

# Návrh zvedací střechy pro obytné vozidlo z kom- pozitního materiálu

Bc. Tomáš Žižka

---

Bakalářská práce  
2017



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2016/2017

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Tomáš Žížka**

Osobní číslo: **T14615**

Studijní program: **B3909 Procesní inženýrství**

Studijní obor: **Technologická zařízení**

Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Návrh zvedací střechy pro obytné vozidlo z kompozitního materiálu**

Zásady pro vypracování:

1. rešerše současného stavu
2. navrhnout kompozitní zvedací střechu (i více variant)
3. navrhnout technologie výroby
4. zhodnotit navržené varianty z hlediska výrobního (ve školní laboratoři, v profi výrobě) a ekonomického



Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

**Dle pokynů vedoucího bakalářské práce**

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Alexander Čapka**

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

**2. ledna 2017**

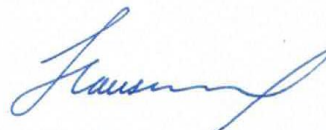
Termín odevzdání bakalářské práce:

**19. května 2017**

Ve Zlíně dne 26. ledna 2017



doc. Ing. František Buňka, 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, považuji 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, 13. 5. 2017



<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 nevydávalečně 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 pořizovat 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 přihlídá k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se zabývá konstrukčním návrhem zvedací střechy určené k montáži na dodávkové vozidlo Ford Transit 3. generace. Práce je rozdělena na dvě části, teoretickou a praktickou. V teoretické části je přehled druhů a možnosti výroby sendvičových materiálů. Praktická část se věnuje návrhu zvedací střechy.

Klíčová slova:

Kompozitní materiály, sendvičové materiály, matrice, pojivo, jádro, vnější pláty, zvedací střecha, Transit

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis deals with the construction design of the lifting roof intended for installation on the Ford Transit 3rd Generation van. The thesis is divided into two parts, theoretical and practical. In the theoretical part is an overview of the types and possibilities of production of sandwich materials. The practical part deals with the design of the lifting roof.

Keywords:

Composite Materials, Sandwich Materials, Matrix, Binder, Core, External Sheets, Lifting Roof, Transit

Rád bych touto formou vyjádřil poděkování vedoucímu mé práce, Ing. Alexandru Čapkovi, za cenné rady a připomínky při zpracování bakalářské práce a tvůrčí nápady.

Poděkování, motto a čestné prohlášení, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická, nahraná do IS/STAG jsou totožné ve znění:

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

# OBSAH

<b>ÚVOD.....</b>	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST.....</b>	<b>12</b>
<b>1 OBYTNÁ VOZIDLA .....</b>	<b>13</b>
1.1 ALKOVNY.....	13
1.2 POLOINTEGROVANÁ OBYTNÁ VOZIDLA .....	14
1.3 INTEGROVANÁ OBYTNÁ VOZIDLA.....	14
1.4 VESTAVBY .....	15
<b>2 NEJČASTĚJŠÍ TYPY ZVEDACÍCH STŘECH.....</b>	<b>17</b>
2.1 STŘECHA ŠIKMÁ .....	17
2.2 ZVEDACÍ STŘECHA .....	18
2.3 PEVNÁ STŘECHA.....	18
<b>3 KOMPOZITNÍ MATERIÁLY .....</b>	<b>20</b>
3.1 SYNERGISMUS .....	20
3.2 DĚLENÍ KOMPOZITNÍCH MATERIÁLŮ.....	22
3.2.1 Spojitá fáze- matrice .....	22
3.2.2 Nespojitá fáze- výztuž.....	23
3.3 VYZTUŽUJÍCÍ VLÁKNA.....	23
3.4 VÝROBNÍ TECHNOLOGIE KOMPOZITNÍCH MATERIÁLŮ .....	26
3.4.1 Ruční laminování .....	27
3.4.2 Vysokotlaké vstříkávání.....	29
3.4.3 Vakuová infuze .....	29
3.4.4 Vakuové lisování prepregů .....	30
3.4.5 Navíjení .....	31
<b>4 SENDVIČOVÉ MATERIÁLY S VOŠTINOVÝM JÁDREM .....</b>	<b>32</b>
4.1 VNĚJŠÍ PLÁTY SENDVIČOVÉ KONSTRUKCE.....	33
4.2 JÁDRO (VOŠTINA) .....	33
4.2.1 Materiál jádra .....	34
4.2.2 Tvar jádra .....	34
4.3 PŘÍKLADY SPOJOVÁNÍ SENDVIČOVÝCH KONSTRUKCÍ .....	36
4.4 ZÁVITOVÉ INSERTY .....	39
<b>5 POŽADAVKY PRÁVNÍHO ŘÁDU NA MONTÁŽ ZVEDACÍCH STŘECHY NA AUTOMOBIL.....</b>	<b>42</b>
5.1 NORMA ČSN EN 1645-1.....	44
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>45</b>
<b>6 ANALÝZA PROBLÉMU A STANOVENÍ CÍLE PRÁCE.....</b>	<b>46</b>
<b>7 NÁVRHY ŘEŠENÍ A VOLBA VARIANTY .....</b>	<b>47</b>
7.1 ROZHODOVACÍ MATICE .....	49
<b>8 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ.....</b>	<b>50</b>

8.1	CELKOVÝ POPIS VYBRANÉ VARIANTY .....	50
8.2	MATERIÁL STŘECHY .....	51
8.3	ROHOVÉ PROFILY A ZAKONČOVACÍ PROFILY .....	52
8.4	PLYNOVÉ VZPĚRY .....	52
8.5	DRŽÁKY PLYNOVÝCH VZPĚR .....	53
8.6	ZAJIŠŤOVACÍ HÁKY .....	53
8.7	MADLA .....	54
<b>ZÁVĚR .....</b>		<b>55</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>		<b>57</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>		<b>59</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>		<b>60</b>
<b>SEZNAM TABULEK .....</b>		<b>62</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>		<b>63</b>

## ÚVOD

Nutnost uspokojovat potřeby moderní společnosti je jednou z hlavních příčin neustálého rozvoje vědeckých poznatků a zdokonalování výrobních a technologických postupů, a to zejména za použití nových materiálů s vylepšenými vlastnostmi. Růst znalostí umožňuje vytvářet nové výrobky či zdokonalovat ty již užívané.

Jedním takovým zdokonalením se zabývá i tato bakalářská práce, která je zaměřena na využití kompozitních materiálů za účelem rozšíření vlastností automobilů dodávkového typu. Zlepšení spočívá v montáži zvedací střechy vytvořené z kompozitních materiálů do střešní části těchto vozidel. Tímto zásahem do konstrukce vozidla dojde ke zvětšení využitelného prostoru vozidla a především také k rozšíření možností využití vozidla se zabudovanou zvedací střechou. Účelem je pak především instalace dalších komponentů ve zjednodušené míře duplikujících obytná vozidla a poskytující tolik žádaný komfort či naopak zvedací střecha může být doplňkem již provedené vestavby do vozidla dodávkového typu, čímž dojde ke zvýšení pohodlí při jeho užívání.

Toto téma bylo zvoleno pro bakalářskou práci z několika důvodů. Prvním z nich je získání přehledu o možnosti provedení takového technického zásahu do vozidla provozovaného na území České republiky, a to obzvláště po stránce technické, dále ovšem i po stránce právní, aby bylo možné takto upravené vozidlo řádně provozovat na pozemních komunikacích a současně toto vozidlo splňovalo vysoké nároky na bezpečnost a ochranu osob. Dalším důvodem bylo také získání povědomí o technických nárocích kladených na tuto změnu vozidla a vhodnosti použití kompozitních materiálů pro vytvoření zvedací střechy vozidla. V neposlední řadě je důvodem také snaha o vytvoření modelu zvedací střechy z kompozitních materiálů, pomocí kterého by bylo možné postupovat při faktické výrobě zvedací střechy a její následné montáži na vozidlo, kdy takovou zvedací střechu by bylo možné použít (namontovat) na všech vozidlech dodávkového typu.

Tomuto také odpovídá členění této práce, kdy první kapitola bude nastiňovat rozčlenění druhů obytných vozidel a jejich srovnání s vozidlem dodávkového typu s provedenou vestavbou, který je nejvhodnější pro montáž zvedací střechy za účelem rozšíření prostoru

vozidla. Následovat bude kapitola pojednávající o nejčastějších typech zvedacích střech, jejich výhodách a nevýhodách.

Třetí kapitola se zabývá kompozitními materiály, jejich dělením a druhy za účelem výběru kompozitního materiálu, který bude z hlediska svých vlastností a dostupnosti nejvhodnější pro stavbu zvedací střechy vozidla, přičemž vybraný materiál bude představen v následující kapitole. Teoretická část práce bude zakončena právní stránkou této přestavby vozidla, kdy nastíním požadavky kladené právním řádem na zabudování zvedací střechy do vozidla provozovaného v České republice. V praktické části bude vyhotoven model zvedací střechy integrovatelné do vozidla dodávkového typu, a to konkrétně do vozidla Ford Transit 3. generace, který svými parametry a dostupností reprezentuje typický příklad vozidla vhodného pro instalaci zvedací střechy a je proto ideálním zástupcem pro realizaci praktické části práce.

Cílem práce bude vytvoření takového návrhu zvedací střechy, aby bylo možné jej použít na naprosté většině vozidel dodávkového typu a došlo tak k vytvoření univerzálního konstrukčního podkladu pro provedení této přestavby vozidla.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 OBYTNÁ VOZIDLA

Členění obytných vozidel je různorodé, tomu odpovídá také různorodý komfort jimi poskytovaný a technické prvky takového vozidla. U automobilů dodávkového typu je situace jednodušší, a to díky tomu, že zvedací střechu lze díky zvoleným rozměrům namontovat de facto na jakékoliv vozidlo dodávkového typu dostupné na trhu.

Níže se tedy zaměřím na krátké přiblížení druhů obytných vozidel, kdy prvním druhem je tzv. alkovna.

### 1.1 Alkovny

Na podvozku klasické dodávky je umístěna obytná nástavba s výklenkem nad kabinou, kde jsou umístěna lůžka na spaní. V zadní části je většinou rozkládací lavice, ze které se dá vytvořit další lůžko. Dále pak kuchyňka, stůl, sociální zařízení, případně další lůžka a odkládací prostory. Větší vozy mají v zadní části skladovací prostor na kola nebo skútr. Počet lůžek je obvykle od 2 do 7 dle velikosti vozu. Výhodou tohoto typu obytného vozu je značná variabilita co do množství pasažérů a v návaznosti na to využití a uspořádání vnitřního prostoru vozidla. [1]



Obr. 1. Alkovna [1]

## 1.2 Polointegrovaná obytná vozidla

Od alkoven se liší hlavně celkovou výškou vozu, jsou menší, nad kabinou není umístěn výklenek pro spaní. Spaní je umístěno společně s kuchyňkou a posezením v zadní části. Přední sedadla řidiče a spolujezdce bývají otočné a lze je použít pro posezení. Hlavní výhodou je jejich menší velikost, z toho vyplývá lepší stabilita při jízdě, nižší spotřeba a méně výškových omezení v různých vjezdech. Počet míst je 2-4. [1]



Obr. 2. Polointegrované obytné vozidlo [1]

## 1.3 Integrovaná obytná vozidla

Integrovanými obytnými vozidly nazýváme vozidla kompletně přestavěna na obytné vozy, které se vyznačují luxusním vybavením interiéru. Místo řidiče i spolujezdce je plně integrováno do obytné části. Počet míst je 2-4 osoby. V interiéru je vestavěno vše pro bydlení. Pořizovací cena takového vozu je velmi vysoká, tyto automobily někdy vzhledem ke svým rozměrům přesahují hmotnost 3,5 tuny. [1]



Obr. 3. Integrovaná obytné vozidlo [1]

#### 1.4 Vestavby

Vychází z konceptu klasické dodávky. Veškerá zařízení tj. lůžková, kuchyňská a sociální jsou dodatečně montovány do vozu. Takovéto vestavby jsou často dělány tak, aby je bylo možno kdykoli demontovat a vůz použít k původnímu pracovnímu účelu. Výhodná je tedy flexibilita vozu. Další výhody mohou být nízká cena původního vozu bez vestavby a možnost individuálních vestaveb. Hlavní nevýhodou tohoto druhu automobilů je malý vnitřní prostor. Hlavní problém je ve výšce automobilu, který jako původně pracovní, není navržen na to, aby v něm někdo stál vzpřímeně. Z tohoto důvodu jsou tyto druhy automobilů nejvíce vhodné pro dodatečnou montáž vestavné zvedací střechy, která alespoň trochu zvýší komfort. Další nevýhodou může být vyšší hmotnost. [1]



Obr. 4. Vestavné obytné vozidlo [1]

## 2 NEJČASTĚJŠÍ TYPY ZVEDACÍCH STŘECH

V následující kapitole budou prezentovány nejčastější typy zvedacích střech. Tyto typy střech jsou univerzální a dají se použít pro téměř všechny typy dodávkových automobilů.

### 2.1 Střeška šikmá

Je asi nejflexibilnější střechou, zvyšuje vnitřní prostor po celé nákladové ploše. Při jízdě je stažena a výška automobilu naroste jen o několik centimetrů. [2]



Obr. 5. Šikmá střeška [2]

## 2.2 Zvedací střecha

Jde o menší střechu, která se otvírá svisle. Rozměry jsou okolo 1x1m. Její hlavní účel je v tom, že si člověk může v automobilu pohodlně stoupnout, např. při obsluhování kuchyně nebo převlékání. [2]



Obr. 6. Zvedací střecha [2]

## 2.3 Pevná střecha

Nástavec, který je napevno připevněn ke střechě. Nedá se s ním nijak manipulovat, což je nevýhoda při přejíždění, ale zase poskytuje největší prostor a zlepšenou tepelnou izolaci při nocování v chladnějším podnebí. [2]



Obr. 7. Pevná střecha [2]

Všechny tyto typy střech je možné vyrobit z různorodých materiálů s odlišnými vlastnostmi výsledného provedení zvedací střechy. Jedním z často používaných materiálů pro tvorbu zvedací střechy je kompozit, a to díky vlastnostem, kterými tento druh materiálu disponuje.

### 3 KOMPOZITNÍ MATERIÁLY

Kompozit lze zjednodušeně popsat jako nehomogenní materiál skládající se ze dvou a více materiálů. [4]

Vytvoření kompozitního materiálu je uskutečněno vkládáním jedné nebo více nespojitých fází do fází spojitých. Nespojitou fází představuje výztuž, spojitou fází se označuje matrice. Účelem nespojité fáze je vyztužení, obvykle je pevnější a tužší. Spojitá fáze- matrice je obvykle plastická, funguje jako pojivo nespojitých fází. [4]

Důležitým faktorem pro vznik kompozitního materiálu jsou rozdílné vlastnosti základních materiálů. Ať už se jedná o mechanické, fyzikální, chemické a jiné. Výsledný kompozitní materiál kombinuje výhodné vlastnosti základních materiálů. [4]

Výsledný materiál lze popsat jako kompozitní materiál, splňuje-li tyto vlastnosti: [4]

- Zkombinováním jednotlivých složek vzniknou lepší vlastnosti, než jaké mají základní materiály;
- Výztuž má lepší mechanické vlastnosti, než matrice;
- Obsah výztuže v kompozitním materiálu je minimálně 5%;
- Jednotlivé složky se během výroby kompozitního materiálu navzájem mechanicky mísí;
- Základní složky mají různé vlastnosti (mechanické, fyzikální, chemické či jiné);
- Ke vzniku kompozitního materiálu došlo mechanickým mísením.

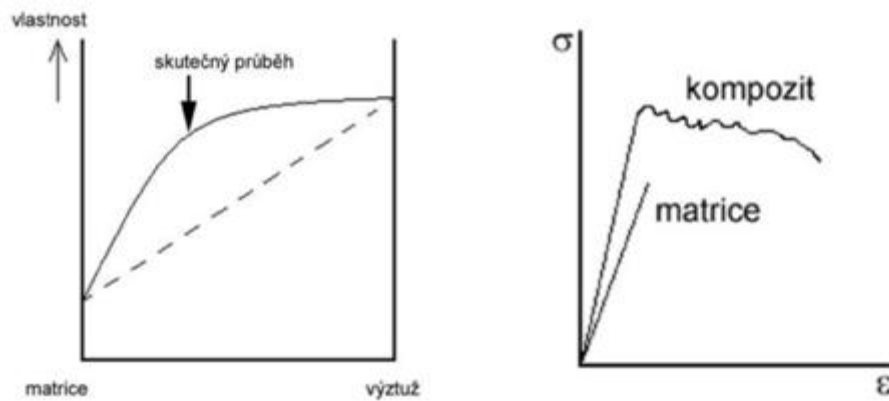
#### 3.1 Synergismus

Kompozitní materiály vzniknou smísením různých základních materiálů s různými vlastnostmi, po vytvoření kompozitu vznikne jedna struktura. Pokud se vlastnosti základních materiálů navzájem doplňují, vznikne materiál s přidanými vlastnostmi. [5]

Synergické chování znamená vnesení houževnatosti do výsledného materiálu. To znamená, že pokud budeme vytvářet materiál z keramické matrice a jako výztuž použijeme keramick-

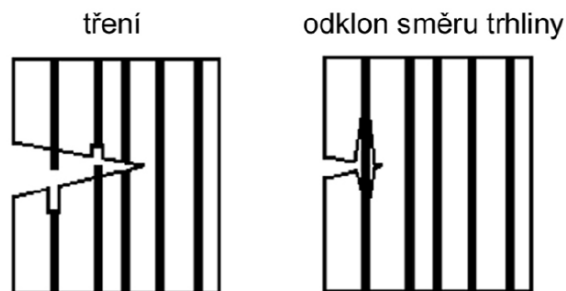
ké vlákna, ačkoliv tyto fáze jsou křehké, výsledný materiál bude vykazovat určitou míru houževnatosti. [5]

Synergismus je velmi podstatný, protože tak lze získávat materiál s lepšími vlastnostmi. [5]



Obr. 8. Synergické chování [5]

Jak je znázorněno na obrázku, při vytvoření lomové trhliny dochází k jejímu brzdění na rozhraní mezi matricí a vláknem. Dojde zde k odklonění směru od tvořící se trhliny. Pro výsledný materiál je důležité správné napojení mezi matricí a výztuhou. [5]

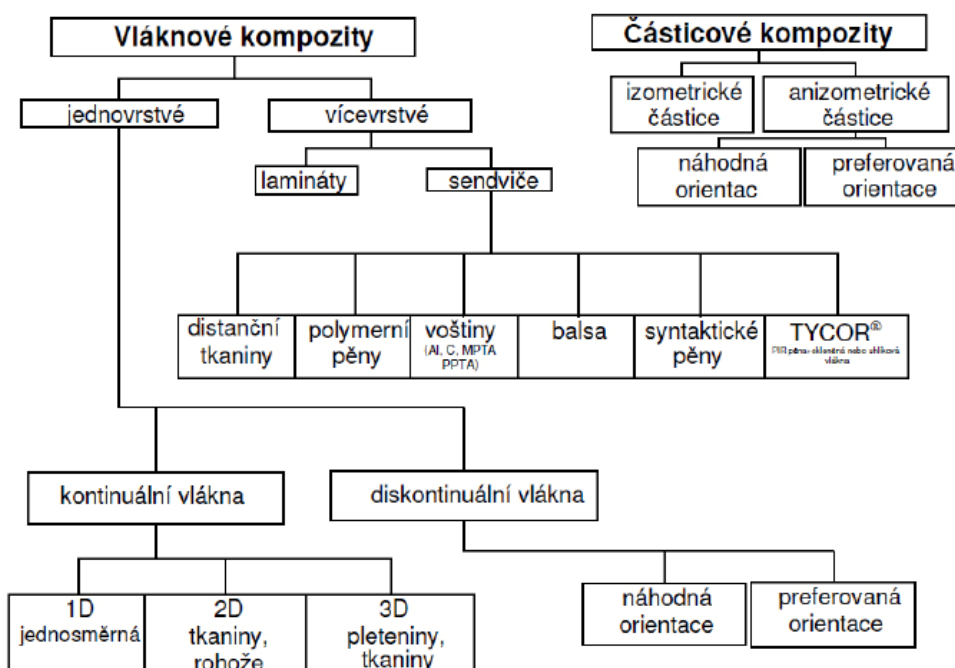


Obr. 9. Lom kompozitního materiálu [5]

### 3.2 Dělení kompozitních materiálů

Kompozitní materiál může mít rozlišnou podobu, a to podle základních materiálů použitých na výztuž a matici.

První složkou kompozitního materiálu je výztuž, u které se zohledňuje (pro účely dělení kompozitních materiálů) její struktura, tedy geometrické uspořádání a orientace. Kompozitní materiály mohou být vyztuženy částicemi nebo vlákny, na obrázku (10) je vyobrazeno dělení kompozitních materiálů na tyto dvě skupiny. [6]



Obr. 10. Dělení kompozitních materiálů [6]

#### 3.2.1 Spojitá fáze- matrice

Spojitou fází představuje matrice. Funkcí matrice je propojení jednotlivých výztuží. Matrice definuje tvar a rozměry kompozitu, ochraňuje výztuž vůči vnějším vlivům a zabraňuje trhlinám. Důležitým faktorem je snadná deformovatelnost tlakem, jelikož tak přenáší zatížení na výztuž. Matrice musí vykazovat soudržnost s výztuží. Dále pak musí být lehká. Při výběru matrice máme možnost z několika druhů, je důležité znát požadavky výsledného materiálu, dle toho se použije vhodná matrice. Nejobvyklejší matrice jsou tvořeny z kovových, polymerních, keramických materiálů. [7]

### 3.2.2 Nespojité fáze- výztuž

Výztuž má z pochopitelných důvodů lepší mechanické vlastnosti než matrice. Má za úkol vyztužení materiálu. Výztuž může tvořit vlákno nebo samostatné částice. [8]

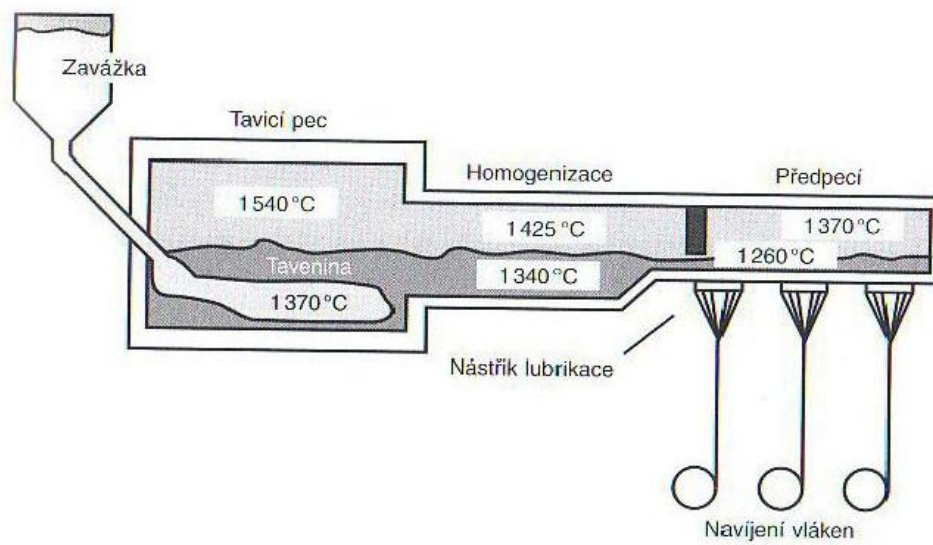
## 3.3 Vyztužující vlákna

### Skelná vlákna



Obr. 11. Skelná vlákna [8]

Skelná vlákna označovaná také jako GF- glass fiber. Velikost vlákna je od průměru 3,5 do 24  $\mu\text{m}$  s kruhovým průřezem. Výhodou je dobrá odolnost vůči ohni a chemickým prostředkům. Relativně nízký modul pružnosti a vysoká pevnost v tahu. Dlouhodobě snáší teploty nad 450  $^{\circ}\text{C}$ . Nevýhodou je, že vlhkost výrazně ovlivňuje pevnost a snižuje schopnost odolávat trvalému zatížení. Vytvářejí se tažením z roztavené skloviny. Používají se pro textilní účely. [8]



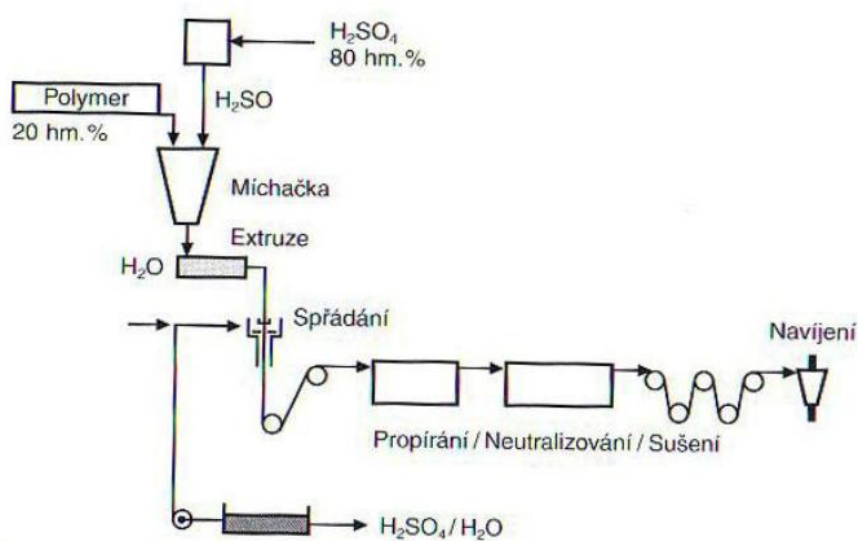
Obr. 12. Výroba skelných vláken [8]

### Aramidová vlákna



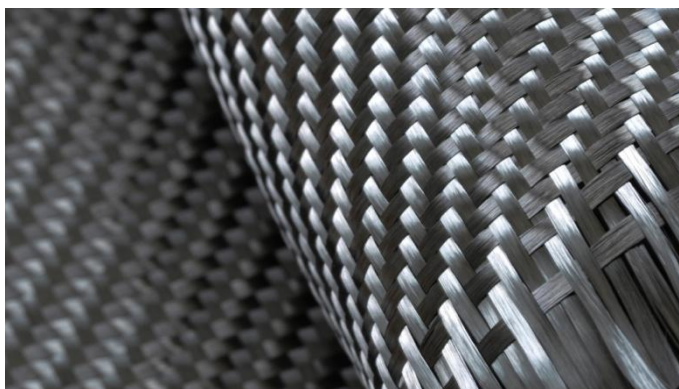
Obr. 13. Aramidová vlákna [8]

Aramidová vlákna (někdy označovaná jako AF- aramid fiber) jsou vlákna vytvořená na základě lineárních organických polymerů. Kovalentní vazba je orientována dle osy vlákna. Výhodou aramidových vláken jsou vysoká pevnost a tuhost. [8]



Obr. 14. Výroba aramidových vláken [8]

### Uhlíková vlákna



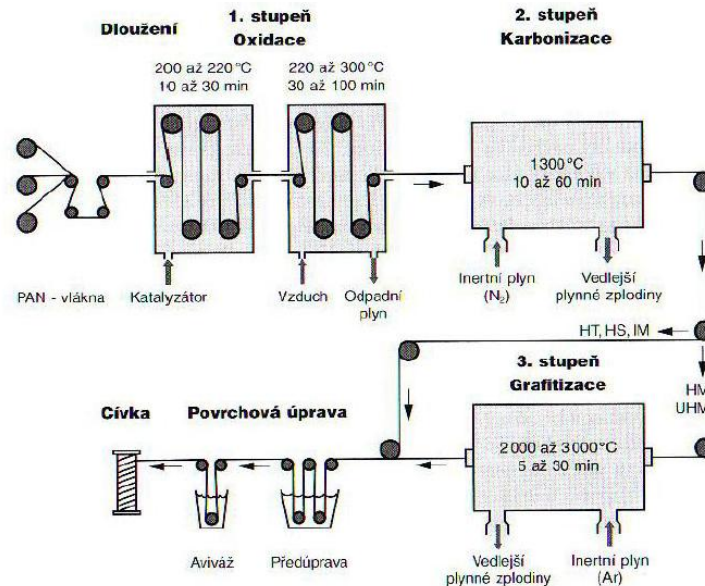
Obr. 15. Uhlíkové vlákna [8]

Uhlíková vlákna označovaná jako CF- carbon fiber. Vynikají výbornou pevností a tuhostí, nevýhoda je nízká tažnost, při destrukci se třítí. [8]

Uhlíkové vlákna se skládají z pramenů o průměru 5-10 $\mu$ m, které tvoří více jak z 90% uhlík. Tyto prameny jsou prakticky orientovány s osou vlákna. [8]

Základní surovinou pro výrobu tohoto materiálu je prekurzor. Zhruba 90% vláken je tvořeno z polyakrylonitrilových vláken (PAN), zbytek je z viskózových látek či smol dehtu.

Následně probíhá řízená pyrolýza, jejímž výsledkem je uhlíkové vlákno. Výsledná pevnost a pružnost vlána je závislá od teploty zahřívání. [8]

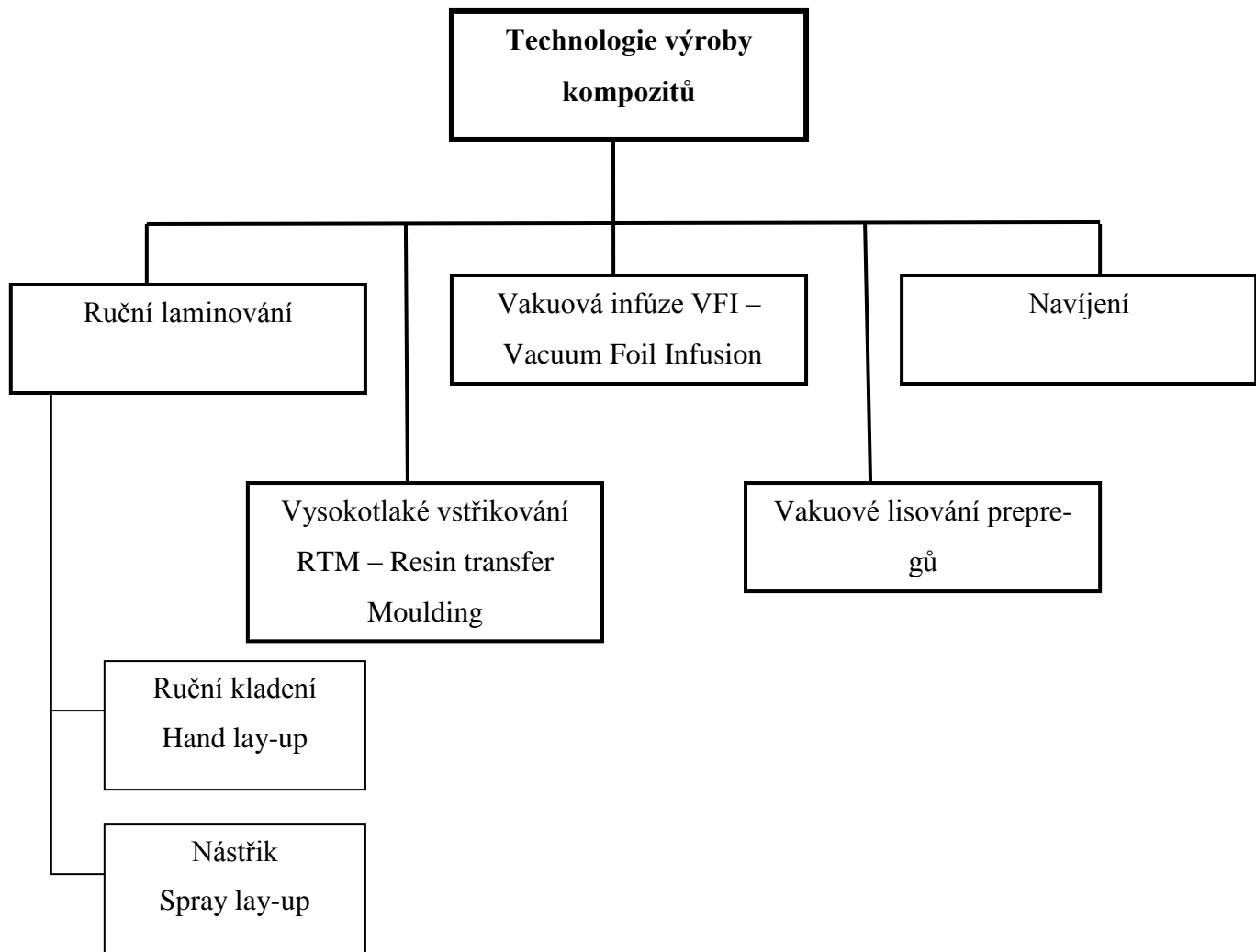


Obr. 16. Výroba uhlíkových vláken [8]

### 3.4 Výrobní technologie kompozitních materiálů

Technologie výroby propojení spojitě (matrice) a nespojitě fáze (vlákno) je především ovlivněna druhem matrice. Technologie zde uvedené obsahují přípravu matrice, prosycení vlákna, vytvarování materiálu a jeho konečné vytvrnutí. Poté může následovat ještě dodatečné úpravy. [9]

Na obrázku níže je uveden přehled základních technologií výroby kompozitních materiálů. [9]

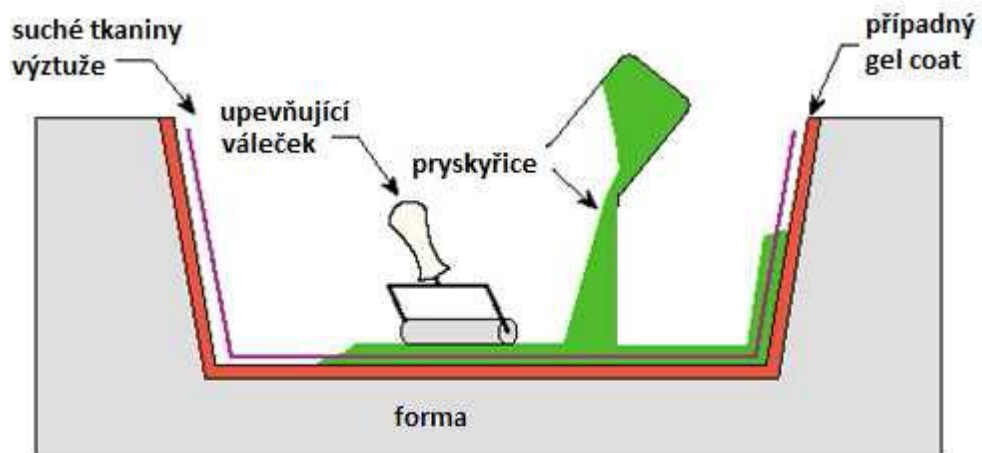


Obr. 17. Technologie pro výrobu kompozitních materiálů [9]

### 3.4.1 Ruční laminování

#### Ruční kladení

Ruční kladení je nejjednodušší způsob výroby. Vhodný pro prototypy a malé série. Mezi výhody patří velká variabilita výrobku, malé náklady na vybavení. Nevýhodou je velké procento odpadu materiálů, nezaručitelná opakovatelnost a kvalita výsledného dílu se odvíjí od zkušeností zhotovitele. [10]



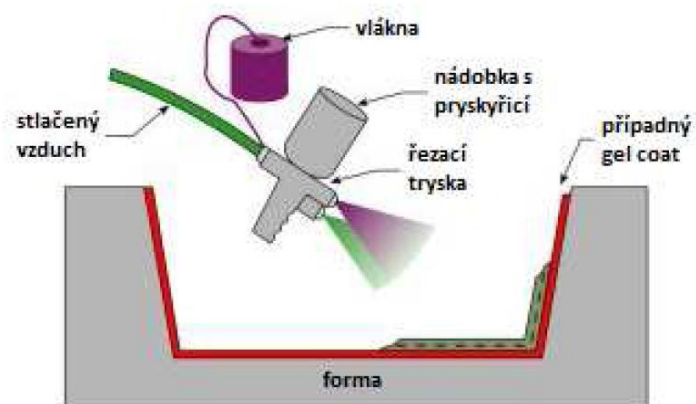
Obr. 18. Schéma ručního kladení [10]

Tato technologie se využívá pro výrobu nádrží, krytů přístrojů, karoserie. [10]

### Nástřík

Vlákna se do formy dostanou nástříkem ze stříkací pistole, poté se aplikuje poprašek pryskyřice. Materiál se vytvrzuje při pokojové teplotě a tlaku. Nevýhodou této technologie je vyšší spotřeba pryskyřice a s tím spojená vyšší váha výrobku. [10]

Technologie lze použít na výrobu člunů, sprchové vany apod. [10]

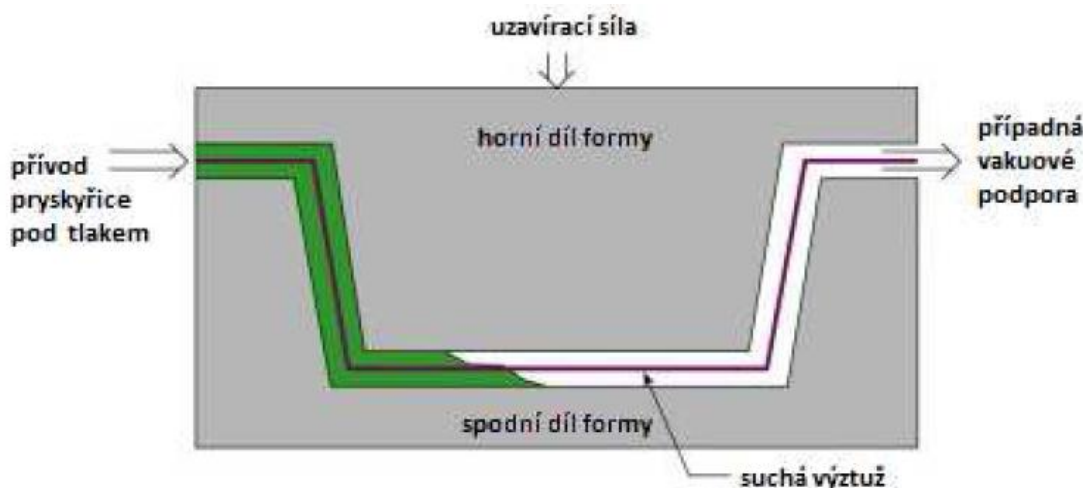


Obr. 19. Schéma nástříku vláken [10]

### 3.4.2 Vysokotlaké vstřikování

Tato technologie se označuje také jako RTM (Resin transfer moulding). Technologie vyžaduje minimálně dvou dílů formy. Forma musí být uzavřená. Během procesu se tekutá pryskyřice vstříkuje do dutiny formy pod tlakem. Tkanina je do formy umístěna před uzavřením formy. Po dokončení vstřikování pryskyřice následuje vytvrzení. To se děje při pokojové teplotě, anebo je forma temperována na 40 – 60 °C. [10]

Pokud je ve formě během vstřikování vytvořeno vakuum, pro snazší rozmístění pryskyřice, hovoříme o technologii VARI (Vacuum Assisted Resin Infusion). [10]

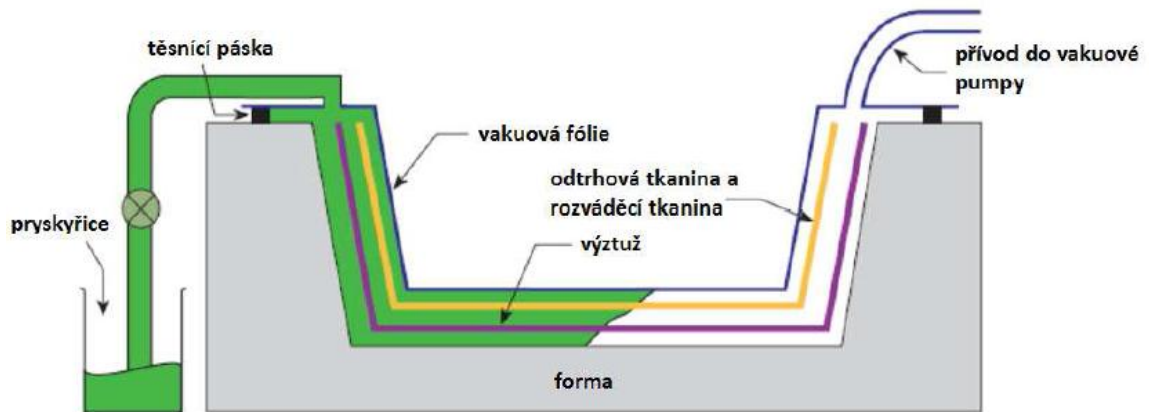


Obr. 20. Schéma technologie RTM / VARI [10]

Technologii RTM můžeme najít při výrobě komponentů pro automobilový, železniční nebo letecký průmysl. [10]

### 3.4.3 Vakuová infuze

Označováno také jako VFI (Vacuum foil infusion). Technologie je do jisté míry podobná technologii RTM. Do formy je vložena kromě vyztužující tkaniny také odtrhová tkanina s rozváděcí tkaninou. Vše je zakryto vakuovou fólií. Vakuová fólie je po stranách utěsněna těsnící páskou. Cílem je zamezit přístupu vzduchu do formy. Následně je vytvořeno vakuum. Díky čemuž se začne dopravovat pryskyřice ze zásobníku do formy, dokud celá forma není zaplněna pryskyřicí. Následuje vytvrzení. [10]

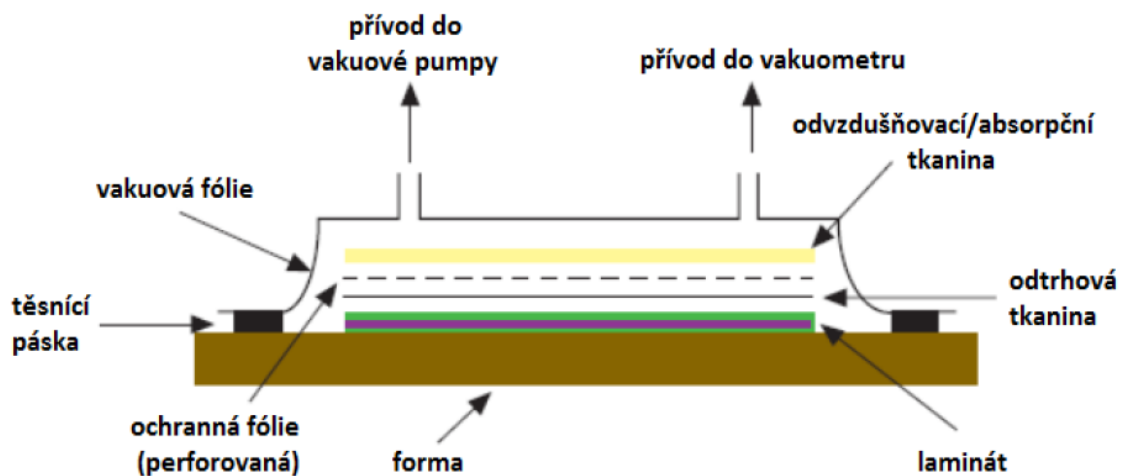


Obr. 21. Schéma vakuové infuze [10]

#### 3.4.4 Vakuové lisování prepregů

Při této technologii se využívá předimpregnovaných materiálů, které se dají koupit ve standardizovaných rozměrech. Prepregy se skladují v chladu, tím se prodlouží jejich životnost. [10]

Do dutiny formy se prepregy rozmísťují ve více vrstvách. Vše se překrývá potřebnými fóliemi (rozváděcí, odtrhová, absorpční, vakuová, apod.). Následně se připravená forma vloží do autoklávu, kde za působení teploty a tlaku prepregy vytvrdnou a uchovají si konečný tvar. [10]

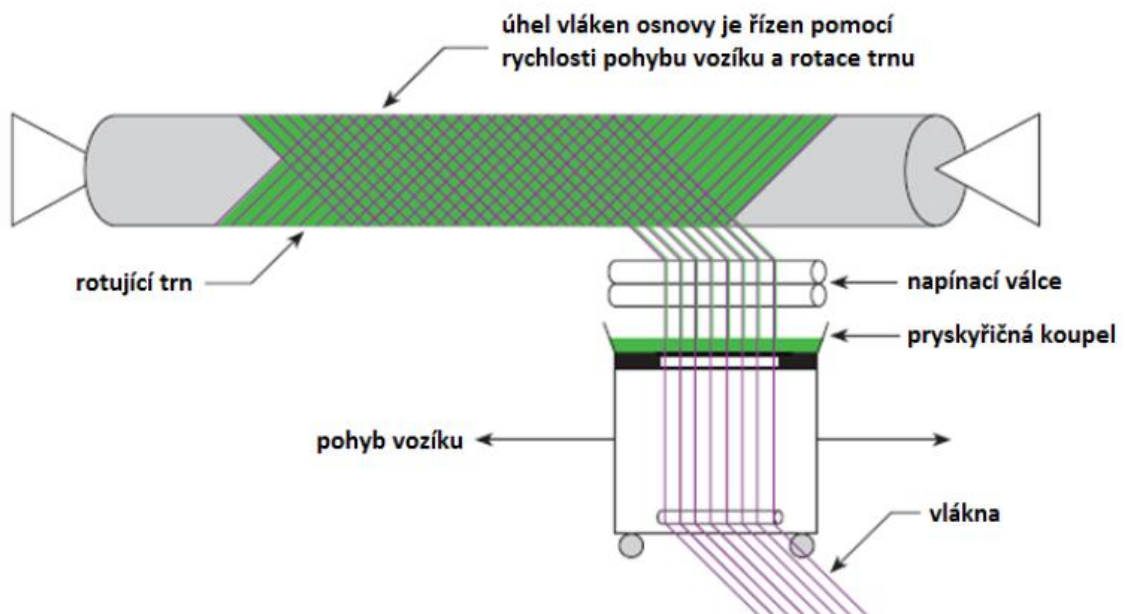


Obr. 22. Schéma vakuového lisování prepregů [10]

Technologie nachází uplatnění v leteckém průmyslu. [10]

### 3.4.5 Navíjení

Další možností výroby kompozitních materiálů je metoda navíjení, u které je vyztužující vlákno vedeno přes lázeň s pryskyřicí. Poté je navíjeno na temperovaný rotující trn. Směr navíjení je ovlivněn navíjecím mechanismem. K vytvrzení pryskyřice dojde díky teplotě trnu. [10]



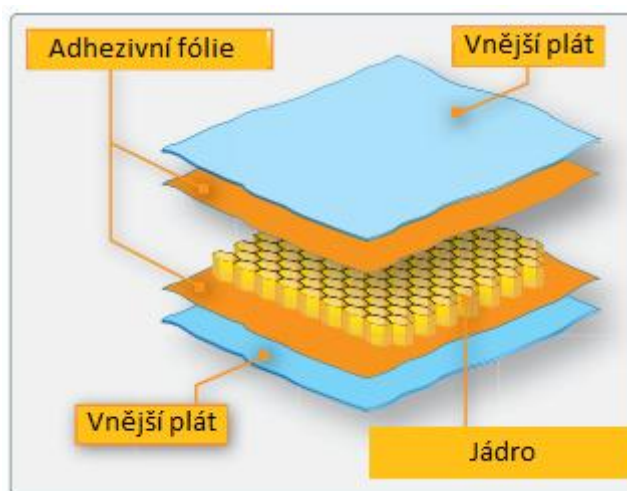
Obr. 23. Schéma navíjení [10]

Navíjením se vyrábějí trubky a speciální tvarové nádoby. [10]

## 4 SENDVIČOVÉ MATERIÁLY S VOŠTINOVÝM JÁDREM

Teorie sendvičové konstrukce je koncepce strukturálně tvořeného panelu, který sestává z nejjednodušší formy dvou relativně tenkých, vodorovně uspořádaných plátů materiálu (vnější pláty), které jsou odděleny jedním relativně tlustým a lehkým plátem – jádrem. Existuje několik způsobů, jak jednotlivé vrstvy sendvičové konstrukce spojit v jeden celek. Sendvičová konstrukce je oproti jiným materiálům velice lehká, což umožňuje využití tohoto materiálu v oblastech, kde jsou kladeny vysoké nároky na nízkou hmotnost a mechanickou odolnost použitého materiálu. [11]

Vnitřní vrstva – jádro - svými vlastnostmi vytvrzuje vnější vrstvy sendvičové konstrukce a chrání je tak před vyboulením poškozením smykovým napětím. Jádro musí mít vysokou pevnost ve smyku a tuhost. Struktura jádra může být uspořádána rozličně, např. ve tvaru hexagonu. [11]



Obr. 24. Sendvičový materiál [11]

Většina sendvičů je anizotropní, což znamená, že má mechanickou odolnost závislou na směru namáhání. Zvětšení tloušťky sendviče má za následek zvýšení tuhosti sendvičové konstrukce, kdy díky nízké hmotnosti jádra se ovšem toto zvětšení projeví na váze sendvičové konstrukce minimálně. Vzhledem k vysoké tuhosti sendvičové konstrukce není nutné používat další vnější výztuže. Obrázek níže demonstruje dopady zvětšení jádra na váhu sendvičové konstrukce a pevnosti v ohybu. [11]

	Vnější pláty $t$	Jádro tloušťky $t$	Jádro tloušťky $3t$
			
Pevnost v ohybu	1.0 x	3.5 x	9.2 x
Hmotnost	1.0 x	1.03 x	1.06 x

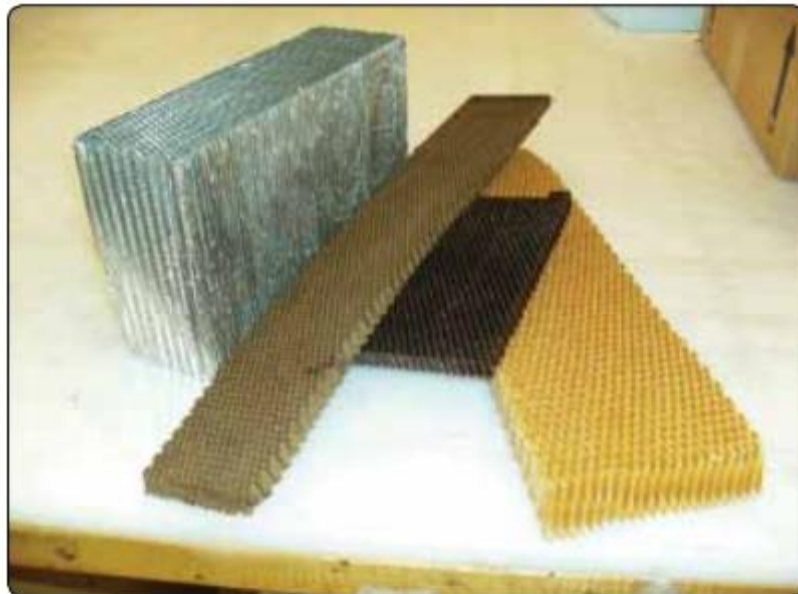
Obr. 25. Obecné porovnání tloušťky sendvičového materiálu [11]

#### 4.1 Vnější pláty sendvičové konstrukce

Většina sendvičů používaných v automobilovém průmyslu je tvořena hliníkem, skleným vláknem, kevlarom nebo uhlíkovými vlákny. Uhlíková vlákna nemohou být ovšem použita v kombinaci s hliníkem, jelikož způsobují korozi hliníku. V konstrukcích zatěžovaných vysokou teplotou jsou pro své vlastnosti využívány zejména titan a ocel. [11]

#### 4.2 Jádro (voština)

Vzhledem ke skutečnosti, že jako jádro mohou být použity různé materiály, nabízí se široké spektrum sendvičových konstrukcí s obrovským spektrem vlastností takové konstrukce. [11]



Obr. 26. Jádro [11]

#### 4.2.1 Materiál jádra

Každý sendvičový materiál poskytuje určité vlastnosti a specifické výhody. Nejběžnější materiál jádra pro voštinové struktury je aramidový papír. [11]

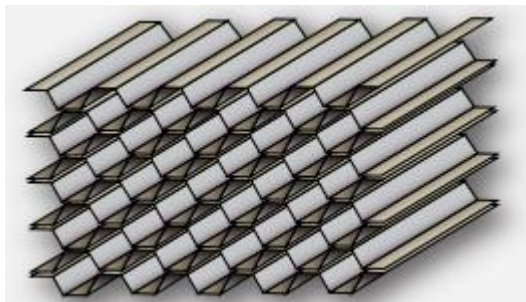
- Termoplast – má dobré izolační a absorpční vlastnosti
- Hliníkové slitiny – nejlepší poměr pevnosti a absorpce energie, má vlastnost elektromagnetického stínění
- Ocelové - odolné vůči teplu, vysoká pevnost
- Aramidový papír - nehořlavý, zpomalovač hoření, dobré izolační vlastnosti, nízké dielektrické vlastnosti, a dobrá tvárnost
- Karbonové - dobrá rozměrová stálost, vysokoteplotní retenční vlastnost, vysoká tuhost, velmi nízký koeficient tepelné roztažnosti, relativně vysoký modul pružnosti ve smyku, cenově nevýhodný.
- Keramické - tepelná odolnost i při vysokých teplotách, možnost velmi malých komor, cenově náročné

#### 4.2.2 Tvar jádra

##### Hexagonální

Jádro buňky je obvykle hexagonální. Buňky se vyrábí splením stohu. Navrstvené listy jsou rozšířeny a tvoří šestiúhelníky. Voštinové jádro může být tvarováno do dalších tvarů.

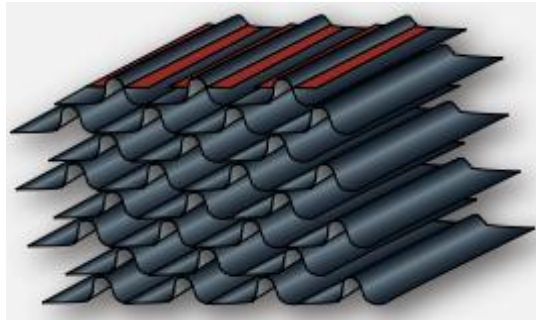
[11]



Obr. 27. Hexagonální jádro [11]

### Zvonovitý

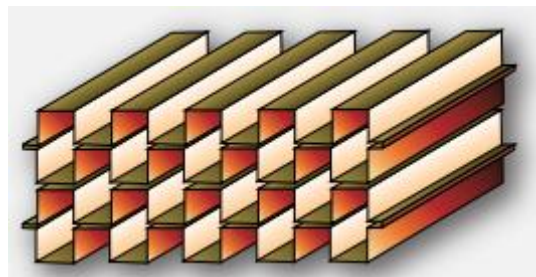
Má výhodu pružnosti ve všech směrech. [11]



Obr. 28. Zvonovité jádro [11]

### Čtyřhranné jádro

Používané v jednoduchých aplikacích. Plástve jádra jsou na sebe zpravidla kolmé. [11]



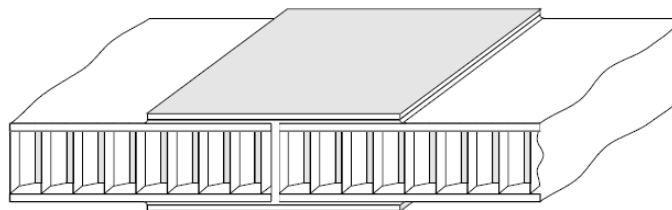
Obr. 29. Čtyřhranné jádro [11]

Sendvičová jádra jsou k dispozici v různých velikostech buněk. Malé rozměry poskytují lepší podporu pro čelní desky. Sendvičové jádra jsou dostupné v různých tloušťkách. [11]

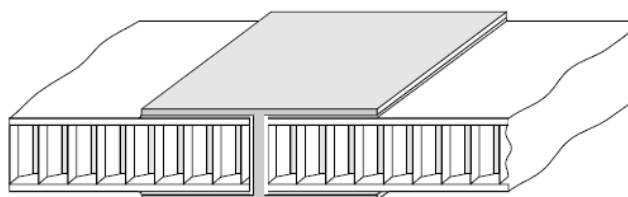
### 4.3 Příklady spojování sendvičových konstrukcí

Napojování sendvičových konstrukcí lze provést několika způsoby. Pro představu, jsou zde uvedeny některé typické spoje. [12]

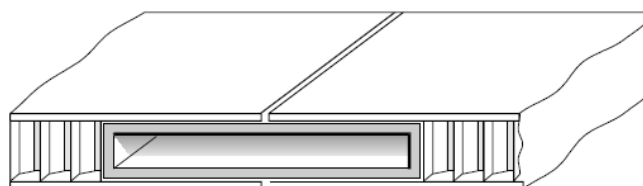
#### Vodorovné spoje:



Obr. 30. Čelní lepení s podporou [12]

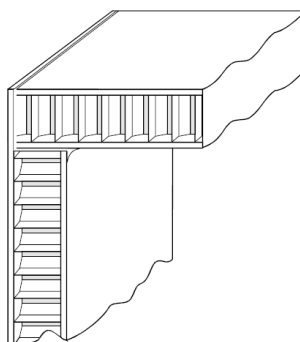


Obr. 31. Lepený tupý spoj H [12]

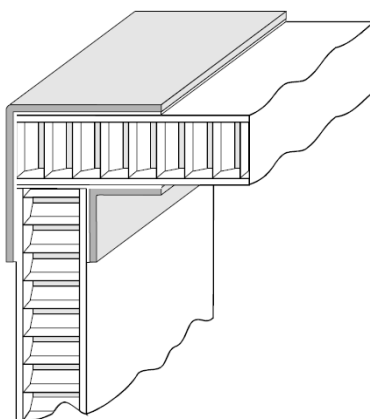


Obr. 32. Čelní lepený spoj s interní podporou [12]

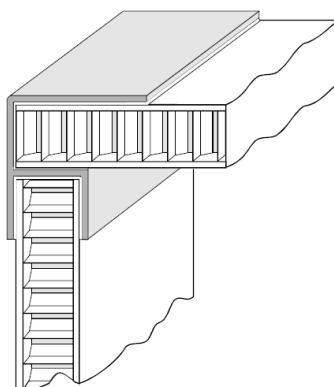
#### Rohové spojení:



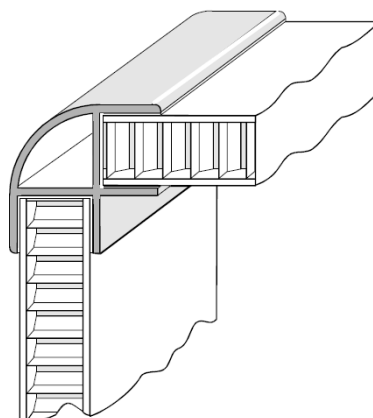
Obr. 33. Rohové spojení polodrážkou [12]



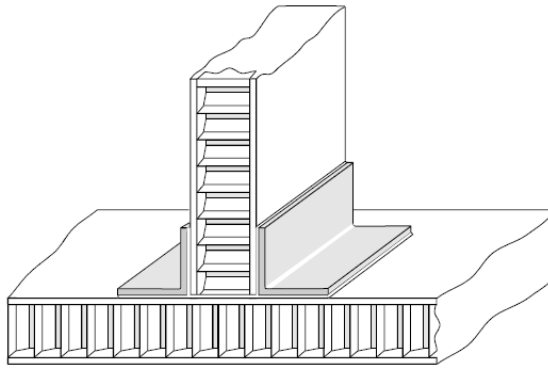
Obr. 34. Rohové spojení s podporou L lišt [12]



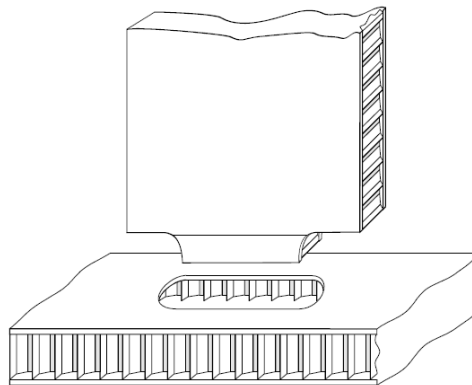
Obr. 35. Rohové spojení – ostrý roh [12]



Obr. 36. Rohové spojení - zaoblený roh [12]

**T-spoje:**

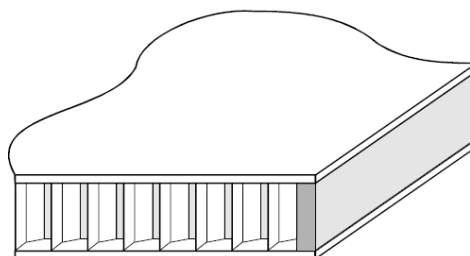
Obr. 37. T – spojení L lištami [12]



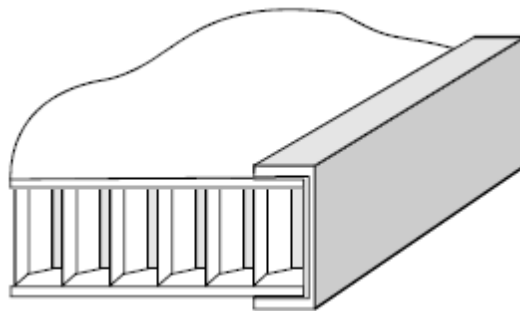
Obr. 38. T – spojení pero – drážka [12]

**Způsoby ukončování**

Sendvičové konstrukce lze ukončovat z důvodu zamezení vniku vlhkosti, prachu, UV záření a jiných nečistot do voštinového jádra. Další důvod je ochrana vnější hrany sendvičové konstrukce. [12]

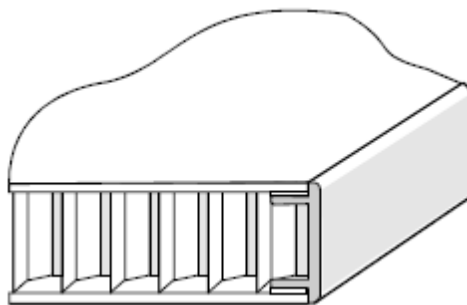


Obr. 39. Výplňová hrana [12]

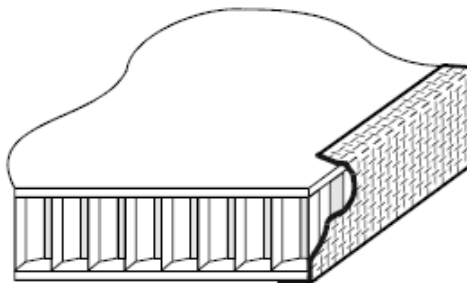


U-hrana

Obr. 40. U-hrana [12]



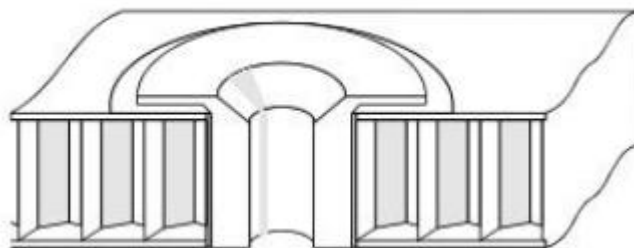
Obr. 41. Vlepená hrana vhodná pro silnější panely [12]



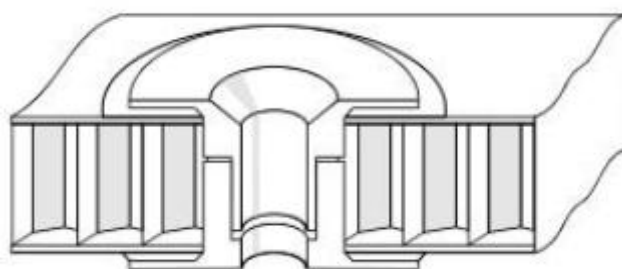
Obr. 42. Uzavření hrany páskou [12]

#### 4.4 Závité inserty

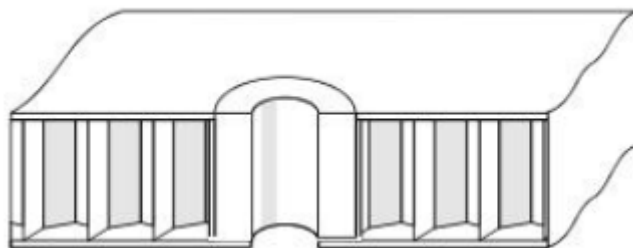
Závité inserty slouží k připojení různých položek ke konstrukci. Spoje rozdělujeme na mechanické a lisované. Lisované spoje se používají častěji, pro svou výhodu – větší konstrukční pevnost. [12]



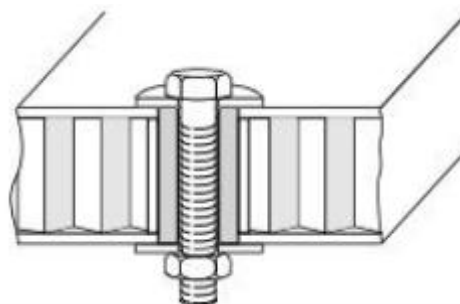
Obr. 43. Mechanický insert s ochranným kroužkem na jedné straně [12]



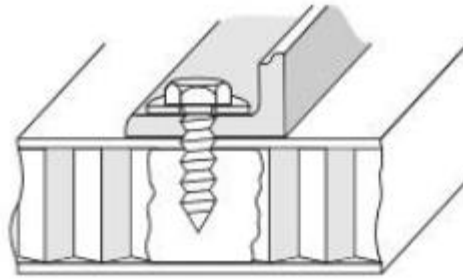
Obr. 44. Mechanický insert s ochranným kroužkem na obou stranách [12]



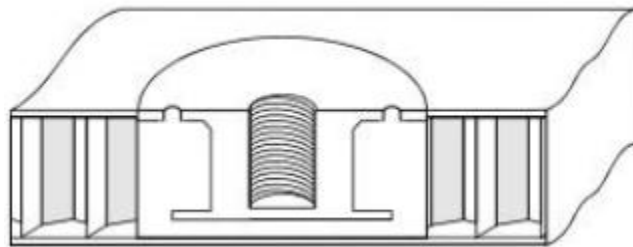
Obr. 45. Distanční mechanický insert [12]



Obr. 46. Mechanický insert pro šroubové spojení [12]



Obr. 47. Lisovaný insert pro samořezné šrouby [12]



Obr. 48. Lisovaný závitový insert [12]

## 5 POŽADAVKY PRÁVNÍHO ŘÁDU NA MONTÁŽ ZVEDACÍ STŘECHY NA AUTOMOBIL

Právní úpravu této problematiky můžeme naleznout v několika právních předpisech, a to jak na úrovni vnitrostátní, tak i úrovni evropské - unijní a mezinárodní.

[13]

Vnitrostátní úpravu nalezneme především v zákoně č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích a o změně zákona č. 168/1999 Sb., o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „Zákon“) a dále v prováděcí vyhlášce k tomuto zákonu, kterou je vyhláška č. 341/2014 Sb., o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „Vyhláška“).

Z pohledu Zákona je montáž zvedací střechy na vozidlo již zapsané v registru silničních vozidel chápána jako přestavba vozidla. Dle § 73 odst. 1 Zákona *„přestavbou silničního vozidla je změna nebo úprava podstatných částí mechanismu nebo konstrukce provozovaného silničního vozidla.“* [13]

Dále dle § 73 odst. 2 Zákona platí, že *„za změnu podstatných částí mechanismu nebo konstrukce silničního vozidla se považují: [13]*

- a) změna druhu pohonu, vestavění jiného typu motoru,*
- b) změna karoserie, pérování vozidla a kol způsobující změnu povoleného zatížení,*
- c) změna druhu karoserie nebo nástavby, pro které se mění účel a způsob použití silničního vozidla,*
- d) změna kategorie vozidla.“*

Dle výše uvedené definice lze v souvislosti s montáží zvedací střechy hovořit o především o „změně druhu karoserie nebo nástavby, pro které se mění účel a způsob použití silniční-

ho vozidla“ a dále (dle způsobu využití nově vzniklého prostoru) také o „změně kategorií vozidla“.

Zákon dále rozlišuje přestavbu hromadnou a jednotlivou. Jak již názvy tohoto dělení napovídají, hromadná přestavba zahrnuje sériově prováděné zásahy do vozidel, na které jsou ovšem kladeny vyšší nároky ze strany právního řádu, a to zejména ve vztahu k zabezpečení jakosti, dodržování stanovených schválených technologických postupů apod. [13]

Jednotlivá přestavba je naopak typická pouze pro dílčí přestavby konkrétního vozidla. I u jednotlivé přestavby vozidla platí různá omezení jako u přestavby hromadné, a to např. ve vztahu k používaným materiálům, požadavkům na zachování/zajištění bezpečnosti vozidla apod., nicméně odpadají požadavky kladené právním řádem na kontroly provozovny či splňování standardů na zabezpečení jakosti. Rozdíly jsou také v povolovacím režimu těchto základních druhů přestavby. [13]

Přestože právní řád umožňuje provádět za určitých okolností zásahy do vozidel již zapsaných v registru vozidel a tedy i vyrobených podle přísných standardů, přestavba vozidla je i tak možné provést pouze na základě povolení uděleného příslušným správním úřadem. V případě jednotlivé přestavby vozidla je příslušným úřadem obecní úřad obce s rozšířenou působností, v jehož správním obvodu má žadatel sídlo nebo bydliště nebo místo podnikání, liší-li se od bydliště. U hromadných přestaveb vozidel je správním úřadem oprávněným udělit povolení samotné Ministerstvo dopravy ČR. [13]

Díky novele Zákona č. 63/2017 Sb., bude povolovací režim přestavby vozidla od 1.6.2017 zjednodušen tak, že povolení bude možné získat na kterémkoliv obecním úřadu obce s rozšířenou působností (bez limitace bydlištěm/sídlo/místem podnikání žadatele). [13]

Žádost o povolení musí být písemná, musí obsahovat údaje požadované Zákonem (konkrétní výčet je uveden v § 74 Zákona) a musí být doložena řadou technických podkladů, např. výkresovou dokumentací, podrobným popisem přestavby silničního vozidla apod. [13]

Po provedení přestavby vozidla dochází také ke změně zápisu v registru vozidel a potažmo také v technickém průkazu k danému vozidlu. [13]

Prováděcí Vyhláška doplňuje Zákon a stanoví další pravidla a především omezení přestavby vozidla. Jedno z omezení je uvedeno např. v § 29 odst. 5 Vyhlášky, které stanoví:

*„Při přestavbě vozidla lze změnit nebo upravit pouze jednu podstatnou část mechanismu nebo konstrukci silničního vozidla. Jiné podstatné části mechanismu nebo konstrukce silničního vozidla již nesmí být touto, ani žádnou následnou přestavbou změněny.“* [13]

Jak bylo zmíněno již výše, na přestavbu dopadají také evropské (unijní právní předpisy) a také mezinárodní smlouvy. Výčet unijních právních předpisů je poměrně rozsáhlý a je zaměřen především na technické požadavky kladené na jednotlivé nově zabudované díly do vozidla, na úrovni mezinárodní můžeme naleznout obdobnou právní úpravu, nicméně v mnohem menším rozsahu a důraz je kladen především na umožnění provozu přestavěných vozidel i na pozemních komunikacích jiných států. [13]

## **5.1 Norma ČSN EN 1645-1**

Tato evropská norma stanovuje požadavky týkající se zajištění bezpečnosti a zdraví osob, které používají karavany pro dočasné nebo sezónní ubytování. Přestože v této normě nenajdeme zmínku o „zvedací střeše“, při přestavbě vozidla je tato norma respektována a dodržována, a to právě s ohledem na vyhovění požadavku bezpečnosti a zdraví osob. Nicméně platí, že tato evropská norma je závazná výhradně pro pevné a sklápěcí karavany podle definice v EN 13878. [3]

Dále norma stanovuje odpovídající zkušební metody. V této evropské normě nejsou uvedeny požadavky vztahující se na bezpečnost silničního provozu. [3]

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 6 ANALÝZA PROBLÉMU A STANOVENÍ CÍLE PRÁCE

Praktická část práce se bude zabývat konstrukčním návrhem zvedací střechy pro automobil Ford Transit třetí generace, karoserie VAN. Účel navrhované zvedací střechy má být hlavně v možnosti postavit se v zadní části auta a provádět krátkodobé činnosti jako například převlékání se do plavek. Pokud by se v zadní části automobilu nacházela mobilní kuchyň, využití střechy by bylo i při vaření. Z těchto důvodů střecha nemusí být nijak velká a nemusí být permanentně otevřená (vysunutá).

Výsledkem práce bude výkresová dokumentace pro výrobu samotné střechy. Pro projektovou dokumentaci bude využit CAD program Catia V5.



Obr. 49. Ford Transit 3. Generace

## 7 NÁVRHY ŘEŠENÍ A VOLBA VARIANTY

V předchozí kapitole jsem uvedl využití zvedací střechy, vybral jsem několik variant, ze kterých bylo potřeba zvolit pomocí rozhodovací matice tu nejvhodnější.

### Varianta A

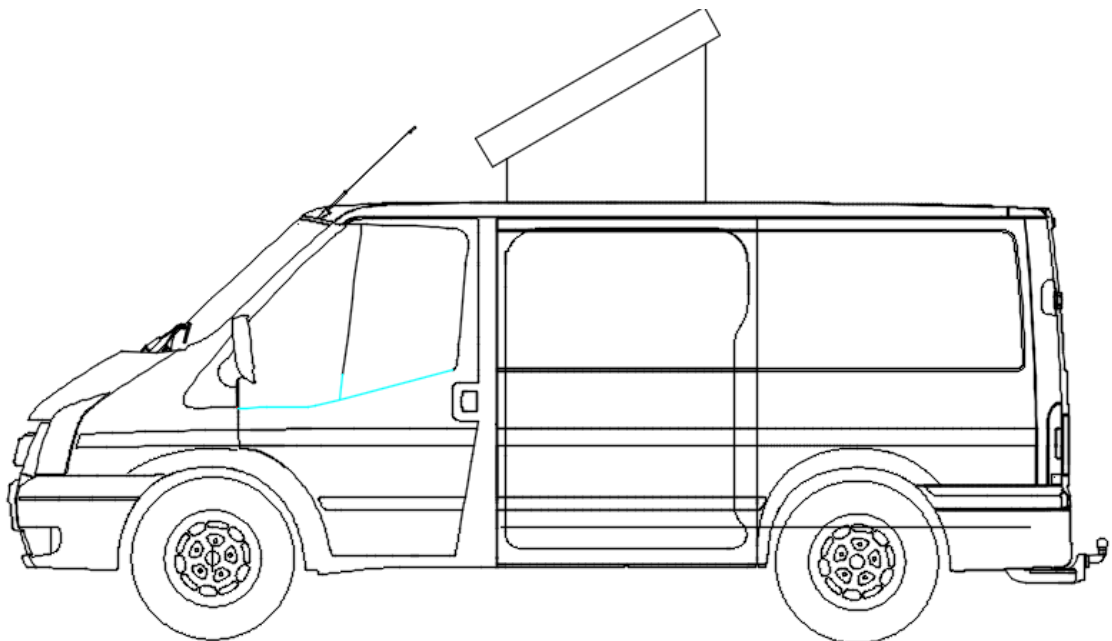
Ve variantě A je zapracována střecha zvedací/výklopná.

Výhody: Snadná montáž

Jednoduché provedení

Finančně výhodné

Nevýhody: Prostor v interiéru vozidla je zvětšen jen částečně



Obr. 50. Varianta A

### Varianta B

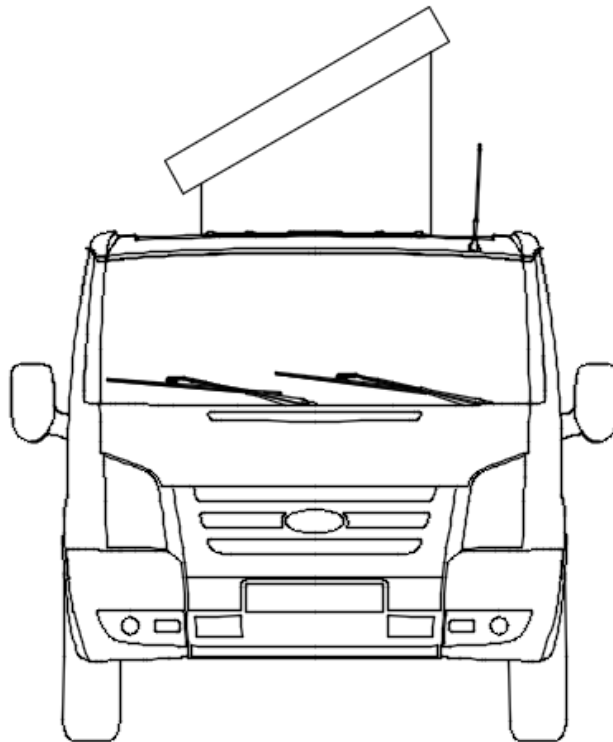
Varianta B je obdobná jako varianta A, avšak je otočená o 90°. Oso rotace střechy je shodná se směrem jízdy.

Výhody: Snadná montáž

Jednoduché provedení

Finančně výhodné

Nevýhody: Prostor v interiéru vozidla je zvětšen jen částečně



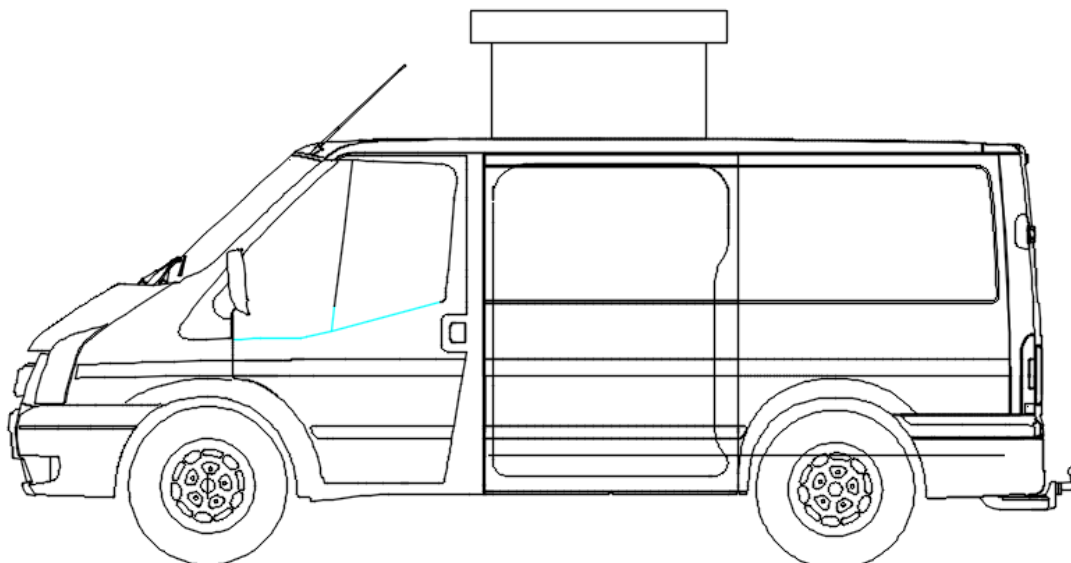
Obr. 51. Varianta B

### **Varianta C**

Ve variantě C se střecha pouze zvedá, což je výhodné z pohledu vnitřního prostoru. Není zde efekt šikmé střechy, kdy na jedné straně je nová světlá výška prakticky stejná jako původní světlá výška.

Výhody: Větší zisk vnitřního prostoru

Nevýhody: Komplikovanější konstrukční řešení



Obr. 52. Varianta C

## 7.1 Rozhodovací matice

Pro rozhodnutí výběru varianty je využit nástroj rozhodovací matice.

Do matice se zapíše všechny varianty. Dále faktory ovlivňující výhody a nevýhody. K faktorům se přidá váha důležitosti. Zde 1-5. Jednotlivé varianty se hodnotí podle faktorů od 1 do 5. Hodnocení se násobí s faktorem. Celkový součet jednotlivých faktorů pronásobených s váhou udává nejlepší variantu.

*Tab. 1. Rozhodovací matice*

	Faktor	konstrukční náročnost	finanční náročnost	užitek vnitřního prostoru	náklady na servis		celkem
	váha	2	3	5	3		
<b>Varianta A</b>		4	3	3	3		41
<b>Varianta B</b>		4	3	3	3		41
<b>Varianta C</b>		2	2	5	3		<b>44</b>

Na základě rozhodovací matice je zvolena varianta C pro další rozpracování.

## 8 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

### 8.1 Celkový popis vybrané varianty

Jako materiál střechy je zvolen sendvičový materiál s duralovým jádrem a duralovými vnějšími pláty.

Rohové spoje a zakončení bude provedeno duralovými lištami.

Šroubové spoje budou zajištěny pomocí závitových vložek zmíněnými v teoretické části.

Zvedání střechy budou zajišťovat 4ks plynových vzpěr umístěné na protilehlých stranách. Díky tomu se střecha bude zvedat svisle nahoru.

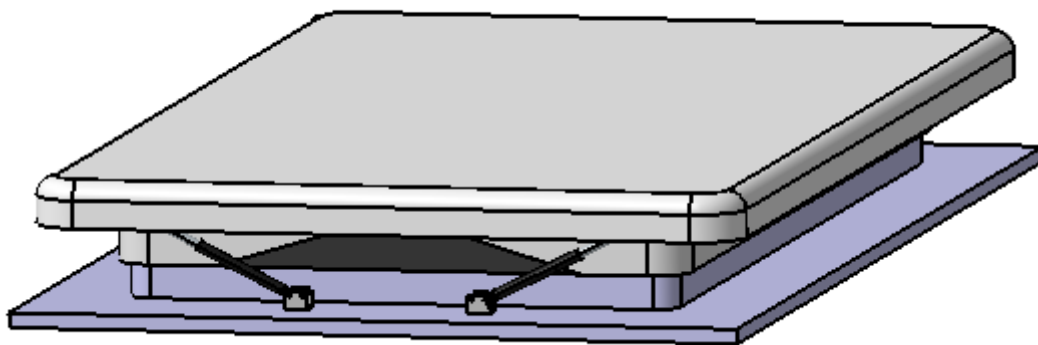
Zvedání se bude provádět manuálně pomocí madel.

Všechny spoje a napojení budou těsněny proti vlhkosti karosářským tmelem.

Střecha může být otevřená pouze, pokud vozidlo stojí a za příznivých klimatických podmínek.

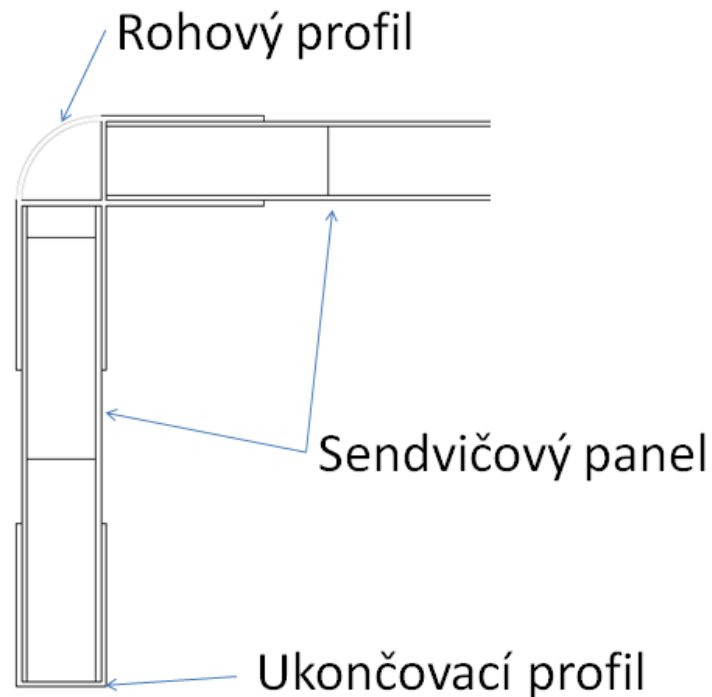
Otvor pro zvedací střechu neovlivní pevnost karoserie vozu, protože je dostatečně malý, aby se vlezl mezi výztuže karoserie.

Konstrukční návrh se nezabývá tepelnými, hlukovými a protipožárními vlastnostmi dané střechy.



Obr. 53. Způsob zvedání střechy

Na obrázku níže je zobrazena skladba a spojení střechy ze sendvičového materiálu.



Obr. 54. Schematický řez střechou

Samotný konstrukční návrh – výkresovou dokumentaci – představuji v příloze č1-9, přičemž níže v následujících podkapitolách přibližuji materiál použitý pro výrobu zvedací střechy a jednotlivé prvky zvedací střechy.

## 8.2 Materiál střechy

Pro střechu byl zvolen sendvičový materiál od firmy Renoxbell. Materiál je dodáván v tabulích o rozměru 1250 mm x 2000 mm. Při celkové tloušťce 8, 10, 12, 15 mm. Pro střechu je zvolena tloušťka 15 mm. Technický list materiálu je uveden v příloze 10.



Obr. 55. Sendvičový materiál Renoxbell

### 8.3 Rohové profily a zakončovací profily

Veškeré zakončovací profily a rohové profily budou nakoupeny od firmy eHlinik.cz. Tento dodavatel nabízí široké spektrum profilů z hliníkové slitiny.

### 8.4 Plynové vzpěry

Pro zvedání střechy jsou použity 4x plynových vzpěr. Pro navrhovanou střechu jsou vybrány vzpěry vysunuté délky 585mm. Pracovní rozsah těchto vzpěr je 250mm. Označení vzpěry je P.V. 8/19 250-585-h12. Vzpěry lze zakoupit na Montako.cz.



Obr. 56. P.V. 8/19 250-585-h12

## 8.5 Držáky plynových vzpěr

Pro upevnění vzpěr je použito univerzálního držáku pro plynové vzpěry. Vzpěra je zajištěna šroubem.



Obr. 57. Univerzální držák plynové vzpěry

## 8.6 Zajišťovací háky

Střecha bude zajištěna zajišťovacími háky MUC 6457. Hák je zvolen, kvůli své pracovní délce.



Obr. 58. Zajišťovací hák

## 8.7 Madla

Pro manipulaci se střechou je na ní umístěna dvojice madel.



Obr. 59. Madlo

## ZÁVĚR

Montáž zvedací střechy na automobil dodávkového typu je trendem, který se postupně v čím dál větší míře dostává i na území České republiky. Přestože vozidel s takto upravenou karoserií lze spatřit prozatím pouze nemnoho, je možné pozorovat narůstající oblibu této úpravy vozidel.

Jak bylo nastíněno v první kapitole této práce, montáž zvedací střechy na osobní vozidlo je jednou z variant konkurence obytných vozů. Oproti standardním obytným vozům, které jsou takto koncipovány již z výroby, při využití přestavby vozidla včleněním zvedací střechy dochází k úpravě vozidla primárně konstruovaného k odlišným účelům a k rozšíření možností jeho využití. Velkou výhodou zvedací střechy je také skutečnost, že většina typů těchto střech není fixní (oproti střechám u obytných vozů) a je možné vozidlo využívat i bez vytažené zvedací střechy.

Významným prvkem pro posuzování kvality a také možné koncepce zvedací střechy vozidla je materiál, ze kterého je taková střecha vyrobena. Pro účely této práce byl zvolen materiálem kompozit, a to především díky svým bezkonkurenčním vlastnostem a jeho dostupnosti. Otázce kompozitního materiálu, jeho složení, struktury a možnostem využití pro konstrukci zvedací střechy, jsem se věnoval v třetí kapitole této práce, ve které byla na základě zjištěných skutečností zvolena varianta kompozitního materiálu ideální pro využití na vytvoření zvedací střechy vozidla.

Samotný návrh konstrukce zvedací střechy z kompozitního materiálu byl představen v praktické části této bakalářské práce. Cílem bylo vytvoření takového návrhu zvedací střechy, podle kterého by bylo možné tuto zvedací střechu zhotovit a následně instalovat na jakékoliv vozidlo dodávkového typu, např. Ford Transit 3. generace, a tím tak bylo dosaženo určité univerzální použitelnosti navrhnutého řešení.

Jak vyplývá z předloženého návrhu, tohoto cíle se podařilo dosáhnout a navržené řešení splňuje požadavky na zvětšení vnitřního prostoru automobilu takovým způsobem, aby se dospělá osoba mohla uvnitř tohoto vozidla vzpřímeně postavit. To umožňuje zabudovat do

takto upraveného vozidla další vybavení, zejména kuchyňku a zvýšit tak hodnotu, pohodlí a použitelnost samotného vozidla. S tím souvisí také nižší náklady na provedení přestavby oproti nákladům nutným k pořízení obytného vozidla a zvýšení konkurence schopnosti takto upravených vozidel dodávkového typu vůči obytným vozidlům.

Zvolená konstrukce typu střechy může být vyráběna sériově, jelikož umožňuje montáž prakticky na každé vozidlo dodávkového typu. Je samozřejmě možné uvažovat i o výrobě jednotlivých kusů nikoliv na bázi sériové výroby, nicméně vzhledem ke skutečnosti, že tento druh přestavby podléhá značným požadavkům kladeným ze strany právního řádu, nelze předpokládat výrobu jinou než sériovou.

Jak vyplynulo z této práce, vytvořený model zvedací střechy je díky svým navrženým rozměrům a materiálu ideální pro aplikaci na vozidla dodávkového typu tak, aby byly konkurenceschopné větším a také dražším obytným vozům. Takto upravené vozidlo je schopno díky zvedací střeše zvýšit komfort užívání vnitřního prostoru vozidla a tím se také zvyšuje jeho atraktivita pro veřejnost.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] *Rozdělení obytných vozů a karavanů* | ObytnýmVozem.cz. | cestujte svobodně s pohodlím domova [online]. Dostupné z: <http://www.obytnymvozem.cz/rozdeleni-obytnych-vozu-a-karavanu/>
- [2] *Roofs for Camper Vans - Campervan Conversions Shop. 301 Moved Permanently* [online]. Dostupné z: [https://www.reimo.com/en/G-campervan\\_conversions\\_shop/GD-roofs\\_for\\_camper\\_vans/](https://www.reimo.com/en/G-campervan_conversions_shop/GD-roofs_for_camper_vans/)
- [3] ČSN EN 1645-1. *Obytná vozidla pro volný čas - Karavany - Část 1: Požadavky na obyvatelnost z hlediska zdraví a bezpečnosti*. Praha: Český normalizační institut, 2001.
- [4] AGARWAL, Bhagwan D - BROUTMAN, Lawrence J. *Vláknové kompozity*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1987. 294 s.
- [5] Stefanmichna.com [online]. c2007 [cit. 01.11.2016]. *Kompozitní materiály*. Dostupné z WWW:  
<[http://www.stefanmichna.com/download/technikematerialy\\_II/kompozitni\\_materialy.pdf](http://www.stefanmichna.com/download/technikematerialy_II/kompozitni_materialy.pdf)>
- [6] KOŘÍNEK, Zdeněk. *Kompozity* [online]. [cit. 05. 09. 2016] Dostupné z <http://www.volny.cz/zkorinek/>
- [7] RUSNÁKOVÁ, Soňa. *Kompozitní materiály: Přednášky a cvičení*. In: [online]. [cit. 2011-12-20].
- [8] BÁBÍK, A a kol.: *Vliv povrchových úprav na mechanickou odezvu dlouhými vlákny vyztuženého polymerního kompozitu*, In *Polymer composite 2010*, 2010, 94–99, ISBN: 978-80-7043-872-5.
- [9] EHRENSTEIN, Gottfried W. *Polymerní kompozitní materiály*. V ČR 1. vyd. Praha: Scientia, 2009, 351 s. ISBN 978-80-86960-29-6.
- [10] *Guide to Composites* [online]. [cit. 14.11.2016]. Dostupné z:  
<http://www.gurit.com/files/documents/guide-to-compositesv4pdf.pdf>
- [11] *Honeycombs and Honeycomb Materials Information* | Engineering360. Engineering360 - Engineering Search & Industrial Supplier Catalogs [online]. Copyright © Copyright 2017 IEEE GlobalSpec [cit. 30.01.2017]. Dostupné z:

[http://www.globalspec.com/learnmore/materials\\_chemicals\\_adhesives/composites\\_textiles\\_reinforcements/honeycombs\\_honeycomb\\_materials](http://www.globalspec.com/learnmore/materials_chemicals_adhesives/composites_textiles_reinforcements/honeycombs_honeycomb_materials)

- [12] ZENKER, D. *Sandwich Constructions*. Londýn: Emas, 2000, 439 s.
- [13] JANOUŠEK, Karel a kol. *Automobil v podnikání*. 1. vyd. Olomouc: ANAG, 2011. 440 s. ISBN 978-80-7263-668-6.
- [14] Zákon č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích a o změně zákona č. 168/1999 Sb., o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů
- [145] Vyhláška č. 341/2014 Sb., o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

RTM Resin transfer moulding

VARI Vacuum Assisted resin infusion

VFI Vacuum foil infusion

GF Glass fiber

AF Aramid fiber

CF Carbon fiber

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1. Alkovna [1].....	13
Obr. 2. Polointegrované obytné vozidlo [1] .....	14
Obr. 3. Integrovaná obytné vozidlo [1].....	15
Obr. 4. Vestavné obytné vozidlo [1].....	16
Obr. 5. Šikmá střecha [2].....	17
Obr. 6. Zvedací střecha [2] .....	18
Obr. 7. Pevná střecha [2] .....	19
Obr. 8. Synergické chování [5].....	21
Obr. 9. Lom kompozitního materiálu [5].....	21
Obr. 10. Dělení kompozitních materiálů [6].....	22
Obr. 11. Skelná vlákna [8].....	23
Obr. 12. Výroba skelných vláken [8].....	24
Obr. 13. Aramidová vlákna [8].....	24
Obr. 14. Výroba aramidových vláken [8].....	25
Obr. 15. Uhlíkové vlákna [8].....	25
Obr. 16. Výroba uhlíkových vláken [8].....	26
Obr. 17. Technologie pro výrobu kompozitních materiálů [9].....	27
Obr. 18. Schéma ručního kladení [10].....	28
Obr. 19. Schéma nástřiku vláken [10] .....	28
Obr. 20. Schéma technologie RTM / VARI [10].....	29
Obr. 21. Schéma vakuové infuze [10] .....	30
Obr. 22. Schéma vakuového lisování prepregů [10] .....	30
Obr. 23. Schéma navíjení [10].....	31
Obr. 24. Sendvičový materiál [11].....	32
Obr. 25. Obecné porovnání tloušťky sendvičového materiálu [11].....	33
Obr. 26. Jádro [11].....	33
Obr. 27. Hexagonální jádro [11] .....	34
Obr. 28. Zvonovité jádro [11].....	35
Obr. 29. Čtyřhranné jádro [11] .....	35
Obr. 30. Čelní lepení s podporou [12] .....	36
Obr. 31. Lepený tupý spoj H [12].....	36
Obr. 32. Čelní lepený spoj s interní podporou [12] .....	36

Obr. 33. Rohové spojení polodrážkou [12].....	36
Obr. 34. Rohové spojení s podporou L lišt [12] .....	37
Obr. 35. Rohové spojení – ostrý roh [12] .....	37
Obr. 36. Rohové spojení - zaoblený roh [12] .....	37
Obr. 37. T – spojení L lištami [12] .....	38
Obr. 38. T – spojení pero – drážka [12].....	38
Obr. 39. Výplňová hrana [12].....	38
Obr. 40. U-hrana [12] .....	39
Obr. 41. Vlepená hrana vhodná pro silnější panely [12] .....	39
Obr. 42. Uzavření hrany páskou [12] .....	39
Obr. 43. Mechanický insert s ochranným kroužkem na jedné straně [12] .....	40
Obr. 44. Mechanický insert s ochranným kroužkem na obou stranách [12] .....	40
Obr. 45. Distanční mechanický insert [12] .....	40
Obr. 46. Mechanický insert pro šroubové spojení [12] .....	40
Obr. 47. Lisovaný insert pro samořezné šrouby [12] .....	41
Obr. 48. Lisovaný závitový insert [12] .....	41
Obr. 49. Ford Transit 3. Generace .....	46
Obr. 50. Varianta A.....	47
Obr. 51. Varianta B.....	48
Obr. 52. Varianta C.....	49
Obr. 52. Způsob zvedání střechy .....	50
Obr. 52. Schematický řez střechou .....	51
Obr. 52. Sendvičový materiál Renoxbell.....	52
Obr. 52. P.V. 8/19 250-585-h12 .....	52
Obr. 52. Univerzální držák plynové vzpěry.....	53
Obr. 54. Zajišťovací hák .....	53
Obr. 55. Madlo.....	54

## SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Rozhodovací matice</i> .....	49
---	----

## SEZNAM PŘÍLOH

P1 SESTAVA KOMPLET

P2 SESTAVA AUTO

P3 FORD TRANSIT

P4 SESTAVA STŘECHA

P5 SENDVIČOVÁ DESKA 1

P6 SENDVIČOVÁ DESKA 2

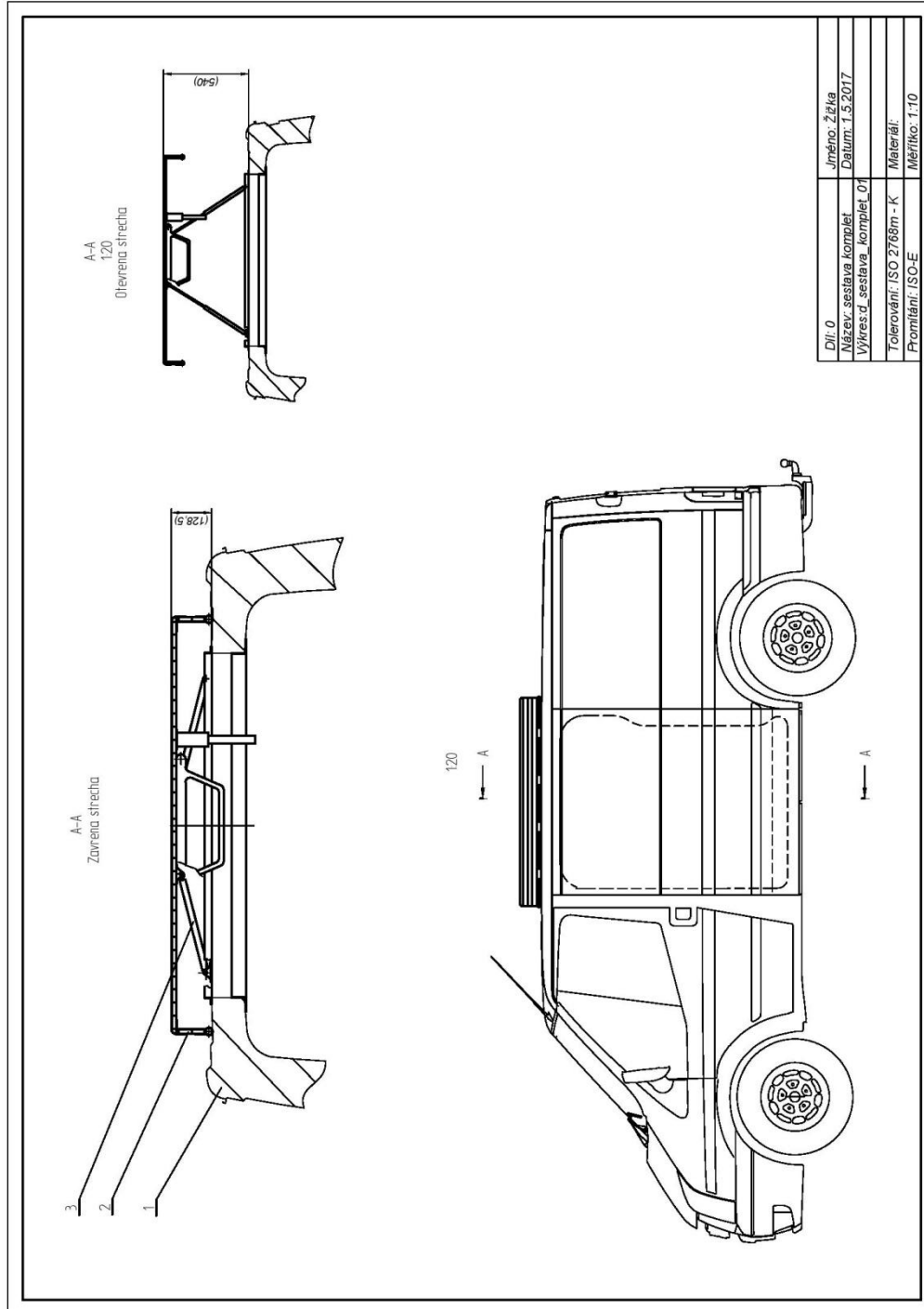
P7 KUSOVNÍK – SESTAVA KOMPLET

P8 KUSOVNÍK – SESTAVA AUTO

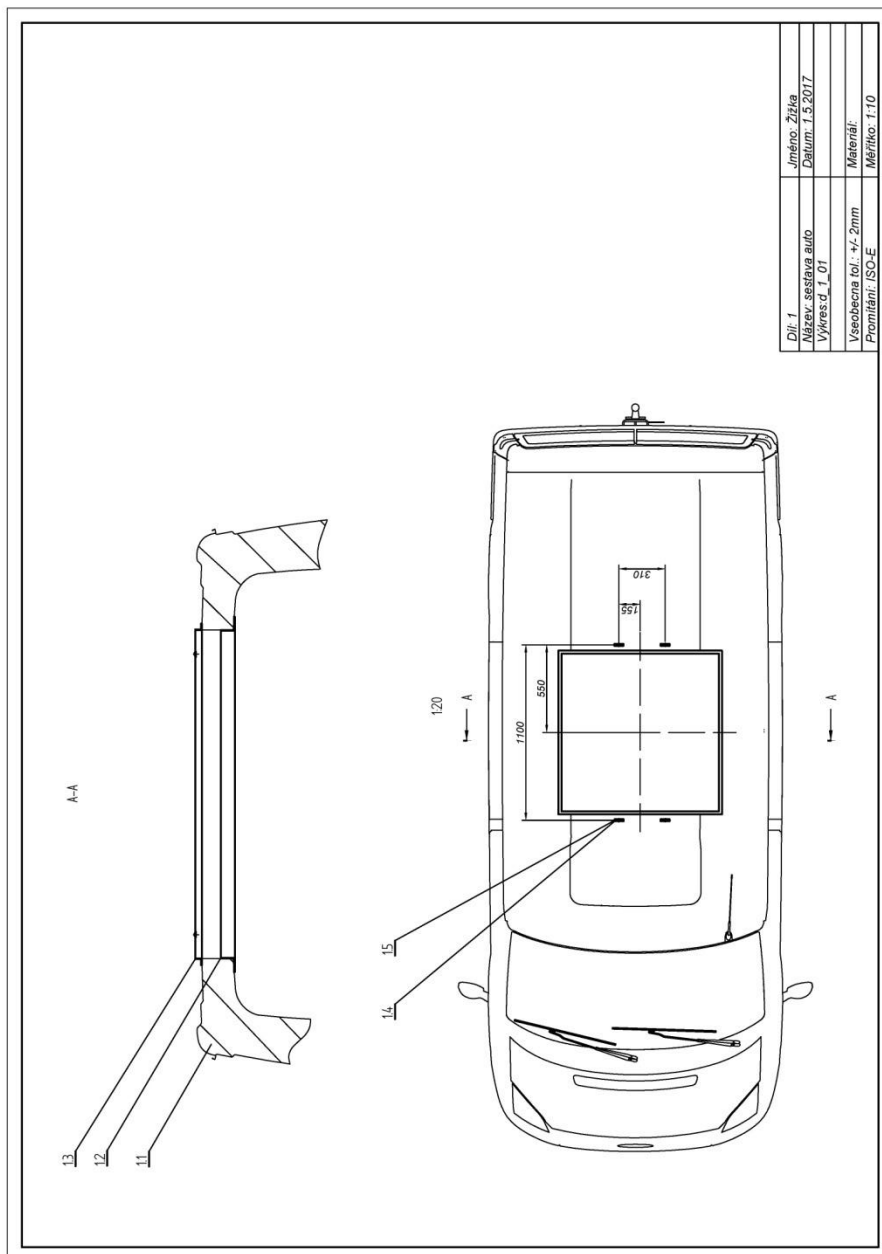
P9 KUSOVNÍK – SESTAVA STŘECHA

P10 TECHNICKÝ LIST

# PŘÍLOHA P 1: SESTAVA KOMPLET

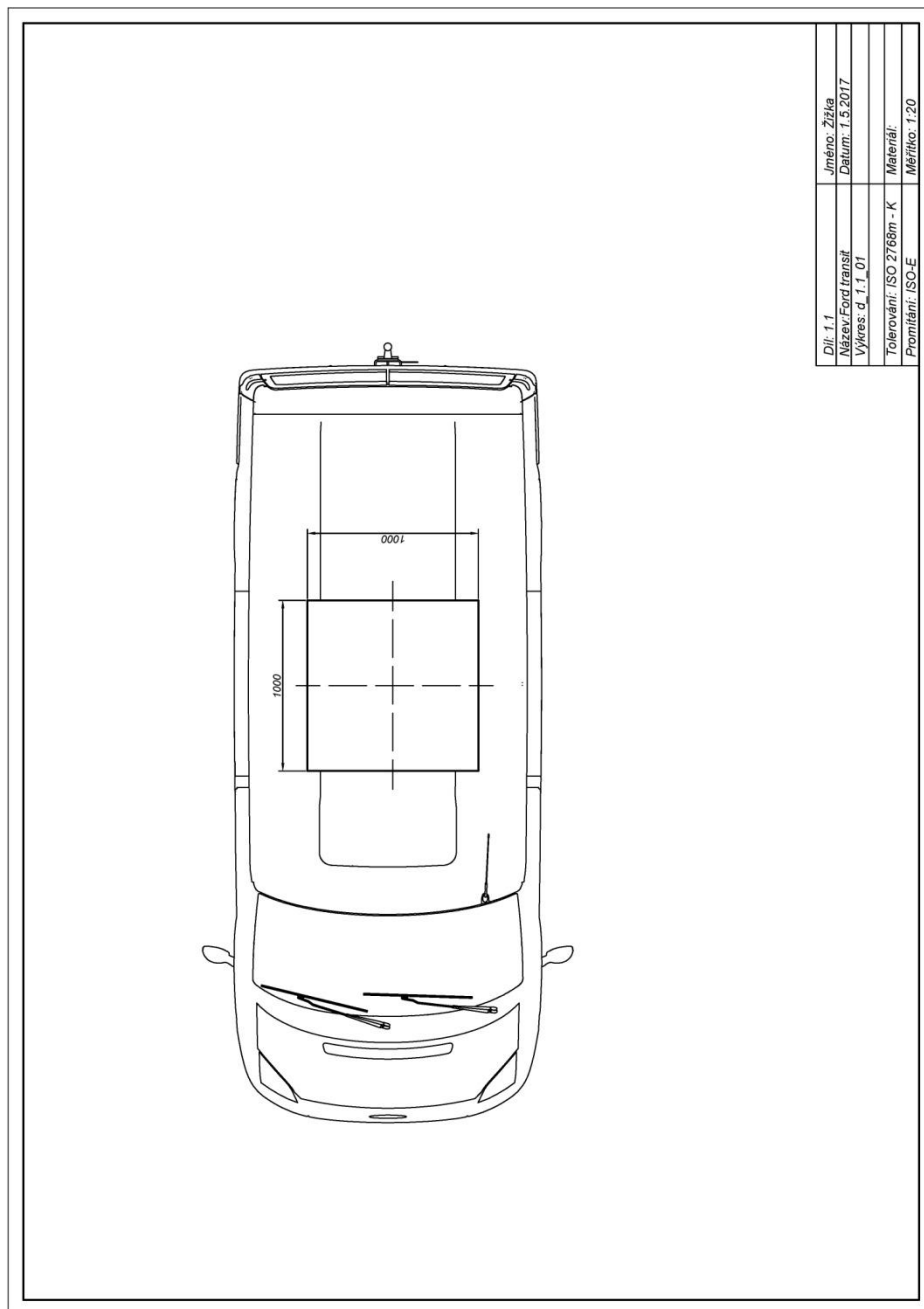


# PŘÍLOHA P 2: SESTAVA AUTO

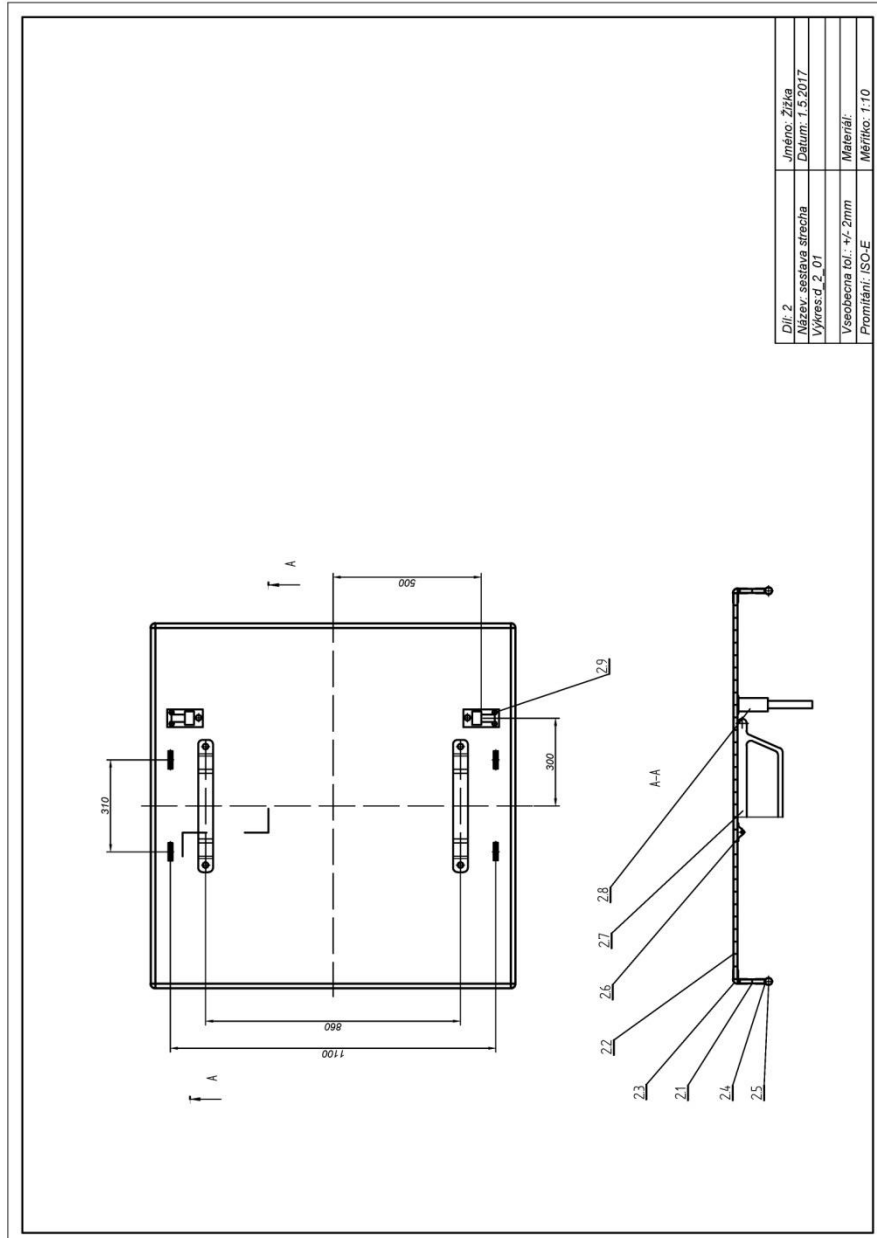


Díl: 1	Jméno: Žilka
Název: sestava auto	Datum: 1.5.2017
Výkres č.: 1_01	
Všeobecná tol.: +/- 2mm	Materiál:
Promítláři: JSC-E	Měřítko: 1:10

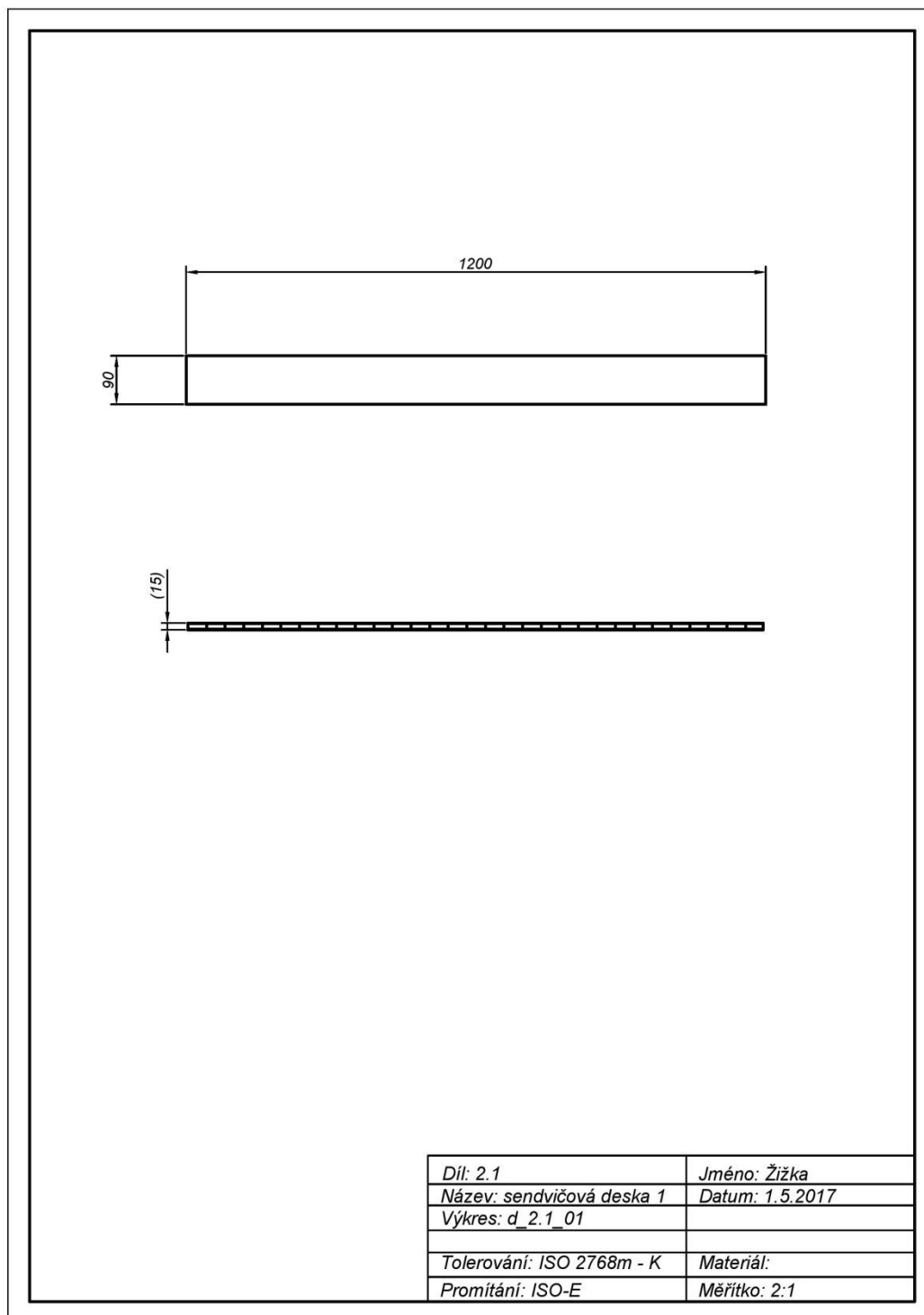
# PŘÍLOHA P 3: FORD TRANSIT



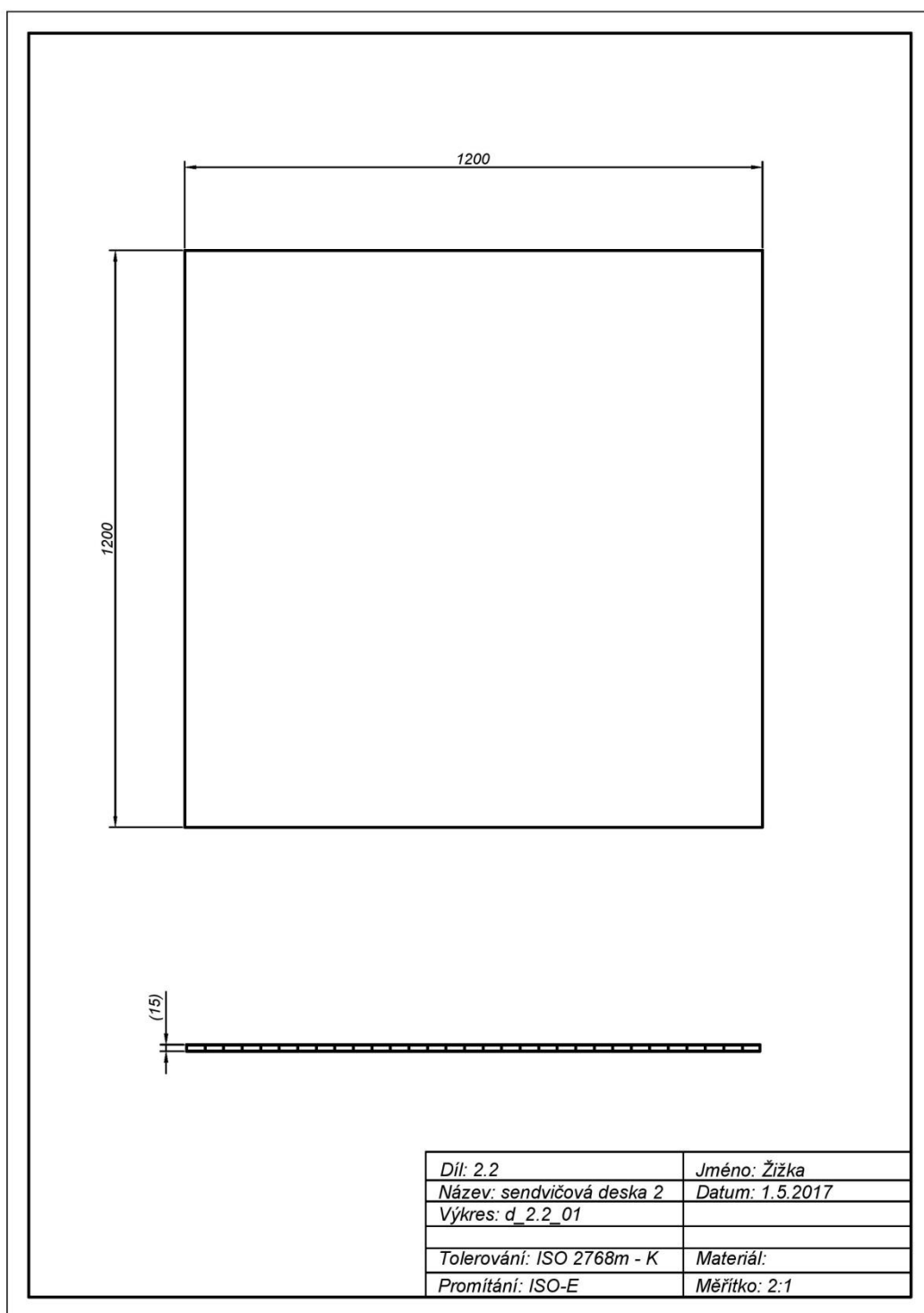
# PŘÍLOHA P 4: SESTAVA STŘECHA



## PŘÍLOHA P 5: SENDVIČOVÁ DESKA 1



## PŘÍLOHA P 6: SENDVIČOVÁ DESKA 2



## PŘÍLOHA P 7: KUSOVNÍK- SESTAVA KOMPLET

	název:	<b>sestava komplet</b>	
	výkres	<b>d_sestava_komplet_01</b>	

díl	výkres	název	množství
1	d_1_01	sestava auto	1
2	d_2_01	sestava strecha	1
3		P.V. 8/19 250-585-h12	4

## PŘÍLOHA P 8: KUSOVNÍK- SESTAVA AUTO

	název:	<b>sestava auto</b>	
	výkres	<b>d_1_01</b>	

díl	výkres	název	množství
1.1	d_1_01	Ford_transit	1
1.2		dekorační lišta	1
1.3		těsnící lišta	4
1.4		držák P.V.	4
1.5		Šroub samovrtný Tex se šestihrannou hlavou s límcem 3,9x22 DIN 7504K ZB	8

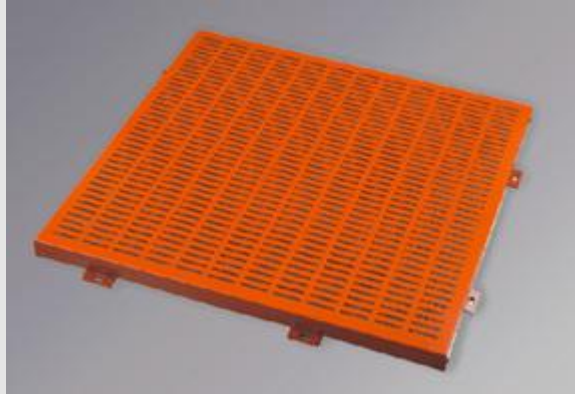
## PŘÍLOHA P 9: KUSOVNÍK – SESTAVA STŘECHA

	název:	<b>sestava strecha</b>	
	výkres	<b>d_2_01</b>	

díl	výkres	název	množství
2.1	d_1_01	sendvičová deska 1	1
2.2	d_2_01	sendvičová deska 2	4
2.3		P.V. 8/19 250-585-h12	4
2.4		rohovy profil	4
2.5		zakoncovací profil	4
2.6		držák P.V.	4
2.7		madlo	2
2.8		zajistovací hak MUC 6457	1
2.9		Šroub M8x 15 + závi- tový insert	18

## PŘÍLOHA P 10: TECHNICKÝ LIST

### Aluminum Honeycomb Panel



- **Product Performance**

- As the environmental protection, energy conservation curtain wall materials.

Rennoxbell-branded Aluminum Honeycombed plate is a full-aluminum structure and green energy-saved technical building materials, so being regarded as the best aluminum curtain wall materials in 21 century.

- Light specific weight, high strength big rigidness, stable structure and excellent resistance to wind pressure.

Rennoxbell aluminum honeycombed wall place is widely used in the outer wall decoration with light, high strength and big rigidness features. (Total thickness is 15mm, panel thickness is 1.0mm. the base plate thickness is 1.0mm, and the aluminum honeycombed plate is only weighted as 6kilos ) The honeycombed plate with an interlayer plate is only 1/5 of weight of the aluminum plate of the same rigidness and 1/10 of that of the steel plate. The mutually connected honey- combed cores are just like numerous steel beams. Distributed and fixed within the whole plate. The shear force is not easy to produce in order to stabilize the plate and to enable its resistance to the wind pressure larger than that of the aluminum plastic plate and single aluminum plate. The product is not easy to deform with a good level and straight features and the straight and level degree can be achieved even if the latticing dimension of the honeycombed plate is large. So it is the first choice of the light materials.

- Prominent performances of sound insulation, heat insulation, fire proofing and shock absorption.

Because the honeycombed composite plate is internally partitioned into many sealed chambers by the honeycombed cores. Stops the air current and baffles the heat and sound wave, the sound source of 100-3200HZ can be reduced to 20-30dB. The heat conduction coefficient can be 0.1040.130 W/M.K, the energy absorption ability of the honeycombed plate up to 150-3500KJ/M, thus the product is an ideal energy-saved material. If it storms, the rain drips hit the single aluminum plate or the aluminum plastic plate to cause a strong noise, but the honeycombed pate avoids such cases.

- Wonderful level surface with checkered colors

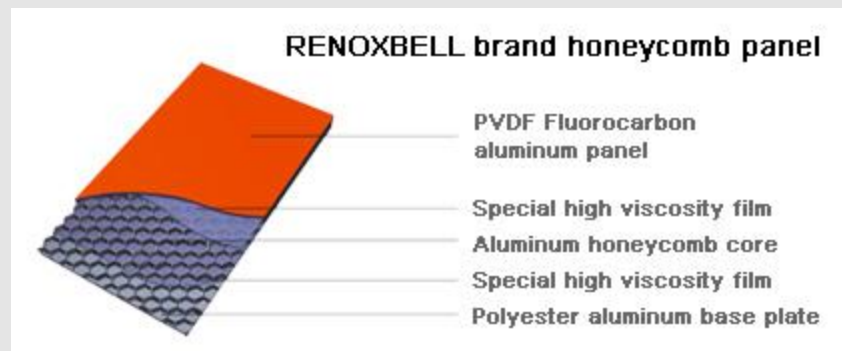
The honeycombed cores of different sizes have an extremely level and straight degree and the feature of being not easy to distort. The Rennoxbell-branded aluminum honey combed curtain wall plate produced in our company importantly uses the continuous pre-rolling and coating technique to produce the fluorine-carbon pre-rolled coated aluminum plate; the aluminum plate is enameled in one time in order to ensure that there is no chromatic aberration for the product. Which has a good flow level for the coating and a reliable quality; can keep the clean and bright appearance for the

building for a long time, has a good adhesive force and resistance to weather, thus being premium materials recognized by the world architectural personnel.

- Strong decorative features, convenient and fast installation

The base plate of the honeycombed plate can be used with different materials based on the different demands, such as the aluminum plate. Stainless steel plate, color copper plate. Natural stone materials and so on. The honeycombed curtain wall plate is lathed into shape into shape in the numerical control processing center in the factory by cutting, grooving and edging procedures based on the on-site sizes. The product is produced wholly in the factory with the reliable quality, convenient and fast installation features.

### Product Characteristics



It is the new improvement to transfer space technology for civil application as the most popular metal building curtain wall material in the world.

- Light
- Excellent rigidness
- Straight and level
- Excellent resistance to wind pressure
- Fireproof
- Easy to machine and model
- Excellent weather resistance
- high strength
- Good sound and heat insulation
- Good shock absorption
- Environmental protection
- Energy conservation

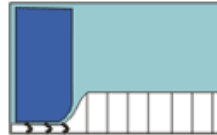
### Renoxbell aluminum honeycombed plate Product performance



Cutting



Bolt connection



Edge compression and shaping



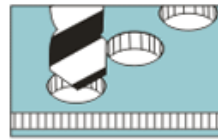
Notching



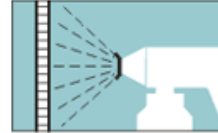
Artistic pattern processing



Pressing and bending



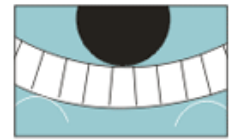
Drilling



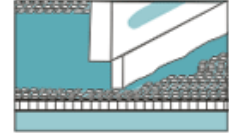
Surface re-coating



Letter binding



Bending

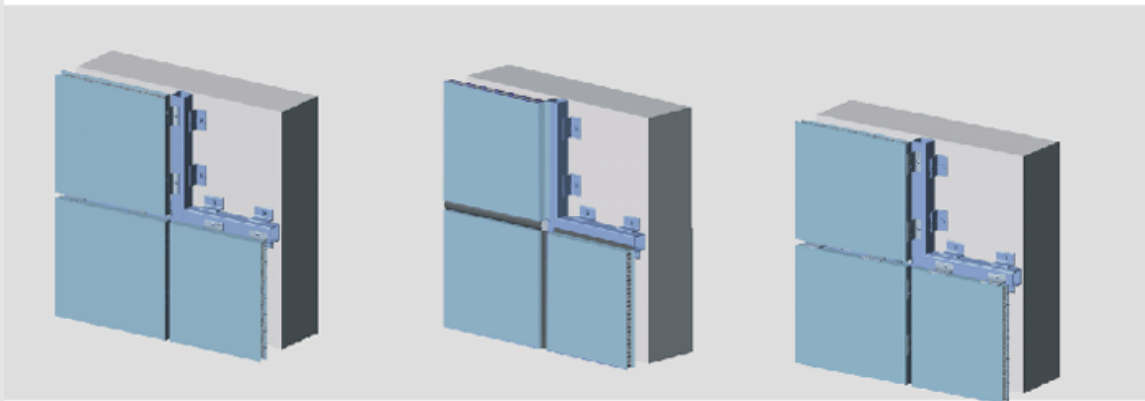
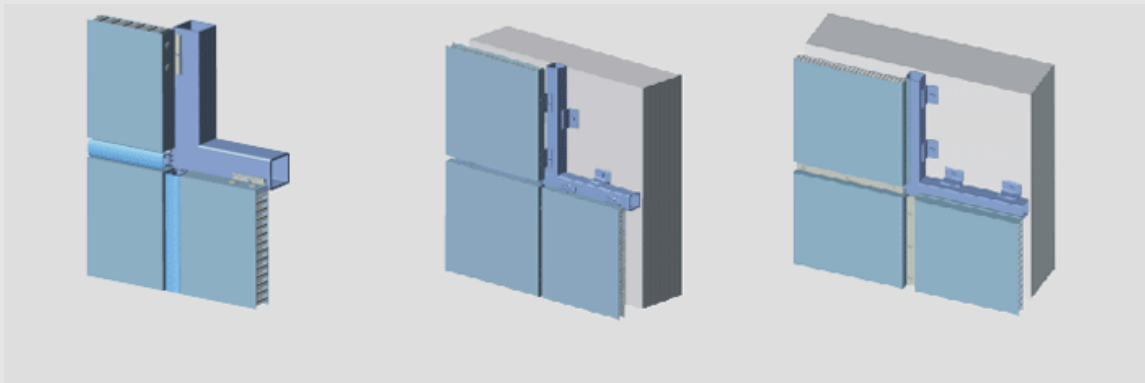


Surface screen printing

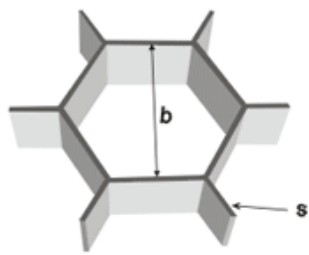
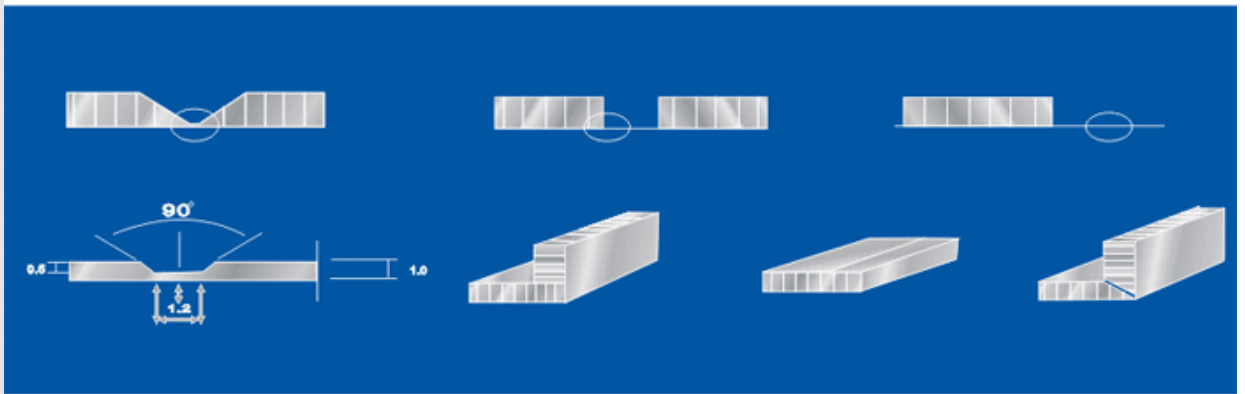


Surface laminating

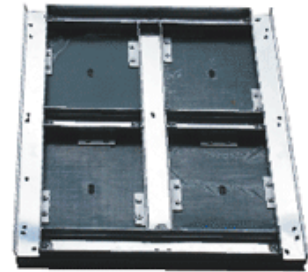
### Aluminum Honeycombed installation connect



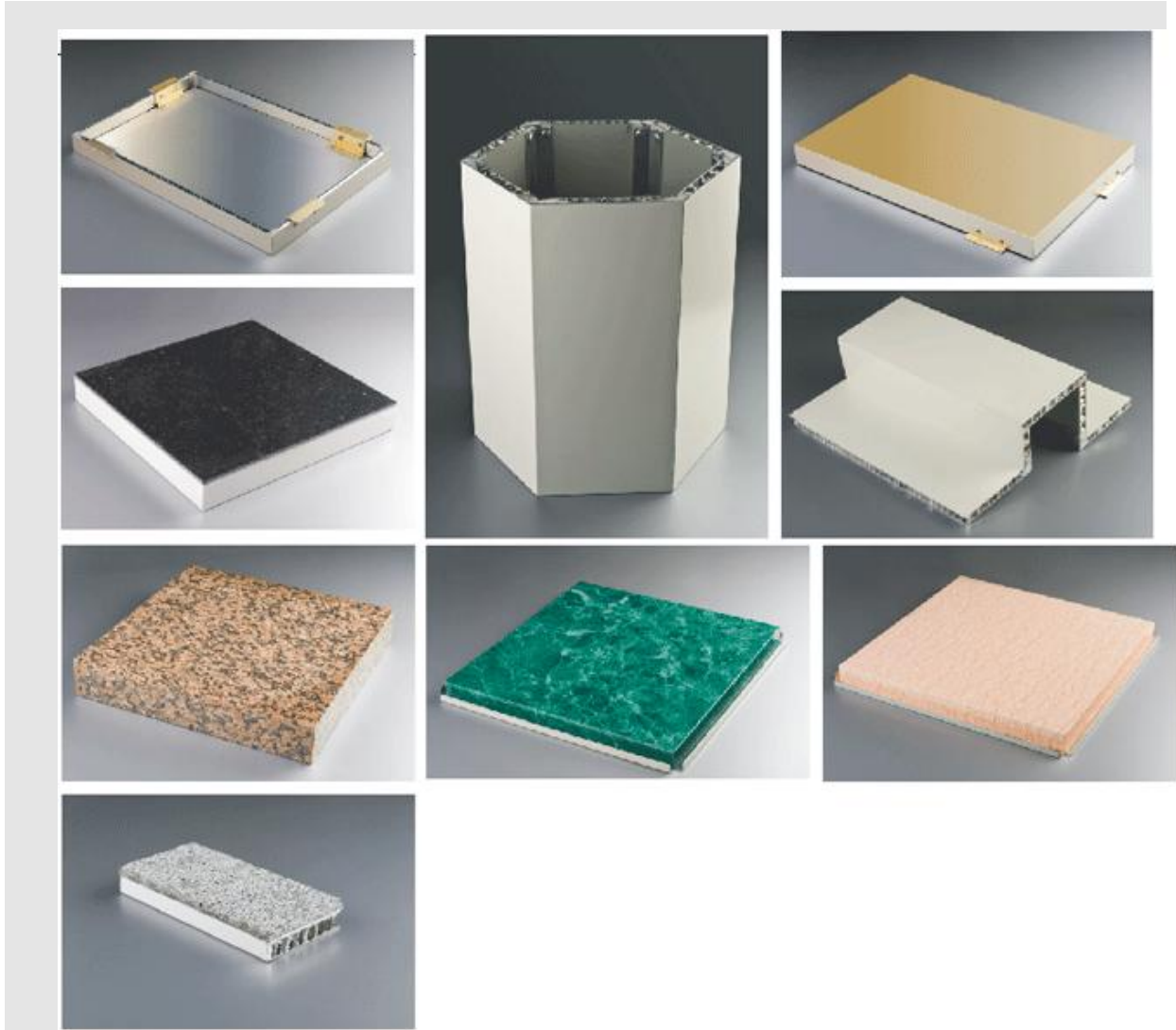
### Varieties of aluminum honeycomb panel edges



- Honeycomb core cell
- b:** Honeycomb cell size (approx. 0.3mm)
- s:** Aluminum foils thickness (approx. 70um)



### Renoxbell Aluminum Honeycombed



## Technical Specification

### Performance of honeycomb panel

Items	Performance		Test standard	Memo.
	curtain wall plate	Common decoration board		
Coating pencil hardness	≥HB		GB/T6739(IDT ISO15184:1998)	
Coating luster deviation	≤10		GB/T9754(EQV ISO2813:1978)	
Coating flexibility,T	≤2			
Coating adhesion, Grade	0		GB/T9286(EQV ISO2409:1992)	
Coating wear resistance,L/μm	≥5	—	Apply test sand which meets Gb178	

Coating hydrochloric acid resistance		Without change			Hydrochloric acid concentration(volume integral):fluorocarbon coating 5%,Other coatings 2%
Coating oil resistance		Without change			20#machine oil
Coating alkali tolerance		Without bubble,convexity and pulerization,color difference $\Delta E \leq 2$	fluorocarbon coating:the same as curtain wall plate ; Other coatings:Without change	GB/T11942(fluorocarbon coating poor coloring measure) Gb8076(Other coatings chemical reagent)	
Coating nitric acid resistance		Without bubble,convexity and pulerization,color difference $\Delta E \leq 5$	fluorocarbon coating:the same as curtain wall plate ; Other coatings:not required	GB/T11942(poor coloring measure)	
Coating solvent resistance		Do not expose base			Wipt for 200 times with butyl ketone
Coating contamination resistance,%		$\leq 5$		GB/T9780	
Salt fog resistance,Grade		4000h,without peeling,coating corrosion,grade>1	fluorocarbon coating the same as curtain wall plate ; Other coatings:720h,without peeling,coating corrosion,grade>1	GB/T1771(EQV ISO7253:1984) GB/T1740 GB/T11942 GB/T9754(EQV ISO2813:1978) GB/T1766(NEQ ISO4328-1:1980)	
Weathering resistance	Color difference $\Delta E$	4000h, $\leq 4.0$	fluorocarbon coating the same as curtain wall plate ; Other coatings:600h,>2	GB/T16259 GB/T11942 GB/T9754(EQV ISO2813:1978) GB/T1766(NEQ ISO4328-1:1980)	

	Dulling,Grade	4000h,≤2	fluorocarbon coating the same as curtain wall plate ; Other coatings:600h,>2		
	Other chemical properties,Grade	4000h,0	fluorocarbon coating the same as curtain wall plate ; Other coatings:600h,0		
	Appearance	Without peeling			
Anti-impact		Without damage or eternal distortion	Without damage		Weight of impact object:50kg Fall:700mm
Hot water resistance		Without abnormity		GB/T9286(EQV ISO2409:1992) GB/T1720	98°C Distilled water,constant temperature 2h
Peeling strength Nmm/mm	Average	≥100	≥50	GB/T1457(MOD ASTM D1781-98)	
	Minimum	≥80	≥30		
Weather resistance	Peeling strength average descending rate,%	≤10		GB/T1457(MOD ASTM D1781-98)	Repeat for 50 times under -40°C and 80°C
	Coating adhesion,Grade	0			
	Appearance	Without change			

Plane tensile adhesion strength, Mpa	Average	$\geq 1.0$	$\geq 0.6$	GB/T1452(MOD ASTM C 297-94(1999))	
	Minimum	$\geq 0.6$	$\geq 0.4$		
Plane compression strength, Mpa		$\geq 1.0$	$\geq 0.8$	GB/T1453(MOD ASTM C 365-00)	
Plane compression elastic modulus, Mpa		$\geq 30$	$\geq 25$		
Plane shear strength, Mpa		$\geq 0.6$	$\geq 0.4$	GB/T1455(MOD ASTM C 393-00)	
Plane shearing elastic modulus, Mpa		$\geq 4.0$	$\geq 3.0$		
Bending rigidity, N.mm <sup>2</sup>		$\geq 1.0 \times 10^8$	$\geq 1.0 \times 10^7$	GB/T1456(MOD ASTM C 273-00)	
Shearing rigidity, N		$\geq 2.0 \times 10^4$	$\geq 1.0 \times 10^4$		