



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

OBYTNÝ MINIKARAVAN

RESIDENTAL MINICARAVAN

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JAN BARTOŠÍK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

DOC. ING. JAN BRANDEJS, CSC.

BRNO 2013

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav konstruování

Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Jan Bartošík

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Obytný minikaravan

v anglickém jazyce:

Residential Minicaravan

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Cílem práce je konstrukční návrh obytného minikaravanu. s těmito parametry: obytný minikaravan za osobní automobil je určen pro 2 osoby, s ložným prostorem a kuchyňkou. Karavan bude postaven na sériovém podvozku přívěsného vozíku ALUX-27 firmy Agados.

Cíle bakalářské práce:

Bakalářská práce musí obsahovat: (odpovídá názvům jednotlivých kapitol v práci)

1. Úvod
2. Přehled současného stavu poznání
3. Analýza problému a cíl práce
4. Varianty konstrukčního řešení
5. Optimální konstrukční řešení
6. Diskuze
7. Závěr
8. Bibliografie

Forma bakalářské práce: průvodní zpráva, návrhový výkres, výkres sestavení

Typ práce: konstrukční

Účel práce: výzkum a vývoj

Seznam odborné literatury:

SHIGLEY, J. E., MISCHKE, Ch. R., BUDYNAS, R. G. Konstruování strojních součástí. Překlad 7. vydání, VUTIUM, Brno 2010, 1186 s.

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Jan Brandejs, CSc.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2012/2013.

V Brně, dne 14.11.2012

L.S.

prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce je návrh a konstrukce malého obytného karavanu určeného pro dvě osoby s využitím výhradně v letních měsících. Konstrukce a zpracování karavanu by mělo přinášet dostatečný komfort pro kratší výlety. Karavan obsahuje plnohodnotný spací prostor pro dvě osoby, úložný prostor a v zadní části kuchyňku se základními spotřebiči. Celková hmotnost karavanu nesmí přesáhnout hmotnost 750 kg, aby mohl být obsluhován osobou s řidičským průkazem skupiny B. Rám karavanu je vyroben z ocelových a dřevěných profilů, vnější plášť je zhotoven z hliníkových plechů a vnitřní plášť z překližky. Celý rám je namontován na podvozek ze sériově vyráběného přívěsného vozíku ALUX-27 od firmy Agados. Práce obsahuje možné konstrukční zpracování, návrhový výkres a výkresy sestav.

KLÍČOVÁ SLOVA

Karavan, konstrukce, obytný přívěs, stavba karavanu

ABSTRACT

The aim of this bachelor thesis is the design and construction of a small habitable caravan for two people. It is designed to be used exclusively in summer months. Thanks to the design and manufacturing, the caravan should offer sufficient comfort for short trips. The caravan has adequate sleeping space for two people, storage space and a kitchen with basic appliances. The gross-caravan weight mustn't exceed 750 kg, so that a person with a driving license type "B" can operate it. The caravan frame is made of steel and wooden profile, the outer layer is made of aluminium sheet and the inner cladding of plywood. The whole frame is installed on a serial made chassis of the ALUX-27 trailers from Agados. The thesis will contain a possible construction design, draft and drawings.

KEYWORDS

Caravan, construction, residential trailer, caravan-building

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE:

BARTOŠÍK, J. *Obytný minikaravan*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2013. 40 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Jan Brandejs, CSc..

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Obytný minikaravan vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

.....
Datum

.....
Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Tímto děkuji doc. Ing. Janu Brandejsovi, CSc. za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce, dále děkuji firmě Agados, zvláště Ing. Romanovi Požárovi za ochotu, poskytnutí cenných informací a modelů k vypracování bakalářské práce.

OBSAH

OBSAH	11
Úvod	13
1 Přehled současného stavu poznání	14
1.1 Historie karavaningu	14
1.2 Velké karavany	14
1.3 Malé karavany	15
1.4 Hlavní části podvozku karavanu	16
1.4.1 Rám	16
1.4.2 Oj	17
1.4.3 Nápravy	17
1.4.4 Brzdy	18
1.4.5 Stabilizace při odstavení	18
1.4.6 Základní elektroinstalace	18
1.5 Hlavní části obytné buňky karavanu	19
1.5.1 Druhy konstrukcí	19
1.5.2 Vnější plášť	19
1.5.3 Vnitřní opláštění	20
1.5.4 Tepelná a hluková izolace	21
1.5.5 Cirkulace vzduchu	21
2 Analýza problému a cíl práce	22
2.1 Základní parametry	22
2.2 Cíl práce	22
2.3 Nařízení ministerstva dopravy	22
2.3.1 Vybraná ustanovení ze zákona č. 56/2001 [4]	22
3 Varianty konstrukčního řešení	24
3.1 První varianta	24
3.1.1 Výhody a nevýhody první varianty	24
3.2 Druhá varianta	25
3.2.1 Výhody a nevýhody druhé varianty	26
3.3 Třetí varianta	27
3.4 Výběr varianty	27
4 Optimální řešení	28
4.1 Podvozek	28
4.2 Rám	28
4.2.1 Základní věnec	28
4.2.2 Podélné oblouky	29
4.2.3 Příčníky a stojky	29
4.2.4 Rám bočních dveří a víka kufru	30
4.2.5 Podlaha	31
4.3 Vnější opláštění	31
4.4 Vnitřní opláštění	32
4.5 Těsnění	32
4.6 Okna a větrání	33
4.7 Zámky	33
4.8 Další vybavení	34

4.9 Celková hmotnost a její rozložení	34
4.10 Pevnostní výpočet	35
5 Diskuze	36
6 Závěr	37
7 Seznam obrázků, tabulek a použitých zkratk	38
8 Seznam použitých zdrojů	39
9 Seznam příloh	40

ÚVOD

Český trh je zaplaven velkým množstvím různě konstrukčně řešených karavanů, ale jejich cena se pohybuje velmi vysoko, a tak jsem se rozhodl navrhnout malý karavan s ohledem na co nejnižší pořizovací cenu, určený výhradně pro dvě osoby tak, aby ho bylo možné následně vyrobit i v domácí dílně. Nástavba je posazena na sériovém podvozku přívěsného vozíku Alux27, který poskytla firma Agados. Celý obytný příves nesmí překročit pohotovostní hmotnost 750 kg. Konstrukce podvozku i rám karavanu je ze svařovaných hutních polotovarů, většinou dutých profilů čtvercového a obdélníkového průřezu a ze smrkových hranolů. Nástavba se k rámu připevní pomocí šroubových spojů dostatečného množství. Vevnitř je zabudovaná stěna oddělující obytný prostor od zavazadlového prostoru a kuchyňky. Kuchyně obsahuje základní vybavení potřebné k pohodlnému cestování a bydlení. Celý karavan bude variabilní a bude se moci přizpůsobit potřebám a požadavkům každého člověka.

Součástí bakalářské práce jsou výkresy sestav a podsestav v určeném rozsahu vypracované v programu SolidWorks. Dále vlastní textové zpracování s poznatky o současném řešení karavanů a mém konstrukčním návrhu.

1 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

1.1 Historie karavaningu

Konstrukce karavanů prošla během vývoje řadou změn a milníků. Již v 13. století byly používány pro přepravu kočovníků. V průběhu času dostaly karavany vlastní parní pohon a začaly se ve větší míře rozšiřovat. Také konstrukce prošla řadou změn a inovací. Cestování se stalo pohodlnějším a komfortnějším. První sériově vyráběný karavan sjel z výrobní linky v Anglii. Sériová výroba dokázala stlačit ceny karavanů dolů, a tak se mohly v masové míře rozšířit po celém světě.

V 80. letech 20. století zažil karavaning v naší zemi velký rozmach. Lidé objevili krásu a pohodlí cestování vlastním obytným přívěsem bez potřeby hledat drahé ubytování. V této době vzniklo velké množství obytných přívěsů různých konstrukcí a bylo vydáno i velké množství knižních publikací zabývajících se stavbou karavanů a karavaningem, z nichž jsem čerpal při tvorbě své bakalářské práce.

V dnešní době je na českém trhu velký výběr různě konstrukčně řešených karavanů od nespočtu firem z celého světa. Většina obytných přívěsů je však velkých rozměrů kvůli pohodlí při cestování a bydlení. Vybavenost karavanů je opravdu široká, nechybí sprchový kout, chemický záchod a minimálně spací prostory pro čtyři osoby. Malých karavanů je však na českém trhu velmi málo. Cestování s nimi je méně pohodlné v porovnání s velkými karavany, avšak výhodou je hmotnost do 750 kg, kdy jej může obsluhovat osoba s řidičským průkazem B. [3]

1.2 Velké karavany

Současní velcí výrobci karavanů a obytných aut se specializují na velké rodinné provedení. Obytné prostory nabízí spací prostor minimálně pro čtyři osoby, špičkové vybavení v podobě prostorné kuchyně, chemického záchodu, někdy i sprchového koutu a velkého úložného prostoru. U těchto karavanů je kladen důraz na velký zavazadlový prostor, který se nachází jak z venkovní části, tak i zevnitř. Ve velké míře se používá dvojitá podlaha, což umožňuje zabudovat zásobníky na vodu, kabeláž a plynovou bombu pod podlahu, takže už nezabírá místo v obytné části. Do podlahové části lze také umístit cyklistická kola, někdy i motocykl, velké množství zásob jídla, popřípadě bagáž. V obytném prostoru najdeme variabilní řešení bydlení, které se může přizpůsobit denní době. Postele jsou většinou rozkládací, takže přes den mohou sloužit jako stůl nebo pohovka. Je to velice vhodné řešení, kdy využijeme celý potenciál karavanu. Výška karavanu je dostatečná k tomu, aby se v něm mohla pohodlně pohybovat osoba většího vzrůstu, na rozdíl od malých karavanů. Konstrukce stěn je řešena jako sendvičová, kdy ji tvoří nosný rám, z venkovní části hliníkový plech a z vnitřní strany buď překližka nebo lamino. Mezi těmito dvěma vrstvami je izolační pěna nebo polystyren z důvodu dobré izolace vnitřních prostor před nepřízní počasí, jelikož tyto karavany jsou většinou určeny pro celoroční provoz. S tím souvisí i potřeba vytápění, o které se starají plynové přímotopy, popřípadě elektrická topidla.

K předním výrobcům karavanů patří německé firmy, které mají nejsilnější podíl na evropském trhu. Největším výrobcem karavanů v Evropě je firma Hymer, která vyrobila svůj první karavan již v třicátých letech minulého století. Prudký vzestup znamenala firma v 70. letech a to díky vysoké kvalitě nabízených produktů. Dalším

velkým výrobcem působícím na trhu již od 30. let je firma Knaus, která se v průběhu vývoje spojila s další velmi významnou firmou Tabbert, a to dalo vzniknout jménu firmy Knaus Tabbert group. Karavany od této firmy se vyznačovaly velmi precizním zpracováním, kombinací různých materiálů v interiéru, zaoblenými tvary nábytku a vnějších tvarů. V českém prostředí najdeme taky jednoho výrobce, který se zabýval výrobou karavanů, a to Carrosserie Sodomka ve Vysokém Mýtě. Výroba začala na konci 30. let a zdárně pokračovala až do období normalizace v 70. letech, kdy výroba zanikla. Vyrobena bylo několik typů úspěšných obytných přívěsů, které můžeme potkat i v dnešní době.



Obr. 1.1 Velký karavan Hymer Nova [5]

1.3 Malé karavany

Malých obytných přívěsů je na trhu mnohem méně než již zmiňovaných velkých rodinných karavanů. Důvod je zřejmý. Neposkytují takové pohodlí cestování a bydlení jako velké karavany. Primárně jsou tyto obytné přívěsy určeny pro dvě dospělé osoby, popřípadě pro dvě dospělé osoby a jedno dítě. Hmotnost celého obytného přívěsu je nízká, proto je vhodný pro tažení i slabším automobilem a může ho obsluhovat osoba s řidičským průkazem skupiny B. Vybavenost malých karavanů je skromnější, avšak ani zde nechybí plnohodnotný spací prostor, kuchyňka a úložný prostor. Podle požadavku zákazníka může být vybavení rozšířeno o televizi, rádio, solární kolektor, atd. Konstrukce může být samonosná, v případě lehčích a méně tužších konstrukcí, nebo rámová při požadavku pevnějšího a bytelnějšího provedení. Sendvičování stěn, stropu a podlahy je shodné s použitím u velkých karavanů, protože i zde je kladen důraz na tepelnou a zvukovou izolaci od venkovního prostředí. V kusové výrobě se malé karavany staví na podvozcích přívěsných vozíků z důvodů homologace a zjednodušení, při sériové výrobě se staví na podvozcích upravených na míru.

První výrobci malých karavanů vstoupili na trh v USA již ve třicátých letech minulého století, avšak do Evropy se tento trend dostával velmi pomalu a větší rozmach zažívá až v dnešní době. Nejznámějším výrobcem v této kategorii je německá firma

Caretta, která má ve svém sortimentu čtyři modely. Vyznačuje se kapkovitým tvarem a vnitřní variabilitou. Na českém trhu působí firma CARAVAN-SERVIS, která se taktéž zabývá výrobou malých karavanů. Ve svém sortimentu má modelů, které jsou tvarově velmi podobné. Je to vesměs kopie německých karavanů od již zmiňovaného výrobce Caretta. Ceny začínají od 120 000,- a končí kolem 180 000,-. Tyto ceny však nejsou konečné.



Obr. 1.2 Minikaravan BUZZZ [6]

1.4 Hlavní části podvozku karavanu

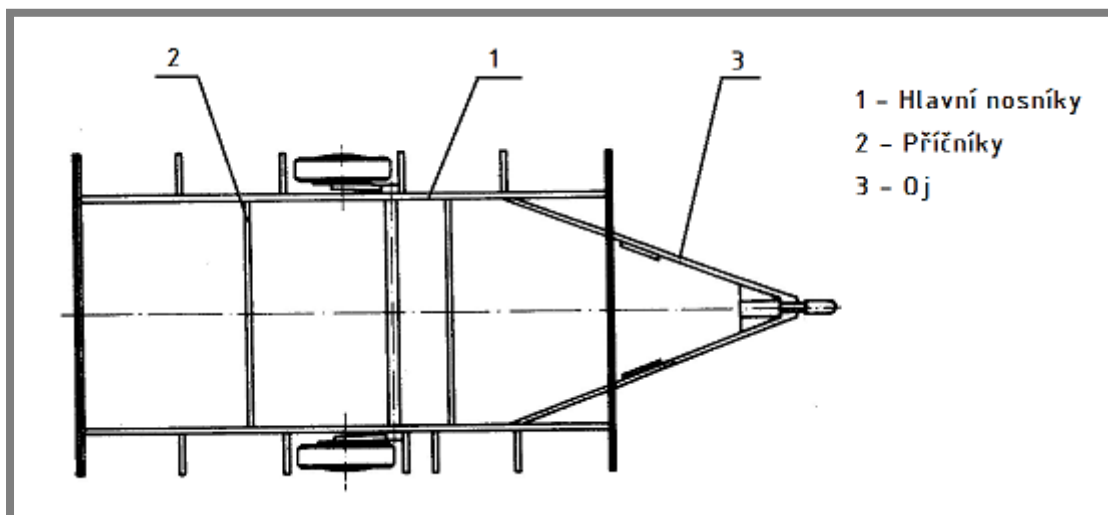
Podvozky, určené pro stavbu obytných přívěsů, je možné zakoupit u autorizovaných prodejců, ale s trochou šikovnosti a dodržení pracovního postupu si jej můžeme vyrobit i svépomocí. Podvozek se skládá z rámu, na který lze snadno namontovat obytnou buňku, oje, opěrné nohy, náprav kol, brzdových systémů, závěsného zařízení a mnoho dalších doplňků včetně opěrného kolečka nebo elektroinstalace. Všechny důležité a funkční součásti musí být nakoupeny od autorizovaných prodejců a musí být certifikovány. Tyto dokumenty jsou důležité u pozdější registrace silničního vozidla.

1.4.1 Rám

Rám podvozku je většinou svařen z ocelových nebo hliníkových hutních polotovarů čtvercového nebo obdélníkového průřezu. Rám musí být dostatečně tuhý, aby dokázal bez problémů přenášet dynamické nesymetrické zatížení na nápravy a na oje přívěsu tak, aby nedocházelo ke zkroucení a aby rozložení sil bylo rovnoměrné po celé ploše. Hlavní nosníky obr. 1.3, především obvodové, jsou tužší než pomocné nosníky, například příčníky obr. 1.3, které nenesou tak velké zatížení. Z důvodů snížení hmotnosti volíme profily tak, abychom celou konstrukci zbytečně nepředimenzovali a dosáhli co nejnižší hmotnosti.

1.4.2 Oj

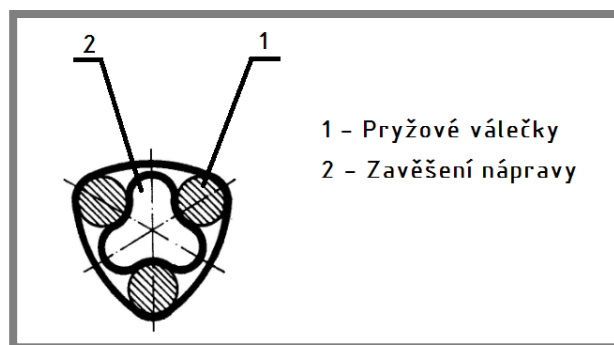
Oj přívěsu je připevněn k rámu svarovým nebo šroubovým spojem. Slouží k uchycení přípojného vozidla k tažnému vozidlu. Většinou se užívá oj tvaru „V“, který se skládá ze dvou nosníků obr. 1.3. Vepředu jsou spojeny deskou, na které je umístěno tažné zařízení, lanko a zásuvka. Užívá se i provedení trubkového oje, kdy trubka oje vede od tažného zařízení až k ose kol. Nesporná výhoda tohoto oje je lepší manévrovatelnost, avšak horší rozložení hmotnosti nákladu. [1]



Obr. 1.3 Schéma podvozku [2]

1.4.3 Nápravy

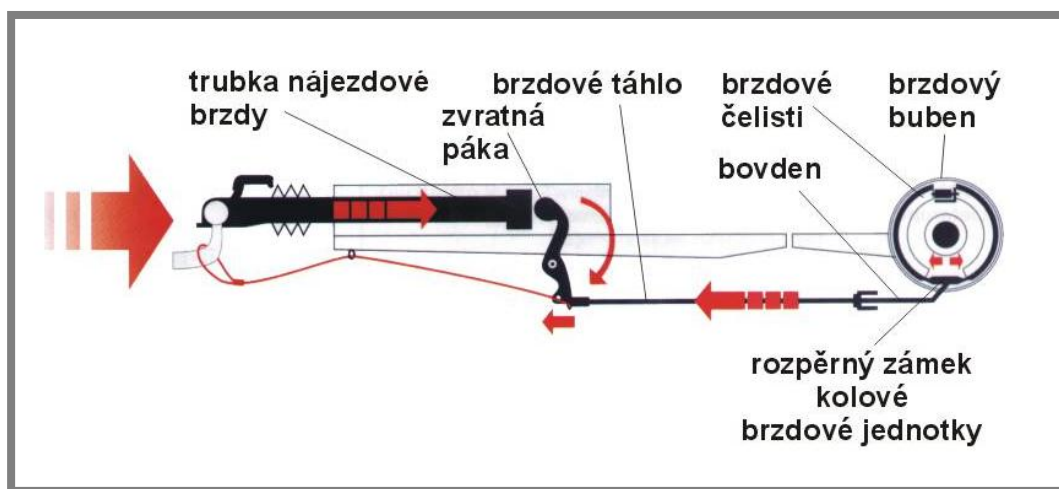
Na nápravy kol jsou kladeny dva požadavky, dobré vedení a odpružení. U přívěsných vozů se většinou používají dva typy odpružení. Odpružení pomocí torzní tyče vyžaduje použití tlumiče, avšak zaručuje dobré vedení a lineární charakteristiku odpružení. Je to však dražší řešení. Další variantou je pryžové pérování, obr. 1.4. Je to jednodušší a konstrukčně nenáročný způsob odpružení, které má dobré tlumicí účinky, avšak nelineární charakteristiku odpružení. Nedovoluje skloubit dobré vedení kol a odpružení, proto si musíme vystačit s kompromisem. Převládá však výhoda ceny a dostačujících vlastností k cestování na zpevněných komunikacích. Pryžový tlumič se skládá ze dvou tyčí zasunutých do sebe s mezerami vyplněnými pryží. Tyče mohou být různě tvarově řešeny. [1]



Obr. 1.4 Pryžové odpružení [2]

1.4.4 Brzdy

Brzdové systémy jsou důležité především u těžších karavanů překračujících celkovou hmotností 750 kg. Předpisem je dáno, že takový přívěs musí být opatřen brzdou. Karavany jsou opatřeny nájezdovou brzdou, obr. 1.5. Funguje tak, že když tažné vozidlo brzdí nebo jede směrem z kopce, trubka nájezdové brzdy se zasouvá v závislosti na velikosti síly působící na tažné oje vleku a působí silou na zvrtnou páku. Tato páka pak vyvíjí tažnou sílu, která se přenáší přes brzdové táhlo na bovden a na rozpěrný zámek kolové brzdové jednotky. Rozpěrný zámek rozevírá brzdové čelisti od sebe, a přívěs je brzděn. Brzděný přívěs nezatěžuje tažné vozidlo, takže celá souprava je lépe ovladatelná a může zastavit na kratší vzdálenosti.



Obr. 1.5 Nájezdová brzda [7]

1.4.5 Stabilizace při odstavení

Opěrné a manipulační elementy, jako například noha nebo kolečko, jsou důležité zejména při odstavení karavanu v kempu nebo při zazimování. Opěrné kolečko umožňuje snadnou manipulaci karavanu při parkování nebo při couvání v kempech. Kolečko dále slouží jako opěrná podpora při odstavení. Noha musí být axiálně vysouvateľná. Většina průmyslově vyráběných karavanů má v každém rohu opěrnou nožku pro zajištění stability. V praxi však postačí dvě nožky vzadu a vepředu opěrné kolečko. Tato konfigurace zajišťuje dostatečnou podporu. [1]

1.4.6 Základní elektroinstalace

Každý karavan musí být vybaven koncovými světly, která jsou k přípojnému vozidlu připojena přes zástrčku u tažného zařízení. Baterie karavanů bývá dobíjena přes tuto zástrčku, ale pouze když je vozidlo nastartováno, aby nedošlo k vybití baterie automobilu. Při domácí výrobě karavanu musíme při registraci dodat protokol autorizované osoby o odzkoušení elektroinstalace.

1.5 Hlavní části obytné buňky karavanu

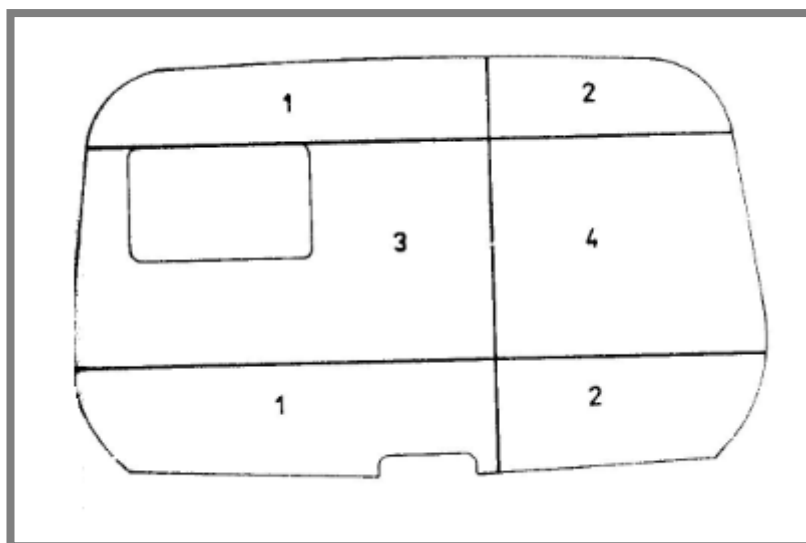
Obytná část se skládá z mnoha součástí, které přináší uživateli komfort a zároveň bezpečí. Chrání obyvatele před nepřízní počasí. Celá obytná buňka je posazena na podvozkovou část, která byla popsána o kapitolu výše. Hlavní součástí je rám, který je kostrou celé konstrukce, vnější hliníkový plech, který chrání vnitřní prostor karavanu před rozmáry počasí, vnitřní opláštění pomocí překližek nebo laminátů poskytující pohodlí a komfort v obytném prostoru. Velice důležitou součástí je i izolace mezi vnějšími a vnitřními plochami. V letních měsících izoluje obytnou část od přímého slunečního svitu a v zimním období poskytuje tepelný komfort. Velice důležitým faktorem pro pohodlné bydlení je dostatečný počet oken pro vstup denního světla a možnost větrání celého prostoru. Nedílnou součástí je i doplňkové vybavení, které se může přizpůsobit každému jednotlivci.

1.5.1 Druhy konstrukcí

Většina karavanových konstrukcí je rámového typu, což znamená, že celá konstrukce je vyztužena dostatečně tuhým rámem, na který jsou připevněny vnitřní a vnější plochy. Rám bývá vyroben většinou z ocelových nebo hliníkových hutních polotovarů, které se používají na nejvíce zatěžovaná místa v rámu. Z důvodů odlehčení celé konstrukce se na méně zatěžovaná místa používá dřevěných nosníků většinou ze smrkového dřeva, které však musí být dobře vyschlé a opatřené ochrannými nátěry proti vlhkosti, aby v době provozu nedošlo ke zkroucení rámu. Starší typy karavanů používají rám, který je celý ze smrkového dřeva. Více namáhaná místa jsou zpevněna leteckou překližkou. Tím se docílí nízké hmotnosti, avšak tuhost konstrukce nebývá ideální. Při výrobě ocelového nebo hliníkového rámu jsou duté profily čtvercového a obdélníkového průřezu nařezány a zakruženy do požadovaných tvarů a následně svařeny, popřípadě snýtovány. Dřevěné nosníky jsou k ocelovému rámu připevněny šroubovými spoji. Ocelový nebo hliníkový rám je svařen do bloků, které tvoří boční stěny, podlahu a strop. Při svařování se musí dávat pozor, aby nedošlo ke zkroucení svařovaných součástí. Můžeme se také setkat s konstrukcí, která nevyžaduje kostru. Boční stěny, čelo i strop jsou prostorově vyztuženy a tvoří pevné podskupiny, které pouze sestavíme. Tyto díly jsou vyráběny laminováním ve formách a jsou velmi lehké. [1]

1.5.2 Vnější plášť

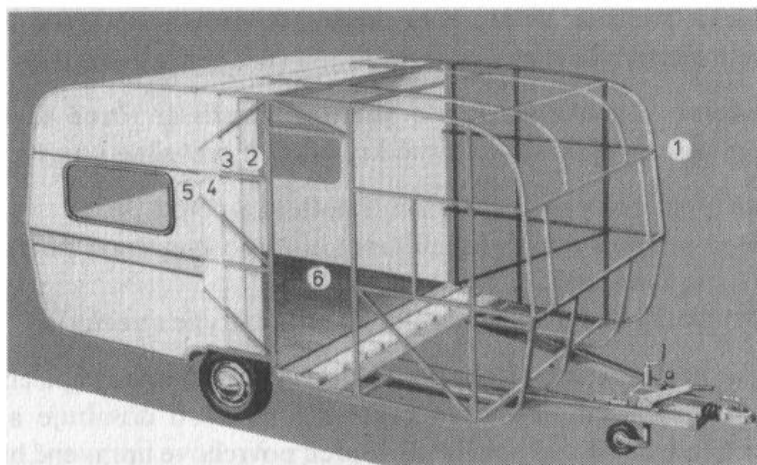
Vnější opláštění je zajištěno pomocí hliníkových plechů tloušťky (0,6 – 1) mm, které se přes sebe plátují obr 1.5. Doporučuje se jemně zvlněný plech nebo plech s vylišovanými vložkami, který se ve velké míře používá. Takto upravený plech snáze vyrovnává tepelné dilatace. Rozdíl teplot v letním a v zimním počasí může dosahovat až 60° C. Plech se vždy na kostru připevňuje pouze po obvodové straně a vlivem výkyvu počasí dojde k jeho částečnému vyboulení. Vroubkový plech snáze odolá tepelné dilataci, a tak je vyboulení menší než u neprofilovaného plechu. Vroubkový plech vyrovná dilatace pouze v jednom směru. Vložkový plech dokáže vyrovnat dilatace v obou směrech, proto je ideálnější řešením. Zvlnění vlivem teploty na profilovaném plechu je méně patrné než zvlnění na rovném. Vnější strana opláštění se vícenásobně lakuje. Pro optické snížení a roztažení karavanu je vhodné umístit na bok barevný vodorovný pruh. [1]



Obr. 1.5 Dělení plechů u přívěsu T 320 [2]

1.5.3 Vnitřní opláštění

Na vnitřní plochy a podlahu se nejčastěji používá tenká překližka. Požadavky na voděodolnost překližky jsou kladeny hlavně u podlahy. V obytné části postačí normální truhlářská překližka opatřená vhodným nátěrem. Tloušťka překližek se pohybuje okolo 3 mm v závislosti na místě použití a zkušenostech v praxi. V obytné části jsou běžně použity břízové překližky z důvodu velmi pěkné kresby let. Tím odpadá další úprava povrchu. Dalším vhodným a modernějším materiálem je laminát s imitací dřeva. Tento materiál je srovnatelný s překližkou a používá ho velké množství výrobců karavanů. Je lehčí, avšak dražší alternativou k překližce.



- 1- Kostra
- 2- Vnitřní opláštění
- 3- Tepelná izolace kostry
- 4- Tepelná izolace stěny
- 5- Vnější plášť
- 6- Podlaha

Obr. 1.6 Hlavní části obytné buňky [3]

1.5.4 Tepelná a hluková izolace

1.5.4

Tepelná izolace je velmi důležitá jak v letních, tak v zimních měsících. V létě dokáže uchránit před spalujícím slunečním zářením, v zimě ochrání vnitřní prostory před chladem. K tepelné pohodě je velmi důležité mít teplotu stěny podobnou teplotě vzduchu uvnitř karavanu. Teplota stěny se nesmí přiblížit teplotě rosného bodu, jelikož by docházelo ke kondenzaci vody na stěnách. V praxi se používá velké množství různých izolačních pěn, polystyrenů a dalších tepelně izolačních materiálů. Jako cenově výhodná varianta se používá deskový polystyren. V místech zaoblení a přechodů se buď použije vícevrstvý polystyren poskládaný na sobě, nebo izolační pěna v podobě nástřiku. Vícevrstvý polystyren se dobře tvaruje do zaoblení, izolační pěna dokáže zaplnit i nejhůře dostupná místa. Další variantou zateplení je použití stříkané pěny, která má vynikající izolační vlastnosti. Stříká se do mezery mezi stěny a vyplní každou skulinu. Tato metoda je nejúčinnější a přináší vynikající tepelnou a hlukovou izolaci. Náklady na stříkanou izolaci vysoce převyšují cenu polystyrenu a vyplatí se až při velkosériové výrobě.

1.5.5 Cirkulace vzduchu

1.5.5

Při konstrukci karavanu se nesmí zapomínat na cirkulaci vzduchu uvnitř obytné části. Z tohoto důvodu musí být okna otevíratelná a neměly by chybět ani větrací mřížky obr. 1.6. V letních měsících, kdy teplotní rozdíl mezi vnitřním a vnějším prostředím není tak znatelný, se mohou otevřít výklopná okna, a tím zajistíme dostatečnou cirkulaci vzduchu bez většího poklesu teploty. Dobré je umístit do karavanu i střešní okno, které zajistí odvod vzduchu z obytného prostoru. [1]



Obr. 1.7 Větrací mřížka [8]

2 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

2.1 Základní parametry

Počet osob:	2 (+1 dítě)
Maximální celková hmotnost:	750 kg
Doporučená hmotnost:	do 400 kg
Konstrukce:	rámová
Typ podvozku:	z přívěsného vozíku Alux27 firmy Agados
Rozměry (D x Š x V) mm:	2500 x 1500 x 1800
Brzdy:	ne
Určeno pro období:	letní
Základní vybavení:	kuchyňka, úložný prostor

2.2 Cíl práce

Cílem práce je návrh a konstrukce malého karavanu, který by vyhovoval výše uvedeným parametrům. Konstrukce by měla být co nejjednodušší s ohledem na co nejnížší pořizovací cenu. Materiál použitý na stavbu karavanu je běžně dostupný na našem trhu, jedná se především o hutní polotovary, plechy a překližku. Součásti, které nelze vyrobit v domácí dílně, budou nakupovány. Jedná se o okna a okenní rámy, větrací průduchy, těsnění dveří a oken, zámky. Důraz je kladen na bezpečnost při silničním provozu, pohodlí přespání a variabilitu provedení. Velmi důležité je dodržení všech předepsaných požadavků ministerstva dopravy, aby mohl být karavan řádně zapsán do registru silničních vozidel. Elektroinstalace, plynové spotřebiče a rozvod plynu musí být zkontrolován proškolenou osobou. Dále bude zpracována výkresová dokumentace v programu SolidWorks 2012.

2.3 Nařízení ministerstva dopravy

Existuje několik způsobů schválení stavby vozidla a jeho zařazení do registru silničních vozidel. Schválení stavby vozidel pro velkosériovou výrobu je administrativně, finančně a časově velmi náročné. Další možností je schválení stavby vozidla pro malou sérii a to do počtu 500 ks za kalendářní rok. V našem případě je však nejlepší schválení jednotlivě vyrobeného silničního vozidla, který popisuje zákon č. 56/2001 sb. § 29 až § 33. Jedná se o stavbu maximálně pěti kusů. Při stavbě se musí dodržet určitá ustanovení.

2.3.1 Vybraná ustanovení ze zákona č. 56/2001 [4]

(1) Výrobou jednotlivého silničního vozidla se rozumí výroba nejvýše pěti kusů jednoho typu silničního vozidla podle vlastní konstrukce nebo s využitím systému vozidla, konstrukční části vozidla a samostatného technického celku vozidla, na něž byla vydána rozhodnutí o schválení typu.

(2) O povolení výroby jednotlivého silničního motorového vozidla musí výrobce předem písemně požádat obecní úřad obce s rozšířenou působností. Příslušným

k vydání povolení je obecní úřad obce s rozšířenou působností, v jehož správním obvodu má výrobce sídlo nebo bydliště nebo místo podnikání, liší-li se od bydliště.

(3) V informačním dokumentu ministerstvo vymezí, z kterých technických požadavků nebo postupů lze povolit při rozhodování o schvalování technické způsobilosti jednotlivě vyrobeného silničního vozidla výjimky. Výjimky nelze povolit z technických požadavků týkajících se

1. brzd,
2. vnějšího hluku,
3. emise škodlivin ve výfukových plynech,
4. odrušení vozidla a elektromagnetické kompatibility.

Žádost o povolení výroby jednotlivého silničního vozidla

(1) Žádost výrobce o povolení výroby jednotlivého silničního vozidla musí obsahovat

1. obchodní firmu, sídlo a identifikační číslo, je-li žadatelem právnická osoba, nebo jméno, příjmení, obchodní firmu, je-li o podnikatele, rodné číslo, místo trvalého nebo povoleného pobytu, je-li žadatelem fyzická osoba,
2. druh a kategorii silničního vozidla,
3. účel, pro který má být silniční vozidlo používáno,
4. způsob zajištění záručního a pozáručního servisu.

(2) Žádost musí být doložena těmito doklady:

1. ověřenou kopií smlouvy nebo listiny o zřízení nebo založení právnické osoby nebo u právnických osob zapsaných v obchodním rejstříku výpisem z obchodního rejstříku, u fyzických osob podnikatelů ověřenou kopií živnostenského oprávnění,
2. technickým popisem silničního vozidla v rozsahu údajů uváděných v technickém průkazu vozidla, včetně údajů o předpokládaných provozních, jízdních a dynamických vlastnostech,
3. nákresem sestavy silničního vozidla s uvedením rozměrů a hmotností,
4. návodem k údržbě a obsluze vozidla v českém jazyce,
5. osvědčeními o schválení typu systémů vozidla, konstrukčních částí a samostatných technických celků vozidla, které tvoří silniční vozidlo, nebo technickým protokolem.

3 VARIANTY KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ

3.1 První varianta

S první variantou jsem pracoval již od prvopočátku a dále jsem ji rozvíjel a vylepšoval. Podvozek je bez úprav použit k montáži obytné buňky. Obytná buňka je připevněna k podvozku pomocí šroubových spojů a tvarového styku v přední části. Tvarový styk přenáší většinu zatížení vyvolaného hmotností obytné buňky a přenáší ji na podvozek. Spací prostor je situován tak, že obě osoby spí podélně na celé ploše spacího prostoru, který činí (140 x 200) cm. Vstup do obytné buňky je na pravém boku karavanu a vede přímo na matraci. Obytná buňka nedisponuje žádnou předsíňkou. Prostor nad hlavou je dostatečný k pohodlnému sezení, popřípadě se dá i kleknout. Přímý postoj v karavanu není možný. Úložný prostor pod kuchyňkou je přístupný jak z obytné části, tak i zvenku. Z vnitřní strany je však obsluhovatelný pouze v omezené míře z důvodu horší přístupnosti. Kuchyňka je přístupná pouze z venkovního prostoru a je určena k přípravě jídla v dostatečně pohodlných podmínkách. Kuchyňka je vybavena dřezem s tekoucí vodou. Zásobník na vodu je umístěn nad dřezem tak, aby voda do dřezu vytékala samospádem. Pod dřezem je zásobník na špinavou vodu. Dále je kuchyňka vybavena plynovým vařičem. Plynová bomba je situována do zavazadlového boxu na oji. Víko kuchyňky slouží v deštivém počasí jako přístřešek. Je doporučováno používat karavan se stanovým přístřeškem, který je nezbytným pomocníkem při deštivém počasí.



Obr. 3.1 První varianta – boční pohled

3.1.1 Výhody a nevýhody první varianty

Výhody:

- + postavení karavanu na sériovém podvozku

- + menší šířka – není potřeba přídavných zpětných zrcátek
- + menší hmotnost

Nevýhody:

- menší užitná plocha – nutné spát podélně
- horší design – vyčnívající kola



Obr. 3.2 První varianta – pohled dovnitř

3.2 Druhá varianta

Druhá varianta vychází z první varianty a začal jsem o ní uvažovat až v pozdější fázi. Jedná se o rozšíření obytné buňky o šířku pneumatik na obě strany tak, aby byly obě pneumatiky schovány pod šasi karavanu. Tím by se rozšířila užitná plocha uvnitř karavanu a bylo by možné dosáhnout toho, že by se mohlo spát napříč karavanem, protože šířka by se přiblížila hodnotě dva metry. Avšak by vznikly další problémy s uspořádáním vnitřního prostoru. Obytná část by nebyla celistvá, protože by do ní zasahovaly podběhy kol. Dále by vznikla nutnost úpravy sériově vyrobeného podvozku a to tak, že by musel být rozšířen po obou stranách a vyztužen. Došlo by k navýšení hmotnosti karavanu. Vybavenost interiéru by zůstala ve stejné konfiguraci jako u první varianty. S možností této konfigurace jsem začal pracovat až v pokročilejší fázi bakalářské práce.

3.2



Obr. 3.3 Druhá varianta – pohled z boku

3.2.1 Výhody a nevýhody druhé varianty

Výhody:

- + zvětšená užitná plocha – další možnosti vnitřního uspořádání
- + skrytá kola

Nevýhody:

- zamlžení výhledu z tažného vozidla
- nutnost úpravy podvozku
- složitější konstrukce rámu kvůli podběhům
- vyčnívající podběhy kol v obytném prostoru



Obr. 3.4 Druhá varianta – pohled zepředu

3.3 Třetí varianta

3.3

Tato varianta byla navržena jako první prototyp a od ní se odvíjely další návrhy. Zamýšlená velikost půdorysu byla (1250 x 2300) mm. Od této varianty bylo upuštěno kvůli nedostupnosti průmyslově vyráběného podvozku tohoto rozměru. Celý karavan je velice zajímavě tvarově řešen a to častým použitím zaoblení.



Obr. 3.5 Třetí varianta

3.4 Výběr varianty

3.4

Vzhledem k již zmíněným výhodám a nevýhodám všech variant a s přihlédnutím na rozpracovanost první varianty jsem se rozhodl dále pokračovat pouze s první variantou. Druhou variantu však neztracuji a vzhledem k dalšímu vývoji malých karavanů by mohla být novým směrem, kterým by se mohla konstrukce malých karavanů dále orientovat za předpokladu vyřešení důležitých konstrukčních uspořádání obytné části.

4 OPTIMÁLNÍ ŘEŠENÍ

4.1 Podvozek

Ke stavbě karavanu je použit sériový podvozek od firmy Agados. Typové označení přívěsného vozíku, z kterého je podvozek použit, je Alux27. Jedná se o podvozek vyrobený z konstrukční oceli. Nosníky jsou zhotoveny z S235 JRG (11 375) a jsou svařeny. Plech pod nápravovou a oje jsou také z plechu S235 JRG, avšak jsou ke svařenci připevněny šrouby. Rám podvozku a oje jsou opatřeny povrchovou úpravou žárovým zinkováním. Podvozek je vybaven zadním skupinovým osvětlením, osvětlením poznávací značky, předními obrysovými světly a po stranách oranžovými odrazkami. Celé osvětlení a elektroinstalace je připojena přes 7-pólovou zástrčku. Celý komplet elektroinstalace je od firmy Jokon. Podvozek je vybaven pryžovým odpružením náprav. Tím je zaručeno dobré odpružení a dostatečně dobré vedení kol. Nápravy instalované na přívěsu jsou od firmy Knott s typovým označením VG7-L. Tažný kloub, lidově řečeno „žehlička“, je použit od firmy Winterhoff s typovým označením WW 8-C+HAL7P určený do 800 kg. Podvozek je vybaven podpěrným kolečkem Winterhoff ST48/200VB určené do maximálního zatížení 150 kg.



Obr. 4.1 Podvozek

4.2 Rám

Z důvodu snížení hmotnosti bylo použito kombinace kovu a dřeva. Hlavní nosné části rámu jsou ocelové, příčníky a stojky jsou dřevěné. Dřevěné části poskytují dostatečnou tuhost v méně namáhaných místech rámu. Po stránce cenové i hmotnostní je použití dřeva výhodné.

4.2.1 Základní věnec

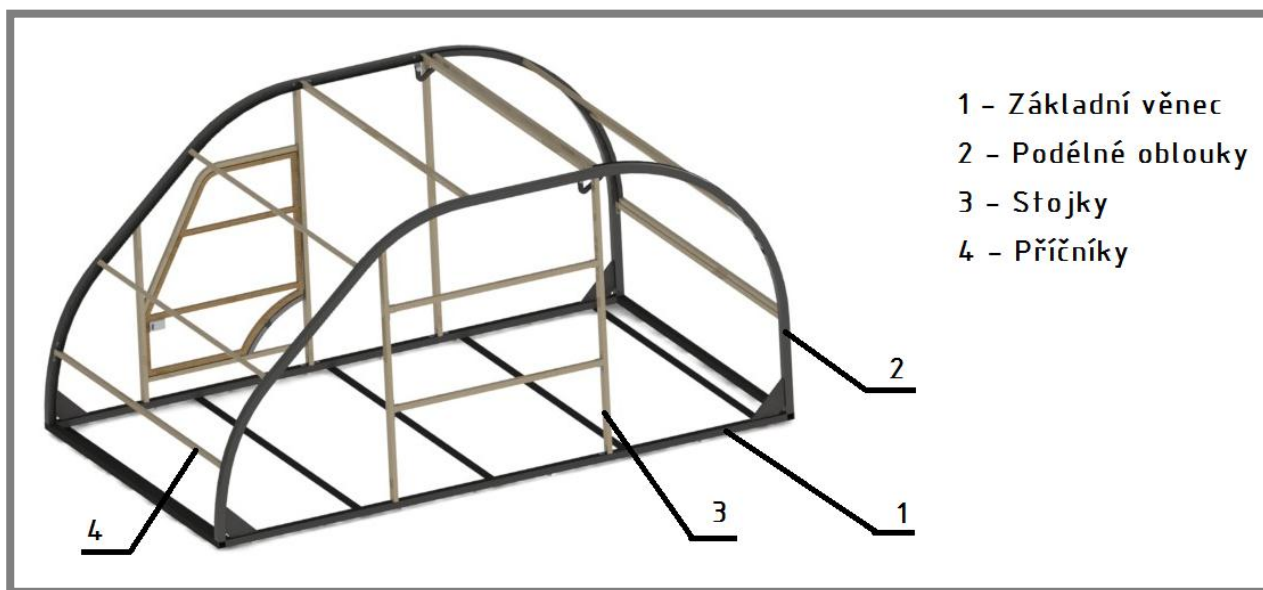
Rám se skládá z věnce, který je složen z ocelových profilů obdélníkového průřezu (35 x 30 x 2) mm a v přední části z profilu (35 x 50 x 2) mm. Tento zvýšený profil zasahuje do drážky v přední části podvozku a zajišťuje tvarový styk a přenos většiny

sil působených obytnou nadstavbou. Všechny hutní polotovary jsou z materiálu S235 JRG. Tento věnec tvoří základ pro další připevňování dílů rámu a je řešen jako svařenec. Spodní stranou je následně pomocí šroubových spojů připevněn k podvozku. Na spodní straně jsou navařeny ocelové pásy plechu, na které se připevní podlaha.

4.2.2 Podélné oblouky

Podélné oblouky jsou hlavním nosným prvkem celého rámu. Oblouky jsou obdélníkového profilu (35 x 35 x 3) mm a jsou vyrobeny z jednoho kusu, který je po celé délce zakružen pomocí CNC zakružovačky. Při zakružování může dojít ke zhroucení nebo vyboulení čtvercového profilu, proto bude muset být zakružení konzultováno s technologem. Podélné oblouky jsou k věnci přivařeny. Vzhledem k malé délce svarů jsou spoje vyztuženy klíny, které zvětší délku svarů a tím zabezpečí dostatečně tuhý svar. Z boční strany směrem do obytného prostoru je navařen pásek plechu (2 x 25 x 2300) mm, který slouží k přilepení vnitřního opláštění v obytné části. Jelikož se dřevěné příčníky a stojky budou připevňovat k rámu pomocí šroubových spojů, musí být podélné oblouky v místě spoje opatřeny ocelovými L profily (30 x 30 x 3) mm, které jsou z jedné strany provrtány a z druhé strany přivařeny k rámu. Spoje dřevěných a kovových částí jsou realizovány pomocí samořezných šroubů. Všechny ocelové díly jsou z konstrukční oceli S 235 JRG, která zaručuje svařitelnost.

4.2.2



Obr. 4.2 Rám

4.2.3 Příčníky a stojky

Rám se skládá z celkem šesti příčných nosníků, které spojují podélné oblouky v průměrné vzdálenosti 500 mm od sebe. Příčníky jsou dřevěné o průřezu (20 x 25) mm. Pouze příčník, na kterém jsou připevněny dveře kufru, je ocelový o

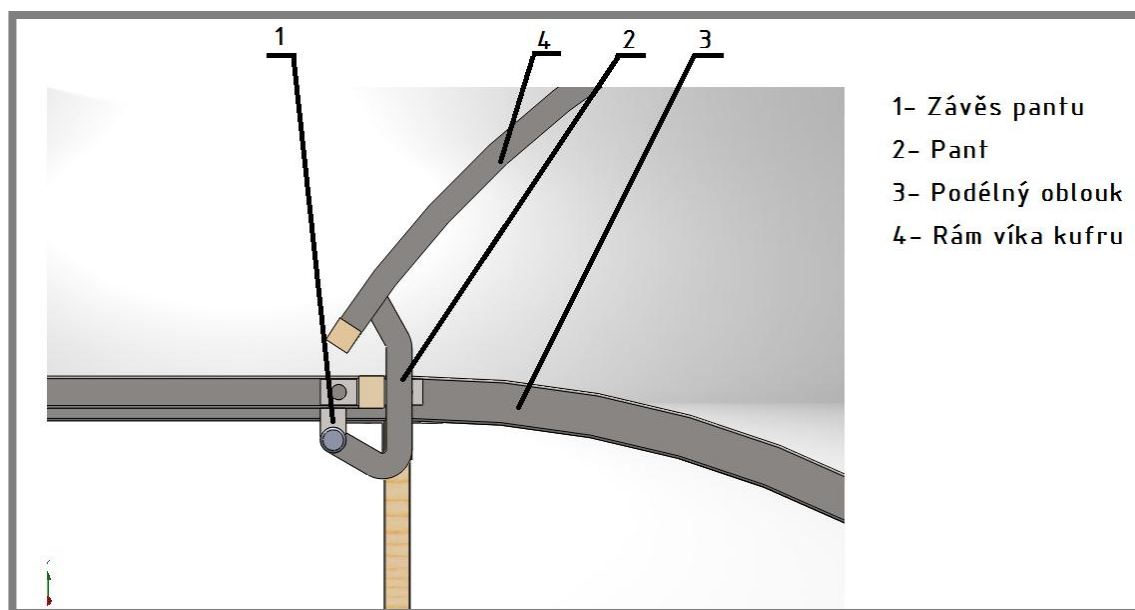
4.2.3

průřezu (20 x 25 x 2) mm z důvodu většího namáhání. Stojky jsou umístěny po stranách mezi podélnými oblouky a věncem. Po stranách se nachází pět stojek, v případě potřeby můžeme další stojky při montáži operativně přidat. Slouží k vyztužení stěn, přichycení dveří a okna. Jsou obdélníkového průřezu (20 x 35) mm a jsou vyrobeny ze dřeva. Připevňuje se k nim vnější a vnitřní opláštění. Mezi boční stojky na straně okna jsou připevněny podélné příčky, které slouží k pevnému uchycení bočního okna. Stěna oddělující obytnou část od kuchyňské bude připevněna k svislým nosníkům a k podélným obloukům. Oddělovací stěna se skládá z ocelových svařovaných L-profilů, mezi kterými jsou vloženy stěny z dřevotřísky. Všechny dřevěné díly jsou ze smrkového dřeva, které má nízkou hustotu kolem 450 kg/m³ a cenově je velmi výhodné.

4.2.4 Rám bočních dveří a víka kufru

Rám bočních vstupních dveří má po obvodu dřevěnou rámovou konstrukci ze čtvercových profilů (20 x 20) mm. V rámu dveří jsou dvě vodorovné příčky, které umožní montáž okna. Dveře jsou přichyceny k rámu pomocí pantů tak, aby bylo možné dveře otevřít v úhlu 180°. Dveře jsou osazeny zámkem uzamykatelným z obou stran. Vykrojení v levé spodní části dveří je nutné z hlediska bezproblémového otevření kolem blatníku.

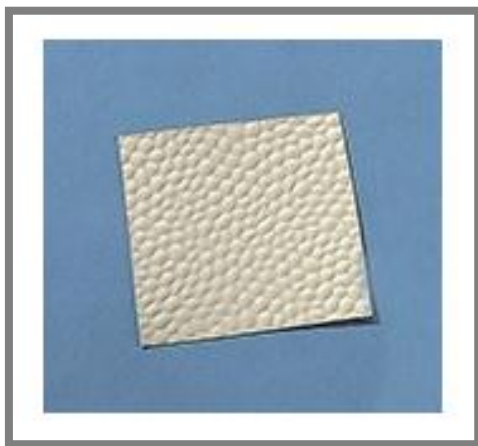
Víko kufru kuchyňky je zavěšeno na speciálně tvarovaných pantech tak, aby bylo možné kufr použít v případě deště jako střecha. Stékající voda nezateče do prostoru kuchyňky, ale je svedena na střechu. Obloukový rám je zakružen z ocelového profilu (20 x 20 x 2) mm. Příčné dřevěné nosníky průřezu (20 x 20) mm tvoří výztuhu a jsou v počtu čtyř kusů s roztečí 400 mm. Na spodní straně je rám osazen zámkem. Pro pohodlnou manipulaci a pro zafixování horní polohy kufru slouží dva vzduchové písty po obou stranách.



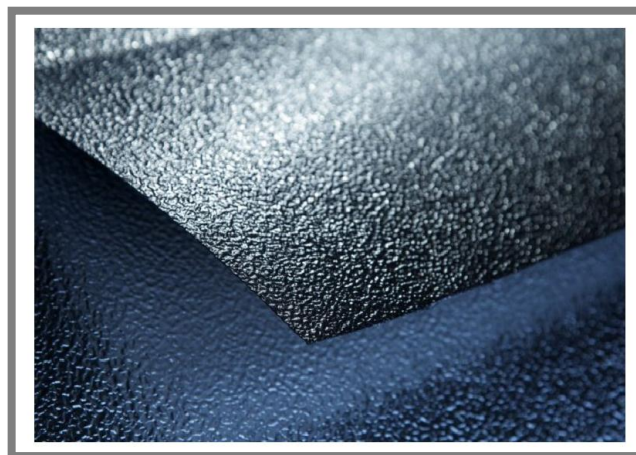
Obr. 4.3 Zavěšení víka kufru v horní poloze

4.2.5 Podlaha

Jako podlahový materiál byla zvolena foliovaná překližka, aby byla schopna ze spodní strany odolávat působení okolní atmosféry a povětrnostním podmínkám. Podlaha bude složena ze dvou dílů a k věnci bude připevněna pomocí ocelových pásků, které jsou přivařeny na spodní straně věnce.



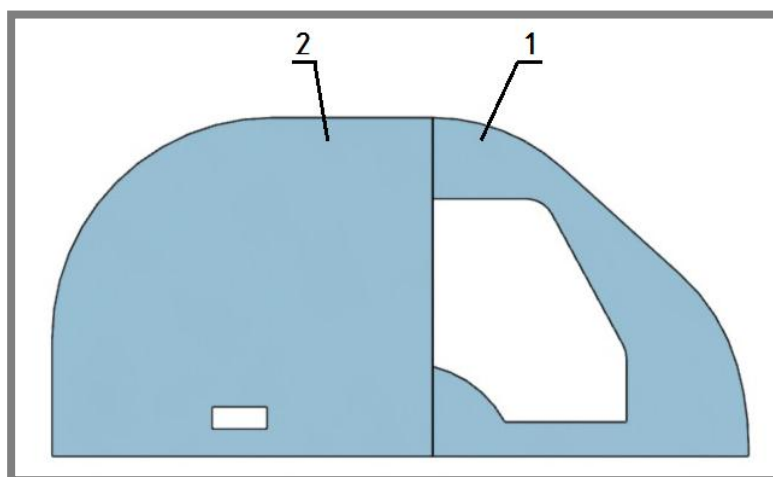
Obr. 4.4 Profilovaný plech [9]



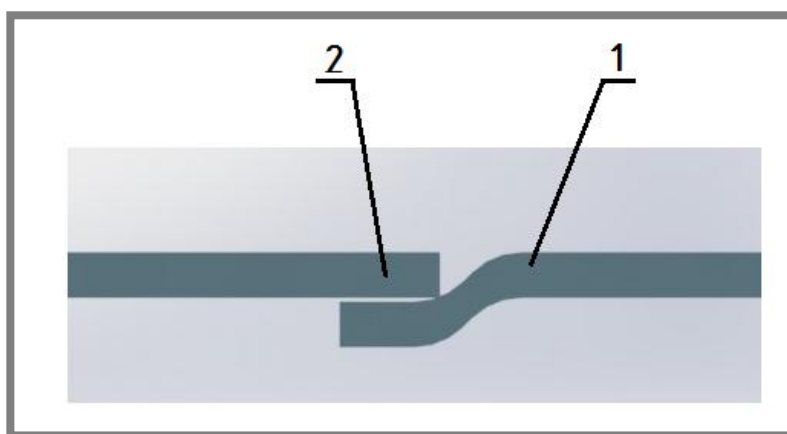
Obr. 4.5 Embosovaný plech [10]

4.3 Vnější opláštění

K opláštění je použit profilovaný bublinkový hliníkový plech obr. 4.4 nebo embosovaný plech obr. 4.5 tloušťky 0,6 mm. Embosování zajistí pomerančově vroubkový vzhled plechu, který se běžně používá pro estetickou úpravu povrchu. Plechy jsou dodávány ve svitcích nebo v tabulích o šířce (1200-1250) mm. Na přání a za příplatek jsou firmy schopny dodat rozměry plechů na míru. S přihlédnutím na co nejlevnější výrobu je zvolena metoda přeplátování více kusů. Boční stěny jsou složeny ze dvou plechů, které jsou napojeny přeplátováním a slepením. Spoj se nachází těsně za vstupními dveřmi. Je důležité, aby byly plechy napojeny po směru jízdy tzn., že plech 1 překrývá plech 2, viz. obr. 4.6. Na druhé straně je spoj situován do stejného místa jako na straně dveří, aby byly obě strany symetrické. Plech na vnější straně střechy je orientován po šířce. Spoj je umístěn nad předním oknem, kde spoj splyne s ohraničením okna. Spoj musí být realizován tak, aby nebylo bráněno stékání vody ze střechy. V okolí dveří a oken rozměr neodpovídá velikosti otvorů, ale je zvětšen z důvodů přehnutí přes okraj tak, aby nemohlo dojít k zatečení vody do vnitřního prostoru. Stejným způsobem je zvětšen rozměr plechu střechy. Po krajích je přesah (10 – 20) mm. V místě zaoblení je plech nastřižen, aby se usnadnilo ohýbání. Gumovým kládívem se následně plechy zahnou. Krytí víka kufru a dveří může být z jednoho kusu, protože jejich velikosti nepřesahují rozměry dodávaného plechu. Vnější plech je ke kostře připevněn technologií lepením pouze po obvodu plechů, kvůli tepelné dilataci a vyboulení. Z estetických důvodů jsou hrany přelepeny L-lištou, která zakryje a zároveň utěsní spoje. Pro povrchovou úpravu bylo zvoleno dvojité lakování.



Obr. 4.6 Boční plechy



Obr. 4.7 Přeplátování plechů 1 a 2

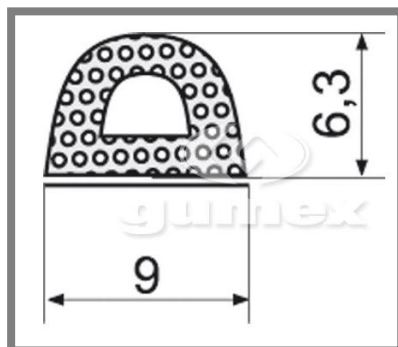
4.4 Vnitřní opláštění

Z vnitřní strany karavanu je použita tenká truhlářská překližka tloušťky 3 mm, která je opatřena povrchovým nátěrem. Dřevěný vzhled dodá interiéru pocit útulnosti. Překližka byla zvolena z důvodu ceny a přírodního dřevěného vzhledu. Vhodnou náhradou by mohly být lamino desky, avšak cenově vychází lépe překližka. Druh překližky může být zvolen dle oblíbenosti různých dřevin. Spoje překližek jsou realizovány pomocí estetických spojovacích plastových nebo hliníkových profilů a okraje jsou lemovány plastovou lemovací lištou. Překližka je k rámu přilepena, v místech která nejsou viditelná může být překližka přišroubována. Překližka je dodávána v tabulích o rozměrech (1525 x 1525) mm nebo (2500 x 1250) mm. Spoje jsou rozmístěny tak, aby co nejméně rušily celistvost obytného prostoru.

4.5 Těsnění

K utěsnění dveří do obytného prostoru, víka kufru a dveří zavazadlového prostoru je použito těsnění od firmy Gumex s kódovým označením 1466010. Jedná se o profilo-

vané těsnění se samolepící vrstvou. Lepené spoje vnějšího pláště nevyžadují žádné dodatečné těsnění. V případě netěsnosti spojů lze použít tmelů k tomu určených.

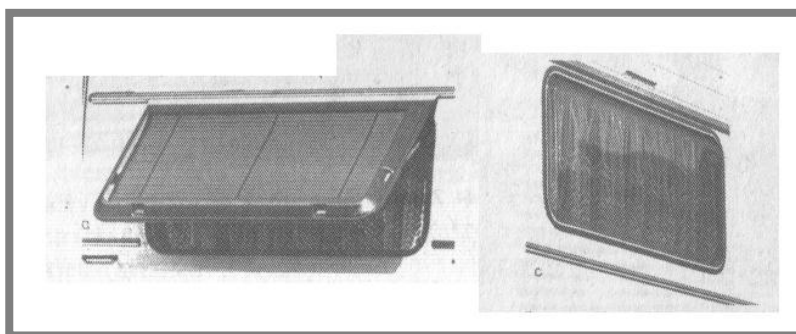


Obr. 4.8 Gumové těsnění [11]

4.6 Okna a větrání

4.6

V přední části je umístěno velké pevné okno, které primárně slouží k prosvětlení interiéru a poskytuje široký výhled. Rozměry okna jsou (1200 x 800) mm, je čiré a jednovrstvé. Před intenzivním slunečním světlem bude obytný prostor chráněn závěsem. Z boční strany je umístěno otvíratelné okno o rozměru (800 x 400) mm, které je primárně určeno k větrání. Ve vstupních dveřích se nachází další otvíratelné okno. Všechna okna jsou od firmy Caravan servis – VAVŘÍN, která zajišťuje výrobu oken na míru a okna jsou dodávána v kompletu, takže není potřeba dalších těsnění a tmelů. K větrání slouží jak okna, tak i postranní větrací mřížky v počtu dvou kusů, které jsou uzavíratelné. Obsluhují se z obytného prostoru. Rozměry mřížky jsou (180 x 60) mm. Tím by měla být zabezpečena dostatečná cirkulace vzduchu.

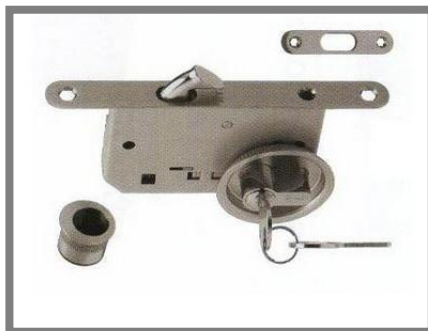


Obr. 4.9 Okna (a- otevírací, c- pevné) [3]

4.7 Zámky

4.7

Na vstupních dveřích je umístěn kovový dveřní zámek s klíčkou uzamykatelný z obou stran. Na dveřích zavazadlového prostoru je použit jednoduchý kruhový zámek z černého plastu uzamykatelný pouze z venkovní strany. Víko kufru je opatřeno zámkem obr. 4.10, primárně určeným pro posuvné dveře. Při zavření víka dojde k zaklapnutí zámků.



Obr. 4.10 Zámek víka kufru [12]

4.8 Další vybavení

Karavan je možné vybavit různým zařízením. U tohoto typu byl na oje připevněn box, který je určený pro převoz plynové bomby a elektrického akumulátoru. Aby byl karavan elektricky samostatný, lze na střechu připevnit solární kolektor, který nabíjí akumulátor. Dalším zajímavým řešením interiéru je skládací postel, kterou lze transformovat na sedačku, instalace rádia, televize a jiného zařízení pro pohodlnější bydlení. Volba vybavení je individuální a může si přizpůsobit každému jednotlivci.

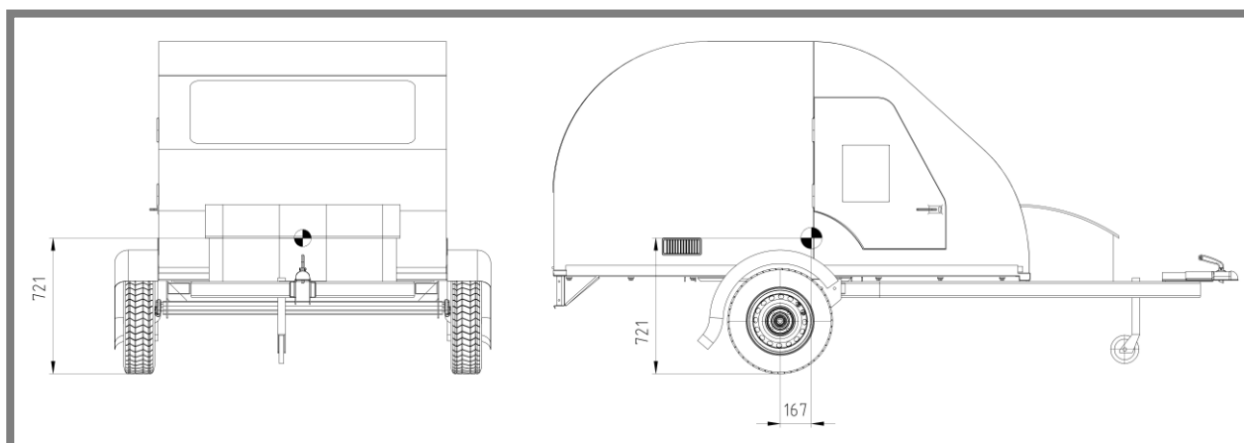
4.9 Celková hmotnost a její rozložení

Obytný přívěs byl navržen s ohledem na nízkou hmotnost, aby se citelně nezvýšila spotřeba tažného vozidla. V zadaných parametrech je doporučená hmotnost do 400 kg, tento požadavek byl dodržen.

Hmotnost jednotlivých součástí byla spočítána pomocí výpočtového nástroje v programu SolidWorks s odpovídajícími materiály. Rozpis hmotností jednotlivých součástí je vypsán v tabulce. Celková hmotnost karavanu je bez zavazadel.

Tab. 1 Hmotnosti jednotlivých součástí

Hmotnost karavanu	
Konstrukční celek	Hmotnost [kg]
Podvozek	150
Ocelové díly rámu	60
Dřevěné díly rámu	35
Kuchyňská stěna	23
Vnitřní vybavení	20
Vnější plášť	16
Okna	15
Vnitřní plášť	11
Spotřební materiál	5
Celkem	335



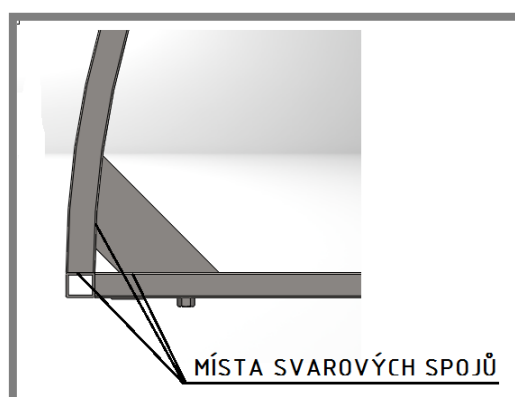
Obr. 4.11 Poloha těžiště

Rozložení hmotnosti mezi nápravu a tažné zařízení auta je velmi důležité z hlediska dobré stability přívěsu při jízdě. Doporučená hmotnost na tažném kloubu se pohybuje od 10 do 50 kg. V našem případě se těžiště prázdného karavanu nachází 167 mm od os kol směrem k tažnému kloubu, čemuž odpovídá síla na tažném zařízení 23,5 kg. Tím je splněna podmínka zatížení tažného kloubu. V závislosti na nerovnoměrném naložení nákladu se může těžiště posunout blíže k jedné z náprav, tomu se snažíme vyhnout.

4.10 Pevnostní výpočet

4.10

Vzhledem k faktu, že neznáme přesné zatížení, je analytický výpočet velmi nepřesný. Pro pevnostní výpočet je nutné změřit průběh zatížení v praxi při působení vnějších vlivů, jako například rychlost větru, nerovnost silnice apod., a následně použít výpočtových programů, například ANSYS. Provedl jsem zběžný výpočet v místě spojení podélného oblouku s věncem. Zde se nachází svarový spoj. Za okrajové podmínky jsem si zvolil zrychlení (zpomalení) 4 m.s^{-2} , kterého se běžně dosahuje při prudkém brzdění. Síla působící na svar byla vyvolána vlastní tíhou obytné buňky. Délka svarů byla zvětšena přidáním klínů. Bezpečnost k MS pružnosti se pohybovala v řádech desítek. V praxi hraje velkou úlohu cyklické únavové porušení, které jsem neuvažoval. Výpočet nebyl publikován z důvodů nepřesnosti z již zmíněných důvodů. Výpočet byl pouze orientační pro mou potřebu.



Obr. 4.12 Spoj podélného oblouku s věncem

5 DISKUZE

Konstrukce karavanu poskytuje nepřehledné množství různých konstrukčních variant a z toho vyplývající možnosti neustálého zlepšování. Možnost zlepšení vidím převážně v dalším zpracování druhé navrhované varianty se zakrytými koly. Tato varianta je na trhu s malými karavany téměř nezastoupena možná proto, že je potřeba vyřešit problém s uspořádáním vnitřního prostoru a polohu těžiště. Další možnost zlepšení vidím ve vizuálním zpracování. V náplni mé bakalářské práce nebyla zahrnuta vizuální stránka. Problém vizualizace jsem se snažil co nejlépe vyřešit, avšak nedílnou součástí sériové výroby by byla spolupráce s designérem. Dalším předpokladem pro sériovou výrobu je zpracování pevnostních výpočtů s přihlédnutím na provozní zatížení. Nejlepší výpočtovou metodou se jeví MKP. Podle výsledků pevnostních výpočtů může být dimenzována kostra karavanu. Tím vzniká prostor pro redukci hmotnosti. V mém návrhu je použit sériový podvozek, který je zbytečně dimenzován na zatížení 750 kg. V kusové výrobě to nepředstavuje až tak závažný problém, ale v sériové výrobě s využitím podvozku na míru můžeme ušetřit několik desítek kilogramů hmotnosti.

Pro dokončení je ještě nutné vyřešit rozvod elektrické energie do obytného prostoru ke svícení a zapojení elektrických spotřebičů.

Zadané parametry karavanu byly dodrženy s využitím co nejjednodušších technologií výroby, z důvodů možné výroby i v menší dílně. Ke konstrukci bylo přistupováno tak, aby byl karavan co nejlehčí a nejlevnější. Tyto dvě podmínky se v mnohém vylučují, ale domnívám se, že nakonec vzešel dobrý kompromis zohledňující oba požadavky. Hmotnost karavanu se pohybuje kolem 350 kg. Cena nebyla blíže spočtena, ale hrubý odhad ukazuje, že cena materiálu na stavbu karavanu by neměla přesáhnout 33 000,- Kč a to i s cenou podvozku. I po přičtení nákladů na výrobu je cena bezkonkurenční v porovnání s cenou současně vyráběných malých karavanů. V ceně vidím hlavní přednost tohoto řešení.

Po technologické stránce není výroba náročná. Využívá se technologie svařování, lepení, tváření a dělení. K řezání materiálu jsou použity CNC stroje. Hojně je při montáži využíváno metody lepení a svařování v ochranné atmosféře.

Do budoucna uvažuji o domácí výrobě tohoto karavanu. I z toho důvodu bylo ke konstrukci přistupováno zodpovědně a každý problém byl detailně promyšlen. Ke konstrukci vlastního karavanu mě přivedla touha cestovat a přemrštěná cena sériově vyráběných malých obytných přívěsů.

7 SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A POUŽITÝCH ZKRATEK

Seznam obrázků:

Obr. 1.1	Velký karavan Hymer Nova [5]	15
Obr. 1.2	Minikaravan BUZZZ [6]	16
Obr. 1.3	Schéma podvozku [2]	17
Obr. 1.4	Pryžové odpružení [2]	17
Obr. 1.5	Nájezdová brzda [7]	18
Obr. 1.5	Dělení plechů u přívěsu T 320 [2]	20
Obr. 1.6	Hlavní části obytné buňky [3]	20
Obr. 1.7	Větrací mřížka [8]	21
Obr. 3.1	První varianta – boční pohled	24
Obr. 3.2	První varianta – pohled dovnitř	25
Obr. 3.3	Druhá varianta – pohled z boku	26
Obr. 3.4	Druhá varianta – pohled zepředu	26
Obr. 3.5	Třetí varianta	27
Obr. 4.1	Podvozek	28
Obr. 4.2	Rám	29
Obr. 4.3	Zavěšení víka kufru v horní poloze	30
Obr. 4.4	Profilovaný plech [9]	31
Obr. 4.5	Embosovaný plech [10]	31
Obr. 4.7	Přeplátování plechů 1 a 2	32
Obr. 4.6	Boční plechy	32
Obr. 4.8	Gumové těsnění [11]	33
Obr. 4.9	Okna (a- otevírací, c- pevné) [3]	33
Obr. 4.10	Zámek víka kufru [12]	34
Obr. 4.11	Poloha těžiště	35
Obr. 4.12	Spoj podélného oblouku s věncem	35

Seznam tabulek:

Tab. 1	Hmotnosti jednotlivých součástí	34
---------------	---------------------------------	----

Seznam zkratk:

MKP	Metoda konečných prvků
CNC	Computer numerical control
MS	Mezní stav

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

8

- [1] VITÁSEK, Jiří a Jan LIBENSKÝ. *Stavíme obytný přívěs*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1981. ISBN 04-304-81
- [2] BODICKÝ, Vladimír. *Abeceda karavaningu*. 2. vyd. Bratislava: Alfa, 1986. ISBN 63-004-86.
- [3] Caravaning. *Caravaning* [online]. [cit. 2013-05-13]. Dostupné z: <http://www.karavanklubchomutov.eu/>
- [4] Česká republika. O podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. In: 56/2001. Dostupné z: <http://www.mdcr.cz/NR/rdonlyres/549ACB36-4977-4DFF-8282-BD43C6746755/0/MicrosoftWord56.pdf>
TŮMA, Jiří a Vladimír CAFOUREK. *Obytný přívěs kapr - 1*. Praha: Alfa, 1980. ISBN 63-1997-80.
- [5] InCAMPER. [online]. [cit. 2013-05-13]. Dostupné z: <http://www.incamper.ch/2009/11/16/grosse-tone-wegen-dem-hymer-nova/>
- [6] Půjčovna karavanů. [online]. [cit. 2013-05-13]. Dostupné z: <http://pujcovnakaravanu.eu/cz/prodej-mini-karavanu/9-cz/minikaravany/31-mikrokaravan-buzzz.html>
- [7] KOBRAS. [online]. [cit. 2013-05-13]. Dostupné z: <http://www.kobras.cz/katalog/s/brzdove-systemy/>
- [8] KARAVAN3NEC. [online]. [cit. 2013-05-13]. Dostupné z: <http://www.karavan3nec.cz/na-vozidlo/mrizka-posuvna-sedo-bila/>
- [9] KARAVAN. [online]. [cit. 2013-05-13]. Dostupné z: http://www.karavan.cz/_451_037-hlinikovy-plech-na-karavan--profilovany--kremovy--.htm
- [10] ALCOM ALVAL. [online]. [cit. 2013-05-13]. Dostupné z: <http://www.hlinik.cz/hlinikove-plechy-embosovane>
- [11] Gumex. [online]. [cit. 2013-05-13]. Dostupné z: <http://www.gumex.cz/pryzove-profilu/pryzove-profilu-1/>
- [12] Nová klika. [online]. [cit. 2013-05-13]. Dostupné z: <http://novaklika.cz/>

9 SEZNAM PŘÍLOH

Výkresová dokumentace

Návrhový výkres	BP-00-00
Karavan	BP-01-00
Obytná buňka	BP-02-00
Rám obytné buňky	BP-03-00