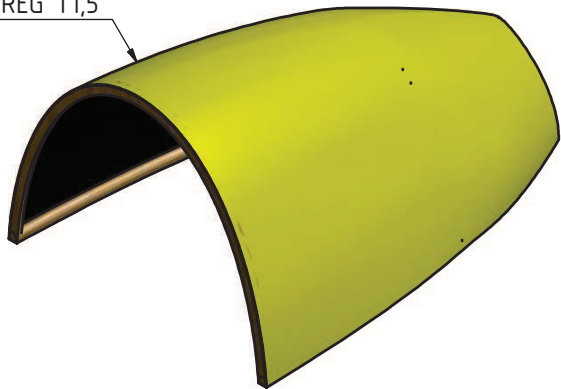
UTB FT Zlín

DÍL 6 - ZÁĎ

ECO-01-06



MATERIÁL  
PREPREG T1,5

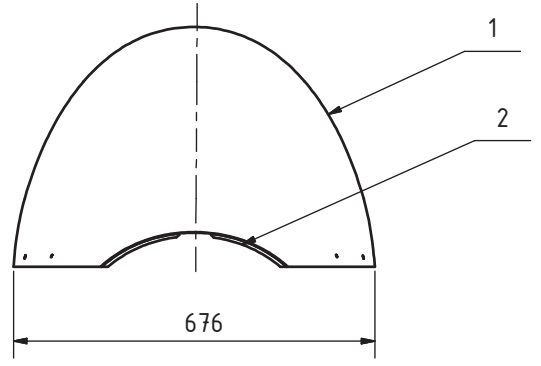
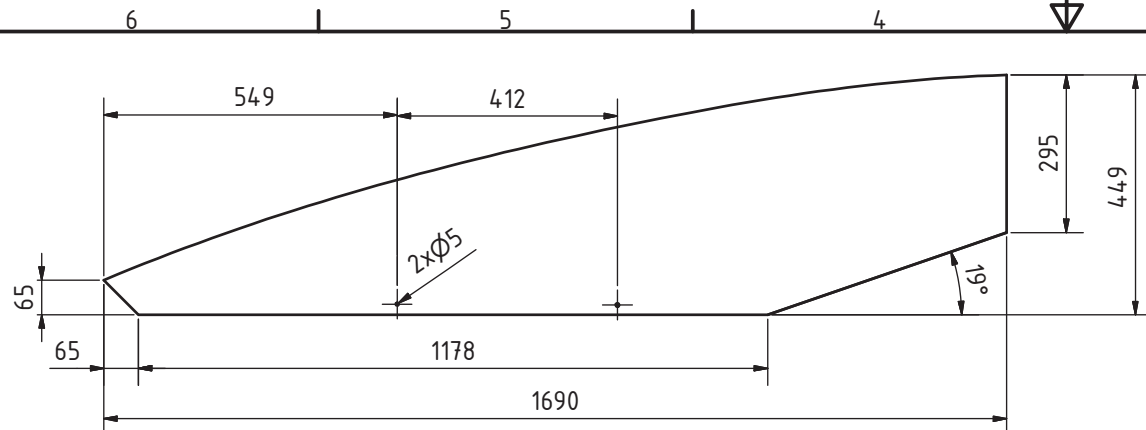


DÍLY SLEPIT LEPIDLEM SA10-20A  
POVRCH LEŠTIT A LAKOVAT NA ŽLUTO

POZ.	KS	NÁZEV	MATERIÁL	HMOTNOST
4	2	VÝZTUHA 3	BUKOVÉ DŘEVO	0,251 kg
3	1	VÝZTUHA 2	BUKOVÉ DŘEVO	0,138
2	1	VÝZTUHA 1	BUKOVÉ DŘEVO	0,343 kg
1	1	PŘEDNÍ ČÁST DNA	PREPREG T 1,5	3,888 kg

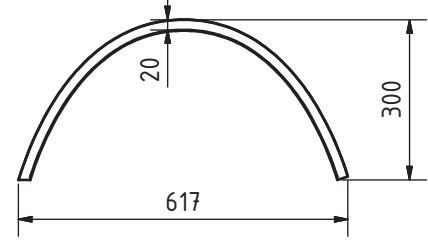
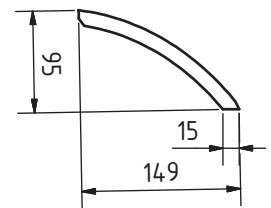
Měřítko: 1:10	Zhotovil: MALINA R. Dne: 21.5.2015	Schválil: Dne:	hmotnost: 4,87	Změna:	Datum:	Podpis:	Index:
------------------	---------------------------------------	-------------------	-------------------	--------	--------	---------	--------

UTB FT Zlín	Název: DÍL 7 KRYT MOTORU	Ev.číslo: ECO-01-07
	<table border="1"> <tr> <td>Listů:</td> <td>List:</td> </tr> </table>	Listů:
Listů:	List:	

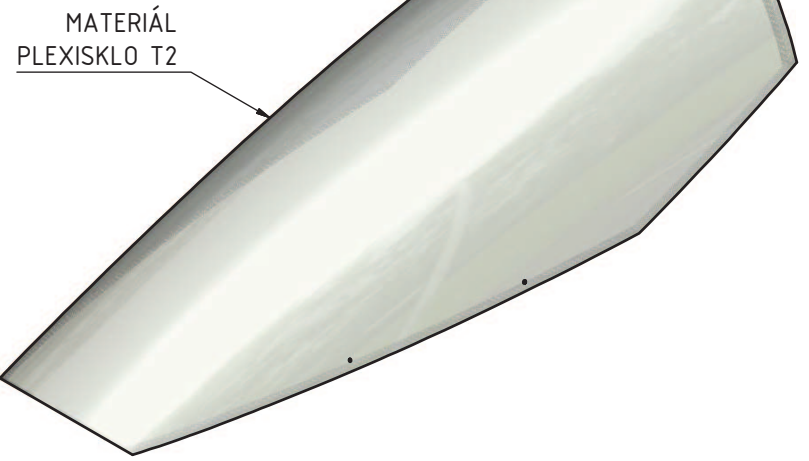
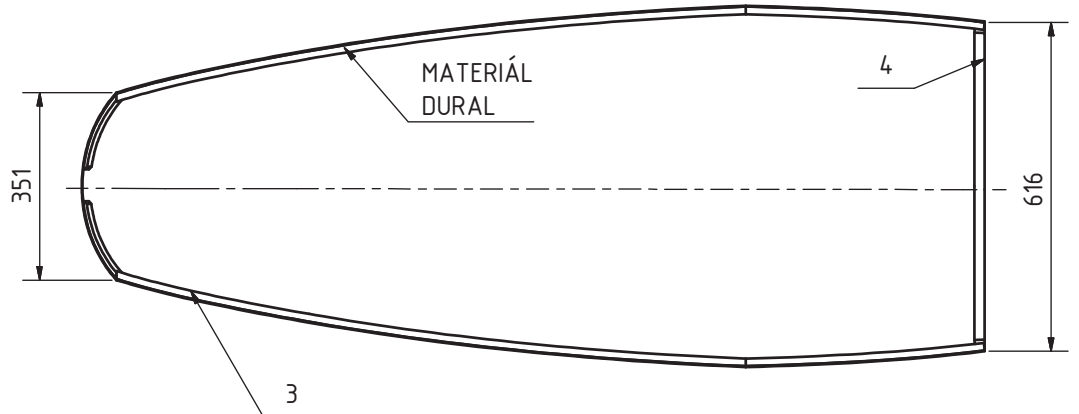
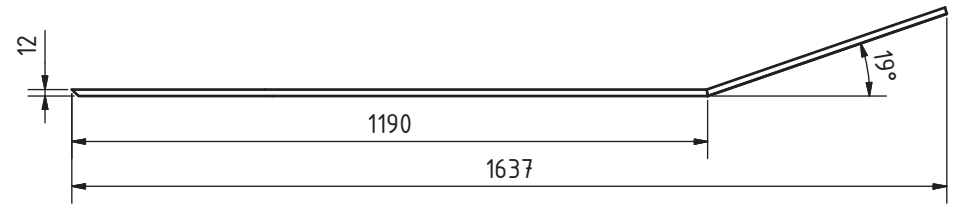


POZ. 2 ( 1 : 5 )

POZ. 4 ( 1 : 10 )



POZ. 3 ( 1 : 10 )



DÍLY SLEPIŤ LEPIDLEM SA10-20A  
POVRCH LEŠTIT A LAKOVAT NA ŽLUTO

POZ.	KS	NÁZEV	MATERIÁL	HMOTNOST
4	1	VÝZTUHA 3	DURAL	0,887 kg
3	2	VÝZTUHA 2	DURAL	0,408 kg
2	2	VÝZTUHA 1	DURAL	0,033 kg
1	1	KRYT KABINY	PLEXISKLO T 2	2,672 kg

Měřítko: 1:10	Zhotovil: MALINA R. Dne: 21.5.2015	Schválil: Dne:	hmotnost: 4,44	Známa:	Datum:	Podpis:	Index:
---------------	---------------------------------------	-------------------	----------------	--------	--------	---------	--------

UTB FT Zlín	Název: DÍL 8 KRYT KABINY	Ev.číslo: ECO-01-08
-------------	-----------------------------	---------------------