



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ VOZIDLA PRO ODBĚR BIOLOGICKÝCH VZORKŮ

CONSTRUCTION DESIGN OF THE BIOLOGICAL SPECIMEN VEHICLE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Pavel Otáhalík

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. Josef Štětina, Ph.D.

BRNO 2023

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Student: **Bc. Pavel Otáhalík**
Studijní program: Automobilní a dopravní inženýrství
Studijní obor: bez specializace
Vedoucí práce: **prof. Ing. Josef Štětina, Ph.D.**
Akademický rok: 2022/23

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 diplomové práce:

Konstrukční řešení vozidla pro odběr biologických vzorků

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Národní Centrum Tkání a Buněk provádí odběry tkání od dárců a zpracovává tyto tkáně do finálních transplantátů. Transplantáty se využívají například v popáleninové medicíně (kožní štěpy), chirurgii (např. náhrada postižené kosti kostním štěpem u kostních nádorů) nebo v očním lékařství (náhrada rohovky, léčba rohovkových vředů). Pro tyto účely by bylo vhodné navrhnout vozidlo/nástavbu, která umožní tyto odběry provádět v terénu.

Cíle diplomové práce:

Výběr vhodného podvozku/vozidla pro nástavbu, včetně vhodné motorizace.

Základní konstrukční návrh nástavby.

Řešení problematiky nakládky a přístupu do nástavby, řešení dezinfekce a údržby prostoru.

Řešení vytápění a chlazení, osvětlení, bezpečnosti provozu.

Finální konstrukční řešení ve formě konceptu pro výrobu prototypu.

Seznam doporučené literatury:

SHIGLEY, Joseph Edward, Charles R. MISCHKE a Richard G. BUDYNAS, VLK, Miloš, ed. Konstruování strojních součástí. 1. V Brně: VUTIUM, 2010. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 978-80-214-2629-0.

CROLLA, A. Automotive Engineering: Powertrain, Chassis System and Vehicle Body. Oxford: Elsevier, 2009. ISBN 978-1-85617-577-7.

MOLDENHAUER, Jeanne. Disinfection and decontamination: a practical handbook. 1. Boca Raton: Taylor & Francis and CRC, 2019. ISBN 9781351217026.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2022/23

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Josef Štětina, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jiří Hlinka, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá konstrukčním řešením vozidla pro odběr biologických vzorků. Začátek práce je věnován vysvětlení důvodů pro stavbu tohoto vozidla a jsou uvedeny příklady dalších speciálních vozidel, která využívají lékaři nebo záchranáři. Další část práce se zabývá konstrukčním řešením. Nejprve je vybráno vozidlo, které bude sloužit jako platforma pro nástavbu a následně je popsána konstrukce nástavby. Dále je řešen interiér odběrového vozidla, aby obsahoval všechny prvky výbavy potřebné k efektivní práci doktorů vykonávajících odběry tkání. Nakonec je provedena pevnostní kontrola pomocného rámu vozidla, který slouží jako základ pro nástavbu. V závěru je konstrukce zhodnocena, jestli se podařilo dosáhnout všech požadavků daných v zadání a úvaha, co je třeba dále vyřešit pro vybudování odběrového vozidla.

KLÍČOVÁ SLOVA

nástavba užitkového vozidla, odběr tkání, NCTB, konstrukce, nákladní vozidlo

ABSTRACT

This diploma thesis deals with the design of a vehicle for biological sampling. The beginning of the thesis is devoted to explaining the reasons for the construction of this vehicle and examples of other special vehicles used by paramedics or rescuers are given. The next part of the thesis deals with the design. First, the vehicle that will serve as the platform for the body is selected and then the design of the body is described. Next, the interior of the sampling vehicle is designed to contain all the equipment needed for the efficient work of the doctors performing tissue sampling. Finally, the strength of the auxiliary frame of the vehicle, which serves as the basis for the superstructure, is checked. In conclusion, the design is evaluated to see if all the requirements given in the brief have been achieved and consider what needs to be addressed further to build the biological sampling vehicle.

KEYWORDS

utility vehicle body, tissue collection, NCTB, construction, truck vehicle

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

OTÁHALÍK, Pavel. *Konstrukční řešení vozidla pro odběr biologických vzorků*. Brno, 2023. Dostupné také z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/149583>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automobilního a dopravního inženýrství. Vedoucí diplomové práce Josef Štětina.



ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením prof. Ing. Josefa Štětiny, Ph.D. a s použitím informačních zdrojů uvedených v seznamu.

V Brně dne 25. května 2023

.....

Pavel Otáhalík

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce, prof. Ing. Josefu Štětinovi, Ph.D., za ochotu a užitečné rady, které mi pomáhaly při psaní této práce.

OBSAH

Úvod.....	11
1 Rešeršní část.....	12
1.1 Výchozí požadavky.....	12
1.2 Výběr vhodné stavební platformy.....	14
1.2.1 Skříňové dodávky.....	15
1.2.2 Podvozek dodávky s kabinou.....	16
1.2.3 Menší nákladní vozidla.....	17
1.2.4 Volba vhodného vozidla.....	18
1.2.5 Zákonné předpisy pro přestavby.....	20
1.3 Speciální vozidla záchranných služeb.....	23
1.4 Spolupráce výrobců nákladních vozidel a výrobců nástaveb.....	31
2 Konstrukční část.....	33
2.1 Pomocný rám.....	33
2.1.1 Podélníky pomocného rámu.....	33
2.1.2 Spojení pomocného a nosného rámu.....	34
2.1.3 Příčnický pomocného rámu.....	36
2.1.4 Model pomocného rámu.....	38
2.2 Nástavba.....	39
2.2.1 Izolační panely.....	39
2.2.2 Hliníkové profily.....	43
2.2.3 Konstrukce nástavby.....	47
2.3 Přístup do nástavby.....	54
2.3.1 Zadní dveře.....	55
2.3.2 Boční dveře.....	59
2.3.3 Sklopná plošina.....	60
3 Interiér nástavby.....	63
3.1 Pitevní stůl.....	63
3.2 Nerezový nábytek.....	65
3.2.1 Pracovní stůl.....	66
3.2.2 Nástěnná skládací police.....	66
3.2.3 Skříň.....	67
3.3 Klimatizace.....	68
3.4 Dezinfekce.....	69
3.5 Osvětlení.....	70
3.6 Vizualizace interiéru.....	71
4 Pevnostní kontrola.....	74
4.1 Silové účinky působící na rám.....	74
4.1.1 Odstředivá síla.....	74
4.1.2 Brzdná síla.....	75
4.1.3 Gravitační síla.....	75
4.2 Výpočet rámu.....	75
4.2.1 Celý rám.....	76
4.2.2 Jeden příčník.....	79

5	Pohledy na model nastavby odběrového vozidla.....	84
	Závěr	86
	Použité informační zdroje	87
	Seznam použitých zkratk a symbolů	93
	Seznam příloh.....	94

ÚVOD

Projekt výstavby odběrového vozidla byl zadán společností Národní Centrum Tkání a Buněk (NCTB), která sídlí v Ostravě. Jedná se o největší tkáňové zařízení v ČR, které se věnuje použití tkání v léčbě již více než 10 let. Skrze své partnery (smluvní místa pro darování tkání) zajišťuje darování a zpracování lidských tkání po celé České republice. NCTB darované tkáně zpracovává a tkáňové transplantáty jsou využívány nemocnicemi a různými klinikami, případně mohou být připravovány konkrétním pacientům na míru. Odborné týmy lékařů provádějí odběry a zpracování tkání. Odebrané transplantáty jsou následně uchovávány podle evropských standardů pro transplantaci.

Odběry tkání jsou prováděny u zemřelých dárců obvykle v prostorách pitevny, jelikož se však nejedná o sterilní prostředí, mohou být tyto tkáně při odběru kontaminovány a musí být následně likvidovány. Další tkáně nemohou být odebrány z důvodu vypršení časového limitu pro darování konkrétní tkáně, protože provoz pitevny zrovna v danou chvíli neumožňuje odběr tkáně. Tyto případy by mohly být řešeny výstavbou odběrového vozu, který by umožnil přijet na dané místo a odběr tkáně od dárce vykonat přímo v odběrovém voze.

V první kapitole jsou uvedeny požadavky na nástavbu zadané společností NCTB, které je nutné při návrhu odběrového vozu splnit. Podle těchto požadavků je třeba nejprve vybrat vhodný podvozek/vozidlo pro nástavbu. Pro konkrétní vybrané vozidlo bude následně řešen konstrukční návrh samotné nástavby. Mezi další cíle práce patří řešení přístupu do nástavby, údržby a dezinfekce interiéru. Dále také řešení vytápění, chlazení a osvětlení interiéru.

Cílem této práce je vytvořit celkový konstrukční návrh nástavby odběrového vozidla. Toto vozidlo může v případě realizace jeho výstavby a uvedení do provozu zefektivnit odběry tkání vykonávané Národním Centrem Tkání a Buněk. Jedná se o zajímavý koncept vozidla, které by bylo prvním vozidlem sloužícím k zamýšlenému účelu v České republice.

1 REŠERŠNÍ ČÁST

První kapitola práce byla věnována objasnění podkladů pro návrh odběrového vozidla daných společností NCTB (obr. 1). Dále bylo třeba podle podkladů vybrat vhodný typ a velikost vozidla pro konstrukci nástavby a následně také konkrétní vozidlo, pro které splňuje všechny požadavky a bude sloužit jako základním stavební platforma pro nástavbu odběrového vozidla. Pro inspiraci při návrhu nástavby byla zpracována rešerše různých vozidel záchranných složek, která slouží pro speciální účely. Naznačeny jsou také kroky, které je třeba podniknout pro homologování nástavby vozidla pro provoz na silničních komunikacích. Závěrem rešeršní části je nastíněno, jak probíhá spolupráce mezi výrobcí užitkových vozidel a výrobcí nástaveb, aby byl usnadněn vývoj a výroba různých typů nástaveb.

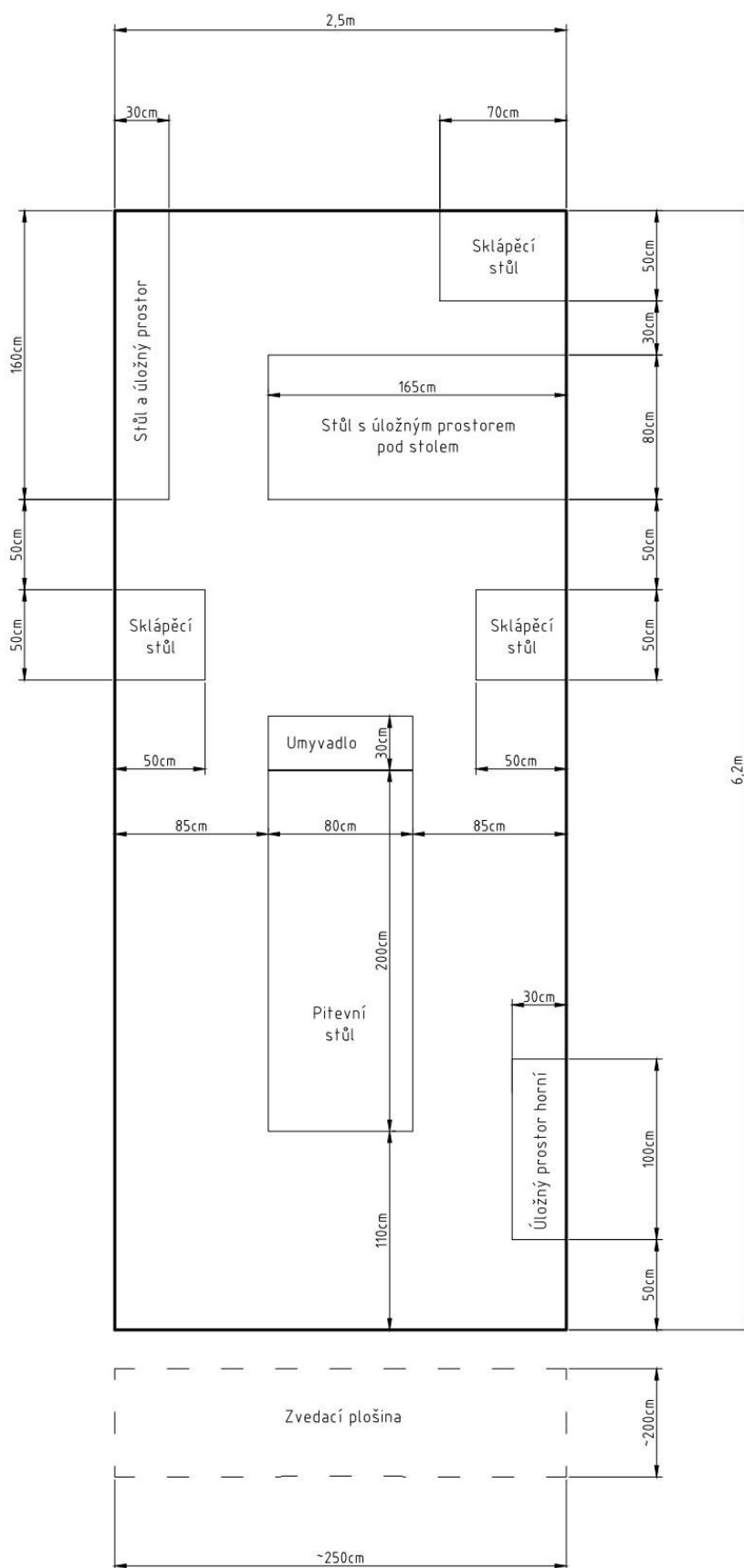


Obr. 1 Logo Národního Centra Tkání a Buněk [1]

Jak bylo již řečeno v úvodu práce, společnost NCTB připravuje pro transplantační centra tkáňové transplantáty. Tyto transplantáty se využívají například v popáleninové medicíně (kožní štěpy), chirurgii (náhrada postižené kosti kostním štěpem u kostních nádorů) nebo v očním lékařství (transplantace rohovky) [2].

1.1 VÝCHOZÍ POŽADAVKY

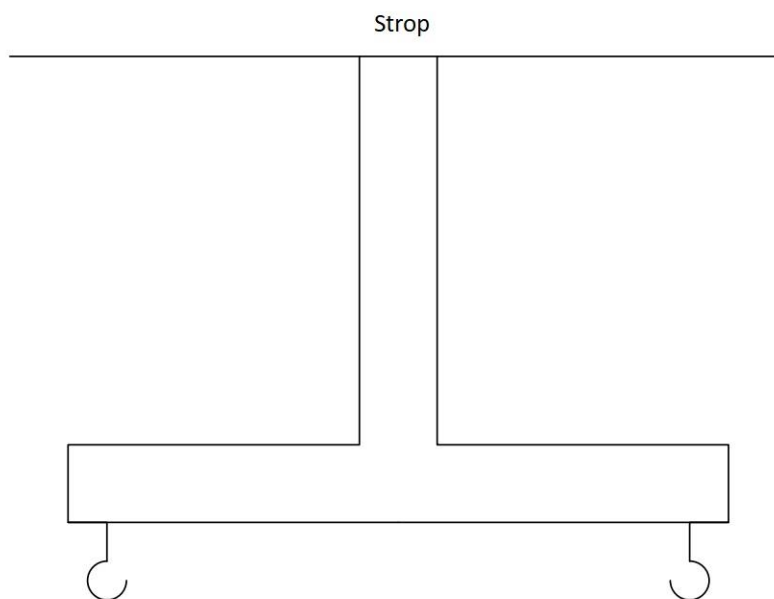
Výchozím podkladem konstrukčního návrhu vozidla pro odběr biologických vzorků byl náčrt interiéru vozidla dodaný NCTB (obr. 2). Obsahem náčrtu jsou celkové rozměry nástavby, vybavení interiéru, jeho přibližné rozměry a dále několik požadavků, co by měla nástavba také obsahovat. Originál náčrtu byl převeden pro lepší přehlednost do elektronické podoby. Náčrt byl vytvořen v měřítku pro snadnější orientaci.



Obr. 2 Půdorys návrhu nástavby odběrového vozidla dodaný NCTB

Celkové vnitřní rozměry nástavby jsou 6,2 metru na délku a 2,5 metru na šířku. Uprostřed se nachází pitevní stůl s umyvadlem, přičemž je třeba zajistit dostatečný manipulační prostor v okolí stolu pro pohodlnou práci posádky vozidla. V přední části je umístěn ještě jeden větší stůl s úložným prostorem pod ním a dále jsou na stěnách připevněny další menší skládací stoly. U zadního vstupu je úložný prostor po stranách nahoře. Jak lze vidět i na návrhu nástavby (obr. 2), za nástavbou z venku je umístěna zvedací plošina, která slouží pro nakládání těl do odběrového vozu. Její rozměry by měly být přibližně 2,5 metru na šířku a 2 metry na délku.

Dále bylo z NCTB zadáno několik požadavků, které by měly být dodrženy, případně vybavení, které by měla nástavba rovněž obsahovat. Prvním z nich je odtok odpadu z umyvadla, který by měl být sveden pod vozidlo do sběrné nádoby. Dalším požadavkem je náležité osvětlení v nástavbě, které zajistí posádce dobrou viditelnost při odebrání vzorků tkání. Dále by měly být ve vozidle umístěny germicidní lampy. Jedná se o speciální lampy, které vyzařují ultrafialové záření a slouží ke sterilizaci vzduchu, kapalin a povrchu předmětů tam, kde je požadováno sterilní prostředí. U hlavního pitevního stolu by měly být k dispozici hadice s vodou, a to na obou stranách stolu. Nad pitevním stolem by na obou jeho koncích měla být připevněna do stropu sklápěcí konstrukce (obr. 3), která bude sloužit pro uchycení končetin, pokud to bude daný zákrok vyžadovat.



Obr. 3 Tvar sklápěcí konstrukce pro uchycení končetin

Dalším z požadavků bylo umístění mrazicí skříně o rozměrech 70x45cm, která slouží pro uchovávání a převoz odebraných tkání a vytvořených transplantátů.

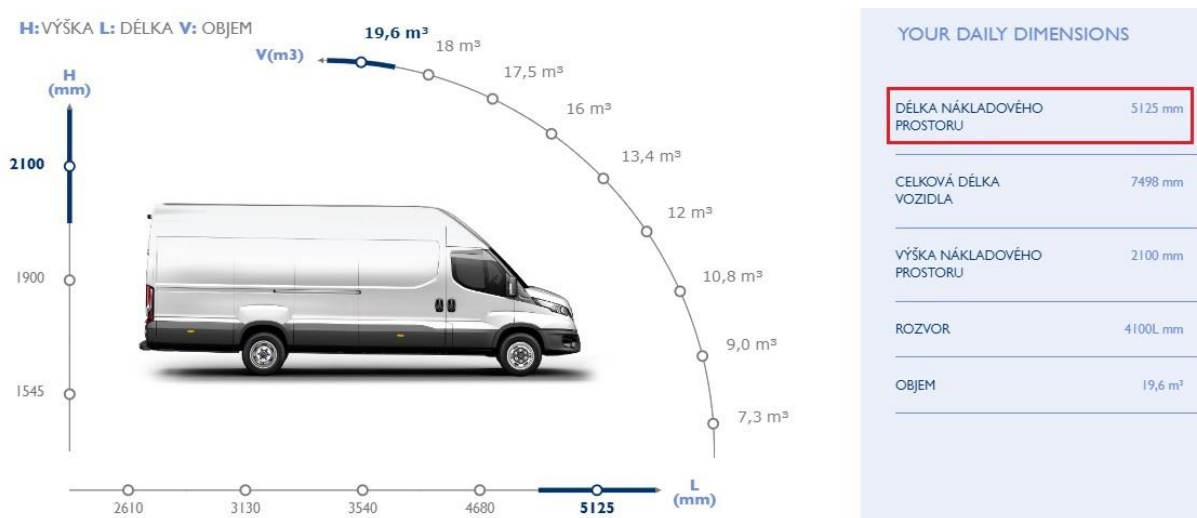
1.2 VÝBĚR VHODNÉ STAVEBNÍ PLATFORMY

Důležitým bodem práce byl výběr vhodné platformy (vozidla), která byla použita pro navrhovanou nástavbu určenou pro odběr tkání. Při výběru vozidla je třeba brát v potaz všechny výše uvedené požadavky od NCTB. Hlavním rozhodujícím faktorem jsou celkové vnitřní rozměry interiéru nástavby. Podle nich lze rozhodnout, jakou kategorii vozidel je možné pro nástavbu použít a kterou nikoliv. V následující kapitole jsou představena užitková

vozidla různých variant a velikostí a je určeno, která jsou pro nastavbu odběrového vozidla vhodná. Následně bylo vybráno ideální vozidlo, které je dále specifikováno.

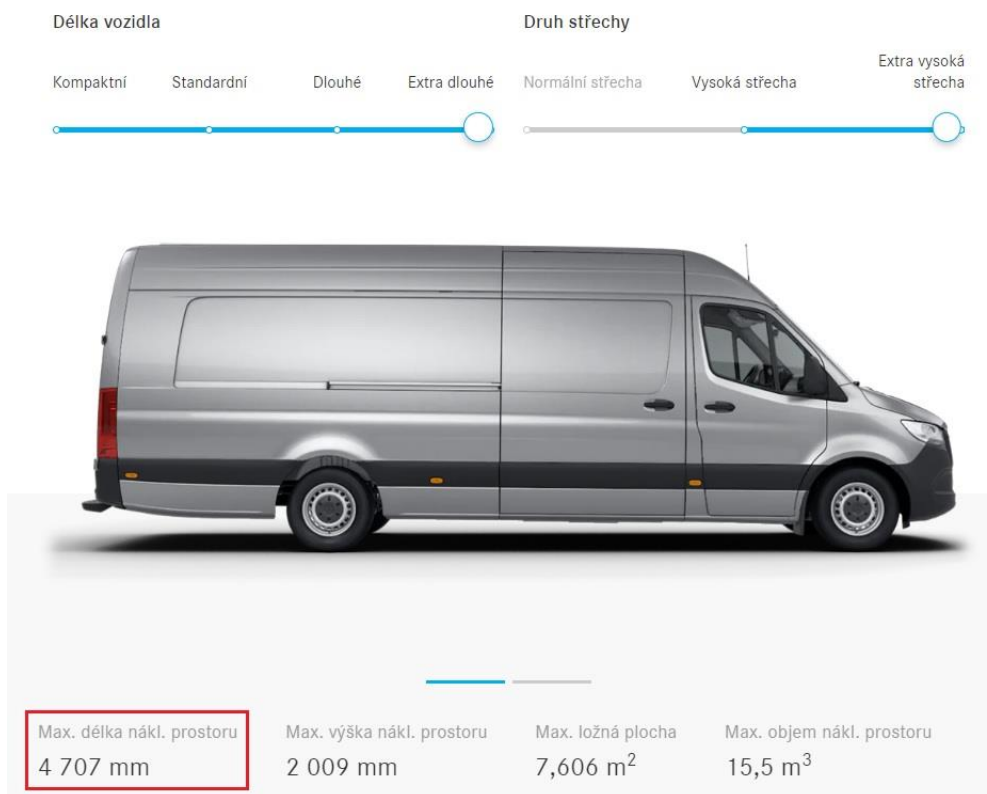
1.2.1 SKŘÍŇOVÉ DODÁVKY

Jako první možnost se nabízela přestavba skříňové dodávky. V tomto případě by nebylo třeba se zabývat konstrukcí samotné nástavby, ale pouze modifikací a vybavením interiéru skříňe. Skříňové dodávky se liší podle délky a také výšky. Mezi výrobci bylo zavedeno jednotné značení délek L1 až L4 a výšek H1 až H3 karoserie, kterého se drží většina výrobců užitkových vozidel. Pro příklad byly uvedeny rozměry z konfigurátorů vozidel významných výrobců dodávek Iveco (obr. 4) a Mercedes-Benz (obr. 5). Důležité rozměry jsou zvýrazněny v červených rámečcích.



Obr. 4 Rozměry skříňové dodávky Iveco Daily [3]

Iveco Daily ve verzi s nejdelším rozvorem a nejdelší skříňí má délku nákladového prostoru 5,125 metru. Jedná se přitom o jednu z největších dodávek i v porovnání se skříňovými dodávkami ostatních výrobců. Požadovaná délka interiéru nástavby je 6,2 metru z důvodu umístění velkého pitevního stolu a dostatečného manipulačního prostoru kolem něj a dalšího vybavení. Vozidla typu skříňové dodávky jako Iveco Daily a podobné nebylo možno pro nastavbu použít z důvodu nedostatečných rozměrů, i když by jejich použití mělo jisté výhody.



Obr. 5 Rozměry skříňové dodávky Mercedes-Benz Sprinter [4]

1.2.2 PODVOZEK DODÁVKY S KABINOU

Druhou možností řešení konstrukce odběrového vozidla bylo použití podvozku dodávky s kabinou a návrh samotné skříňové nástavby. Výrobci, kteří nabízejí podvozky s kabinou, většinou prodávají pouze vozidlo samotné a existuje řada firem, které se specializují na výrobu různých typů nástaveb (obr. 6) pro široké spektrum zákazníků. Jedná se například o skříňové nástavby, dále valníkové, nosiče kontejnerů, odtahové, sklápěcí a další speciální nástavby. Některé firmy nabízejí také možnost výroby nástavby podle přání zákazníka.



Obr. 6 Různé typy nástaveb pro užitková vozidla [5]

Pro výstavbu odběrového vozidla bylo použito jako příklad opět vozidlo Iveco Daily ve verzi podvozku s kabinou a ve variantě s nejdelším rozvorem. Pro představu, jak by mohla nástavba vypadat, byla vybrána skříňová nástavba z katalogu německé společnosti Humbaur (obr. 7), která je jedním z největších výrobců různých typů nástaveb pro užitková vozidla.

► FLEXBOX Series 50000 / 60000 / 70000



PERFECT FOR THE IVECO DAILY 70C

Additional accessories and individual design solutions on request!

SUPER LIGHTWEIGHT HUMBAUR GFK TECHNOLOGY

FLEXBOX DRY	W/B 3450 mm	3750 mm	4100 mm	4350 mm	4750 mm	5100 mm
Internal Dim. (L x W x H) in mm	3685 x 2035 x 2085	4185 x 2035 x 2085	4435 x 2035 x 2085	4935 x 2035 x 2085	5685 x 2035 x 2085	5685 x 2035 x 2085
Steel construction weight in kg	700	770	805	875	980	980
GRP structure weight in kg	390	430	450	490	550	550

Obr. 7 Nástavba pro vozidlo Iveco Daily od společnosti Humbaur [6]

Pro příklad zde byla použita skříňová nástavba od společnosti Humbaur, další výrobci nástaveb však nabízí pro dané vozidlo nástavby velmi podobných rozměrů. Na obr. 7 jsou v červeném rámečku zvýrazněny rozměry nástavby pro největší rozvor vozidla Iveco Daily. Maximální délka interiéru je 5,685 m a šířka je 2,035 m. Tyto rozměry jsou požadovaným rozměrům nástavby odběrového vozidla sice bližší, než nabízí skříňové dodávky, stále však nejsou dostatečné. Bylo proto třeba pro nástavbu zvolit jako platformu větší vozidlo, než jsou skříňové dodávky případně jejich podvozky s kabinou a nástavbou.

1.2.3 MENŠÍ NÁKLADNÍ VOZIDLA

Jako další, o stupeň větší vozidla se nabízely menší typy nákladních vozidel. Tato vozidla výrobci nákladních vozidel nabízí většinou jako nejmenší typy ze svých modelových řad. Jedná se o vozidla jako například Iveco Eurocargo, Mercedes-Benz Atego, Volvo FL, Scania řady L, DAF LF, MAN TGL a další. Výrobci je nabízí většinou ve dvou verzích, jako podvozek s kabinou nebo tahač návěsu. Pro případ návrhu odběrového vozu je vhodná varianta podvozku s kabinou. Výrobci nabízí pro tato vozidla široké možnosti konfigurací a snaží se tak vyhovět každému zákazníkovi. Jedná se různé druhy a velikosti kabiny, počet náprav a poháněných kol, různé nosnosti podvozku, délky rozvoru kol, motory a jejich výkonové varianty a dále také výbava vozidla v interiéru a exteriéru, asistenční systémy a mnoho dalšího.

Pro představu, jestli jsou vozidla tohoto typu vhodná jako platforma pro nástavbu odběrového vozidla, byla použita jako příklad opět nástavba z katalogu výrobce Humbaur. Jedná se konkrétně o nástavbu pro vozidlo Iveco Eurocargo (obr. 8).

► FLEXBOX Series 50000 / 60000 / 70000



PERFECT FOR THE IVECO EUROCARGO

Additional accessories and individual design solutions on request!

FLEXBOX DRY	7,49 to		12 to		16 to	
Internal Dim. (L x W x H) in mm	6085 x 2485 x 2285	7285 x 2485 x 2285	6085 x 2485 x 2285	7285 x 2485 x 2285	6085 x 2485 x 2285	7285 x 2485 x 2285
Steel construction weight in kg	1250	1460	1300	1520	1360	1580
ALU construction weight in kg	980	1150	1030	1210	1090	1270

Obr. 8 Nástavba pro vozidlo Iveco Eurocargo od společnosti Humbaaur [6]

Na obr. 8 jsou v červeném rámečku vyznačeny rozměry interiéru nástavby. Maximální délka interiéru je 6,085 m a šířka 2,485 m. Rozměry jsou velmi podobné jako požadované rozměry interiéru nástavby navrhovaného odběrového vozidla. Pro nástavbu tedy je vhodné použít vozidlo podobné jako Iveco Eurocargo, několik jich bylo již zmíněno výše. Po výběru vozidla byla nutná správná volba rozvoru kol a převisu rámu, aby délka vozidla odpovídala požadované délce nástavby. Dále byla zvolena pohonná jednotka a další prvky výbavy.

1.2.4 VOLBA VHODNÉHO VOZIDLA

Po důkladném prostudování nabídky všech 7 velkých evropských výrobců užitkových vozidel (Scania, Volvo, Iveco, Mercedes-Benz, DAF, MAN, Renault) bylo nakonec zvoleno jako vhodná platforma vozidlo od výrobce DAF, konkrétně model LF (obr. 9). Firma DAF pochází z Nizozemska je jedním z největších výrobců užitkových a nákladních vozidel v Evropě. Byla založena v roce 1928 a v současnosti patří do skupiny Paccar Inc. Má výrobní závody v Einhovenu v Nizozemsku a ve městě Westerlo v Belgii.

Řada LF je nejmenší řadou vozidel, která výrobce DAF nabízí. Většinou je proto využívána pro meziměstskou přepravu a distribuci zboží. Vozidla splňují emisní normu Euro 6 a mají vysokou ekonomiku provozu a dlouhé servisní intervaly [7]. Pro řidiče nabízí pohodlný vnitřní prostor a výborný výhled z vozidla. Disponují vysokým užitečným zatížením a výbornou manévrovatelností [7]. DAF LF si lze nakonfigurovat v až 60 variantách rozvoru a zadního převisu, což je výhodné, pokud je zadána přesná požadovaná délka interiéru nástavby.

Výrobce užitkových vozidel DAF byl vybrán také z důvodu, že jako jediný z výrobců užitkových vozidel uvedených výše, nabízí na svých stránkách volně k dispozici výkresy podvozků vozidel a také směrnice pro výrobce nástaveb, kde jsou uvedeny přesné informace o spojení nástavby s podvozkem a další užitečné informace. Ostatní výrobci mají tyto informace k dispozici pouze pro firmy, které se zabývají výrobou nástaveb. Aby návrh vycházel z reálných podkladů, byl proto zvolen výrobce DAF. Nicméně jde zejména o spojení samotné nástavby s podvozkem vozidla. V případě, že by bylo třeba nástavbu použít pro

vozidlo od jiného výrobce, samotná nástavba zůstane zachována, změněn bude pouze způsob spojení pomocného rámu nástavby s podvozkem vozidla podle předpisů daného výrobce.



Obr. 9 DAF LF [7]

SPECIFIKACE VOZIDLA DAF LF

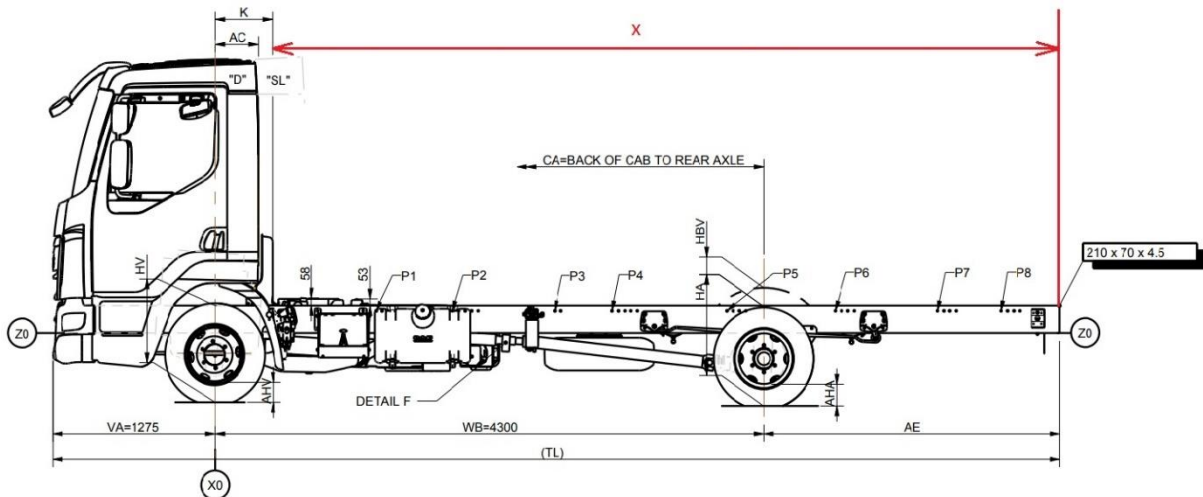
Dále bylo třeba vybrat vhodnou konkrétní specifikaci vozidla tak, aby odpovídala požadavkům na nástavbu. Bylo vybráno vozidlo ve verzi s nejnižší možnou celkovou hmotností 8 tun, a tedy i nejnižší hodnotou maximálního zatížení vozidla. Tato verze byla zvolena z toho důvodu, že pro využití jako odběrové vozidlo v něm nebudou převáženy těžké náklady, proto verze do osmi tun byla dostatečná. Podle vybrané maximální hmotnosti lze pokračovat dále v konfiguraci podle specifikačního listu [8].

Jako kabina byla zvolena varianta Day Cab, protože se nepředpokládá, že by měl řidič ve vozidle přespávat. Pohonná soustava je tvořena motorem PX-5. Jedná se o naftový 4válcový motor o zdvihovém objemu 4,5 l. Je nabízen ve třech výkonových variantách, jako vhodný kompromis byla vybrána střední varianta o výkonu 139 kW při 2300 min⁻¹ a maximálním točivém momentu 745 Nm v rozmezí 1200-1700 min⁻¹ [8]. S tímto motorem se pojí manuální šestistupňová převodovka, ale na požadavek zákazníka lze objednat osmistupňovou automatickou převodovku. Specifikované vozidlo je označeno celým názvem DAF LF 190 FA 4X2 Podvozek, 08t [8].

Odpružení je na přední i zadní nápravě řešeno listovými pružinami. Specifikační list se hodí při volbě vhodného rozvoru a zadního převisu. Rozvor náprav u vozidla DAF LF 190 FA 4X2 Podvozek lze volit v rozmezí 3,15 až 5,40 metru. K jednotlivým variantám rozvoru je často ještě možnost volby zadního převisu rámu. Ze specifikačních listů lze vyčíst potřebné rozměry, které jsou třeba k vhodné volbě rozvoru. Jde o délku od konce kabiny po konec rámu vozidla. Následně si lze z portálu DAF Bodybuilder [9] stáhnout výkres podvozku pro vybraný rozvor a potřebné rozměry zkontrolovat.

Dle specifikačních listů byl pro účel konstrukce odběrového vozidla vybrán podvozek s rozvorem náprav 4300 mm. Na následující výstřižku z výkresu podvozku vybraného

vozidla (obr. 10) bylo naznačeno, že vozidlo s vybraným rozvorem kol 4300 mm je vhodné pro konstrukci nástavby odběrového vozidla. Nástavba má mít vnitřní rozměry asi 6,2 m na délku. K tomuto rozměru je třeba přičíst šířku materiálu stěn nástavby.



Obr. 10 Znárodnění prostoru pro nástavbu na vozidle [9]

Rozměr, který je důležitý, je na obr. 10 označen jako "x". Jedná se o součet zadního převisu (AE) a rozvoru (WB) a od něj odečtený rozměr od středu kola po konec kabiny (K). Pro rozvor 4300 mm jsou k dispozici dvě výchozí délky převisů (AE), 2080 nebo 2320 mm. Pro použití v této práci bude zvolen delší převis $AE = 2320$ mm. Rozměr x byl vypočítán jednoduchým vzorcem $(WB + AE) - K = x$. K je pro vybranou kabinu Day Cab 450 mm. Po dosazení do rovnice vyjde rozměr $x = 6170$ mm. To v podstatě odpovídá potřebným vnitřním rozměrům nástavby, celkově má nástavba větší rozměry, ale také může vzadu mírně přesahovat přes rám.

Vybrané vhodné vozidlo, které bude sloužit jako platforma pro nástavbu odběrového vozidla je označeno DAF LF 190 FA 4X2 Podvozek, 08t, WB (4300mm), AE (2320mm). U samotného vozidla lze konfigurovat mnoho prvků výbavy, vzhledu a dalších, to však není pro návrh nástavby vozidla podstatné.

1.2.5 ZÁKONNÉ PŘEDPISY PRO PŘESTAVBY

Většina přestaveb vozidel podléhá schválení podle platných předpisů a zákonů. Proto je nutné se ještě před zahájením přestavby seznámit s příslušnou legislativou. Důležitým právním dokumentem je vyhláška 341/2014 Sb. Ministerstva dopravy o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. Změna nebo úpravy vozidla jsou považovány za *Přestavbu vozidla* (dle vyhlášky 341/2014 Sb.). Povolení přestavby se může týkat buď jednotlivě přestavěného vozidla (individuální přestavba) nebo typu vozidla (hromadná přestavba typu vozidla) [10]. Pro první případ vydává povolení obecní úřad s rozšířenou působností ve spolupráci se stanicí technické kontroly. V případě druhém je schvalovacím orgánem ministerstvo dopravy. V tomto projektu se předpokládá přestavba jednoho vozidla. Nahrazuje-li se nebo doplňuje-li se vozidlo jinou výbavou případně součásti, musí tyto nové komponenty splňovat podmínky stanovené zákonem č. 56/2001 Sb. (o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích a o

změně zákona o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů) [10].

ZÁKON Č. 56/2001 SB. §73, 74

Podle §73 zákona 56/2001 Sb. [11]:

(1) Přestavbou silničního vozidla je změna nebo úprava podstatných částí mechanismu nebo konstrukce provozovaného silničního vozidla.

(2) Za změnu podstatných částí mechanismu nebo konstrukce silničního vozidla se považují

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.

(3) Největší povolenou hmotnost silničního vozidla lze snížit jen v případě přestavby vozidla na speciální vozidlo jednoúčelového využití.

(4) Přestavbou vozidla nesmí být změněna kategorie vozidla, jestliže se na nově vzniklou kategorii vztahují přísnější technické požadavky stanovené prováděcím právním předpisem pro brzdy vozidla, vnější hluk vozidla, emise škodlivin ve výfukových plynech vozidla nebo prvky aktivní a pasivní bezpečnosti.

(5) Přestavbu vozidla výměnou karoserie lze povolit jen v rámci jedné typové řady vozidla.

(6) Nahrazuje-li se nebo doplňuje-li se vozidlo novou nebo jinou součástí nebo výbavou, musí tato součást nebo výbava splňovat podmínky stanovené tímto zákonem.

(7) O přestavbu silničního vozidla se nejedná, jestliže výrobce vozidla prohlásí podstatnou část mechanismu nebo konstrukce silničního vozidla za náhradní díl k tomuto vozidlu.

Podle §74 zákona 56/2001 Sb. [11]:

(1) Přestavbu silničního vozidla, které je registrováno v registru silničních vozidel, schvaluje obecní úřad obce s rozšířenou působností na základě písemné žádosti, pokud jsou splněny podmínky pro přestavbu stanovené prováděcím právním předpisem. Příslušný ke schválení přestavby silničního vozidla je kterýkoliv obecní úřad obce s rozšířenou působností.

(2) Hromadnou přestavbu typu silničního vozidla schvaluje ministerstvo na základě písemné žádosti, pokud jsou splněny podmínky pro hromadnou přestavbu stanovené prováděcím právním předpisem.

(3) Žádost o schválení přestavby silničního vozidla nebo hromadné přestavby typu silničního vozidla musí obsahovat

a) obchodní jméno, sídlo a právní formu právnické osoby a její identifikační číslo, pokud bylo přiděleno, je-li žadatelem právnická osoba, nebo jméno a příjmení, pobyt, obchodní jméno, rodné číslo a identifikační číslo fyzické osoby, pokud bylo přiděleno, je-li žadatelem fyzická osoba,

b) druh a kategorii silničního vozidla,

c) účel, pro který má být silniční vozidlo používáno.

(4) Žádost musí být doložena těmito doklady:

a) podrobným popisem přestavby silničního vozidla,

b) návrhem na změnu údajů zapisovaných v technickém průkazu silničního vozidla,

c) technickým popisem a výkresovou dokumentací systému vozidla, konstrukční části vozidla nebo samostatného technického celku vozidla, pokud nebyla schválena jejich technická způsobilost typu,

d) technickým protokolem vydaným zkušební stanicí a u hromadné přestavby vozidla pověřenou zkušebnou.

PŘESTAVBA VOZIDLA – VYHLÁŠKA Č. 341/2014 SB. §29

K § 74 odst. 1, § 74 odst. 2 zákona [12]:

(1) Přestavěné vozidlo musí po přestavbě splňovat technické požadavky, které byly platné v době jeho výroby, nebo technické požadavky pozdějších předpisů uvedených v přílohách č. 3 až 6 této vyhlášky pro typ vozidla příslušného druhu a kategorie.

(2) Pokud se při přestavbě vozidla mění identifikační číslo vozidla, stanoví příslušný úřad, provádějící registraci vozidla, jakým způsobem se uvedené číslo vyznačí na nové nebo změněné konstrukční nebo podstatné části mechanismu vozidla. Pokud je na nahrazující konstrukční části vyznačeno identifikační číslo z jiného vozidla, toto se vždy znehodnotí přeražením křížky tak, aby zůstalo nadále identifikovatelné. Identifikační číslo vozidla, u kterého se mění konstrukční nebo podstatná část mechanismu vozidla, se pak vyrazí v blízkosti čísla znehodnoceného, a to v případě, že se jedná o konstrukční část prohlášenou výrobcem za záměnnou. Informace o ražbě identifikačního čísla náhradní technologií se uvede v dokladech vozidla.

(3) V případě, že výrobce prohlásí podstatnou část mechanismu nebo konstrukce silničního vozidla za náhradní díl k tomuto vozidlu, se ohledně ražby identifikačního čísla vozidla postupuje obdobně jako v odstavci 2.

(4) Pokud lze přestavěné vozidlo zařadit do více kategorií, stanoví jeho kategorii ministerstvo nebo obecní úřad obce s rozšířenou působností, přičemž nesmějí být dotčena ustanovení § 73 odst. 4 zákona č. 56/2001 Sb., o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích.

(5) V případě přestavby vozidla, včetně následné, musí zůstat zachována alespoň jedna původní podstatná část mechanismu nebo konstrukce vozidla.

(6) Podmínky pro přestavbu vozidel poháněných zkapalněným ropným plynem nebo stlačeným nebo zkapalněným zemním plynem nebo vodíkem jsou stanoveny v příloze č. 11.

ŽÁDOST O PŘESTAVBU

Žádost o schválení přestavby silničního vozidla pro použití pro provoz na pozemních komunikacích musí obsahovat [10]:

- obchodní jméno, sídlo a právní formu právnické osoby a její identifikační číslo, pokud bylo přiděleno, je-li žadatelem právnická osoba, nebo jméno a příjmení, pobyt, obchodní jméno, rodné číslo a identifikační číslo fyzické osoby, pokud bylo přiděleno, je-li žadatelem fyzická osoba,
- druh a kategorii silničního vozidla,
- účel, pro který má být silniční vozidlo používáno.

Žádost o schválení musí fyzická či právnická osoba, která žádost podává doložit následujícími doklady [10]:

- podrobným popisem přestavby silničního vozidla,
- návrhem na změnu údajů zapisovaných v technickém průkazu silničního vozidla,
- technickým popisem a výkresovou dokumentací systému vozidla, konstrukční části vozidla nebo samostatného technického celku vozidla, pokud nebyla schválena jejich technická způsobilost,
- technickým protokolem vydaným zkušební stanicí

Na základě dodaných výše uvedených dokladů a přistavení jednotlivě přestaveného vozidla k provedení technické kontroly na stanici technické kontroly, vypracuje zkušební stanice nový technický protokol.

1.3 SPECIÁLNÍ VOZIDLA ZÁCHRANNÝCH SLUŽEB

Jednotky záchranné služby využívají kromě klasických sanitních vozů i různá speciální vozidla, která jsou využívána v unikátních případech. Tato vozidla jsou většinou konstruována na zakázku, jelikož se jedná většinou pouze například o jedno vozidlo nebo maximálně jednotky či desítky kusů vozidel. Vozidla jsou navržena individuálně, přesně podle požadavků a potřeb zákazníka. Jelikož podobný případ byl řešen i v této práci, která se zabývá návrhem vozidla pro odběr tkáňových preparátů, bylo dále uvedeno několik příkladů vozidel z praxe, která byla postavena pro speciální potřeby záchranných služeb nebo další aplikace ve zdravotnictví. Uvedené příklady vozidel mohou dále sloužit jako inspirace pro tuto práci.

ZÁCHRANÁŘSKÝ KAMION GOLEM

Golem (obr. 11) je speciální mobilní modul Zdravotnické záchranné služby hlavního města Prahy (ZZS HMP) vyrobený firmou KOV Velim. Jedná se jediné vozidlo svého druhu v České republice. Sestava se skládá z tahače a návěsového modulu, který je rozkládací, plně soběstačný a je v něm uloženo potřebné vybavení pro zásah záchranné služby. Vozidlo bylo konstruováno pro využití při hromadných neštěstích, teroristických útocích a zajištění akcí s předpokládanou velkou účastí osob, jako jsou například demonstrace, sportovní utkání a další [13].

Jako tahač je použit dvounápravový Mercedes-Benz Actros s automatickou převodovkou. Posádku tahače tvoří pouze jeden člověk, který zastává funkci řidiče a operátora. Kabina je vybavena komunikačními a navigačními systémy a ovládáním zvukového a světelného zařízení, které je umístěno na střeše a přední masce. Tahač je ve žlutém barevném provedení, které odpovídá ostatním vozidlům ZZS HMP.



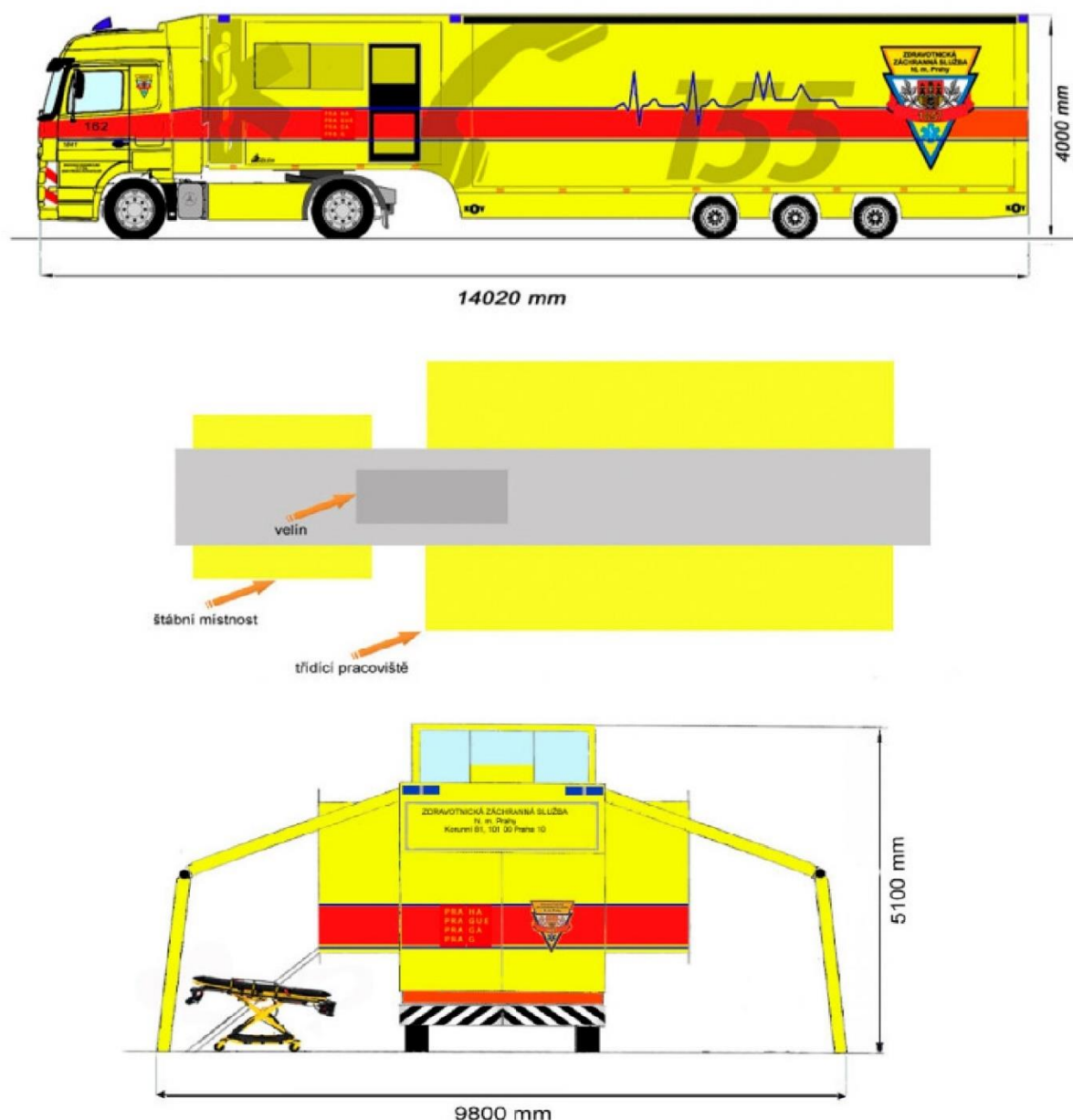
Obr. 11 Záchranný kamion Golem [13]

Na točně tahače je upevněn návěsný modul, který za jízdy vypadá jako klasický návěs, který je běžně používán pro přepravu. Návěs je tříosý a rozkládací s rámovou konstrukcí. V přední části návěsu jsou integrovány výsuvné boční části, ve kterých se po vysunutí nachází konferenční místnost. V zadní části návěsu jsou vyklápěcí boční panely, pod kterými je vytvořen po rozložení prostor třídícího ošetrovatelského pracoviště. Poslední pohyblivou částí je pracoviště mobilního dispečinku (tzv. velín), které je vysunutelné ze střechy směrem nahoru [13]. Všechny pohyblivé části jsou ovládány hydraulicky.

Po zastavení a bezpečném ustavení je nejprve aktivován generátor Caterpillar GEP65. Poté lze již vysunout jednotlivé části (obr. 12) popsané výše. Třídící část je vytvořena vyklopením dvojitého izolovaných stěn. Následně je provedeno dotěsnění středové a spodní části. Takto vzniknou prostory o rozměrech 3500x8800 mm, a to po obou stranách návěsu. Vytápění je zajištěno pomocí naftových agregátů a osvětlení pomocí ke stropu připevněných zářivkových svítidel [13]. Do těchto prostorů se vejde až 12 pacientů na skládacích nosítkách. K dispozici jsou kyslíkové rozvody a zásuvky na 230 V a 12 V. Zadní část návěsu slouží jako strojovna a sklad. Nachází se zde generátor elektrické energie, zásobníky kyslíku a lékařské kufry s vybavením. V přední části jsou uložena skládací nosítka a na stěně umyvadla s ohřívacem vody. Mezi přední a zadní částí se nachází WC a sprchový kout. Součástí nástavby je nádrž na pitnou vodu s kapacitou 840 l a nádrž na odpadní vodu s kapacitou 1200 l [13].

V přední části návěsu vznikne po vysunutí z bočních stran prostor o rozměrech 3000x4850 mm, který slouží jako konferenční místnost. Prostor je klimatizován a v bočních stěnách jsou okna. K dispozici je televize, přípojky na internet, rozvod elektřiny a kuchyňská linka. Přístup do tohoto prostoru je buď ze střední části návěsu nebo po postranních

schodech [13]. Z této části vedou schody také do prostoru dispečinku, který vznikne vysunutím ze střechy návěsu. V případě potřeby zde může při zásahu působit několik operátorů, kteří mají k dispozici informační a komunikační prostředky potřebné k efektivnímu řízení zásahu. Také tento prostor je klimatizován a je z něj výhled okny v rozsahu 360 stupňů do okolí. Odtud je také přístup na střechu návěsu.



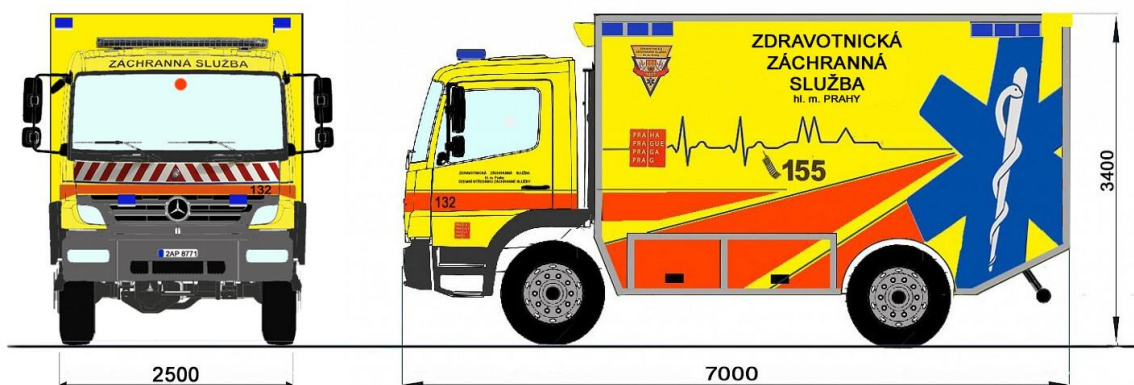
Obr. 12 Golem – rozměry a schématické rozložení [13]

Osvětlení prostoru okolo je zajištěno LED světly umístěnými na bocích a zadním čele. V případě potřeby lze použít také teleskopicky výsuvný osvětlovací stožár. Při zásahu je toto vozidlo schopné fungovat nezávisle na externích zdrojích energie, vody a pohonných hmot až 24 hodin [13]. V roce 2020 byl tahač Mercedes-Benz Actros nahrazen jeho novějším typem a v roce 2022 byl Golem kompletně zmodernizován. Golem je nejčastěji využívám na silvestra

kvůli četným zraněním spojeným s oslavami nového roku. V roce 2013 zasahoval u výbuchu v Divadelní ulici v Praze. V roce 2021 pomáhal po tornádu na Jižní Moravě a v roce 2022 sloužil jako zázemí hasičů při požáru v národním parku České Švýcarsko.

KYSLÍKOVÝ VŮZ MERCEDES-BENZ ATEGO

Tato velká sanitka je postavena na podvozku Mercedes-Benz Atego. Jedná se o terénní verzi vozidla s pohonem 4x4. To spolu s výkonným naftovým šestiválcovým motorem a šestistupňovou automatickou převodovou umožňuje vozidlu (obr. 13) hladký průjezd středně těžkým terénem [14]. Vozidlo bylo postaveno za účelem likvidace mimořádných událostí a pro přiblížení postižených osob z nepřístupného terénu do oblasti, kam se mohou dostat běžné vozy rychlé zdravotnické pomoci (RZP).



Obr. 13 Záchranářský vůz Mercedes-Benz Atego [14]

Výrobce zdravotnické nástavby je firma KOV Velim. Kabina vozidla je určena pro dvoučlennou posádku – řidiče a zdravotníka. Po všech stranách vozidla je umístěno osvětlení pro zásahy v noci. Interiér nástavby je vybaven nezávislým topením a klimatizací. Do nástavby jsou dvě možnosti nástupu. V zadní části se nachází hydraulicky sklopné čelo, které slouží pro nástup imobilních pacientů. Pokud jsou pacienti schopní pohybu, lze pro nástup využít dveře ve střední části zadního sklopného čela, ke kterým vedou výsuvné schody [14].

Vozidlo má z venku po stranách úložné prostory, ve kterých je skladována výbava vozu, jako nářadí, vyprošťovací lana, hasící přístroje a dále také transportní nosítka, balená pitná voda a kyslíkové lahve pro vnitřní rozvod kyslíku pro pacienty.

V interiéru nástavby (obr. 14) je umístěno 8 nerezových van, které slouží k převozu ležících pacientů. Pro komfort a bezpečnost pacienta je každá vana vybavena vakuovou matrací a bezpečnostními pásy. Ke každé vaně je k dispozici kyslíková přípojka [14]. K podlaze jsou připevněny dva stoly s vodíci lištami pro nosítka. Dále je k dispozici 5 sedadel pro sedící pacienty nebo zdravotnický personál. Ve střeše jsou úniková místa pro případ havárie. Vozidlo je vybaveno také jedním plicním ventilátorem. V nástavbě nechybí kamera, jejíž obraz a zvuk je přenášen do kabiny řidiče a díky tomu může zdravotnický personál komunikovat s řidičem. V předním čele nástavby se nachází úložné prostory pro zdravotnický materiál a také dalších několik nádob s kyslíkem [14]. Celkově je možné v tomto vozidle přepravit až 12 pacientů najednou.



Obr. 14 Interiér nástavby záchrannářského vozu Mercedes-Benz Atego [14]

HERMETICKÝ ZÁCHRANÁŘSKÝ VŮZ

Vozidlo se na první pohled neodlišuje od běžných záchrannářských vozidel. Na rozdíl od nich však lze zcela hermeticky uzavřít od okolí. Motivací pro výstavbu tohoto vozidla (obr. 15) byla potřeba zásahu, při kterém hrozí kontakt s nebezpečnými biologickými, chemickými a radioaktivními látkami. Dále také pro transport pacientů s vysoce nakažlivými infekcemi [15].



Obr. 15 Hermeticky uzavřené vozidlo Mercedes-Benz Sprinter [15]

Speciální nástavba stojí na podvozku vozu Mercedes-Benz Sprinter 519 CDI. Oproti standardním záchranářským vozidlům však obsahuje filtro-ventilační jednotku s kazetovými filtry, která umožňuje ve voze vytvořit podtlak nebo přetlak [15]. Pokud je ve voze vytvořen přetlak, tak chrání posádku uvnitř vozidla před vlivy okolí. To lze využít například v případě, že v místě zásahu dojde k úniku nebezpečných látek do okolí. Pokud je ve vozidle vytvořen podtlak, tak naopak chrání okolí předtím tím, co je v sanitce. Toho lze využít při transportu pacientů, kteří jsou nakaženi vysoce nebezpečnou a vysoce infekční nemocí.

Vozidlo je vybaveno také tzv. biovaky, které izolují převáženého pacienta od okolí. Dále lze tuto sanitku využít také k transportu pacientů mezi nemocnicemi, pokud je pro převoz třeba velké přístrojové podpory životních funkcí. Je možné přepravovat také pacienty s využitím ECMO (mimotělního oběhu). Díky tomu byla tato vozidla využívána při přepravě pacientů mezi nemocnicemi v době koronavirové pandemie [15].

VAKCINAČNÍ POHOTOVOSTNÍ VOZIDLO MAN

V roce 2020 v průběhu pandemie koronaviru společnost MAN vyvinula ve spolupráci se zdravotnickým sektorem vakcinační pohotovostní vozidlo, které mělo za úkol pomoci s očkováním pacientům, kteří se nemohli snadno sami dopravit do očkovačích center, například staří lidé z domovů seniorů a lidé žijící v odlehlých oblastech. Společnost MAN proto uzpůsobila jejich elektrické vozidlo MAN eTGE (obr.16) pro účely očkování [16]. V zadní části vozu jsou umístěny chladicí boxy a záchranářská výbava. Vepředu je vnitřní prostor pro zdravotníky, kteří na místě určení aplikují vakcínu pacientům. Tato vozidla byla v době pandemie využívána v Německu, kde pomáhala s očkováním pacientů, kteří by sami nebyli schopni se dopravit do očkovačích center. Společnost MAN dále vyvinula také vozidlo, které sloužilo jako mobilní testovací laboratoř.



Obr. 16 Vakcinační vozidlo MAN eTGE [16]

MOBILNÍ JEDNOTKA INTENZIVNÍ PÉČE (JIP)

Toto vozidlo (obr. 17) pochází ze Švédska, kde jej od roku 2019 využívá švédská záchranná služba AISAB. Vozidlo je postaveno na podvozku nákladního automobilu značky Scania, který má dvě nápravy. Samotnou nástavbu vyrobila společnost Groth Kaross AB. Nástavba je rozdělena na část ambulantní a přepravní. Součástí je kompletní lůžko jednotky intenzivní péče s veškerým potřebným vybavením a během prevozu pacienta je ve vozidle přítomen tým doktorů, kteří se o pacienta starají [17].



Obr. 17 Švédská mobilní jednotka intenzivní péče Scania [17]

Snadné naložení pacienta do vozidla zajišťuje zadní sklopná zdvihací plošina s bezpečnostním zábradlím. Přístup do vozu pro posádku je možný také bočními dveřmi. Po bocích vozu jsou umístěny boxy pro skladování potřebného vybavení [17].

MOBILNÍ OPERAČNÍ SÁL

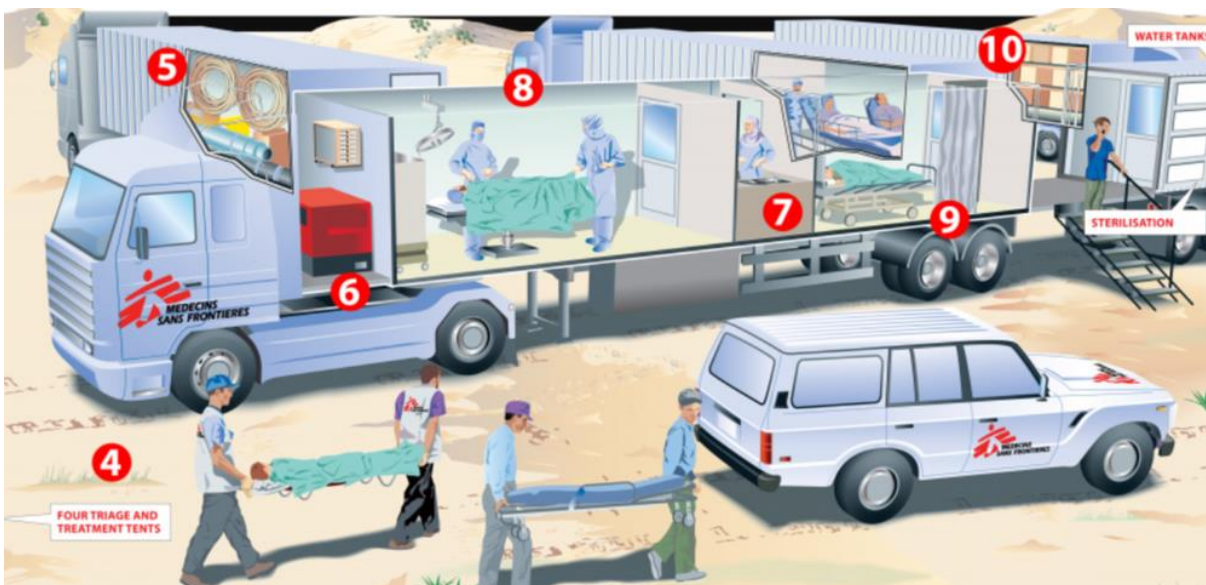
Pro pomoc zraněným ve válce v Iráku si organizace Lékaři bez hranic nechala vyrobit tzv. MUST (The mobile unit surgical trailer), volně do češtiny přeloženo jako mobilní operační sál. Lékaři bez hranic je největší nezisková lékařská humanitní organizace, která byla založena v roce 1971 skupinou francouzských lékařů.

Myšlenka využití byla taková, že mobilní operační sál bude co nejbližší bojové linii pro efektivní pomoc zraněným a v případě potřeby ústupu bude možné v krátkém čase mobilní nemocnici sbalit a odjet do bezpečí [18]. Po návrhu designu byl tento mobilní operační sál vyroben ve městě Apeldoorn v Nizozemsku. Oproti polním nemocnicím používaným ve válkách mají tato vozidla velkou výhodu v úrovni hygieny. Celý koncept operačního sálu (obr. 18, obr. 19) se skládá z několika návěsů, přičemž jeden slouží jako samotný operační sál a ostatní jsou podpůrné. Operační sál může být kompletně rozložen a připraven k ošetřování a operování zraněných osob (obr. 20) už za tři hodiny.



Obr. 18 Princip fungování MUST – část první [18]

- 1) Příjezd – Přijíždějící zranění jsou přijímáni ve staně pro všeobecné třídění. Jedná se o jeden z celkových 4 stanů.
- 2) Třídění – Zdravotnický personál zhodnotí zranění pacientů. Méně závažné případy jsou přemístěny do jiného staně k ošetření a závažné případy jsou přesunuty do chirurgického staně.
- 3) Přesun – Pořadí pacientů se v chirurgickém staně hodnotí podle závažnosti jejich zranění a odtud jsou na nosítkách transportováni k operačním sálům [18].



Obr. 19 Princip fungování MUST – část druhá [18]

- 4) Vhodné místo – Místo pro celou sestavu musí mít alespoň 400 m², aby se na něj vešly všechny přívěsy a stany. Plocha musí být rovná a v blízkosti musí být spolehlivý zdroj vody.
- 5) Logistický sklad – Obsahuje úložný prostor pro vybavení, včetně vodních vaků a hygienického a IT vybavení.
- 6) Generátor elektrické energie – umožňuje jednotce fungovat bez externího napájení několik dní.
- 7) Čištění a příprava – V této místnosti se personál operačního sálu převléká a dezinfikuje před operací. Pacienti jsou přemístěni na druhá nosítka, aby se zabránilo kontaminaci operačního sálu vnějšími nosítky.
- 8) Operační sál – Najednou lze provést jeden chirurgický zákrok. Na operačním sále jsou dodržovány přísné postupy chirurgické péče a prevence infekce.

- 9) Jednotka rekonvalescence a intenzivní péče – Po operaci jsou pacienti přemístěni nejprve na pooperační pokoj a potom buď na třílůžkovou jednotku intenzivní péče nebo do referenčního stanu, aby mohli být převezeni do nejbližší nemocnice.
- 10) Lékárna – úložný prostor pro léky, očkování, chirurgické nástroje, oblečení a prostěradla [18].



Obr. 20 Průběh operace na mobilním operačním sále [18]

1.4 SPOLUPRÁCE VÝROBCŮ NÁKLADNÍCH VOZIDEL A VÝROBCŮ NÁSTAVEB

Velké firmy zabývající se výrobou nákladních vozidel se zpravidla nevěnují výrobě návěsů a nástaveb pro svá vozidla. Návěsů a nástaveb je potřeba nepřeborné množství pro všechny možné aplikace a pro výrobce nákladních vozidel by bylo nemožné zahrnout do svého portfolia výrobků všechny potřebné varianty nástaveb. Proto se výrobci nákladních vozidel věnují hlavně vývoji vozidel samotných a existuje spousta firem, které se zabývají výrobou návěsů a nástaveb pro nákladní automobily.

Výrobci nákladních vozidel se firmám zabývajících se výrobou nástaveb snaží usnadnit situaci. Nákladní automobily se obecně vyrábí většinou ve dvou variantách, a to jako tahač nebo podvozek. Za tahač se připojuje návěs a pokud se jedná o podvozek, tak se na něj většinou připevňuje nástavba. Každý ze 7 velkých výrobců nákladních vozidel (Iveco, MAN, Scania, DAF, Mercedes-Benz, Renault a Volvo) proto provozuje tzv. bodybuilder portál (obr. 21), který slouží jako pomůcka pro výrobce nástaveb. Na tomto portálu jsou k dispozici technické informace jako jsou 3D modely vozidel, výkresy podvozků, technické listy a další, které umožňují provedení co nejlepší montáže nástavby na vozidla. Dále jsou na portálech k nalezení normativní dokumenty, které se týkají norem a homologace vozidla [19]. Také lze na těchto stránkách vyhledávat potřebná technická data podle identifikačního čísla VIN vozidla. K dispozici jsou také často různé výpočetní nástroje, které výrobcům nástaveb mohou značně ulehčit práci.

Většina výrobců nákladních vozidel také vydává ke každé řadě svých vozidel rozsáhlý dokument tzv. Příručku pro nástavbáře, kde jsou sepsány všechny informace, kterými by se měl výrobce řídit při návrhu, konstrukci a uvedení nástavby do provozu. Pokud nástavba

neodpovídá požadavkům a není konstrukčně řešena správně podle zmíněného dokumentu, výrobce vozidla nemusí uznat nárok na záruční servis vozidla. V této příručce se nachází obecné informace o vozidle, podvozku, obecné informace o nástavbách, kabině, systémech datové komunikace, elektrických systémech a mnoho dalšího. Často jsou také na konci seznamy originální dílů od výrobce. Výrobci nákladních vozidel často vyrábějí pro nástavbáře např. díly, které se použijí pro uchycení nástavby k rámu vozidla, a díky tomu nemusí výrobce nástaveb řešit, co k uchycení nástavby použije.

The screenshot shows the IVECO BODYBUILDERS website interface. At the top, there are navigation links: "VÝHODY PREZentační VITRÍNA", "Tutorial", "Kontaktujte nás", "Přihlásit se", and "ČEŠTINA". The main heading is "IVECO NÁSTAVBÁŘE" with the tagline "Společně ke každé výzvě". Below this, there is a call to action: "Navštivte oficiální nástavbářské webové stránky IVECO Body Builder. Získejte technickou a normativní dokumentaci a specializované služby." Two buttons are visible: "PŘIHLÁŠIT SE" (highlighted) and "REGISTROVAT". A search prompt "Hledáte nástavbáře?" is followed by a link "NAJÍT NÁSTAVBÁŘE".

The main content area is divided into three columns:

- 01 Technické informace**: "Ve vyhrazené oblasti najdete obchodní listy a směrnice pro transformaci každého vozidla."
 - 3D MODELY
 - 2D VÝKRESY VOZIDEL
 - HLAVNÍ VOLITELNÉ PRVKY
 - TECHNICKÉ LISTY
- 02 Normativní dokumenty**: "Získat veškerou dokumentaci týkající se norem a homologace vozidla."
 - DRUHÁ ETAPA HOMOLOGACE A TECHNICKÉ DOHODY
 - HOMOLOGAČNÍ DOKUMENTACE (ODKAZ NA H.I.S.)
 - MÍSTNÍ NORMY A HOMOLOGACE
- 03 Vyhrazené služby**: "Získejte veškerou pomoc, kterou potřebujete pro své přípravné práce."
 - INDIVIDUÁLNĚ PŘÍZPŮSOBENÝ PANEL UŽIVATELE
 - PROHLÁŠENÍ
 - VÝPOČETNÍ NÁSTROJE

At the bottom, there is a note: "To vše a ještě více ve vyhrazené oblasti" and a "REGISTROVAT NYNÍ" button.

Obr. 21 Příklad webu pro výrobce nástaveb – Iveco Bodybuilders [19]

Přístup na tyto stránky je výrobcem udělován pouze pro firmy zabývající se výrobou nástaveb. Široká veřejnost k těmto informacím nemá přístup. Tato skutečnost byla poměrně limitující v této práci, protože nebylo možné získat přístup na zmíněné stránky. Někteří výrobci však poskytují alespoň část materiálů i bez registrace a díky tomu bylo možné získat potřebné informace k smysluplnému návrhu nástavby.

2 KONSTRUKČNÍ ČÁST

Tato část práce se zabývá již samotnou konstrukcí nástavby. Nejprve bylo třeba navrhnout pomocný rám, který slouží jako základ pro nástavbu. Následně byl řešen návrh samotné nástavby z hlediska konstrukce, použitých materiálů a dílů. Nakonec byl řešen interiér nástavby tak, aby obsahoval všechny požadované součásti ze zadání.

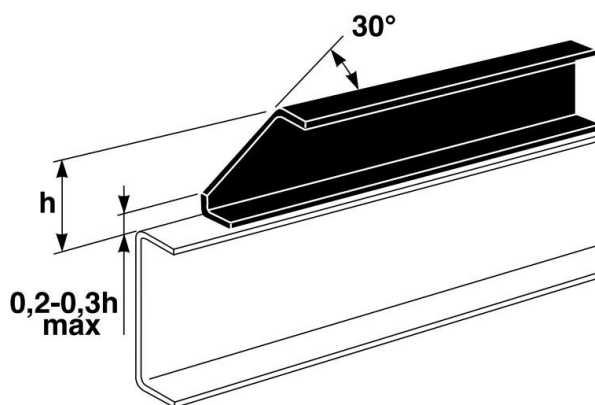
2.1 POMOCNÝ RÁM

Při konstrukci pomocného rámu je třeba, aby bylo postupováno podle pokynů v DAF Příručce pro nástavbáře [20], která je dostupná z DAF Bodybuilder (DAF BBI). Díky tomu je spojení s rámem vozidla bezpečné a zůstane zachována záruka na vozidlo od výrobce DAF a také nebude problém s homologací nástavby pro provoz na silničních komunikacích.

U velkého počtu typů nástaveb je nutné připevnit k podvozku i pomocný rám kvůli získání dostatečného prostoru okolo kol, rovnoměrného rozložení nákladu a možnosti instalace přídatných dílů. Pro pomocný rám lze zpravidla využít materiál s nižší kvalitou, než je materiál podélných nosníků podvozku [20]. Pro účel spojení je požadováno netuhé připevnění.

Pro konstrukci pomocného rámu platí následující pokyny [20]:

- pomocný rám musí probíhat po celé délce rámu podvozku beze spár
- přední konec pomocného rámu musí být před prvním připevňovacím bodem zúžený (obr. 22) k zamezení prudké změny tuhosti mezi pomocným rámem a podvozkem



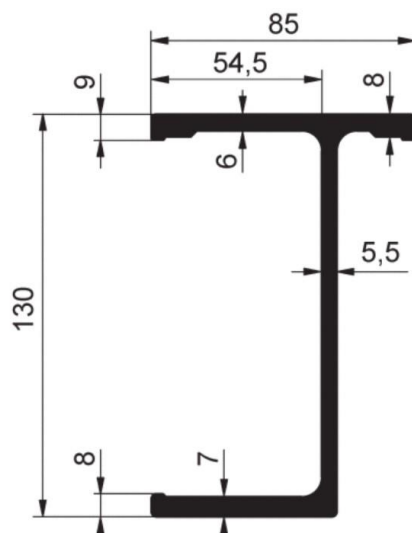
Obr. 22 Ukázka U-profilu pomocného rámu se zúžením [20]

- pro podélné nosníky pomocného rámu je vhodný U-profil nebo T-profil (minimální tloušťka 5 mm)
- tvar průřezu konstrukce musí být jednotný
- výška h pomocného rámu by měla být asi $h \cdot 0,6 = H$, kde H je výška nosného rámu

2.1.1 PODÉLNÍKY POMOCNÉHO RÁMU

Pro vybrané vozidlo k přestavbě DAF LF 190 FA 4X2 Podvozek, 08t, WB (4300mm), AE (2320mm) jsou na stránce DAF BBI k dispozici výkresy podvozku, ze kterých návrh vychází. Na tomto výkrese je uvedena velikost U-profilů, které tvoří nosný rám, 210x70x4,5 mm. Z tohoto údaje vycházela volba polotovaru pro pomocný rám. Podle výše

zmíněných pokynů byl vybrán T-profil (obr. 23) o výšce 130 mm a tloušťce 5,5 mm. Délka profilu je 6170 mm. Jedná se o profil z hliníkové slitiny EN AW 6005A (AlSiMg(A)), který je dispozici k objednání v obchodě firmy ALU-SV.



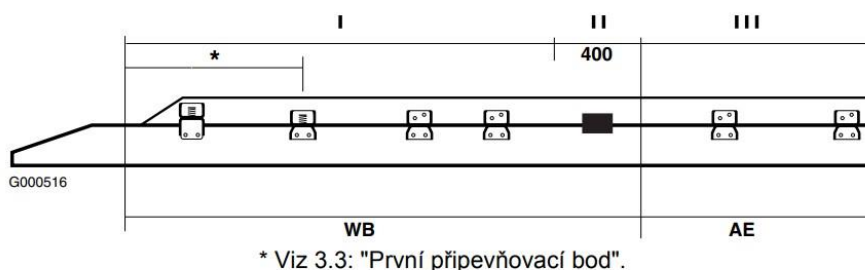
Obr. 23 T-profil pomocného rámu 130 mm [21]

Byly potřeba 2 kusy tohoto polotovaru, které byl následně zúžen podle schématu uvedeného výše. Následně byly do T-profilu vyvrtány díry pro šrouby o průměru 13 mm, které slouží pro spojení s nosným rámem. Pozice děr vychází z výkresu podvozku [9] pro vybrané vozidlo, kde jsou naznačeny pozice děr v nosných podélnících (viz. obr. 10 označeny jako P1-P8), které mají sloužit pro spojení s pomocnými podélníky.

2.1.2 SPOJENÍ POMOCNÉHO A NOSNÉHO RÁMU

Firma DAF podle Příručky pro nástavbáře [20] definuje několik způsobů připevnění nástavby BAM 1, 2, 3, 4 a 5. Existují tři základní připevňovací techniky: netuhé připevnění, tuhé připevnění a připevnění s konzolami. Použitím jedné z technik nebo jejich kombinací může být dosaženo optimálního a stejnorodého spojení nástavby a podvozku pro každý typ nástavby [20]. Dodržení doporučených připevnění zaručí, že dynamické chování vozidla s nástavbou bude takové, jak je definováno a otestováno společností DAF.

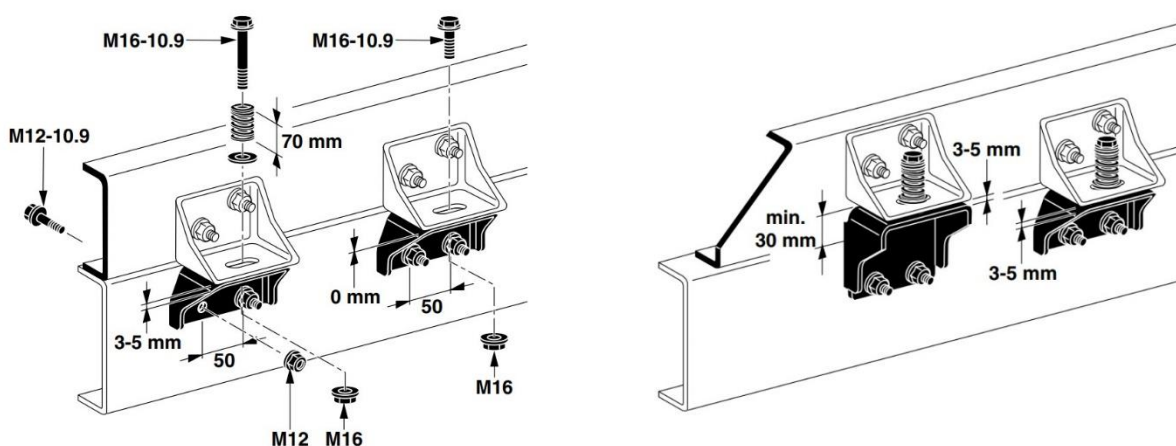
Podle tabulky v dokumentu [20] s různými typy nástaveb je vhodné pro Demontovatelnou nástavbu s pomocným rámem spojení BAM 1 (obr. 24). Celkem se pro vybraný rozvor jedná o 8 připevňovacích bodů na každé straně, přičemž je třeba dodržet správné typy připevňovacích bodů podle schématu.



Rozvor [m]	Odpružení zadní nápravy	I (1)	II	III
≤ 3,55	Parabol. + vzduch.	3	1	2
≤ 4,30	Parabol. + vzduch.	4	1	3
≤ 5,00	Parabol. + vzduch.	5	1	4
≤ 5,40	Parabol. + vzduch.	5	1	3

Obr. 24 DAF LF spojení typu BAM 1 [20]

Pozice římská I znamená spojení pomocí konzoly (obr. 25). Tyto konzoly mohou být vybaveny tlakovými pružinami, které poskytují netuhé připojení. Toto spojení umožňuje odlehnutí pomocného rámu od nosného a ohybové namáhání je rozděleno mezi oba podélníky. Při použití pružného spoje je nutné, aby před předepnutím byla ve spoji vůle, která po utažení šroubu zanikne. Pro montáž konzol musí být dosedací plochy čisté a opatřené pouze tenkou vrstvou základního laku. Při použití pružin musí být jejich předpětí 1,5 kN [20]. To se získá u pružin dodaných firmou DAF jejich stlačením na délku 70 mm.



Obr. 25 Spojení rámu pomocí konzoly s pružinou a bez / První a druhý spojovací bod [20]

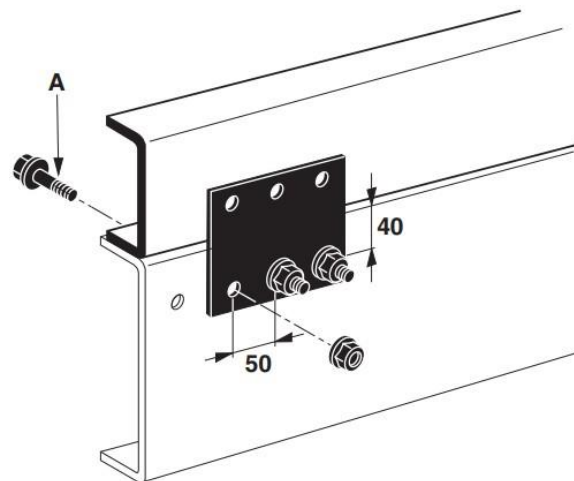
Konzoly jsou vyrobeny z plechu a spojeny šroubem M16. Šrouby a matice jsou se šestihlannou hlavou s přírubou, takže není třeba používat navíc podložky. Každá konzola je připevněna k podélníku pomocí dvou šroubů M12 podle schématu na obr. 25. První a druhý

bod spojení jsou speciální a obsahují navíc pružinu a vůli 3 mm mezi konzolami, další spojení pomocí konzol jsou už pevné – bez pružiny a vůle. První spojovací bod navíc přesahuje nahoru směrem k pomocnému rámu o 30 mm [20].

Všechny díly, které se pro spojení pomocí konzol používají se dají zakoupit přímo od společnosti DAF. Jedná se o samotné konzoly, šrouby, matice, podložky a pružiny. Z hlediska konstrukce samotné je použití originálních dílů doporučeno a je nejvhodnější. Utahovací momenty pro šrouby zakoupené u společnosti DAF uvedené v Příručce pro nástavbáře [20] jsou následující:

- Šroub M12 10.9 třída B: 110 Nm
- Šroub M16 10.9 třída B: 260 Nm

Druhým typem používaného spojení u typu BAM 1 jsou upevňovací desky (obr. 26). Připevnění s použitím upevňovacích desek poskytuje smykově tuhé spojení mezi pomocným rámem nástavby a rámem podvozku, takže pomocný rám přispívá k pevnosti a tuhosti rámu podvozku [20]. Šroubový spoj dokáže přenést značné podélné síly a díky tomu je možné brát pomocný rám a rám vozidla jako jeden celek. Pro zvolený rozvor a spojení typu BAM 1 bylo připevnění s použitím upevňovacích desek použito pouze v jednom bodě, jako je naznačeno na obr. 24 na pozici římská II. Pro toto spojení také platí, že dosedací plochy musí být zbaveny nečistot a natřeny pouze tento vrstvou základního laku. Díly jsou opět k dispozici k zakoupení u společnosti DAF a utahovací momenty pro šrouby jsou stejné jako pro upevnění konzolami. Pozice A na obr. 26 označuje šroub M12 10.9 [20].



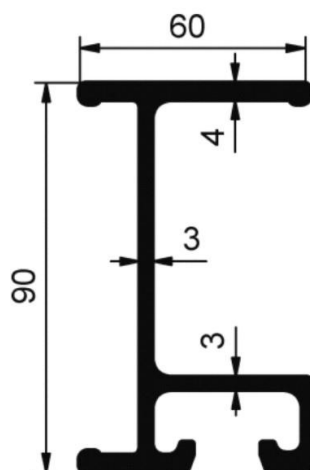
Obr. 26 Spojení rámu pomocí upevňovací desky [20]

Počet a umístění pružných a tuhých spojů závisí na typu nástavby. Obvykle se používá minimálně 5 spojů, přičemž je třeba použít vždy alespoň jeden tuhý spoj na smyk na každé straně, který zabraňuje podélnému posuvu pomocného rámu. Tento spoj se většinou umísťuje do blízkosti zadní nápravy [20].

2.1.3 PŘÍČNÍKY POMOCNÉHO RÁMU

Příčnky pomocného rámu slouží jako podpora pro samotnou nástavbu a také k nim je nástavba upevněna. Výška příčníků pomocného rámu by měla být asi 0,6násobkem výšky

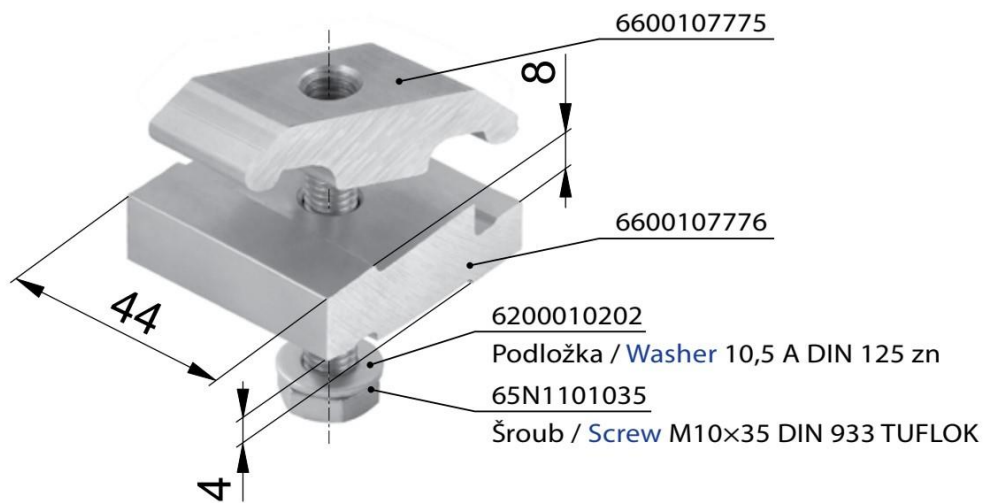
podélných nosníků pomocného rámu. Jelikož výška podélníků pomocného rámu je 130 mm, vhodná výška příčníků pomocného rámu je 90 mm. Jako příčníky pomocného rámu byly vybrány hliníkové T-profilů (obr. 27) s vytvarováním pro PALCOM matici, která slouží pro upevnění profilů k pomocnému rámu. Délka profilů je 2500 mm, aby odpovídala požadované šířce nástavby. Materiál profilu je hliníková slitina EN AW 6005A (AlSiMg(A)) a profily jsou k zakoupení v obchodě firmy ALU-SV.



Obr. 27 Příčný T-profil pomocného rámu 90 mm [22]

Bylo potřeba 21 kusů tohoto polotovaru, které jsou od sebe vzdáleny 277 mm. Počet kusů příčníků byl volen i s ohledem na zatížení pomocného rámu, které je tvořeno vahou nástavby. Deformace zatíženého pomocného rámu je následně počítána ve 4. kapitole. První příčník ve směru jízdy je od čela pomocného rámu ve vzdálenosti 330 mm a poslední příčník je umístěn ve vzdálenosti 300 mm od konce pomocného rámu. Příčné nosníky pomocného rámu musí být upevněny tak, aby mohly sledovat pohyby rámu podvozku. Upevnění bylo zajištěno pomocí svorek s výškou 8 mm a speciálních matic PALCOM, které svým tvarem zapadají do příčného profilu pomocného rámu a tím může být spoj (obr. 28) utažen. Svorčky i matice jsou vyrobeny z hliníkové slitiny EN AW 6005A, tedy stejné jako příčníky pomocného rámu. Ve svorce je díra pro šroub a v matici díra se závitem. Svorčka s maticí jsou spojeny pomocí šroubu se šestihrannou hlavou M10x35 DIN933 s polyamidovou vrstvou (TUFLOK) a pod hlavou šroubu je umístěna podložka 10,5 DIN 125 A. Utahovací moment pro šroub M10 je předepsán 48 Nm [23]. Svorčky a matice PALCOM jsou také dostupné od firmy ALU-SV.

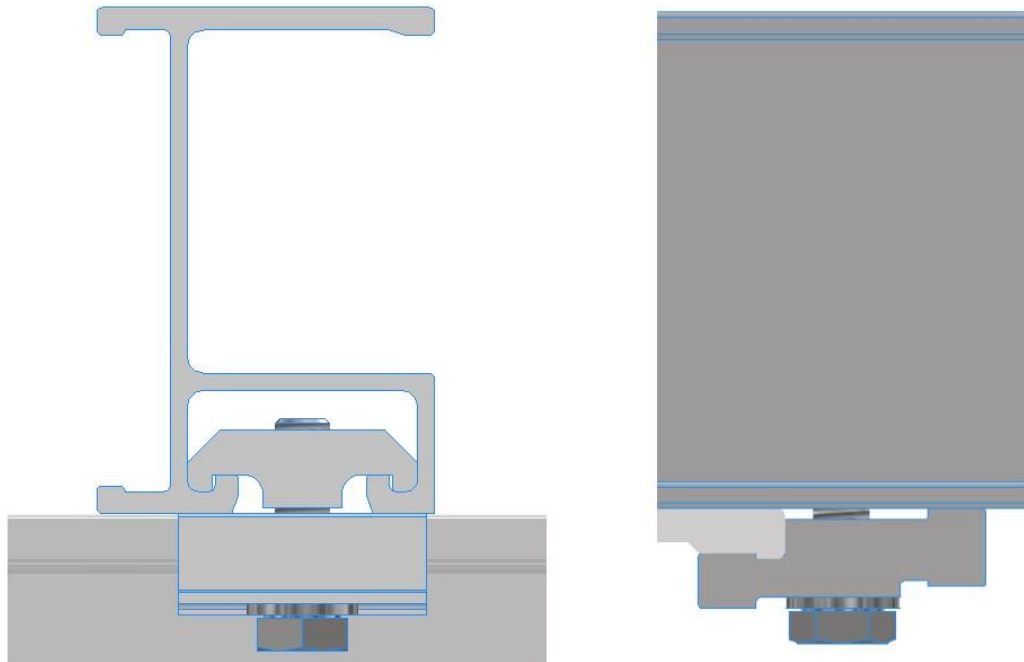
Příčníky pomocného rámu však nezasahují až do okrajů přední a zadní částí podélníků. Nástavba by v tomto místě nebyla podepřena. Proto byl použit stejný profil jako pro příčníky pomocného rámu a jeho kusy dlouhé 300 mm byly umístěny do přední části pomocného rámu a kusy dlouhé 344 mm do části zadní. Profily leží na podélnících pomocného rámu a kopírují jejich směr. Celkem tedy byly použity 4 kusy, protože podélníky jsou dva (2 kusy 300 mm vepředu a 2 kusy 344 mm vzadu). Do podélníků pomocného rámu byly vyvrtány díry pro šrouby ve vhodné vzdálenosti a pro spojení podélníků a krátkých 300 a 344 mm profilů bude použit šroub s šestihrannou hlavou M10x25 DIN933 s podložkou a maticí PALCOM jako v případě spojení příčníků s podélníky.



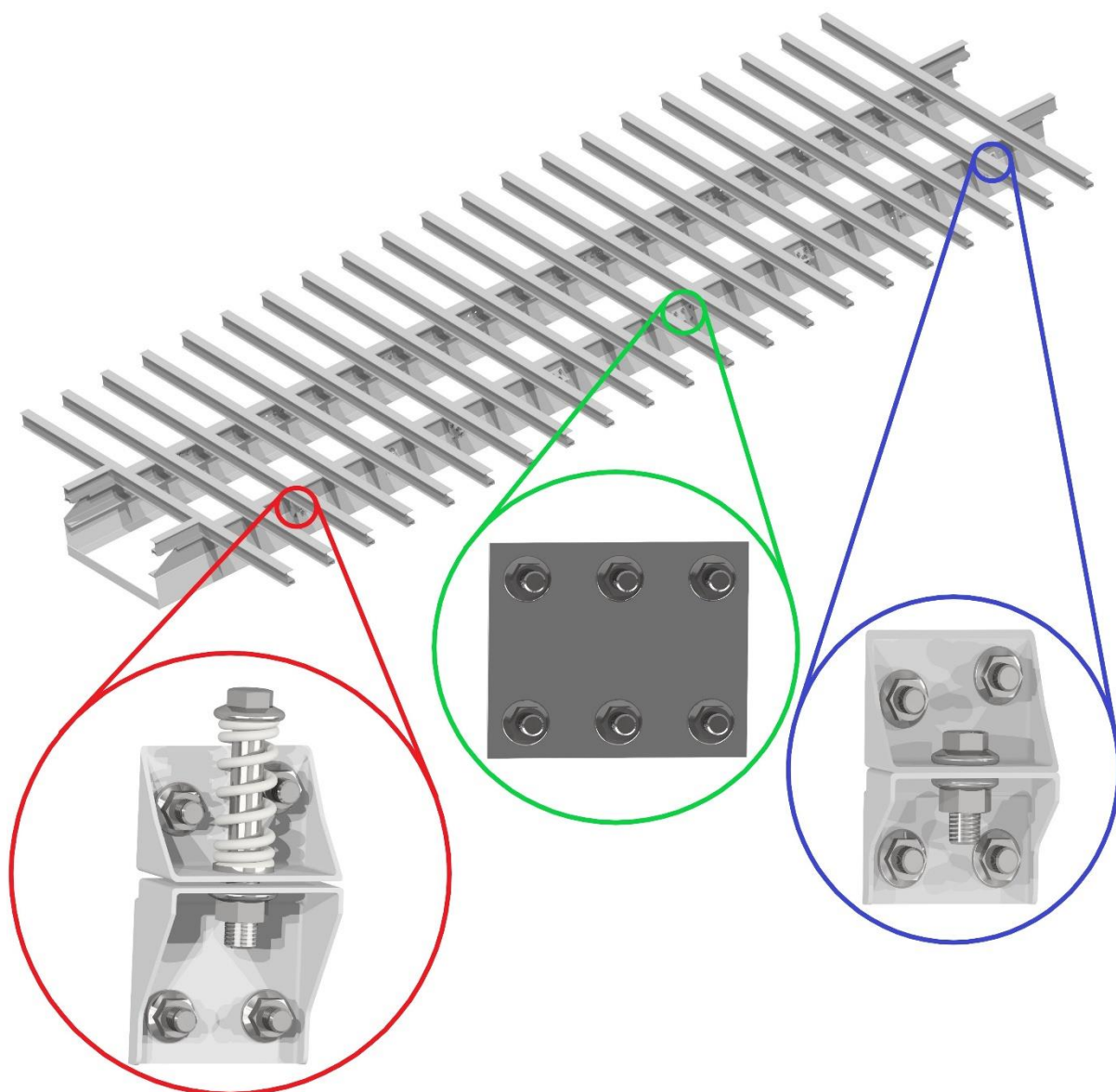
Obr. 28 Spojení příčníků a podélníků pomocného rámu pomocí matice PALCOM [23]

2.1.4 MODEL POMOCNÉHO RÁMU

V této kapitole je ukázána sestava pomocného rámu podvozku (obr. 30) spolu s jednotlivými detaily konstrukce (obr. 29). Model je vytvořen v programu Autodesk Inventor Professional 2023.



Obr. 29 Spojení příčnicku a podélníku pomocného rámu pomocí svorky a matice PALCOM



Obr. 30 Sestava pomocného rámu s detaily spojení nosného a pomocného rámu
červená – konzole s pružinou první bod, zelená – upevňovací deska, modrá – konzole pevná

2.2 NÁSTAVBA

Tato kapitola se zabývá už konstrukcí samotné nástavby a jejím spojením s pomocným rámem vozidla. Je třeba brát v potaz dané požadavky na nástavbu, aby výsledný konstrukční návrh obsahoval všechny prvky, kterými má nástavba disponovat. Při konstrukčním návrhu nástavby bylo využíváno zkušeností zavedených výrobců skříňových a jiných nástaveb. Jejich produkty sloužily jako inspirace pro tento konstrukční návrh. Nástavba byla složena z jednotlivých panelů a hliníkových profilů, které jsou k sobě vzájemně spojeny pomocí vrutů a lepeny pomocí speciálních lepidel.

2.2.1 IZOLAČNÍ PANELE

Při výběru materiálu stěn nástavby bylo třeba počítat s tím, že je nutné, aby nástavba byla určitým způsobem tepelně zaizolována. Pro zajištění komfortu posádky a vhodných pracovních podmínek pro odběr tkání je interiér nástavby v zimě nutné vytápět, případně

v létě klimatizovat. Aby možné dosáhnout stabilní teploty, je nutné dostatečné zateplení. Takovéto nástavby se v běžné praxi označují jako izotermické.

Nejvhodnějším a nejpoužívanějším materiálem pro výrobu stěn těchto nástaveb jsou sendvičové izolační panely. Pro konstrukci nástavby obděrového vozidla byly vybrány panely od firmy PSP izoterm, která je jedním z největších výrobců panelů pro nákladní automobily v České republice. Nabízí sendvičové panely v provedeních pro různé nástavby: prachotěsné, izotermické, chladiřenské a mrazířenské. Panely (obr. 31) jsou složeny z tvrdé polyuretanové izolační pěny, která je oboustranně opláštěna polyesterovým skelným laminátem [24]. Do panelů mohou být dále zabudovány výstuhy pro chladicí agregát, panty dveří, zařízení pro maso ve visu a jiné. Výstuhy mohou být hranoly z vícevrstvé vodovzdorné překližky případně i ocelové profily podle přání zákazníka [24].

Velkou výhodou sendvičových panelů od firmy PSP izoterm je, že mohou být vyrobeny přímo na míru podle přání zákazníka, a to až v maximálním rozměru 3000x10000 mm [24]. Panely jsou vyráběny technologií lepením ve vakuovém lisu a na vyrobené panely firma vlastní potřebné hygienické atesty [24].



Obr. 31 Sendvičové izolační panely od firmy PSP izoterm [24]

Díky tomu, že lze vyrobit panely v rozměru až 3000x10000 mm, byly jednotlivé stěny nástavby tvořeny vždy pouze jedním panelem a nebylo je tak nutné spojovat z více celků. Celkem bylo potřeba vyrobit 2 kusy bočních panelů, čelní panel, stropní a podlahový panel. Do všech panelů byly zabudovány výstuhy z vícevrstvé vodovzdorné překližky. Výstuhy byly ve formě hranolů o délce 70 mm a šířce přes celou šířku panelu, tedy podle tloušťky příslušného panelu.

Šířka jednotlivých panelů vycházela z existujících izotermických nástaveb. Pro boční panely byla šířka 40 mm a čelní, stropní a podlahový panel 60 mm. Délkové a výškové rozměry jednotlivých panelů byly voleny tak, aby odpovídaly celkovým požadovaným rozměrům nástavby. Na následující straně jsou zobrazeny řezy jednotlivými sendvičovými panely (obr. 32, 33, 34, 35), ze kterých je vidět délka a výška jednotlivých panelů a v nich umístění dřevěných hranolů, které slouží jako výstuhy.

2.2.2 HLINÍKOVÉ PROFILY

Jednotlivé panely byly spojeny pomocí hliníkových profilů, do kterých byly lepeny. Hliník je vhodným materiálem pro konstrukci nástaveb, protože má dobré mechanické vlastnosti, je lehký a odolný proti korozi. V dnešní době používá hliník pro výrobu skříňových nástaveb většina výrobců. Nejedná se o čistý hliník, kvůli potřebným vlastnostem se používají slitiny hliníku nejčastěji s mědí, manganem, křemíkem a hořčíkem. Všechny hliníkové profily použité ke konstrukci nástavby odběrového vozidla prodává firma ALU-SV, která se zaměřuje na výrobu nástaveb pro užitková vozidla. Níže jsou uvedeny všechny hliníkové profily, které byly ke konstrukci nástavby potřeba.

Uvedené profily jsou vyrobeny z hliníkové slitiny EN AW 6060 (AlMgSi). Tato hliníková slitina patří do skupiny slitiny 6000, která označuje slitiny hliníku s hořčíkem a křemíkem. Jedná se o středně odolnou tepelně zpracovatelnou slitinu. Má výbornou odolnost proti korozi, velmi dobrou svařitelnost a dobrou tvářitelnost za studena [25]. Pro zlepšení mechanických vlastností je materiál tepelně ošetřen – žihán a následně chlazen definovaným způsobem podle požadovaných výsledných vlastností slitiny. Také jej lze velmi dobře eloxovat [25]. Všechny použité hliníkové profily mají povrchovou úpravu elox.

LEPENÍ

Hliníkové profily byly s panely spojovány lepením. K lepení byla použita speciální lepidla pro profesionální použití od firmy Sika. Prvním lepidlem je Sikaflex 552 (bezprimerové). Jedná se o elastické 1-komponentní lepidlo na bázi STP (Silane Terminated Polymer) navržené pro lepení karoserií a dalších prvků v automobilovém průmyslu [26]. Je vhodné pro lepení kovů zejména hliníku a oceli, lakovaných povrchů, plastů i keramických materiálů. Lepidlo Sikaflex 552 je vhodné pro spoje, které jsou vystaveny dynamickému namáhání. Má dobrou adhezi na širokou škálu povrchů i s minimální přípravou lepeného povrchu [26]. Lepidlo je také odolné proti sladké a slané vodě, zředěným kyselinám a dočasně odolné vůči palivům, minerálním olejům a rostlinným a živočišným tukům [26].

Dalším druhem lepidla, které bylo použito ke spojování panelů, je SikaFast 555 L10. Jedná se o rychle vytvrzující, 2-komponentní strukturální lepidlo na bázi akrylátů [27]. Jeho pastovitá konzistence v nevytvrzeném stavu je vhodná pro přesnou aplikaci pro horizontální i vertikální polohy. Výhodou je nárůst pevnosti v několika minutách po aplikaci. SikaFast 555 L10 má po vytvrzení vysokou pevnost a odolnost proti nárazu a může nahradit mechanické fixace jako jsou šrouby, nýty nebo svařování [27]. Lepidlo je vhodné pro konstrukční a montážní lepení kovů, plastů, skla, dřeva a dalších materiálů.

Příprava lepeného povrchu byla pro obě lepidla stejná. Povrch byl broušen pomocí minerální drátěnky a následně setřen čistým hadrem namočeným v přípravku Sika Aktivator 205. Po ošetření by plocha měla být lepena do 2 hodin po aplikaci přípravku. Ideální teplota pro ošetření povrchu a následné lepení je rozmezí +15 °C až +25 °C [28]. Po aplikaci Sika Aktivator 205 se lepená plocha musí nechat minimálně 10 minut odvětrat.

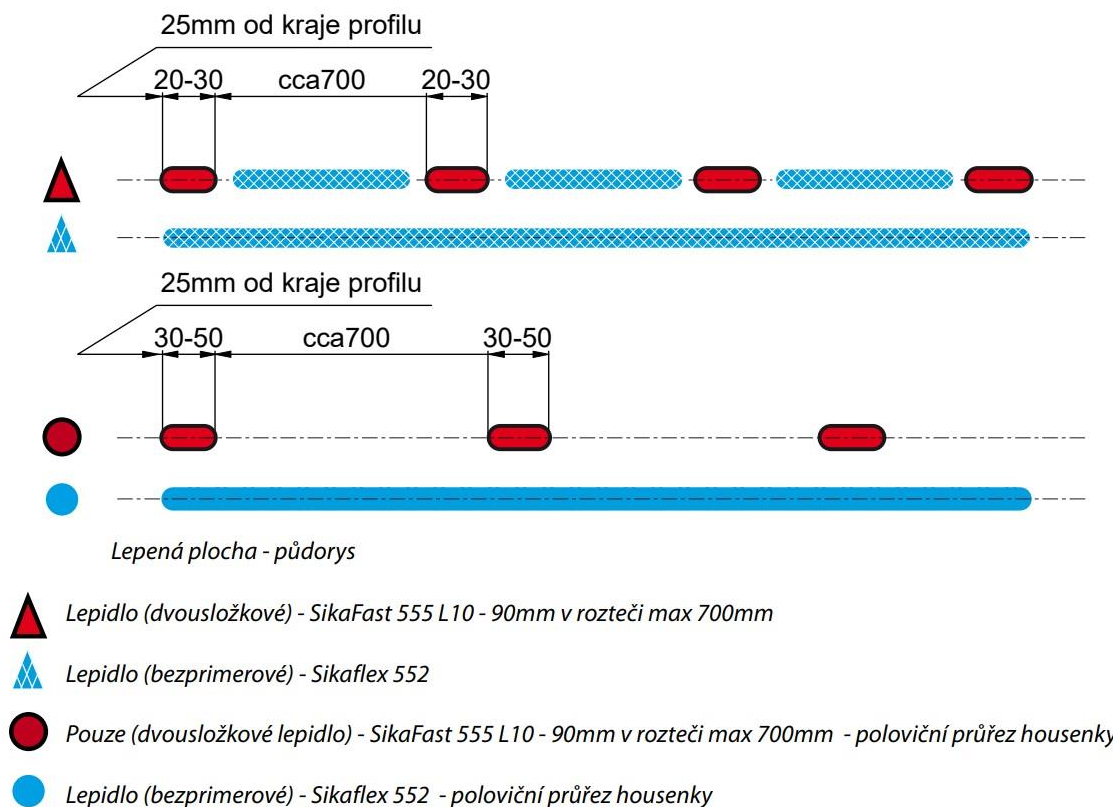
Nanášení lepidla a lepení samotné se u obou lepidel mírně liší. Sikaflex 552 se nanáší speciálním výřezem dýzy, která je dodávána spolu s balením produktu, ve tvaru trojúhelníkové housenky (obr. 36) o výšce 10 mm a šířce 8 mm [28]. Spoj musí být ustaven a fixován 30 minut od počátku nanášení lepidla. Rychlost vytvrzování lepidla závisí na teplotě a relativní vlhkosti vzduchu. Požadované tvrdosti je dosaženo při teplotě 23 °C a 50 % vlhkosti vzduchu za cca 24 hodin [28]. Po lepení jsou všechny spáry zatmeleny tmelem Sikaflex 515.

Lepidlo SikaFast 555 se nanáší na lepený povrch ve tvaru housenky (obr. 36) o průměru cca 6 mm. Ustavení a fixace lepeného spoje je požadována po dobu 10 minut od nanesení lepidla [28]. Vytvrzování trvá při 23 °C a 50 % relativní vlhkosti asi 25 minut. Následně jsou spáry zatmeleny tmelem Sikaflex 515 [28].



Obr. 36 Tvar housenky lepidla Sikaflex 552 / SikaFast 555 L10 [28]

Dále jsou uvedeny způsoby nanášení lepidla (obr. 37) na lepené profily pro oba typy lepidel a u každého z použitých profilů ke konstrukci nástavby je uveden způsob lepení pro konkrétní profil.

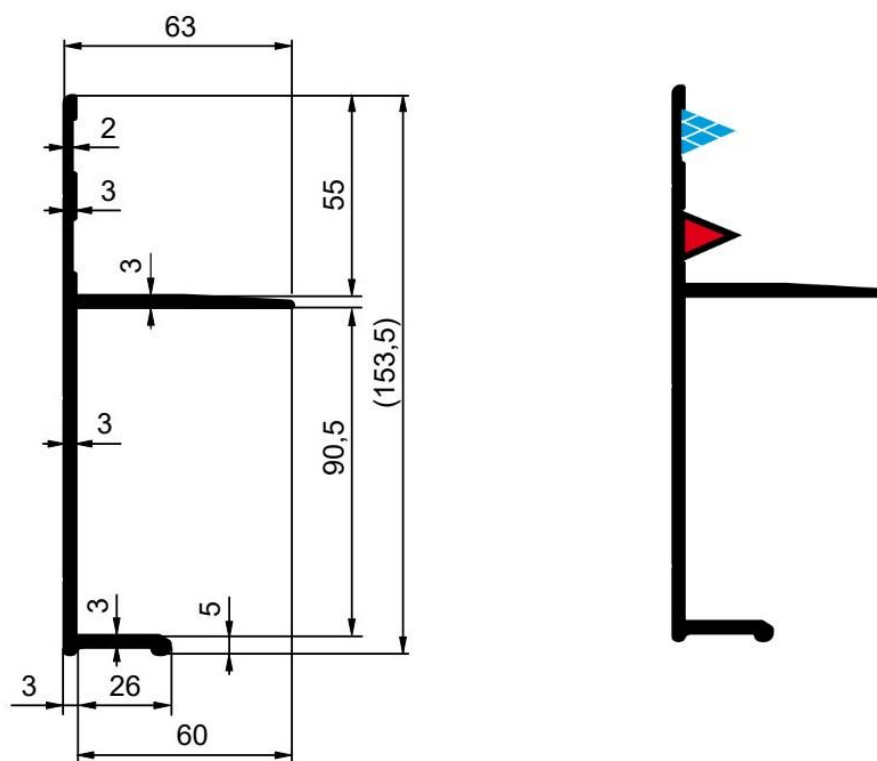


Obr. 37 Příklad lepení profilů lepidly Sikaflex 552 a SikaFast 555 L10 [28]

OBVODOVÝ PROFIL SKŘÍNĚ 90 MM

Obvodový profil skříně (obr. 38) slouží pro spojení nástavby s nosným rámem vozidla. Zároveň k němu byly lepeny čelní a boční stěny. Celkem byly potřeba 3 kusy tohoto profilu – pro pravou a levou boční stranu a čelní stranu. Boční obvodové profily skříně jsou dlouhé 6160 mm a čelní obvodový profil 2506 mm. Boční profily byly na přední straně seříznuty pod

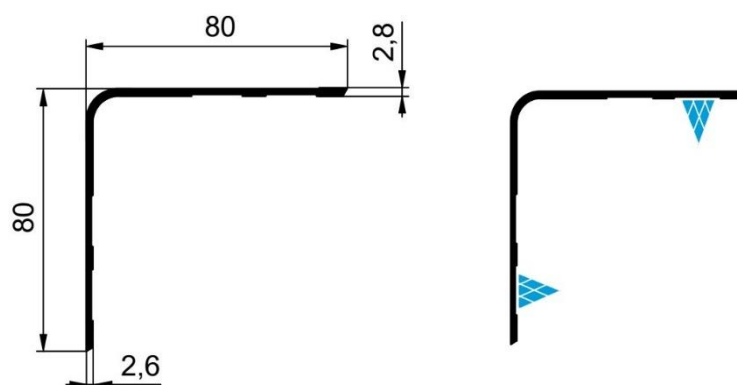
úhlem 45° a čelní profil byl seříznut pod úhlem 45° z obou stran, aby při montáži k sobě seříznuté stěny dosedly a vytvořili jednotný rám.



Obr. 38 Obvodový profil skříně 90 mm [29] / způsob lepení [28]

VNĚJŠÍ PROFIL L 80x80 MM

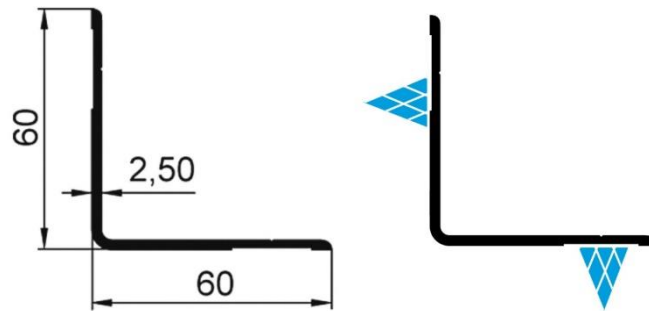
Vnější L profil (obr. 39) slouží pro překrytí vnějších hran nástavby, aby nemohla do nástavby vniknout voda a nebyly z exteriéru nástavby žádné ostré hrany. Vnější profily také spojují dva sousední panely, které jsou k tomuto L profilu lepeny. Boční profily, které překrývají boční a stropní panel jsou dlouhé 6160 mm a byly potřeba 2 kusy. Profil kryjící hranu čelního a střešního panelu měří 2506 mm. Profily, které spojují čelní a boční panely jsou dlouhé 2308 mm a byly také dva. V rozích, ve kterých se profily spojují, byly profily seříznuty pod úhlem 45° tak, aby plochou řezu mohly dosednout k sobě.



Obr. 39 Vnější profil L 80x80 mm [30] / způsob lepení [28]

VNITŘNÍ PROFIL L 60x60 MM

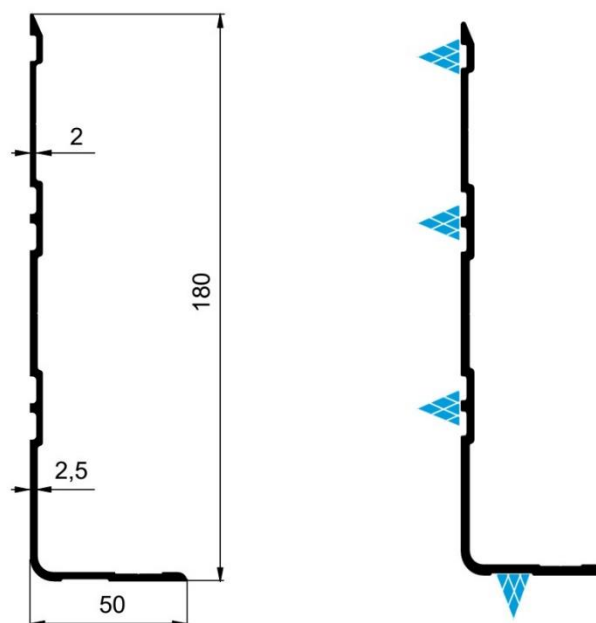
Vnitřní L profily (obr.40) slouží k překrytí vnitřních hran nástavby, zabraňují usazování nečistot podél hran panelů a také přispívají k tuhosti celé nástavby. Horní hranu mezi stropním a bočními panely kryjí dva profily o délce 6106 mm, hranu mezi stropním a čelním panelem kryje profil o délce 2420 mm. Další dva profily o délce 2045 mm spojují boční panely s čelním. Stejně jako u profilů vnějších byly i vnitřní na konci seříznuty pod úhlem 45°, aby se v rozích spojily k sobě a nevznikly spáry.



Obr. 40 Vnitřní profil L 60x60 mm [31] / způsob lepení [28]

OKOPOVÝ PROFIL L 180x50 MM

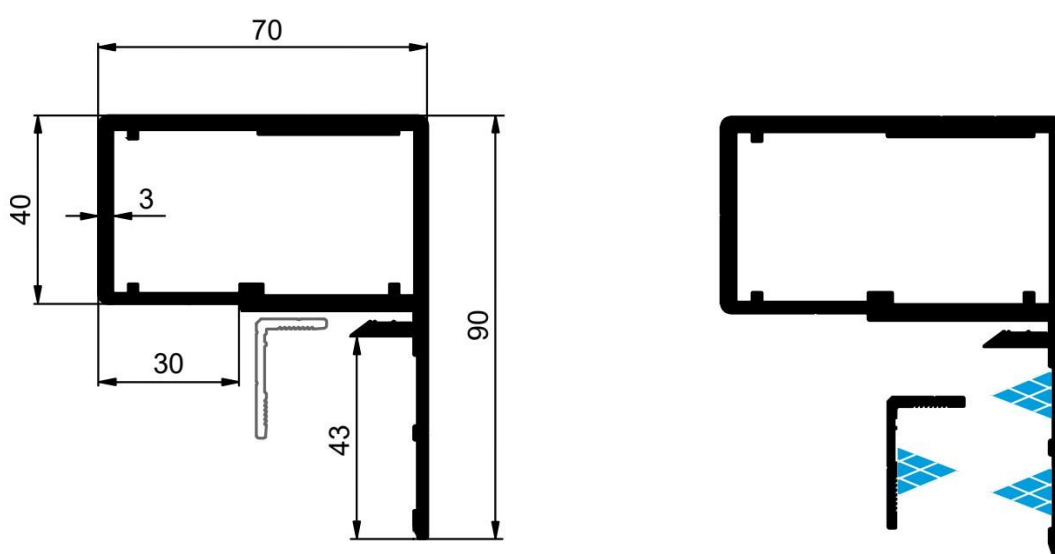
Okopový profil (obr. 41) spojuje podlahu s bočními stěnami. Oproti vnitřním profilům je delší na výšku a chrání tak stěny proti poškození v oblasti nohou posádky. Také díky větší lepené ploše poskytuje větší oporu bočním panelům. Rohy byly uřezány pod úhlem 45°, aby k sobě profily lícovaly v rozích a nevznikly spáry. Dva profily lemující boční stěny a podlahu jsou dlouhé 6106 mm a profil spojující čelní stěnu s podlahou je dlouhý 2420 mm.



Obr. 41 Okopový profil L 180x50 mm [32] / způsob lepení [28]

PROFIL ZADNÍHO PORTÁLU

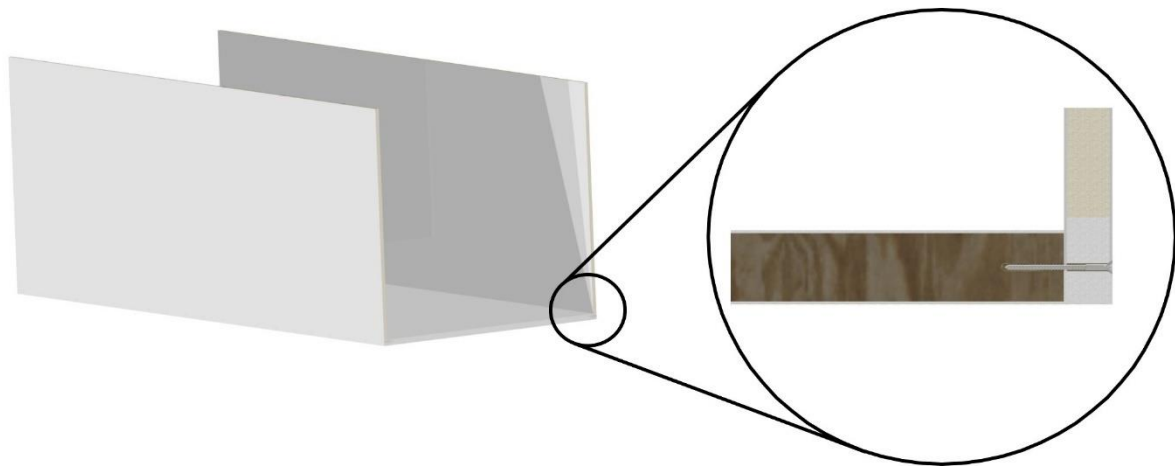
Profil zadního portálu (obr. 42) tvoří zadní čelo nástavby. K tomuto profilu byly připevněny panty pro zadní dveře. Skládá se ze dvou částí, ze samotného profilu portálu a malého L profilu. Portál profilu byl nasazen na konce bočních a stropního panelu a malý L profil slouží jako zajištění z druhé strany panelu. Dva svislé profily portálu, které lemují konce bočních panelů jsou dlouhé 2461,5 mm a malé L profily, které patří k profilu portálu měří 2225 mm, protože jsou nasazeny na boční panel po výšce vnitřní stěny, zatímco profil portálu přesahuje dolů. Podélný profil, který lemuje stropní profil, měří 2506 mm a k němu patří malý L profil 2414 mm. Profily portálu byly v horních rozích uříznuty pod úhlem 45°, aby k sobě dosedaly beze spár. Spodní hranu portálu tvoří obvodový profil, který je přichycen k pomocnému rámu.



Obr. 42 Profil zadního portálu a malý L profil [33] / způsob lepení [28]

2.2.3 KONSTRUKCE NÁSTAVBY

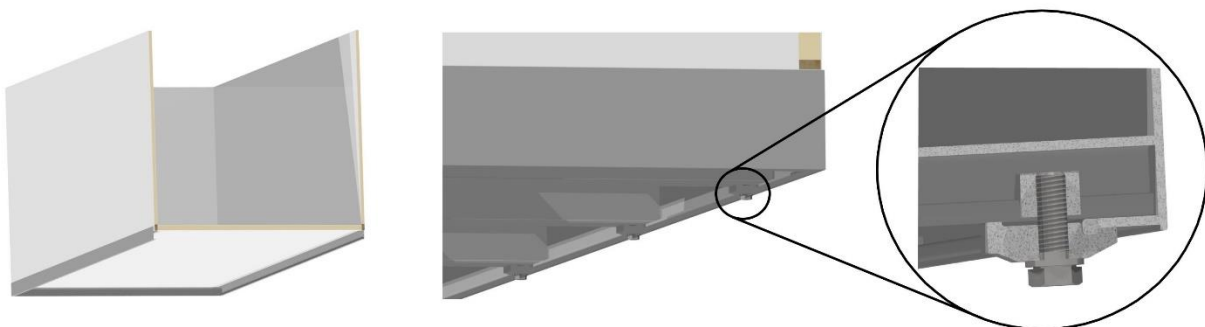
Podlahový panel a boční panely byly spojeny k sobě pomocí vrtů (obr. 43) přes dřevěné hranoly, které jsou vestavěné do sendvičových panelů. Spojení bylo provedeno z bočních stran skrz boční panely do podlahového panelu. Boční panely mají ve spodní části dřevěné výztuhy po celé délce panelu, určené právě ke spojení s podlahovým panelem. Podlahový panel má výztuhy umístěny příčně s roztečí 303,5 mm. Do každé z těchto výztuh byl navrtán vrt skrz boční panel, a tak došlo ke spojení panelů v dolní části. V podlahovém panelu se nachází 21 příčných výztuh, takže celkem bylo použito 42 vrtů (obě strany podlahového panelu). Ke spojení byly použity vruty do dřeva DIN 7505A o rozměrech 6,0x90 mm se zapuštěnou hlavou.



Obr. 43 Spojení bočních a podlahového panelu pomocí vrtů DIN 7505A

Do přední části byl vsazen čelní panel, který byl spojen vruty s podlahou stejným způsobem jako boční panely. Na spojení čelního panelu bylo použito celkem 8 vrtů.

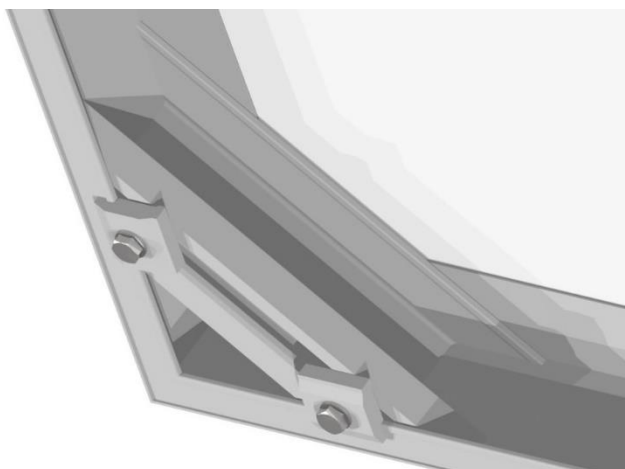
Přípevnění nástavby k pomocnému rámu bylo zabezpečeno přes obvodový profil skříně. Dva boční a čelní profily tvoří rám pro sestavu panelů. Ke spojení s pomocným rámem (obr. 44) bylo použito svorek a matic PALCOM, stejně jako pro spojení příčníků pomocného rámu s podélníky. Místo svorek s výškou 8 mm byly použity svorky nižší s výškou 4 mm, matice PALCOM jsou stejné. Svorky s maticemi jsou spojeny pomocí šroubu s šestihrannou hlavou M10x30 DIN933 s polyamidovou vrstvou (TUFLOK) a pod hlavou šroubu je umístěna podložka 10,5 DIN 125 A. Utahovací moment je předepsán 48 Nm. Boční, čelní a podlahový panel byly k obvodovému profilu skříně nalepeny, jak je uvedeno výše u popisu hliníkový profilů a jejich lepení.



Obr. 44 Sestavený obvodový profil skříně a jeho spojení s pomocným rámem

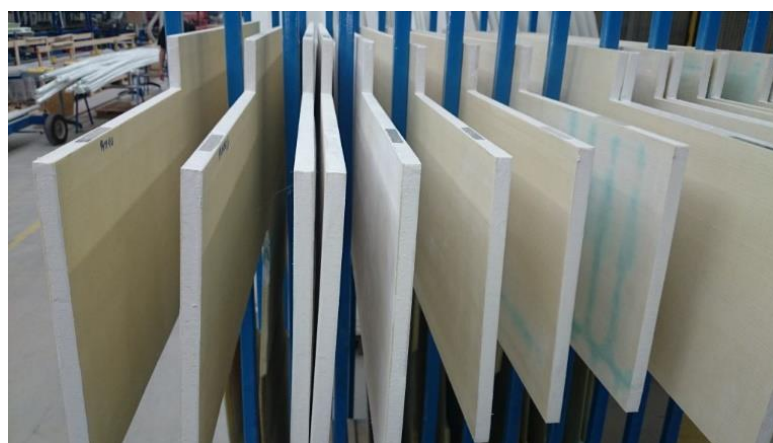
V předních rozích obvodového profilu byla konstrukce vyztužena stejným profilem, ze kterého jsou vyrobeny příčnicku pomocného rámu. Krátké kusy profilu byly po obou stran uříznuty pod úhlem 45° a dosedají z vnitřní strany na obvodový profil skříně. Výztuhy byly k tomuto profilu přichyceny svorkami a maticemi PALCOM, podobně jako je obvodový

profil skříně přichycen k příčnícím pomocnému rámu. Výztuha (obr. 45) zabezpečí, že boční a čelní obvodové profily skříně budou v rozích pevně držet u sebe.



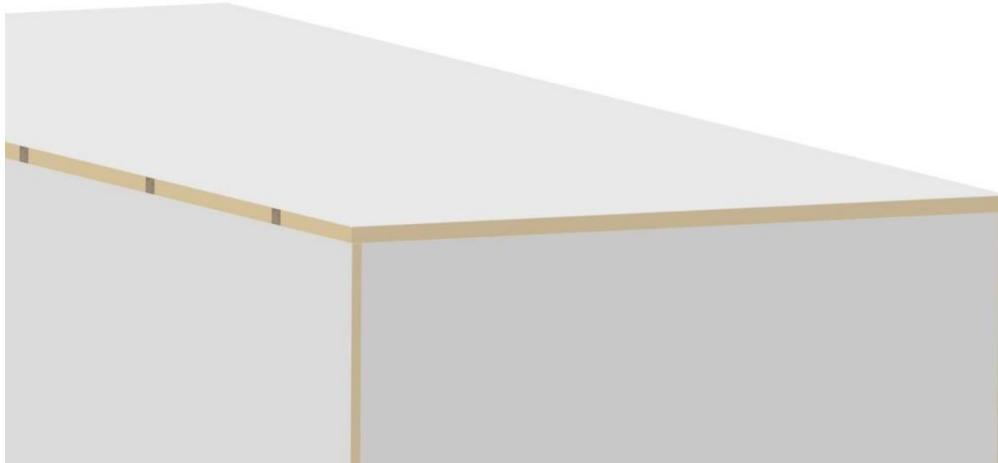
Obr. 45 Výztuha rohu obvodového profilu skříně

Podlahový panel slouží jako izolace nástavby ze spodní strany, ale není určen k tomu, aby se po něm chodilo. Proto na podlahový panel byla umístěna podlahová deska vhodná pro větší zatížení. Jako vhodná alternativa byla zvolena sendvičová deska PUROXIT (obr. 46) od firmy 5M. Díky kompozitním materiálům a speciálnímu jádrovému materiálu jsou tyto desky velmi lehké a mají výborné mechanické vlastnosti. Desky jsou voděodolné (i slané vodě), mají dobré tepelně-izolační vlastnosti, tlumí hluk a jsou nehořlavé. Navíc desky PUROXIT plní normy DIN 5510-2 a EN 45 545 [34] pro použití v dopravních prostředcích. Díky tomu jsou hojně využívány pro konstrukce podlah ve vlacích, tramvajích nebo autobusech. Tloušťka panelů je 15 mm, šířka 1250 mm a délku si určuje zákazník podle vlastní potřeby. Další výhodou desek je, že je lze spojovat do větších celků a snadno se lepí. Pro nástavbu odběrového vozu byly použity dvě desky PUROXIT o délce 6147 mm a šířce 1210 mm, které byly spojeny a nalepeny na podlahový panel lepidlem Sikaflex 552.



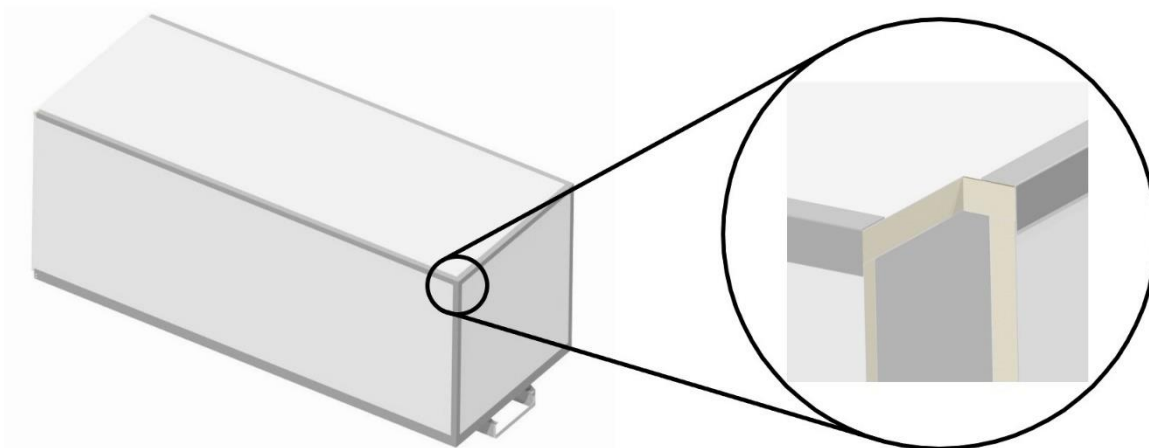
Obr. 46 Podlahové desky PUROXIT [34]

Dalším krokem byla montáž střešního panelu na nástavbu. Střešní panel (obr. 47) byl vyroben v takové velikosti, že při položení na čelní a boční stěny jsou jeho okraje zarovnané s boční a čelní stěnou.



Obr. 47 Umístění střešního panelu (pohled z čelní strany)

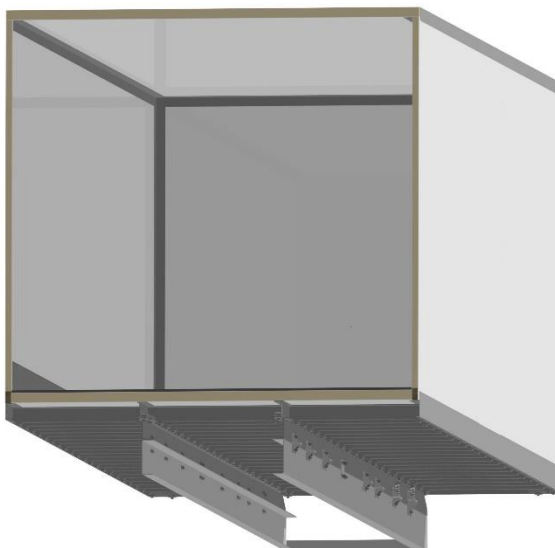
Střešní panel byl k nástavbě uchycen pomocí vnějších L profilů z vnější strany a vnitřních L profilů z interiéru nástavby. Profily byly k panelům nalepeny lepidly Sika, podle pokynů v předcházející kapitole. Po nalepení byly spáry zatmeleny, aby bylo zabráněno vniknutí vlhkosti do nástavby. Nalepením vnějších L profilů (obr. 48) byly všechny odhalené konce panelů zakryty a ze všech stran je tedy vidět pouze jednodílná plocha stěn. V rozích, kde se konce profilů setkávají, jsou uříznuty pod úhlem 45° a dosedají uříznutými plochami na sebe. Vnější L profily jsou z nelepené strany zaobleny a díky tomu nejsou na vnějším povrchu nástavby žádné ostré hrany, které by byly nepřijatelné při homologaci nástavby pro provoz na silničních komunikacích.



Obr. 48 Zakrytí vnějších hran L profily 80x80 mm / řez v rohu nástavby

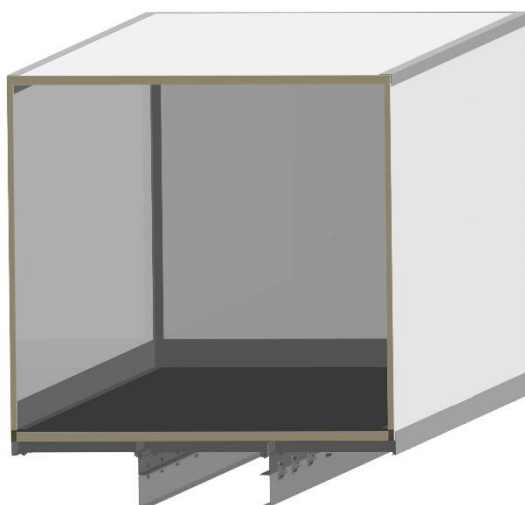
Podobným způsobem byly nalepeny vnitřní L profily 60x60 mm. Vnitřní profily (obr. 49) byly nalepeny na všechny vnitřní hrany, kromě spojení podlahy a bočních stěn. Po nalepení byly zatmeleny spáry. Díky nalepeným vnitřním profilům se nemůžou ve hranách spojení

panelů a rozích usazovat nečistoty, a to napomáhá snadnější údržbě a čištění interiéru nástavby. Profily byly v rozích uříznuty pod úhlem 45° a spojeny k sobě, aby mezi nimi ve spojeních nevznikly mezery. Nalepení profilů z vnější i vnitřní strany nástavby zajišťuje dostatečnou tuhost a pevnost. V současnosti tento způsob konstrukce nástaveb používá většina velkých výrobců, protože je to řešení lehké, jednoduché, pevné a nástavby mají životnost až 20 let provozu.



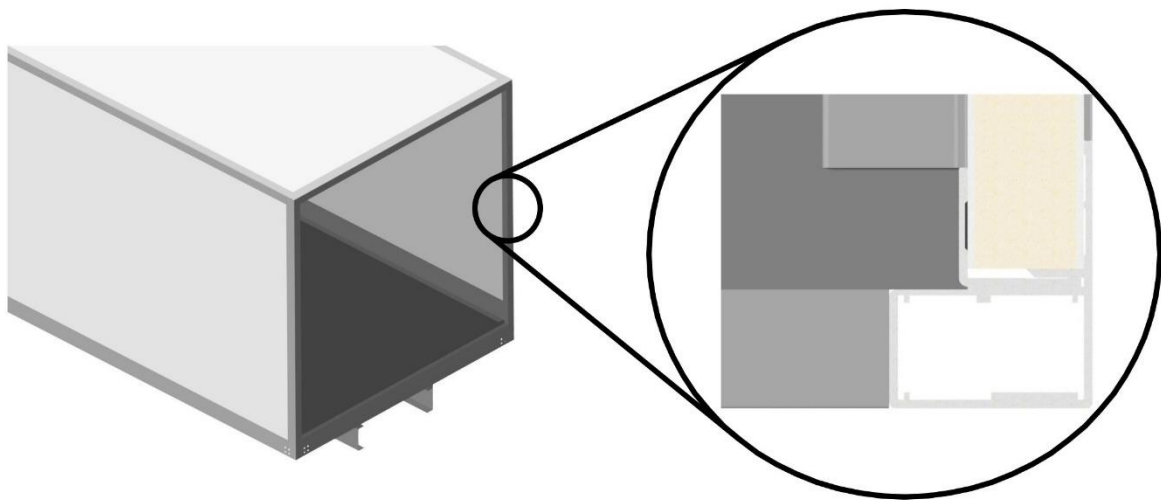
Obr. 49 Zakrytí vnitřních hran L profily 60x60 mm (pohled zezadu)

Na spojení podlahy a bočních stěn byly nalepeny okopové L profily 180x50 mm. Tento profil je oproti vnitřnímu L profilu 60x60 mm vyšší, aby chránil stěny při náhodném kopnutí botou do stěny. Postup lepení je totožný jako u vnějších a vnitřních L profilů. Po nalepení těchto profilů (obr. 50) byly již na všech vnitřních a vnějších hranách nástavby nalepeny hliníkové profily, které zajišťují pevnost, snadnou údržbu a zajišťují, že hrany nástavby nejsou ostré.



Obr. 50 Zakrytí spojení podlahy a bočních stěn okopovým L profilem 180x50 mm (pohled zezadu)

Následně byl k zadní části nástavby připevněn portál. Zadní portál (obr. 51) slouží k upevnění pantů pro zadní dveře do nástavby a skládá se z profilu zadního portálu a malého L profilu. Profil zadního portálu byl nasazen k zadnímu okraji bočních panelů a panelu stropního. Na panely byl profil zadního portálu nalepen podle návodu v předchozí kapitole. V rozích byly profily uříznuty pod úhlem 45°, aby k sobě doléhaly v místě spoje. Z druhé strany panelů, než je nasazen a nalepen profil zadního portálu, byly nalepeny malé L profily. Tyto profily mají malé výstupky, které jsou také v protikusku v profilu zadního portálu. Malý L profil byl zasunut do profilu zadního portálu a výstupky zabráňují jejich vzájemnému pohybu. Boční profily zadního portálu jsou dlouhé od stropního panelu až po konec obvodového profilu skříně. Malé L profily jsou kratší, protože jsou umístěny z vnitřní strany panelů, takže jejich délka je stejná, jako výška interiéru nástavby.



Obr. 51 Zadní portál a podélný řez nástavbou v místě zadního portálu

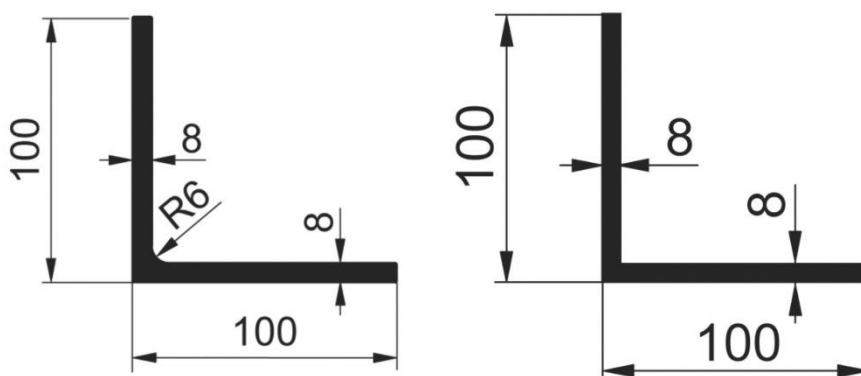
Aby bylo možné k zadnímu portálu připevnit panty dveří, bude nutné boční profily zadního portálu vyztužit. K vyztužení byly použity duté ocelové obdélníkové profily (obr. 52) o rozměru 60x30x2 mm podle normy ČSN EN 10219-1. Tyto profily jsou k dostání v obchodě firmy Feron [35]. Ocelové profily jsou dlouhé 2458,5 mm a byly zasunuty do bočních profilů zadního portálu.



Obr. 52 Ocelové profily 60x30x2 (pohled na zadní portál)

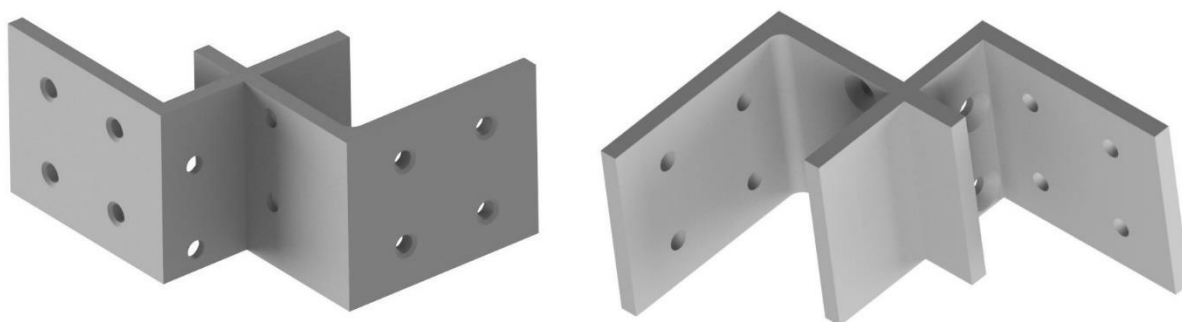
Do zadního portálu byly připevněny panty, do kterých budou nasazeny zadní dveře. Proto je nutné, aby byl portál pevně připevněn k nástavbě. Proto byly spodní rohy portálu vyztuženy a díky tomu je portál pevný i po zatížení dveřmi. Navíc jsou spojeny boční a zadní obvodové profily skříňe, což přispívá k tuhosti obvodového profilu.

Pro vyztužení byly použity hliníkové L profily 100x100x8 mm (obr. 53), jejichž výška je 80 mm. Jeden z nich má vnitřní poloměr 6 mm a druhý je bez poloměru. Profily jsou dostupné z obchodu firmy ALU-SV.



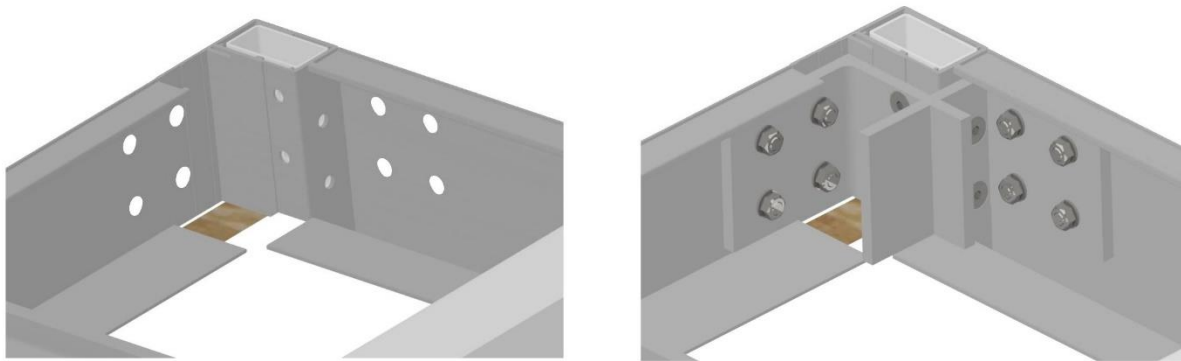
Obr. 53 L profily 100x100x8 mm s poloměrem R6 [36] / bez poloměru [37]

Do jednoho z profilů byla vyříznuta drážka do poloviny jeho výšky z horní strany a do druhého profilu byla vyříznuta drážka z dolní strany. Díky tomu bude možné profily do sebe zasunout a budou pevně držet u sebe. Spoj mezi profily byl svařen. Do sestavy obou profilů (obr. 54) byly vyvrtány díry pro šrouby. Na stranách, které byly spojeny s obvodovým profilem skříňe jsou díry čtyři a na stranách, kde byly L profily spojeny s portálem jsou díry dvě. Odpovídající díry pro šrouby byly vyvrtány také do obvodového profilu skříňe, do profilu portálu a do ocelového obdélníkového profilu, který slouží jako výztuha portálu. Z vnější strany mají díry zahloubení pro šrouby s kuželovou hlavou.



Obr. 54 Sestava L profilů 100x100x8 mm

Pro spojení výztuhy s obvodovým profilem skříně a zadním profilem portálu byly použity šrouby se zápusťnou hlavou a vnitřním šestihranem podle normy DIN 7991 M8x20, M8x25 a M8x30. Šrouby se zápusťnou hlavou byly použity proto, aby hlava šroubu zbytečně nevystupovala do prostoru z vnější strany nástavby. Z druhé strany profilů byly použity podložky 8,4 DIN 125 a matice M8 podle normy DIN 934. Tímto spojovacím materiálem byla sestava L profilů 100x100x8 mm spojena s obvodovými profilem skříně a profilem zadního portálu. V zadních dolních rozích nástavby tak bylo vytvořeno pevné spojení (obr. 55), které drží jak zadní portál, tak obvodové profily skříně u sebe.



Obr. 55 Zadní spodní roh nástavby bez výztuhy a s výztuhou zadního portálu

2.3 PŘÍSTUP DO NÁSTAVBY

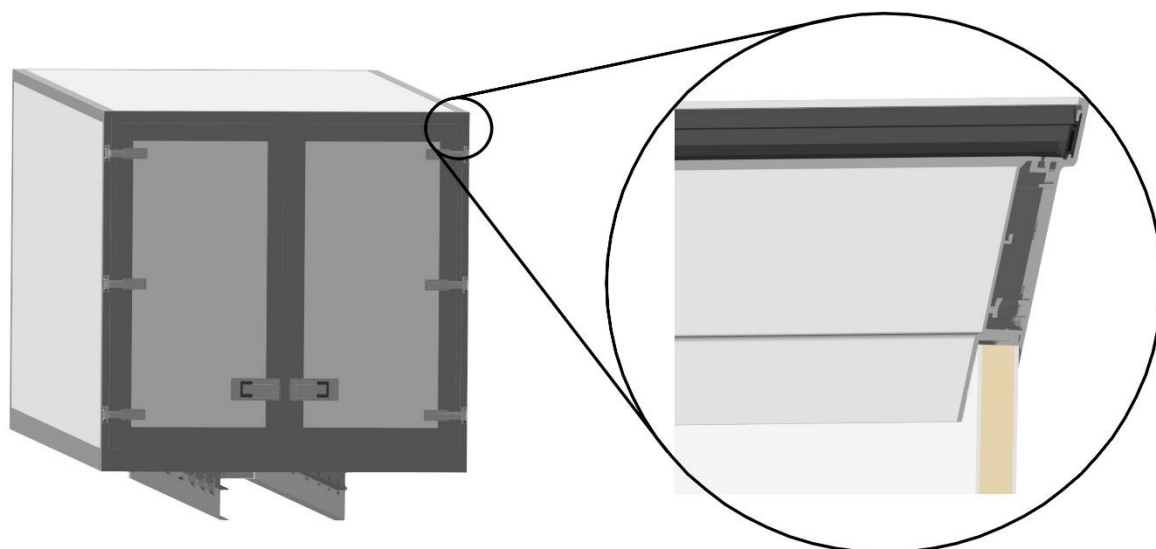
Pro pohodlné a efektivní použití nástavby bylo třeba zajistit pro osoby snadný a optimální přístup do ní. Přístup do nástavby se dělí na dva druhy. Jedná se o přístup pro osoby, které vozidlo obsluhují a provádějí odběry a na straně druhé musí být zajištěn snadný přístup do nástavby s těly dárců tkání.

Přístup pro obsluhu byl řešen pomocí dvojice dveří. Jedny hlavní byly umístěny v celé šířce zadní stěny nástavby a byly děleny na dvě poloviny, přičemž je možné otevřít buď jednu nebo obě poloviny dveří. Tyto dveře jsou zároveň určeny také pro transport těl do a z nástavby. Jelikož nástavba byla postavena na podvozku vozidla, který už sám o sobě má určitou výšku, bylo nutné vyřešit zvedání těl do výšky podlahy, aby bylo možné tělo položené na nosítkách na zemi transportovat dovnitř do nástavby a následně přesunout na pitevní stůl. K tomu slouží hydraulické zvedací plošina, která je složeném stavu přiklopena na zadní dveře a v případě potřeby naložení těla je sklopena na zem, obsluha najede s tělem na nosítkách na plošinu, která je následně zvednuta do výše podlahy nástavby. Díky tomu je možné nosítky najet blízko k pitevnímu stolu a tělo s minimální námahou na stůl přesunout.

Jelikož hydraulická zvedací plošina je ve výchozím stavu přiklopena na zadní dveře, nebyl by bez jejího sklopení možný přístup do nástavby zadními dveřmi. Proto byly do nástavby zakomponovány také dveře boční, které mají sloužit pro případy, kdy se obsluha potřebuje dostat rychle do nástavby, bez nutnosti sklopení zadní plošiny a následném přístupu zadními dveřmi. Použití dvojice dveří posádce zajišťuje snadný přístup do nástavby za všech okolností a usnadní jí práci.

2.3.1 ZADNÍ DVEŘE

Zadní dveře byly složeny ze dvou dílů, které se otevírají samostatně a slouží zejména pro transport těl do nástavby. Zadní dveře (obr. 56) svou velikostí tvoří celou zadní stěnu nástavby. Dveře jsou tvořeny ze dvou křídel, která jsou stejná s jediným rozdílem, že jedna strana má v místě, které je v kontaktu s druhou polovinou při zavřených dveřích jiný profil, aby jedno křídlo mohlo dosedat na druhé.

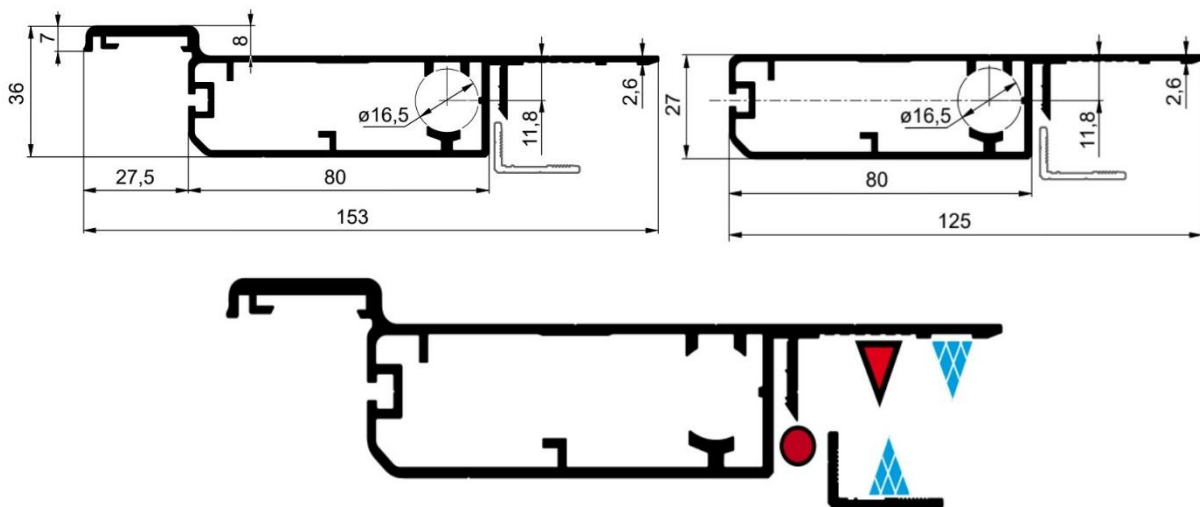


Obr. 56 Pohled na zadní dveře do nástavby a řez zadními dveřmi

Dveře jsou složeny z izolačního sendvičového panelu o tloušťce 25 mm, který je stejné konstrukce jako ostatní stěny nástavby. To přispívá k dobrým izolačním vlastnostem nástavby, protože všechny její stěny jsou tvořeny sendvičovými panely. Panel pro dveře je vysoký 2034 mm a široký 1002 mm. Jeho složení je stejné jako u panelů tvořících stěny nástavby, tedy tvrdá polyuretanová izolační pěna, která je opláštěná polyesterovým skelným laminátem. Do panelu použitého pro dveře nebylo třeba zabudovávat výztuhy.

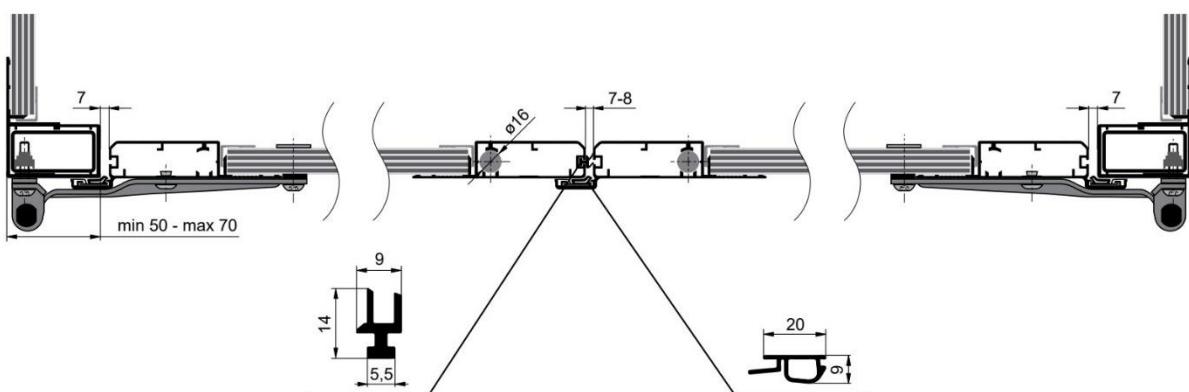
Okraje zadních dveří tvoří hliníkové profily křídla dveří (obr. 57), které byly nalepeny na panel zadních dveří. Hliníkový profil obepíná panel ze všech čtyř stran. Svislé profily na delší straně dveří měří 2259 mm a vodorovné profily na kratší straně dveří jsou dlouhé 1227 mm. Všechny profily byly na koncích seříznuty pod úhlem 45 stupňů, takže při nalepení na panel seříznuté plochy profilů dosedají na sebe a díky tomu nevznikly žádné nežádoucí spáry. Z druhé strany panelů byly nalepeny L profily, které zarážkou zapadají do hliníkových profilů křídla dveří. L profily byly nalepeny také ze všech čtyř stran panelu. Delší L profily měří 2044 mm a kratší 1012 mm. Také L profily byly na koncích seříznuty pod úhlem 45 stupňů, aby v rozích profily dosedali na sebe beze spár.

Obě poloviny zadních dveří jsou stejné s jediným rozdílem. U druhého křídla dveří byl na straně, která sousedí v zavřeném stavu s prvním křídlem dveří, místo hliníkové profily křídla dveří použit profil křídla bez lemu pro těsnění. Pokud by byl použit profil s lemem na obou křídlech dveří, tak by je nebylo možné zavřít.



Obr. 57 Profil křídla dveří [38], profil křídla dveří bez lemu [39] a malé L profily / způsob lepení [28]

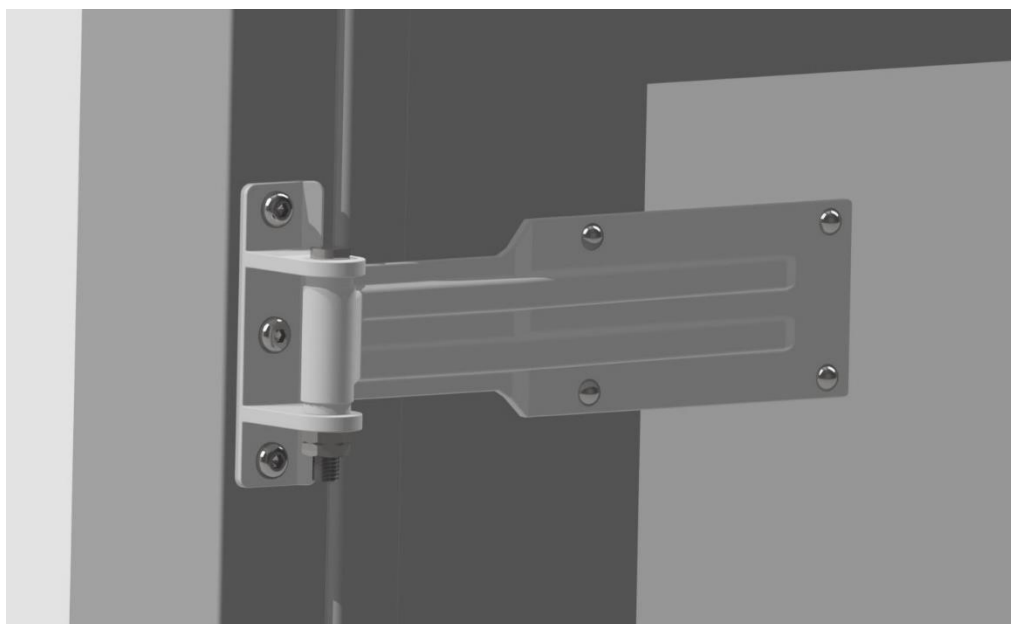
U dveří je důležité, aby zavřené dobře těsnily a izolovaly interiér nástavby od vnějšího prostředí. Pro tyto účely slouží těsnění, pro která jsou v profilech křídla dveří připraveny drážky, do kterých těsnění zapadají. Druhé strany těsnění dosedají na zadní portál nástavby a tím je interiér nástavby kvalitně utěsněn. Celkem byly pro utěsnění použity 2 druhy těsnění, které jsou vyrobeny z pryže. Pro lepší představu o konstrukci zadních dveří a umístění těsnění je uveden vodorovný řez celou sestavou zadních dveří (obr. 58). Po celém obvodu dveří bylo použito hladké gumové těsnění pro profil dveří [40], celkem byly potřeba 4 kusy na jedno křídlo dveří, dva delší a dva kratší, délka odpovídá délce drážky v profilu křídla dveří. Mezi křídla dveří bylo použito gumové těsnění pro profil dveří vnitřní [41]. Všechny hliníkové profily křídla dveří i gumová těsnění jsou dostupné k zakoupení na webu firmy ALU-SV.



Obr. 58 Umístění těsnění dveří znázorněné na vodorovném řezu zadními dveřmi [42]

Zadní dveře byly připevněny k profilům zadního portálu pomocí sestavy listu pantu a závěsu pantu (obr. 59). List pantu [43] i závěs pantu [44] jsou vyrobeny z nerezové oceli. Spojeny k sobě jsou pomocí čepu pantu [45] a k utažení byly použity dvě nízké nerezové šestihřanné matice M10, DIN 936. K zadnímu portálu byl závěs pantu připevněn pomocí tří šroubů M8x30 ISO 7380 s čokovkou hlavou a imbus drážkou. Tyto šrouby byly zašroubovány skrz portál do speciální závitové destičky závěsu [46], která se nachází uvnitř profilu zadního portálu. V listu pantu jsou díry o průměru 8 mm, do kterých byly vloženy nýtové redukce

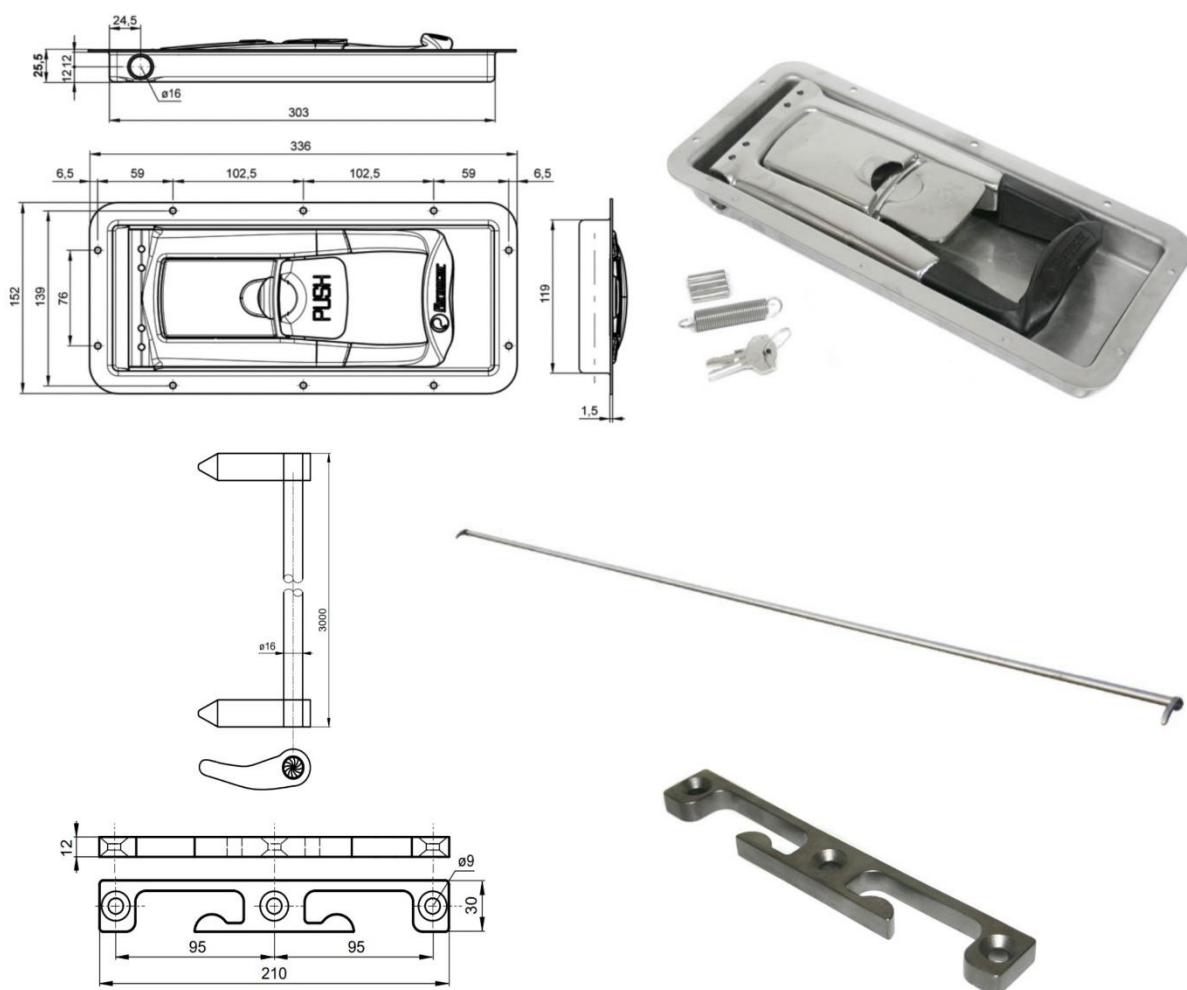
8x6,4x4 mm [47] pro nýty o velikosti 6,4 mm. Spojení listu pantu a dveří bylo zajištěno pomocí čtyř nerezových trhacích nýtů DIN 7337 6,4x35 mm.



Obr. 59 Sestava pantu zadních dveří

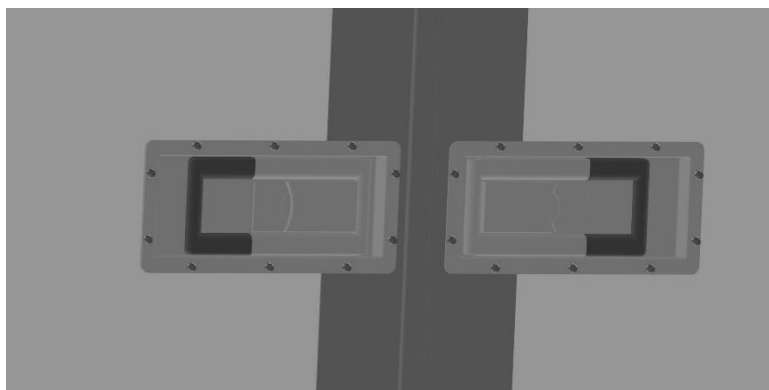
Každé křídlo dveří bylo uchyceno k portálu pomocí tří pantů. Jejich poloha byla určena podle prostřední díry v závěsu pantu. Vzdálenost prostřední díry od boční hrany portálu byla pro všechny tři panty 20 mm. Vzdálenost od horní hrany portálu byla pro 1. pant 287,5 mm, pro 2. pant 1179 mm a pro 3. pant 2070,5 mm. Umístění pantů jsou stejná na obou křídlech dveří. Celkově pro upevnění zadních dveří bylo potřeba 6 pantů.

Dále bylo třeba u dveří vyřešit jejich systém zavírání. K tomu účelu byly do dveří zabudovány vestavěné závěry PUSH $\varnothing 16/25,5$ mm. Pro montáž vestavěného závěru (obr. 60) byla do zadních dveří vyříznuta obdélníková díra o rozměrech 303x119 mm (podle velikosti závěru). Pro vestavěný systém zavírání jsou uzpůsobeny profily křídla dveří, které mají uvnitř profilu připravené vedení pro tyč závěru o průměru 16 mm. Toto vedení je vidět na obr. 57. Horizontální poloha vyříznutí otvoru pro závěr ve dveřích byla určena podle polohy díry pro tyč závěru, která musí být souosá s vedením pro tyč závěru v profilu křídla dveří. Vertikální poloha otvoru pro závěr je 350 mm od spodního okraje dveří. Vedením v profilu křídla dveří prochází tyč závěru o průměru 16 mm (obr. 60) s háky. Tyč se prodává dlouhá 3000 mm, proto byla zkrácena na požadovanou délku. Háky jsou v zavřeném stavu zaháknuty do protikusu, který byl namontován nahoře na zadním portálu a dole na podlaze, a tím jsou dveře zajištěny v zavřené poloze. Otočným pohybem vyvolaným tažením za rukojeti závěru dojde k vyháknutí háků z protikusu (obr. 60) a je možné otevření dveří. Vestavěné závěry dveří mají přírubu, ve které je připraveno 10 děr pro připevnění ke dveřím.



Obr. 60 Vestavěný závěr [48], Tyč závěru 16 mm s háky [49], Protikus dvojitý [50]

Vestavěný závěr se nachází na obou křídlech dveří (obr. 61), takže pro zadní dveře byly potřeba 2 kusy vestavěných závěrů, 2 tyče závěru s háky a dva univerzální dvojité protikusy. Všechn tento materiál je dostupný z obchodu ALU-SV.



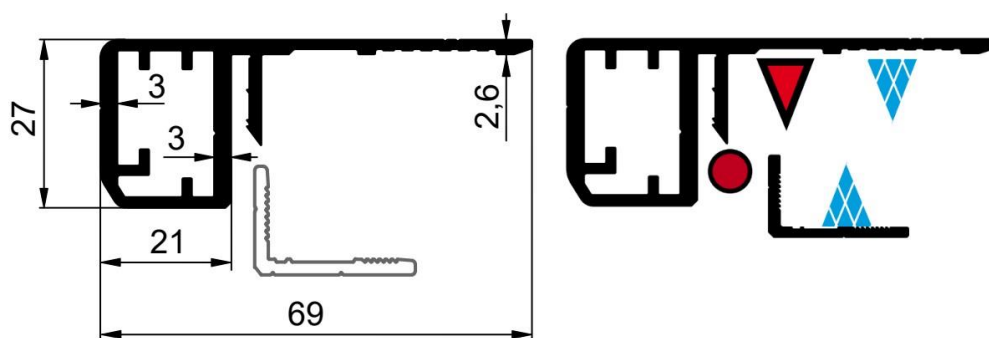
Obr. 61 Závěry dveří namontované na zadních dveřích nástavby

2.3.2 BOČNÍ DVEŘE

Konstrukce bočních dveří je podobná jako u dveří zadních. Liší se pouze v celkových rozměrech dveří a způsobu uchycení pantů. Dále proto nebyla popisována detailně konstrukce jako u zadních dveří, protože by se informace opakovaly. Jsou zmíněny pouze důležité rozdíly.

Izolační panel bočních dveří o tloušťce 25 mm měří 1982 mm na výšku a 750 mm na šířku. Svislé hliníkové profily křídla bočních dveří na delší straně jsou dlouhé 2207 mm a vodorovné profily na kratší straně dveří jsou dlouhé 975 mm. L profily, které jsou nalepeny z druhé strany panelu měří 1992 mm a 760 mm. Po všech stranách dveří bylo použito stejné gumové těsnění jako u zadních dveří.

Jelikož u bočních dveří není portál jako u dveří zadních, bylo třeba vytvořit rám, do kterého by bylo možné ukotvit panty dveří. Tento rám byl vytvořen z hliníkového profilu rámu dveří (obr. 62). Pro ukotvení profilu byl do boční stěny nástavby (pravé ve směru jízdy) vyříznut obdélník o rozměrech 2168x988 mm. Poloha výřezu je následující: pravá strana výřezu vzdálená 2638 mm od pravého přední hrany nástavby, horní strana výřezu 122 mm od pravé horní hrany nástavby. Na plochy, které vznikly výřezem do boční stěny byly nalepeny profily rámu dveří stejným způsobem, jako byly nalepeny profily křídla dveří na panel dveří.



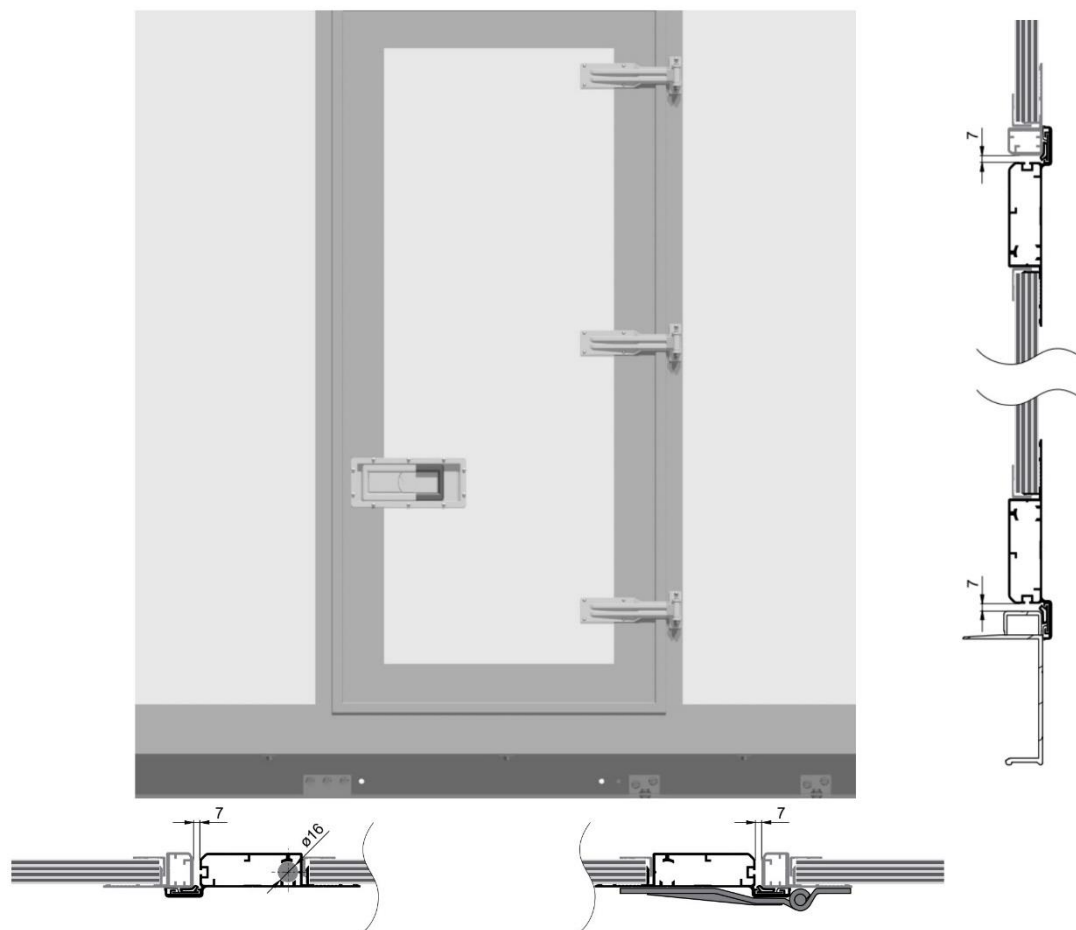
Obr. 62 Profil rámu dveří a malý L profil [51] / způsob lepení [28]

Boční profily rámu dveří měří 2304 mm a jejich L profily 1980 mm. Horní profil rámu dveří je dlouhý 1072 mm a jemu příslušný L profil 982 mm. Na dolní straně rám není, lem dveří dosedá přímo na obvodový profil skříně. Mezi podlahou a vnitřní stranou dveří vznikla malá mezera, do které byl vložen hranol z hliníku, který slouží jako práh, aby mezi podlahou a dveřmi nevznikla spára.

Panty dveří jsou stejné jako pro zadní dveře. Jediný rozdílem bylo použití delších šroubů M8x55 ISO 7380 s čokovkou hlavou a imbus drážkou pro připevnění závěsů pantu k profilu rámu dveří. Boční dveře byly uchyceny k rámu dveří pomocí tří pantů. Jejich poloha byla určena podle prostřední díry v závěsu pantu. Vzdálenost prostřední díry od boční hrany profilu rámu dveří bude pro všechny tři panty 19 mm. Vzdálenost od horní hrany boční stěny je pro 1. pant 366,5 mm, pro 2. pant 1191,5 mm a pro 3. pant 2016,5 mm.

System zavírání dveří byl vyřešen stejně jako u zadních dveřích sestavou vestavěných závěrů PUSH $\varnothing 16/25,5$ mm. Horizontální poloha vyříznutí otvoru pro závěr ve dveřích je určena podle polohy díry pro tyč závěru, která musí být souosá s vedením pro tyč závěru v profilu křídla dveří. Vertikální poloha otvoru pro závěr je 650 mm od spodního okraje bočních dveří.

Posledním rozdílem je, že instalované protikusy pro háky jsou jednostranné, protože boční dveře (obr. 63) mají pouze jedno křídlo.



Obr. 63 Boční dveře a jejich vodorovný a svislý řez [42]

2.3.3 SKLOPNÁ PLOŠINA

Pro nakládání těl do nástavby slouží zadní dveře. Jelikož je podlaha nástavby ve značné výšce od země, je pro transport těl potřeba zvedací mechanismus, který zajistí snadné naložení těla do nástavby. Pro tyto účely slouží hydraulická zvedací plošina. Rám plošiny byl upevněn k nosnému rámu vozidla a ve složeném stavu je plošina přiklopena k zadním dveřím nástavby. Při potřebě transportu těla do nástavby je nejprve plošina sklopena na zem a poté je možné otevřít zadní dveře. Tělo na nosítkách je následně na plošinu zvednuto do úrovně podlahy a obsluha může s nosítky vjet do nástavby a tělo přesunout na pitevní stůl.

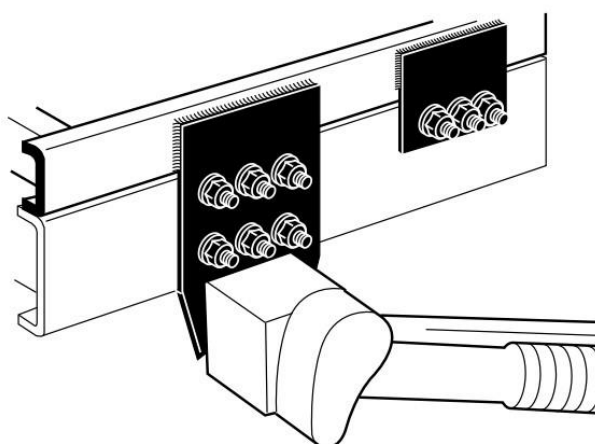
Jako vhodná plošina pro nástavbu odběrového vozidla byla vybrána hydraulická plošina od výrobce BÄR Cargolift. Tato firma se zabývá výhradně výrobou různých druhů zvedacích plošin pro nákladní vozidla a její produkty využívají mnozí výrobci nástaveb. Na webových stránkách firmy je k dispozici konfigurátor [52], kam po zadání značky a typu vozidla a rozměrů konkrétní nástavby je doporučena zákazníkovi vhodná plošina z portfolia výrobce. Po zadání rozměrů nástavby odběrového vozidla byla pro dané použití doporučena plošina BC 1500 S4-B4 (obr. 64) s délkou zvedacího ramene 1000 mm. Jedná se současně o nejprodávanější plošinu výrobce. Tato zvedací plošina má nosnost až 1500 kg, což pro použití

pro odběrové vozidlo je více než dostatečné, protože se počítá se zvedáním těla na nosítkách a osob zajišťujících transport. Výška plošiny byla zvolena podle katalogu výrobce BÄR Cargolift 2100 mm a šířka plošiny 2480 mm, tak aby rozměry vyhovovaly požadovaným rozměrům zvedací plošiny v zadání práce. Celková hmotnost zvedací plošiny včetně montážního materiálu, kabelů a zábraně proti podjetí je asi 450 kg [54].



Obr. 64 Zvedací plošina Bär Cargolift BC 1500 S4 [53]

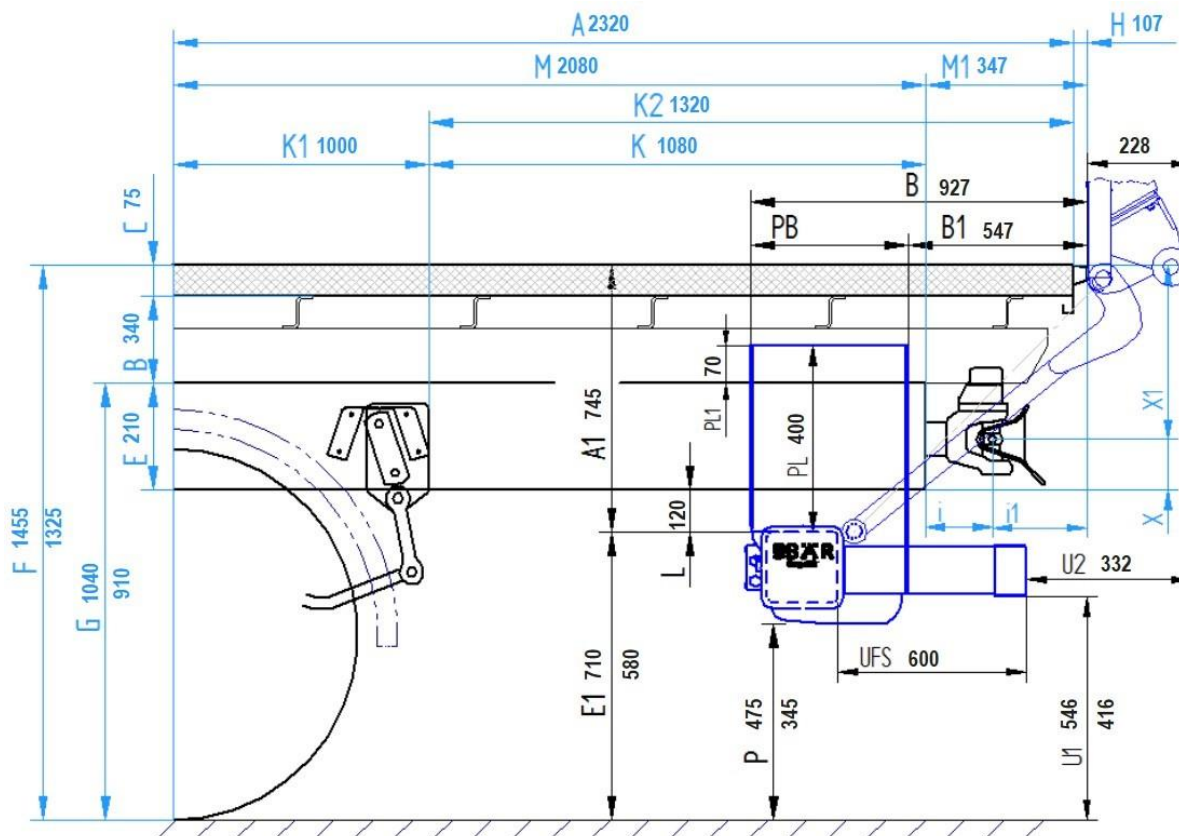
Způsob montáže plošiny je zmíněn i v Příručce pro nástavbáře [20] od společnosti DAF. Plošina byla upevněna svými držáky k nosnému rámu podvozku vozidla (obr. 65) pomocí šroubů a matic. Tento typ spojení je označován společností DAF jako BAM 3.



Obr. 65 Připevnění zvedací plošiny k rámu vozidla [20]

Montáž plošiny se řídí podle pokynů výrobce, vše je podrobně popsáno v návodech k montáži a montážních výkresech dostupných ze stránek výrobce BÄR Cargolift. Elektrická část je také zapojena podle pokynů výrobce. Pro správnou funkčnost a dlouhodobou spolehlivost je nutné provádět pravidelné kontroly a údržbu hydraulické plošiny podle servisního plánu daného výrobcem. Při jeho nedodržení zákazník ztrácí nárok na záruku zakoupeného zařízení.

Na následujícím obrázku je znázorněn způsob a místo montáže plošiny k nosnému rámu vozidla (obr. 66). Obrázek byl převzat z výpočtového programu firmy BÄR Cargolift po zadání konkrétních hodnot rozměrů nástavby odběrového vozidla. Jelikož se jedná o hotový produkt výrobce, je ve 3D modelu, který je přílohou k této práci, znázorněna zvedací plošina pouze zjednodušeně s dodržением hlavních rozměrů, pro konkrétní představu o umístění plošiny na nástavbě.



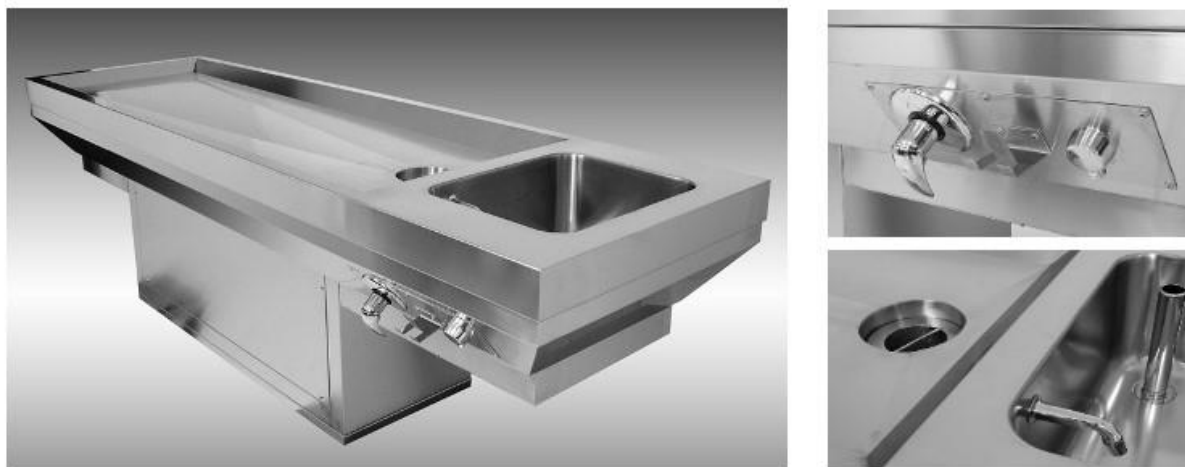
Obr. 66 Umístění plošiny BÄR Cargolift 1500 S4-B4 1000 mm [55]

3 INTERIÉR NÁSTAVBY

Při návrhu interiéru nástavby byl kladen důraz zejména na dodržení požadavků ze zadání, tak aby interiér obsahoval všechny požadované prvky a zároveň byly dodrženy, pokud možno co nejpřesněji, jejich rozměry a vzdálenosti mezi nimi. Všechny produkty, které byly zvoleny pro vybavení interiéru nástavby, jsou dostupné k zakoupení nebo objednání volně na trhu. Jelikož se jedná o hotové výrobky s konkrétním designem, byly všechny ve 3D modelu znázorněny zjednodušeně s důrazem na hlavní vnější rozměry, aby byla jasná představa o umístění jednotlivých komponent interiéru nástavby a vzdálenostech mezi nimi.

3.1 PITEVNÍ STŮL

Uprostřed nástavby byl umístěn pitevní stůl. Byl zvolen stůl od výrobce Bamed, který se zabývá výrobou lékařského vybavení. Stůl (obr. 67) je vyroben v nerezové oceli a jeho součástí je také umyvadlo se spouštěním vody pomocí pákové baterie [56]. Vana stolu má volný odtok o průměru 75 mm s vyjímatelným sítkem. Vana je směrem k odtoku vypádovaná. Po obou bočních stranách stolu jsou hadice s pákově ovládanými sprchovými růžicemi. Povrch stolu má z horní strany zcela rovný povrch bez překážek, což napomáhá snadné údržbě a dezinfekci. Ke stolu výrobce nabízí jako volitelné příslušenství stolky, které lze ke stolu uchytit a volně posouvat po celé jeho délce. Rozměry stolu jsou 2700 mm na délku, 800 mm na šířku a 900 mm na výšku [56]. Pitevní stůl byl umístěn ve středu interiéru, aby kolem stolu byla z obou stran stejná vzdálenost od stěny, a byl tak ke stolu dobrý přístup. Zadní strana stolu je vzdálena jeden metr od zadních dveří. Stůl je upevněn k podlaze podle pokynů výrobce a také připojen ke zdroji vody.



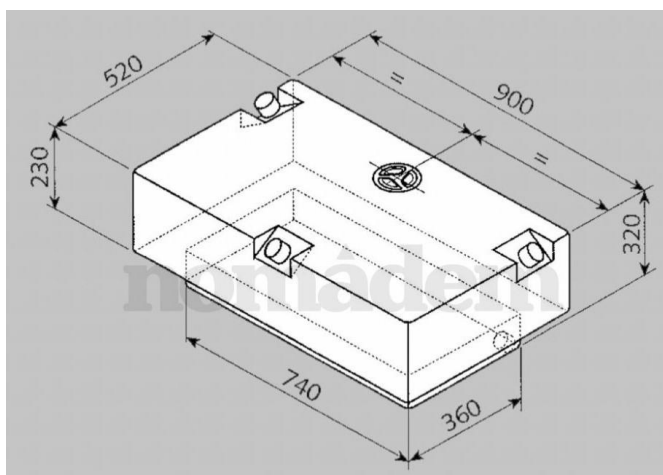
Obr. 67 Pitevní stůl Bamed [56]

Nad stolem byly ke stropu připevněny sklopné konzole, které slouží pro uchycení končetin. Konzole (obr. 68) jsou dlouhé 550 mm a mají na konci díru, do které bylo připevněno oko DIN 6923 M10. Oko má závit a s konzolou bude spojeno pomocí matky. Konzole je dostupná ke koupi na e-shopu Airvent [57]. Celkem byly použity 4 konzole (pro každou končetinu jedna). Konzole byly upevněny do výztuh zabudovaných do stropního panelu, každá pomocí 4 vrtů DIN 7505A o rozměrech 6,0x25 mm se zapuštěnou hlavou.



Obr. 68 Sklopná konzole 550 mm pro připevnění končetin [57]

K pitevnímu stolu je třeba připojit přívod čisté vody a odvod odpadní vody. Přívod i odvod bude připojen podle pokynů výrobce pitevního stolu Bamed. Podle způsobu připojení a místa přípojek budou následně vyvrtány do podlahy nástavby díry pro přívod čisté a odvod odpadní vody. Pod podlahou budou umístěny dvě nádrže. Jedna pro čistou a druhá pro odpadní vodu. Budou použity nádrže Fusion V 12-08 o objemu 124 litrů (obr. 69), které jsou dostupné na stránkách firmy Nomadem [58]. Nádrže budou umístěny pod podlahou, pod příčníky pomocného rámu, přesné umístění bude určeno výhodně podle místa vývodu vedení čisté a odpadní vody z interiéru nástavby. Nádrže budou umístěny do ochranného krytu, který bude připevněn k rámu nástavby.



Obr. 69 Nádrž na pitnou a odpadní vodu Fusion V 12-08 [58]

Pro čerpání čisté vody z nádrže slouží tlakové čerpadlo. Bylo vybráno samonasávací pětikomorové čerpadlo od výrobce Carbest [59]. Součástí čerpadla (obr. 70) je také filtr. Pro správnou funkci tlakového čerpadla, které je umístěno mimo vodní nádrž je vhodné rozvod vody doplnit o expanzní nádobu (obr. 70), která slouží pro vyrovnání tlaku v tlakovodních vodovodních systémech a často je používána v kombinaci s tlakovodními čerpadly. Díky

vyrovnávání tlaku v systému za čerpadlem je eliminováno zbytečné krátkodobé spínání čerpadla při sebemenším poklesu tlaku vody a tím se zvyšuje životnost čerpadla [60]. Pro použití v kombinaci s čerpadlem byla vybrána expanzní nádoba od stejného výrobce. Nádrž, čerpadlo i expanzní nádoba jsou dostupné z obchodu firmy Nomadem. Je zde možné také zakoupit přívodní a odpadní hadice, kolena, spojky a další potřeby pro vodoinstalaci.



Obr. 70 Tlakové čerpadlo Carbest [59] / Expanzní nádoba Carbest [60]

Dalším požadavkem ze zadání bylo umístění mrazáku pro uchování odebraných tkání. S ohledem na požadované rozměry byla zvolena Mrazicí skříň MedLab ML0423WN [61], která má rozměry 480 x 505 x 565 mm. Tato mrazicí skříň (obr. 71) má elektronický regulátor s digitálním displejem, uzamykatelné dveře a je schopna udržovat teplotu $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Mrazicí skříň byla umístěna v pravém předním rohu nástavby a je k dispozici k zakoupení u firmy Unimed [61].



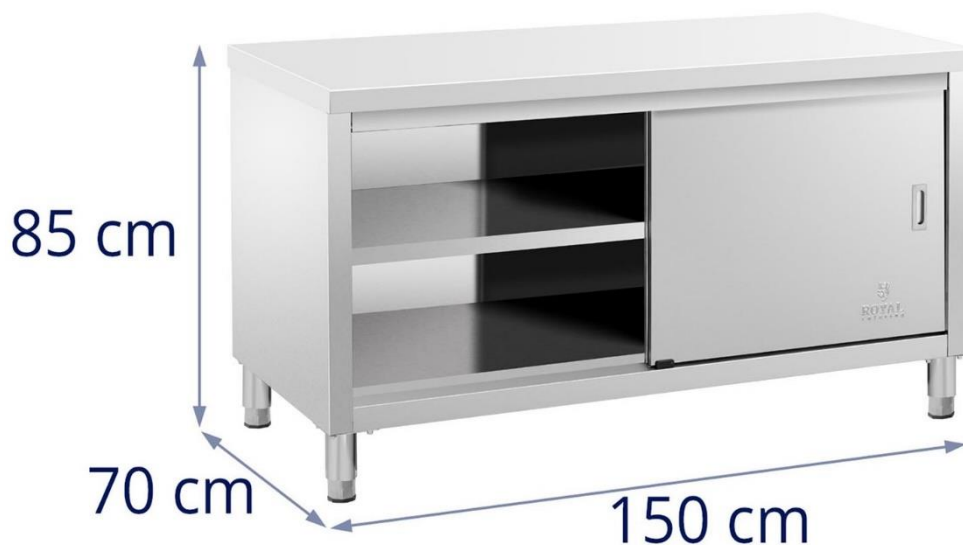
Obr. 71 Mrazicí skříň MedLab ML0423WN [61]

3.2 NEREZOVÝ NÁBYTEK

Dalšími prvky interiéru jsou stůl, sklopné police a skříň. Vše je vyrobeno z nerezové oceli, kvůli snadné údržbě a odolnosti. Pro jednoduchost a designovou jednotnost byly všechny kusy nábytku vybrány od jednoho výrobce Royal Catering a vše je dostupné k zakoupení v obchodě firmy Expondo. Při výběru nábytku byly brány v potaz zejména rozměry dané v zadání práce.

3.2.1 PRACOVNÍ STŮL

Pracovní stůl má rozměry 150x70x85 cm a je vyroben z nerezové oceli. Stůl (obr. 72) je proveden jako skříň, má tedy i boční stěny. Navíc je úložný prostor vybaven posuvnými dveřmi, takže je uzavřen ze všech stran a díky tomu uložený materiál nemůže za jízdy vozidla z úložného prostoru vypadnout. Stůl je vybaven také nastavitelnými nohami a díky tomu lze regulovat jeho výšku ve třech úrovních [62]. Stůl byl umístěn podle nákresu z výchozích požadavků (obr. 2), 800 mm od přední stěny a doražen k pravé boční stěně (uvažováno po směru jízdy). Proti pohybu byl stůl pojištěn 4 vruty DIN 7505A o rozměrech 6,0x60 mm do pravé boční stěny. Vrutu byly zašroubovány do dřevěné výztuhy zabudované v panelu. Od přední stěny nástavby jsou vruty vzdáleny 1040 mm a na výšky mají mezi sebou mezery 150 mm, přičemž pozice nejvyšší umístěného vrtu je vzdálena 700 mm od podlahy.



Obr. 72 Pracovní stůl 150x70x85 cm [62]

3.2.2 NÁSTĚNNÁ SKLÁDACÍ POLICE

Nástěnné police (obr. 73) byly použity celkem tři, jako je požadováno v zadání práce. Police mají z rozloženém stavu 60 cm na délku, 45 cm na šířku a dají se jednoduše sklopit v případě potřeby směrem ke stěně. Jsou vyrobeny z nerezové oceli a mají nosnost až 40 kg [63]. Police má 4 otvory, které slouží k montáži ke stěně. Pozice polic byla navržena tak, aby co nejvíce odpovídala nákresu ze zadání (obr. 2) a zároveň bylo možné polici přišroubovat ke stěně vruty DIN 7505A o rozměrech 6,0x25 mm tak, aby byly vruty zašroubovány do dřevěných výztuh zabudovaných ve stěnách nástavby. Všechny 3 police byly namontovány ve výšce 820 mm (vzdálenost pracovní plochy rozložené police od podlahy). První police byla připevněna k čelní stěně nástavby. Její horizontální poloha je dána pozicí pravého horního vrtu, který je od pravé boční stěny vzdálen 683 mm. Vertikální poloha vrtu je dána montážní výškou police. Poloha ostatních vrutů vychází z děr pro montáž police. Další 2 police byly upevněny k bočním stěnám. Výška polic je stejná jako u první. Poloha police připevněné k pravé boční stěně je dána pozicí levého horního vrtu, který je ve vzdálenosti 2013 mm od čelní stěny. Poloha ostatních vrutů opět vychází z děr pro montáž police. Police připevněná k levé boční stěně byla přišroubována zrcadlově podle police u pravé stěny.



Obr. 73 Nástěnná skládací police 60x45 cm [63]

3.2.3 SKŘÍNĚ

Dále byl interiér vybaven skříněmi, které slouží jako úložné prostory. Skříně jsou vyrobeny z nerezové oceli a jsou vybaveny posuvnými dveřmi, které chrání uložené předměty za jízdy proti vypadnutí ze skříně.

SKŘÍŇ 160 CM

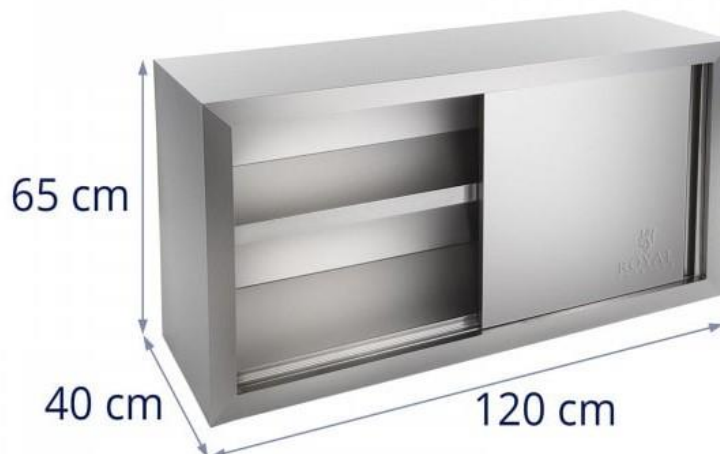
Skříň o rozměrech 160x40x65 cm (obr.74) byla umístěna v levém předním rohu interiéru, svou delší stranou podél levé stěny. Skříň stojí na podlaze. Proti pohybu byla zajištěna čtyřmi vruty DIN 7505A o rozměrech 6,0x25 mm. Do skříně byly vyvrtány díry pro protažení vrutů. Vruty byly umístěny podle polohy dřevěných výztuh v levé boční stěně. Jsou rozmístěny ve dvou řadách po dvou kusech. Spodní řada je od podlahy vzdálena 250 mm a horní řada 500 mm. Sloupec vrutů dál od čelní stěny je ve vzdálenosti 1040 mm od ní a bližší sloupec 540 mm.



Obr. 74 Skříň 160x40x65 cm [64]

SKŘÍŇ 120 CM

Skříň o rozměrech 120x40x65 cm (obr. 75) byla připevněna k pravé boční stěně ve výšce 1500 mm od podlahy (spodní hrana skříňe). Levá strana skříňe je vzdálena od čelní stěny interiéru 4440 mm. Ke stěně byla skříň připevněna pomocí čtyř vrtů DIN 7505A o rozměrech 6,0x35 mm. Do skříňe byly vyvrtány díry pro protažení vrtů. Vrutky byly umístěny podle polohy dřevěných výztuh v pravé boční stěně. Jsou rozmístěny ve dvou řadách po dvou kusech. Spodní řada je od podlahy vzdálena 1675 mm a horní řada 1925 mm. Sloupec vrtů dál od čelní stěny je ve vzdálenosti 5540 mm a bližší sloupec 4540 mm od čelní stěny interiéru nástavby.



Obr. 75 Skříň 120x40x65 cm [65]

3.3 KLIMATIZACE

Pro možnost provozovat odběrové vozidlo po celý rok bylo nutné zajistit jeho vytápění při nízkých zimních teplotách a klimatizování při vysokých letních teplotách. Udržování tepleného komfortu napomáhají stěny nástavby, které jsou tvořeny izolačními panely. Vhodným řešením pro použití v nástavbě bylo použití zařízení, které je schopné jak chlazení, tak vytápění a není díky tomu nutné používat zařízení dvě.

Klíčovým faktorem pro výběr vhodné klimatizace je velikost klimatizovaného prostoru. Pro zjednodušený odhad optimálního výkonu klimatizační jednotky platí jednoduchý vzorec [66]:

- 1 m³ prostoru = 30 W chladicího výkonu
- Pro prostory, které nejsou ideálně izolované: +10 W na 1 m³ prostoru
- Pro 3 a více osob v daném prostoru: +10 W na 1 m³ prostoru

Pro případ nástavby odběrového vozu bylo počítáno s horší variantou a pro výpočet bylo uvažováno na 1 m³ prostoru potřebných 50 W chladicího výkonu. Prostor interiéru nástavby má objem 33,3 m³. Podle výše uvedeného přepočtu tedy je pro nástavbu potřeba zařízení o chladícím výkonu alespoň 1666 W. Jako vhodná klimatizace pro nástavbu odběrového vozidla bylo zvoleno zařízení, které je doporučováno pro velké obytné vozy. Jedná se o střešní klimatizaci značky Sinclair, typ ASV-35BS (obr. 76) s funkcí topení. Tato klimatizace disponuje chladícím výkonem 3600 W a výkonem topení 3400 W [67]. Je tedy podle výše uvedeného výpočtu dostatečně výkonná i pro náročné podmínky, které by mohly případně při

používání nástavby nastat. Klimatizace má velmi tenký design vnitřní jednotky, takže zabírá minimum prostoru. Klimatizaci je možné ovládat manuálně i dálkově a má velmi tichý chod. Je vhodná pro montáž na střechy o tloušťce 30-80 mm [67]. Střešní panel má tloušťku 60 mm, pro montáž tedy vyhovuje. Do panelu byl vyříznut montážní otvor o velikosti 400x400 mm. Vzdálenost otvoru od čelní stěny nástavby je 2340 mm a nachází se uprostřed mezi bočními stěnami. Montáž a zapojení klimatizace bude provedena podle pokynů výrobce Sinclair.



Obr. 76 Klimatizace Sinclair ASV-35BS vnitřní / venkovní jednotka [67]

3.4 DEZINFEKCE

K dezinfekce slouží germicidní lampy, jak je požadováno v zadání práce. Germicidní lampy jsou osazeny speciálními zářivkami, které vyzařují krátké ultrafialové záření. Toto záření narušuje buněčné struktury a tím způsobuje hubení bakterií, plísní a mikroorganismů [68]. Používá se k dezinfekci vzduchu a povrchů. Při používání germicidních lamp s přímým účinkem nesmí být v prostoru žádné osoby, zvířata ani rostliny. Jsou instalovány tak, aby záření směřovalo na povrchy dezinfikovaných předmětů a zároveň desinfikuje i vzduch, kterým prochází [69].

Pro účinnou sterilizaci místností pomocí germicidních lamp je třeba stanovit jejich počet a výkon, aby byla sterilizace účinná. Doporučení počtu lamp podle velikosti prostoru je uvedeno v tabulce (obr. 77).

Stanovení potřebného počtu zářičů pro 90% sterilizaci místností								
(síla germicidního zářiče 30W, prostorová výška 2,7 - 3,0m)								
Délka místnosti v m								
		3,0 - 4,0	4,0 - 5,5	5,5 - 7,0	7,0 - 9,5	9,5 - 11,5	11,5 - 14,0	14,0 - 17,5
Šířka místnosti v m	3,0 - 4,0	1	1	2	2	4	5	6
	4,0 - 5,5		2	2	4	5	6	7
	5,5 - 7,0			3	5	6	7	8
	7,0 - 9,5				6	7	8	9
	9,5 - 11,5				8	9	10	

Pro operační sály by měl být počet lamp udán v tabulce dvojnásobný.

Obr. 77 Stanovení potřebného počtu zářičů [69]

Podle tabulky uvedené výše by pro velikost nástavby měly být použity 2 zářiče o výkonu 30 W. Pro operační sály by měl být počet lamp dvojnásobný. Z důvodu úspory prostoru byly použity 2 zářiče, ale o výkonu 55 W. To je dostatečné, protože prostorová výška 2,25 m je nižší než výška, ze kterou je počítáno v tabulce výše (2,7 – 3 m).

Pro sterilizaci interiéru nástavby odběrového vozidla byly zvoleny germicidní lampy NBV 55N (obr. 78) a výkonu 55 W od výrobce Ultra-Viol. Tyto lampy jsou dostupné z obchodu firmy Unimed [70].

K uchycení lamp na stěnu slouží plechová příruba se dvěma otvory. Lampy byly připevněny ke stopnímu panelu pomocí dvou vrutů DIN 7505A o rozměrech 4,5x25 mm do výztuh zabudovaných ve stropním panelu. Svoji delší stranou byly lampy namontovány rovnoběžně s čelní stěnou a ve středu mezi bočními stěnami. Vrutu, kterými je připevněna první lampa jsou vzdálené 540 mm od čelní stěny a pro druhou lampu 5540 mm od čelní stěny.



Obr. 78 Germicidní lampa NBV 55N – 1x55 W [70]

3.5 OSVĚTLENÍ

Osvětlení je v případě pitevnic či operačních sálů velmi důležité. Proto bylo použito větší množství světel, které je možné použít v případě potřeby všechny, případně je možné používat pouze některá z nich. Jako vhodný zdroj světla bylo zvoleno svítidlo (obr. 79) od českého výrobce MODUS. Jedná se o LED svítidlo MODUS PL 14000 s příkonem 95 W, které je prachotěsné a je určeno k namontování na zeď [71]. Svítidlo má rozměry 1575 mm na délku, 135 mm na šířku a 100 mm na výšku. Celkem bylo použito 5 kusů těchto svítidel, která byla

přimontována ke stropnímu panelu a zapojena podle pokynů výrobce svítidla. Umístění svítidel bylo navrženo tak, aby bylo možné provést uchycení svítidel k výztuhám ve stropním panelu. První svítidlo bylo namontováno delší stranou rovnoběžně s čelní stěnou a je od ní vzdáleno 1545 mm a vzhledem k bočním stěnám se nachází ve středu stropu. Další 4 svítidla byla umístěna delší stranou rovnoběžně s bočními stěnami ve dvou řadách. První řada je vzdálena od levé boční stěny 500 mm, první svítidlo je ve vzdálenosti 2250 mm od čelní stěny a druhé 4225 mm od čelní stěny. Druhá řada je vzdálena od pravé boční stěny 500 mm, první svítidlo je ve vzdálenosti 2250 mm od čelní stěny a druhé 4225 mm od čelní stěny.

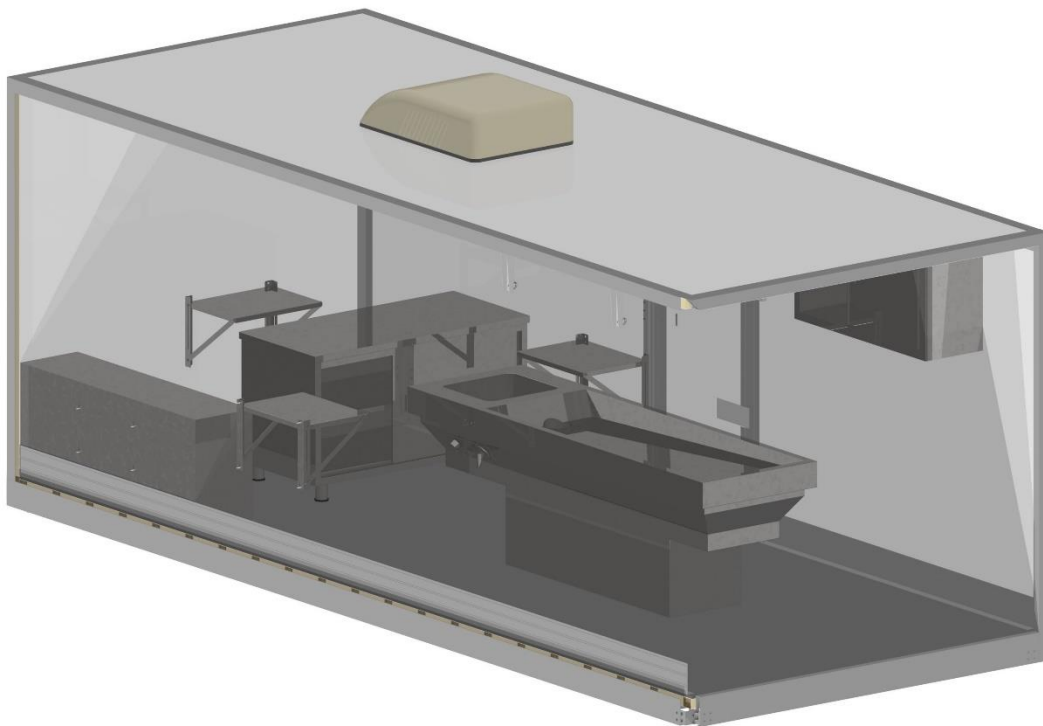


Obr. 79 Svítidlo MODUS PL 14000, 1575 mm, LED 830 [71]

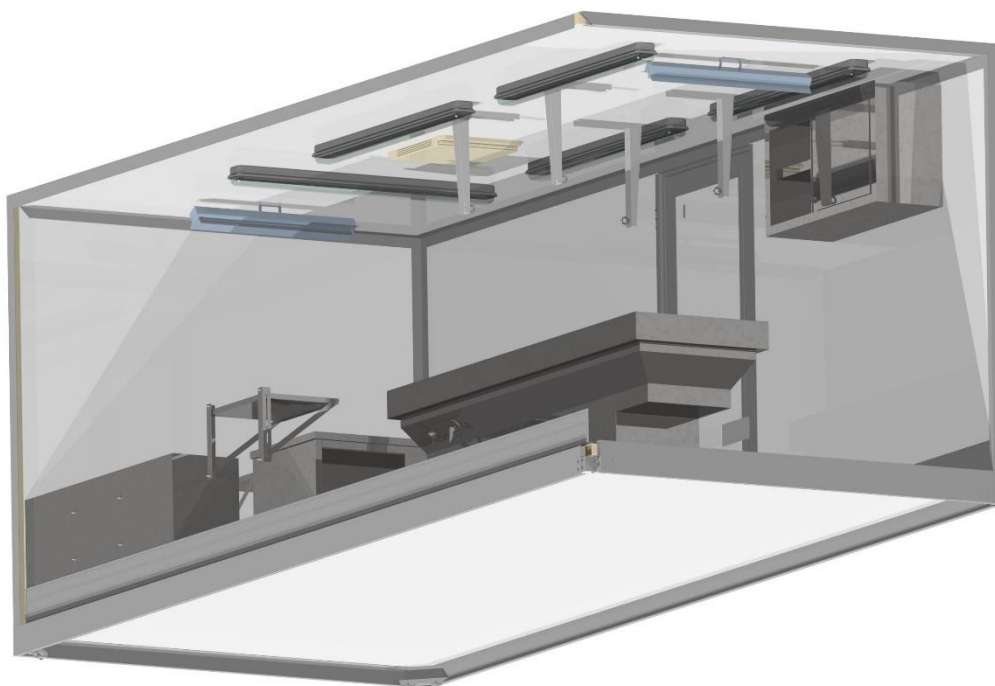
3.6 VIZUALIZACE INTERIÉRU

Na následujících obrázcích je zobrazen pohled do 3D modelu interiéru nástavby se všemi prvky, které obsahuje. Obrázky slouží pro lepší představu o rozmístění jednotlivých komponent interiéru a jeho celkovém vzhledu. Pohled do interiéru je na obou snímcích orientován z levé zadní strany. Na prvním snímku (obr. 80) je pohled směřován z horní strany a na druhém snímku (obr. 81) z dolní strany.

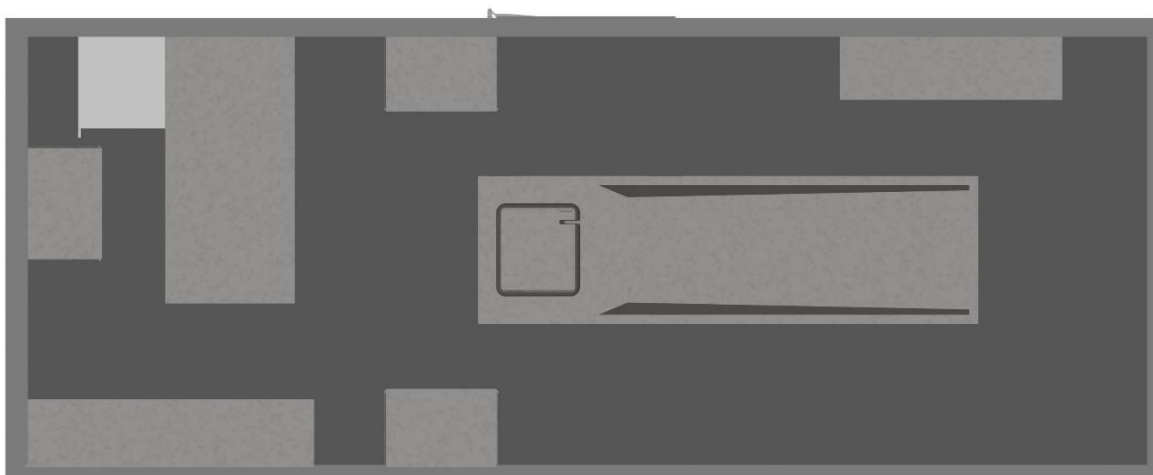
Na dalších dvou snímcích jsou zobrazeny půdorysy podlahy (obr. 82) a stropu (obr. 83).



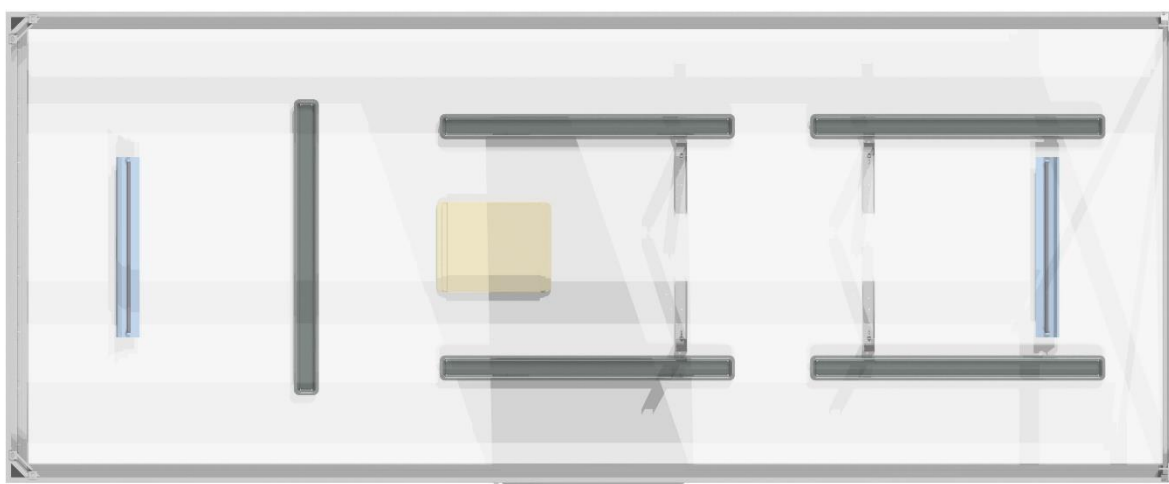
Obr. 80 3D model interiéru nástavby, pohled z horní strany



Obr. 81 3D model interiéru nástavby, pohled z dolní strany



Obr. 82 Model interiéru nástavby, půdorys, pohled na podlahu



Obr. 83 Model interiéru nástavby, půdorys, pohled na strop

4 PEVNOSTNÍ KONTROLA

V této kapitole byla posouzena pevnost pomocného rámu v jeho důležitých konstrukčních uzlech pomocí metody konečných prvků (MKP). Samotná skříňová nástavba kontrolována nebyla, protože podobná konstrukční řešení jako v tomto návrhu jsou běžně používána výrobci skříňových nástaveb a jejich pevnost, životnost a spolehlivost je ověřena léty praxe a používáním těchto nástaveb. Jelikož byly použity obdobné tloušťky stěn, hliníkové profily, způsob lepení, sešroubování a podobně, jako je u skříňových nástaveb zvykem, pevnostní kontrola byla omezena na pomocný rám.

4.1 SILOVÉ ÚČINKY PŮSOBÍCÍ NA RÁM

Pomocný rám je uchycen k rámu vozidla a umožňuje přenos sil mezi nástavbou a vozidlem. Na pomocný rám působí síly po celou dobu jízdy i při stání vozidla na místě. U svorek, které slouží ke spojení příčníků pomocného rámu s podélníky, byl posuzován šroubový třecí spoj. Je uvažováno použití 21 příčníků, přičemž každý příčník je s podélníky pomocného rámu spojen 4 svorkami. V tomto spojení nesmí dojít k prokluzu mezi příčníky a podélníky pomocného rámu. Dále byly posuzovány deformace příčníků, při jejich zatížení. Největšímu zatížení je pomocný rám vystaven při průjezdu vozidla zatáčkou a současném brzdění.

4.1.1 ODSŤŘEDIVÁ SÍLA

Nejprve bylo potřeba zjistit poloměr směřového oblouku. Oblouky (zatačky) pro pozemní komunikace jsou navrhovány podle normy ČSN 73 6101 [72]. Z této normy byl zjištěn nejmenší možný běžně užívaný poloměr oblouku, při návrhové rychlosti vozovky 80 km/h, protože maximální rychlost vozidla nad 3,5 tuny je v České republice 80 km/h podle § 18 zákona č. 36/2000 Sb. Poloměr oblouku pro návrhovou rychlost 80 km/h a dostředný sklon vozovky 4 % je 500 m. Pro určení odstředivé síly je třeba znát také hmotnost nástavby. Hmotnost samotné nástavby 1480 kg byla zjištěna ze 3D modelu nástavby a pro výpočet byla zaokrouhlena na 1500 kg.

Maximální rychlost vozidla v zatáčce:

$$v_{max} = 80 \text{ km/h} = 22,22 \text{ m/s}$$

Poloměr oblouku:

$$r_{obl} = 500 \text{ m}$$

Hmotnost nástavby:

$$m_{nas} = 1500 \text{ kg}$$

Pro odstředivou sílu platí:

$$F_{od} = m_{nas} \cdot \frac{v_{max}^2}{r_{obl}} = 1500 \cdot \frac{22,22^2}{500} = 1481 \text{ N} \quad (1)$$

Vypočtená odstředivá síla působí na celý pomocný rám, takže na všechny svorky, které spojují příčníky a podélníky pomocného rámu. Protože k výpočtu šroubového spoje byl pro

zjednodušení použit model pouze jednoho příčnicku, byla vypočtená síla vydělena počtem příčnicků (21).

Odstředivá síla na 1 příčník:

$$F_{od1} = \frac{F_{od}}{21} = \frac{1481}{21} = 71 \text{ N} \quad (2)$$

4.1.2 BRZDNÁ SÍLA

Pro výpočet brzdné síly je třeba znát brzdné zpomalení. To bylo převzato z Předpisu Evropské hospodářské komise Organizace spojených národů (EHK OSN) č.13 – Jednotná ustanovení pro schvalování vozidel kategorií M, N a O z hlediska brzdění. Z toho předpisu vyplývá, že nákladní vozidla jsou testována a musí dosahovat zpomalení 5 m/s^2 [73]. Dále je pro výpočet brzdné síly potřeba znát hmotnost. Do výpočtu byla opět použita hmotnost nástavby 1500 kg.

Brzdné zpomalení:

$$a_{br} = 5 \text{ m/s}^2$$

Pro brzdnou sílu platí:

$$F_{br} = m_{nas} \cdot a_{br} = 1500 \cdot 5 = 7500 \text{ N} \quad (3)$$

Brzdná síla na 1 příčník:

$$F_{br1} = \frac{F_{br}}{21} = \frac{7500}{21} = 357 \text{ N} \quad (4)$$

4.1.3 GRAVITAČNÍ SÍLA

Poslední silou, která byla uvažována, je síla gravitační. Ve skutečnosti se jedná o celkovou váhu nástavby, která činí 1500 kg.

Pro gravitační sílu platí:

$$F_{gr} = m_{nas} \cdot g = 1500 \cdot 9,81 = 14715 \text{ N} \quad (5)$$

Gravitační síla na 1 příčník:

$$F_{gr1} = \frac{F_{gr}}{21} = \frac{14715}{21} = 701 \text{ N} \quad (6)$$

4.2 VÝPOČET RÁMU

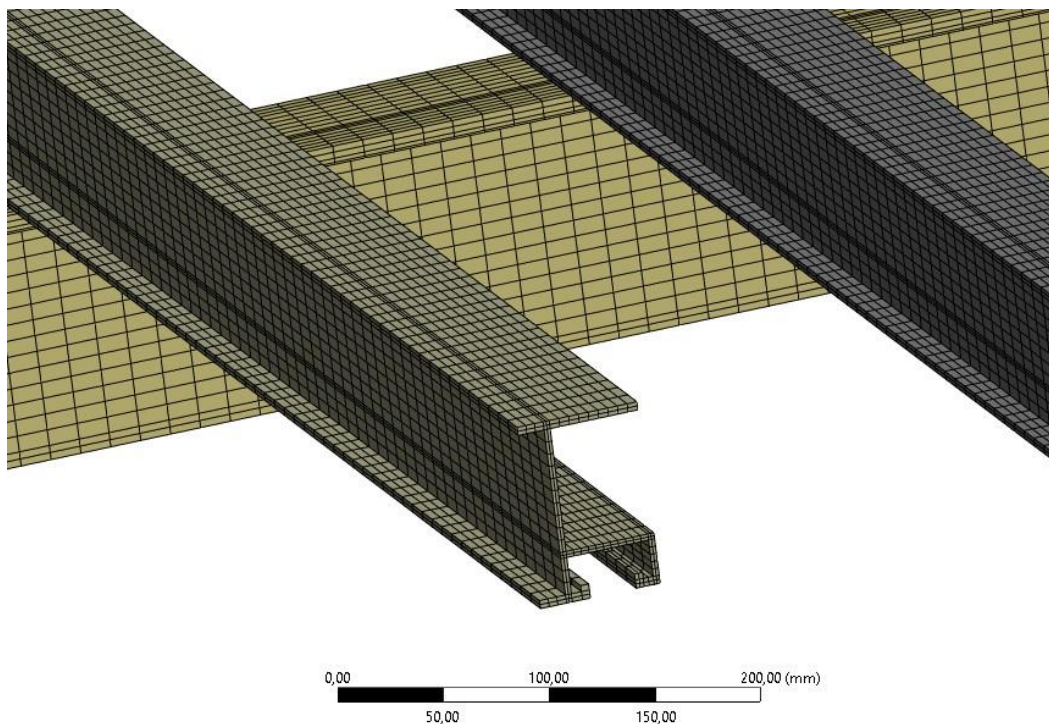
Výpočet rámu byl rozdělen do dvou samostatných úloh. Nejprve byl hodnocen celý pomocný rám zejména kvůli zjištění jeho deformací a následně byl pro zjednodušení hodnocen pouze jeden příčník, na kterém byla hodnocena pevnost šroubových spojů, které zajišťují spojení podélníků a příčnicků pomocného rámu. 3D modely všech komponent pomocného rámu byly zjednodušeny, tzn. byla odstraněna některá zkosení a zaoblení, případně pokud bylo třeba, tak byl model nebo jeho stěna rozdělena na několik částí, aby mohla být vytvořena vhodná síť. Výpočet rámu byl proveden v programu Ansys Workbench 2023 R1.

Materiál všech komponent pomocného rámu je hliníková slitina EN AW 6005A-T6. Tento materiál má smluvní mez kluzu $R_{p0,2} = 250$ MPa a mez pevnosti $R_m = 280$ MPa [74]. Hustota materiálu je 2700 kg/m^3 , modul pružnosti v tahu $E = 74,6$ GPa a Poissonova konstanta $\mu = 0,3$ [74]. Z těchto hodnot byl v programu Ansys Workbench vytvořen materiál, který byl následně použit na všechny součásti pomocného rámu kromě šroubů. Šrouby jsou vyrobeny z oceli, proto byl při výpočtu použit výchozí materiál Structural Steel.

4.2.1 CELÝ RÁM

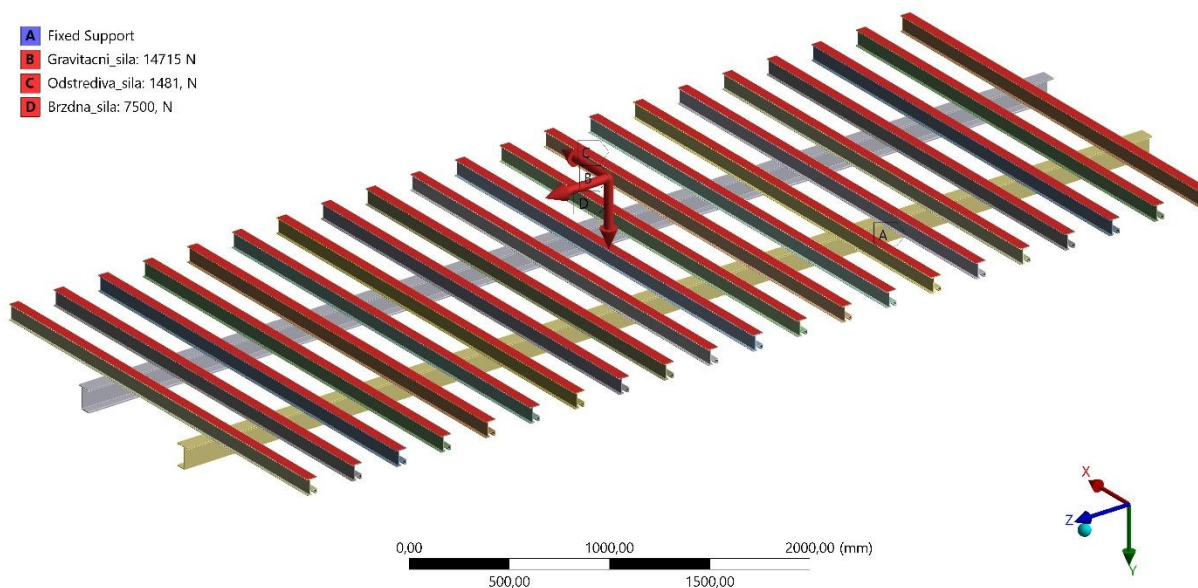
V prvním výpočtu bylo počítáno s rámem jako celkem. Pro zjednodušení výpočtu byly z modelu odstraněny svorky a matice PALCOM a šrouby. Kontakt mezi příčnický a podélníky pomocného rámu byl nastaven jako Bonded, který neumožňuje pohyb mezi jednotlivými součástmi. Ověření pevnosti spojení příčnicku a podélníku bylo provedeno v druhém výpočtu.

Síť celého modelu (obr. 84) je tvořena hexa prvky tak, aby tloušťka stěny profilů obsahovala alespoň dva prvky. Pro vytvoření požadované sítě byly použity funkce Multizone, Body Sizing a Edge Sizing.



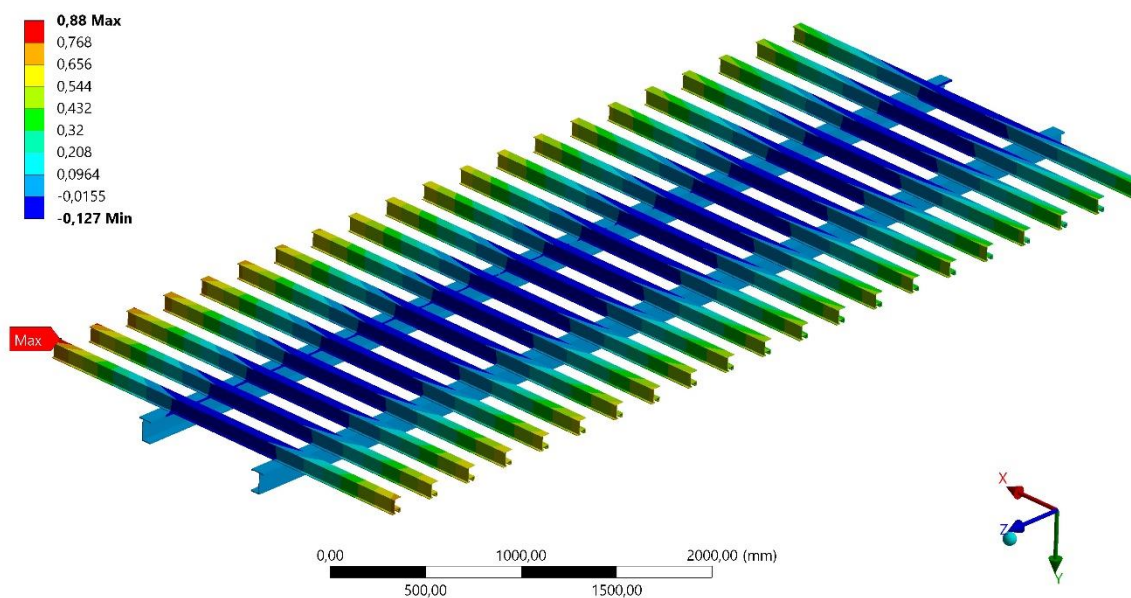
Obr. 84 Ukázka sítě modelu rámu

Po vytvoření sítě byly definovány okrajové podmínky (obr. 85). Na spodní plochu obou podélníků byla nastavena vazba Fixed Support, která odebírá všechny stupně volnosti (zamezuje pohyb) a simuluje uložení podélníků na podvozek vozidla. Rám je zatížen třemi silami, jejichž velikost byla vypočtena výše. Síly byly zadány pomocí funkce Remote Force, která umožňuje zadání působíště síly z určitého bodu. Jako působíště sil bylo použito těžiště nástavby, jehož poloha byla zjištěna z 3D modelu nástavby. Síly působí na horní plochy příčnicků pomocného rámu. Rám je zatížen odstředivou silou (1481 N), která působí ve směru osy X, brzdou silou (7500 N), která působí ve směru osy Z a gravitační silou (14715 N), působící ve směru osy Y.



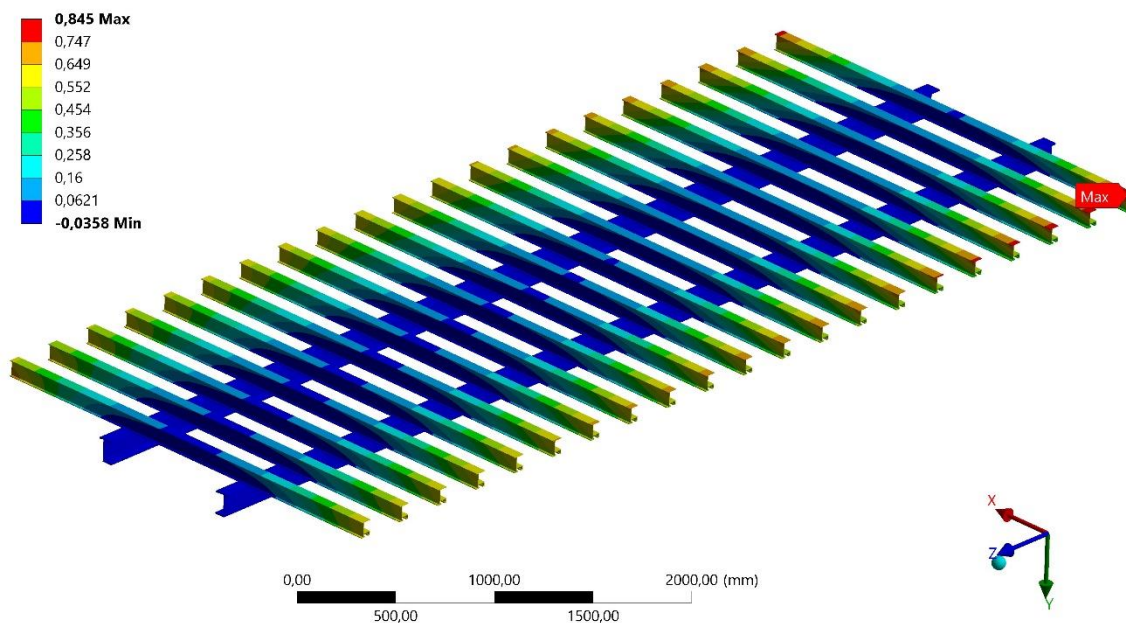
Obr. 85 Okrajové podmínky rámu

Na následujících obrázcích jsou zobrazeny výsledky výpočtu. Posunutí ve svislém směru v ose Y (obr. 86) je vyvoláno primárně gravitační silou a jeho maximální hodnota 0,88 mm se nachází na horním povrchu předního příčnicku pomocného rámu.



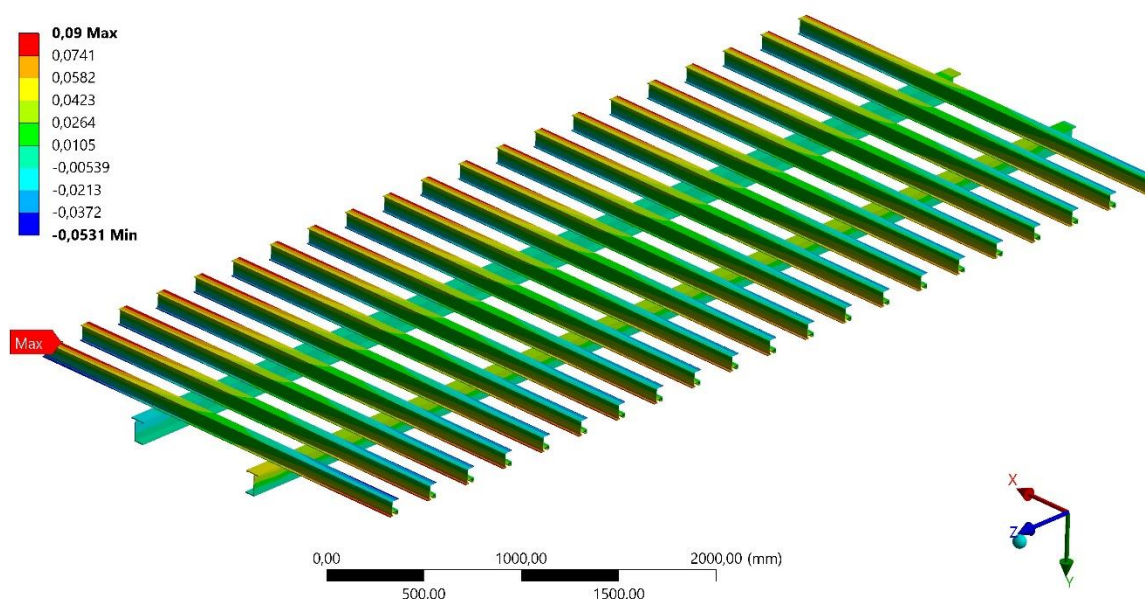
Obr. 86 Výsledky výpočtu rámu – deformace ve směru osy Y (mm)

Posunutí v podélném směru v ose Z (obr. 87) je vyvoláno primárně brzdou silou a jeho maximální hodnota 0,845 mm se nachází na horním povrchu zadního příčnicku pomocného rámu.



Obr. 87 Výsledky výpočtu rámu – deformace ve směru osy Z (mm)

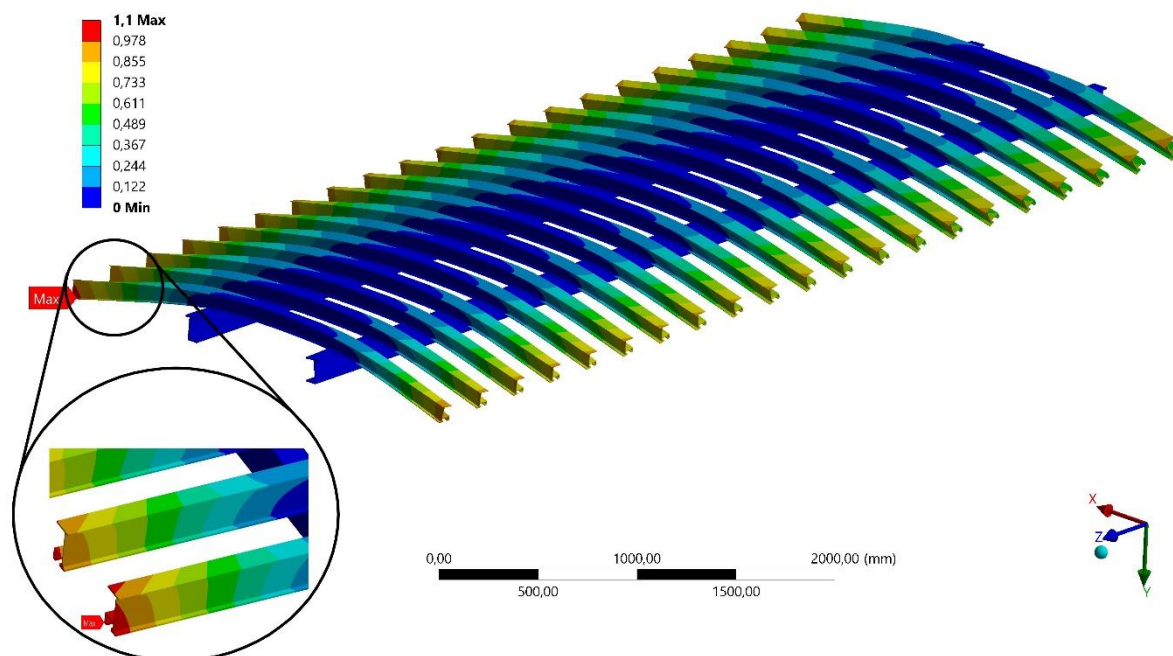
Posunutí v příčném směru v ose X (obr. 88) je vyvoláno primárně odstředivou silou a jeho maximální hodnota 0,09 mm je zanedbatelná.



Obr. 88 Výsledky výpočtu rámu – deformace ve směru osy X (mm)

Na následujícím obrázku je zobrazena celková deformace (obr. 89), jejíž měřítko je zvětšeno pro lepší představu deformačních procesů. Je vidět, že podélníky se deformují minimálně a největší deformace nastává na koncích příčných profilů. Příčníky se ohýbají vlivem kombinace tří působících sil. Maximální hodnota celkového posunutí je 1,1 mm a toto místo se nachází na pravém okraji předního příčníku, což je očekáváno vzhledem ke směru působících sil. Maximální hodnota posunutí je nízká vzhledem k rozměrům nástavby, proto lze konstatovat, že z hlediska deformace rám vyhovuje.

Napětí bylo hodnoceno až v následujícím výpočtu samostatného příčnicku, protože model pro výpočet rámu byl zjednodušen a neobsahuje svorky a matice jako ve skutečnosti, tím pádem by mohlo dojít ke zkreslení výsledků.

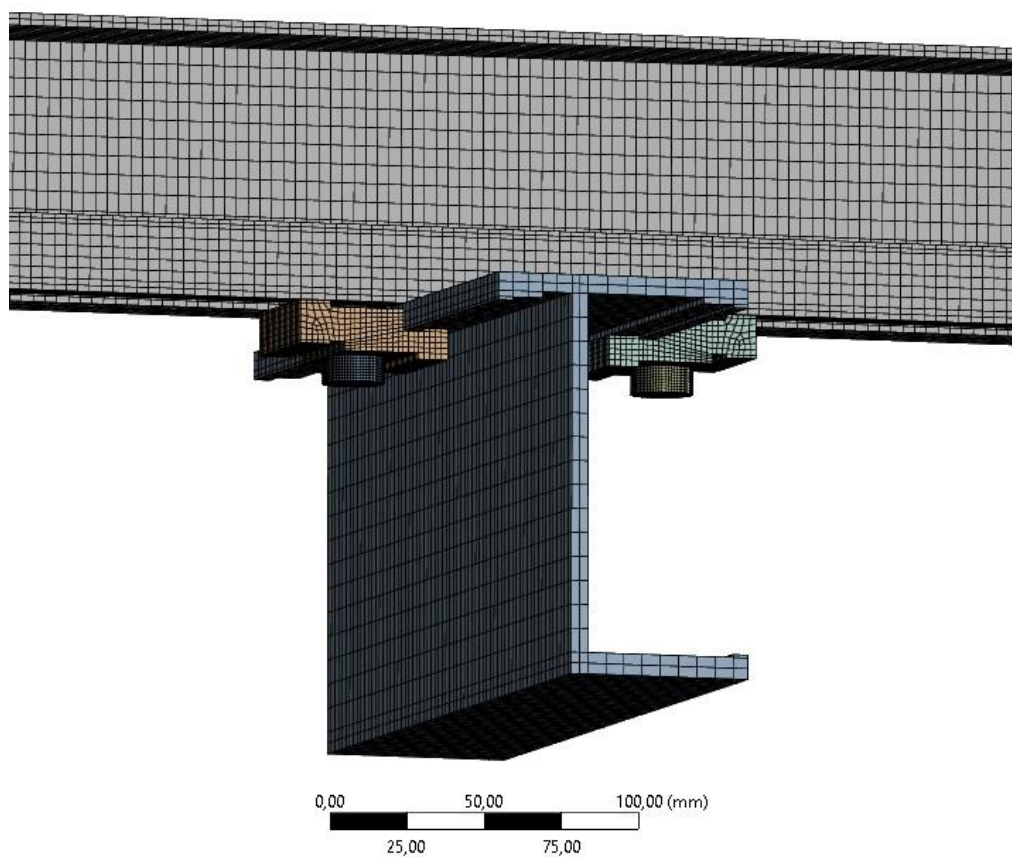


Obr. 89 Výsledky výpočtu rámu – deformace celková (mm)

4.2.2 JEDEŇ PŘIČNÍK

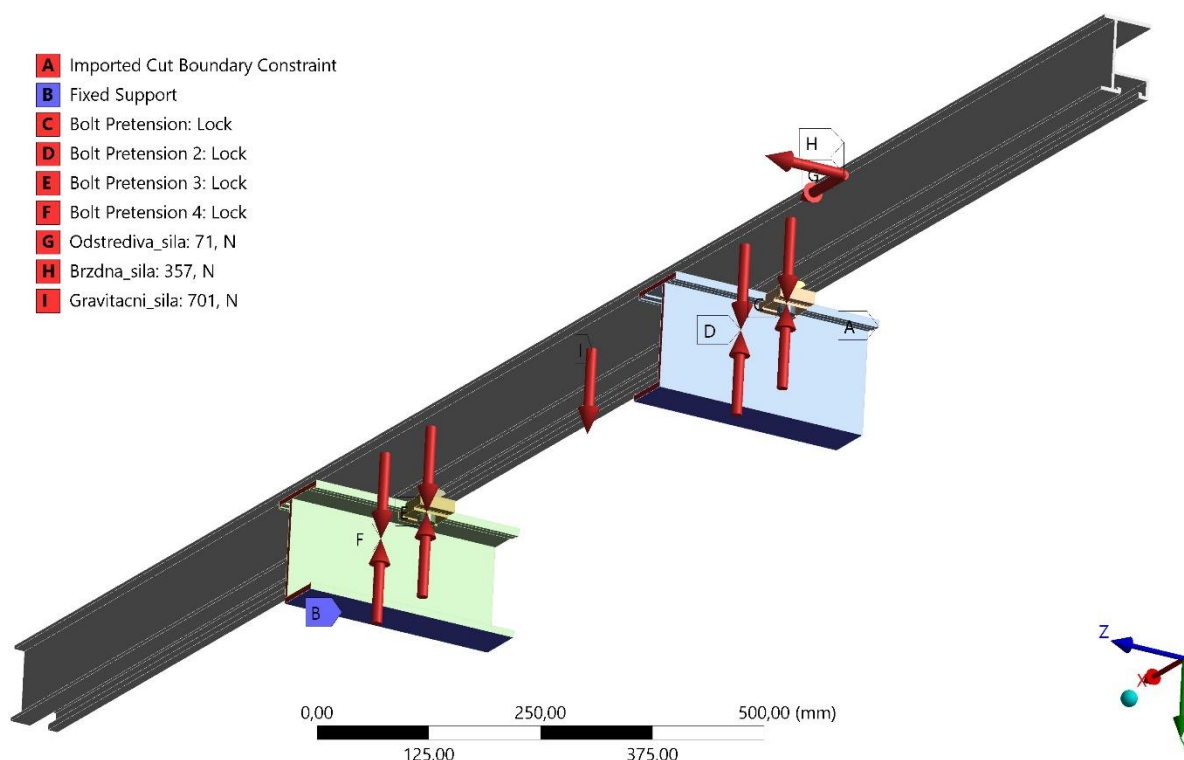
Druhý výpočet obsahoval pro zjednodušení pouze jeden příčník, ale se všemi součástmi jako ve skutečnosti. Jelikož v tomto výpočtu bylo hodnoceno, zda nedojde k prokluzu mezi příčníkem a podélníkem pomocného rámu, bylo třeba správně nastavit kontakty. Na všechny plochy, které jsou v kontaktu, byl nastaven třecí kontakt Frictional s koeficientem tření 0,2. Pouze kontakt plochy dráku šroubu a závitů matice byl nastaven jako Bonded.

Síť celého modelu (obr. 90) je tvořena hexa prvky tak, aby tloušťka stěny profilů obsahovala alespoň dva prvky. Pro vytvoření požadované sítě byly použity funkce Multizone, Body Sizing a Edge Sizing. Oproti modelu celého rámu je síť jemnější, svorky, matice a šrouby mají síť jemnější než hliníkové profily.



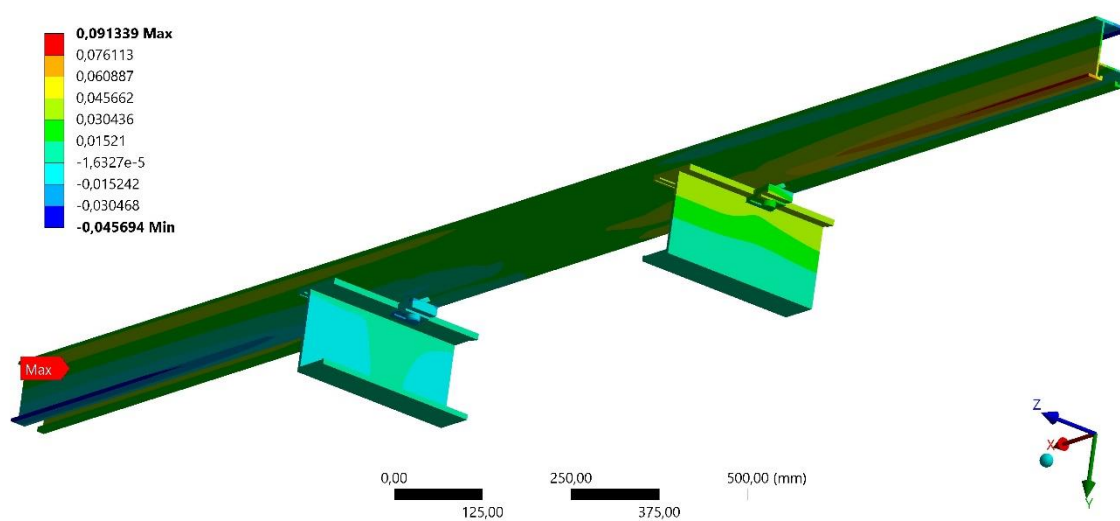
Obr. 90 Ukázka sítě modelu příčnicku

Po vytvoření sítě byly definovány okrajové podmínky (obr. 91). Na spodní plochu obou podélníků byla nastavena vazba Fixed Support, která odebírá všechny stupně volnosti (zamezuje pohyb) a simuluje uložení podílníků na podvozek vozidla. Rám byl zatížen třemi silami, jejichž velikost byla vypočtena výše. Jelikož byl počítán pouze jeden příčník, byla velikost sil vydělena počtem příčnicků (21). Síly byly zadány pomocí funkce Force, která působí na horní plochy příčnicků pomocného rámu. Rám je zatížen odstředivou silou (71 N), která působí ve směru osy X, brzdou silou (357 N), která působí ve směru osy Z a gravitační silou (701 N), působící ve směru osy Y. Dalším zatěžujícím účinkem bylo předpětí šroubů. Hodnota předpětí vychází z předepsaného utahovacího momentu pro svorky a matice PALCOM 48 Nm [23]. Z tohoto utahovacího momentu lze z tabulek zjistit podle velikosti šroubu a jejich třídy hodnotu předepnutí šroubu. Pro šroub M10x35 používaný pro utahování svorky a matice PALCOM je pro utahovací moment 48 Nm hodnota předpětí šroubu 24000 N [75]. Předpětí šroubu bylo zadáno pomocí funkce Bolt Pretention, která je zadávána na plochu dřívku šroubu. Poslední okrajovou podmínkou bylo naimportování posuvů podélníků v místech řezu z předchozího výpočtu (druhý výpočet vychází z geometrie předchozího, ostatní příčníky byly odstraněny a podélníky uříznuty). Pro správnou konvergenci simulace je nutné ji rozdělit do dvou kroků. V prvním kroku byly předepnuty šrouby a až po jejich předepnutí byl příčník ve druhém kroku zatěžován danými silami.



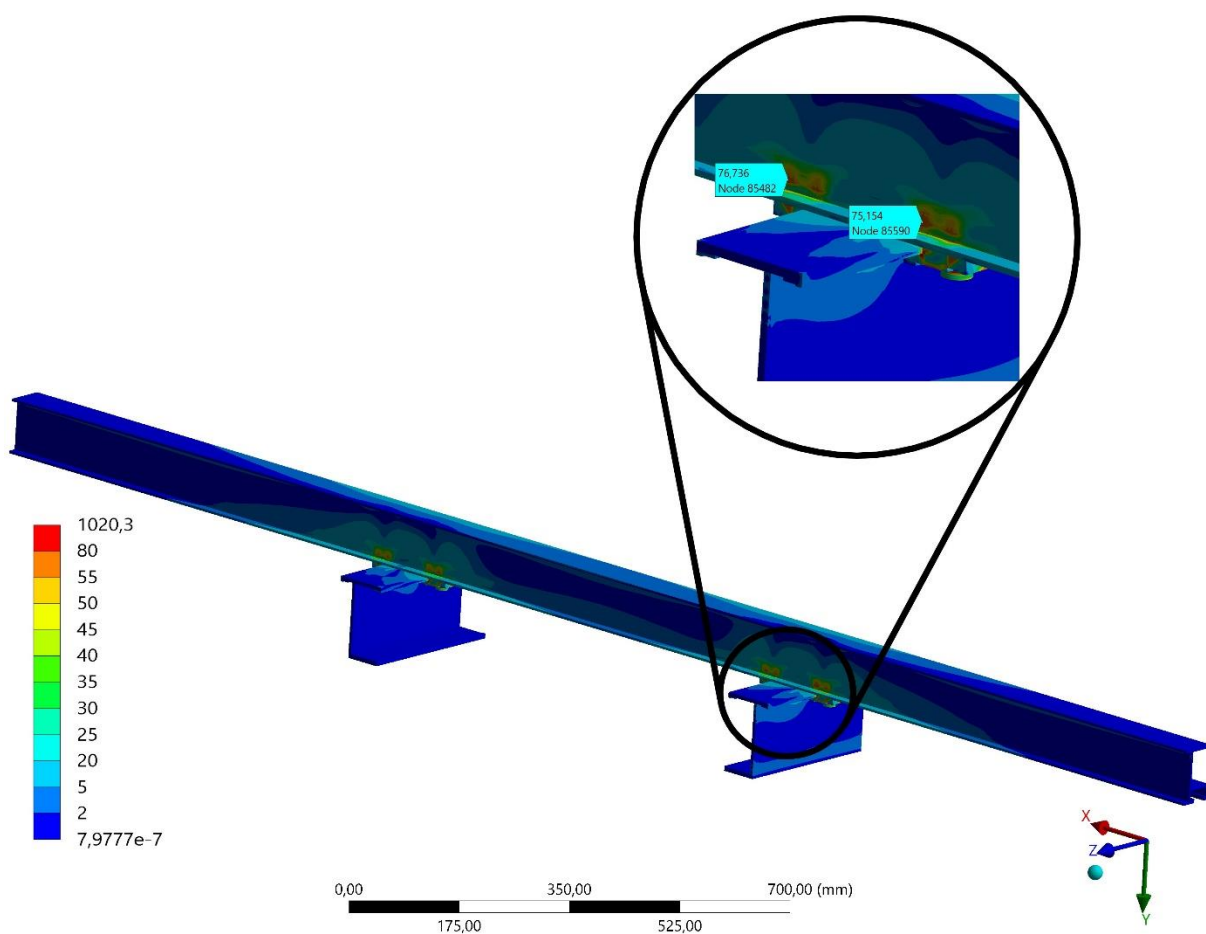
Obr. 91 Okrajové podmínky pro příčník

Na následujících obrázcích jsou zobrazeny výsledky výpočtu. Posunutí v příčném směru v ose X (obr. 92) je zanedbatelné (maximální hodnota 0,0913 mm). Na základě toho lze konstatovat, že nedojde k prokluzu mezi zkoumanými součástmi a spoj je při tomto zatížení bezpečný. Maximální posunutí vyšlo v tomto případě 1,05 mm, což s malým rozdílem daným rozdílnými okrajovými podmínkami odpovídá předchozímu výpočtu rámu.



Obr. 92 Výsledky výpočtu příčníku – deformace ve směru osy X (mm)

Na následujícím obrázku jsou zobrazeny výsledky analýzy redukovaného napětí von-Mises (obr. 93). Zvýšené hodnoty napětí se nachází v okolí svorek – spojů příčnicku a podélníku. Ke spojení příčníků i podélníků pomocného rámu jsou použity svorky a matice PALCOM a k nim předepsané šrouby. Toto řešení se běžně v praxi používá a výrobce předepisuje utahovací moment 48 Nm. Po předepnutí šroubového spoje hodnoty napětí dosahují ve šroubech, maticích a svorkách hodnot až 300-400 MPa. Jelikož se jedná o v praxi běžně užívané řešení, není nutné zabývat se napětím ve svorkách, maticích a šroubech a jejich kontaktních plochách s příčnicku a podélníky. Maximální hodnota přes 1000 MPa, která je zobrazena v legendě na obr. 93, je pouze na ostré hraně a jak už bylo řečeno výše, nebude brána v potaz. Po zanedbání výše uvedených míst se maximální napětí v příčnicku pomocného rámu pohybuje okolo 75-80 MPa.



Obr. 93 Výsledky výpočtu příčnicku – redukované napětí von Mises (MPa)

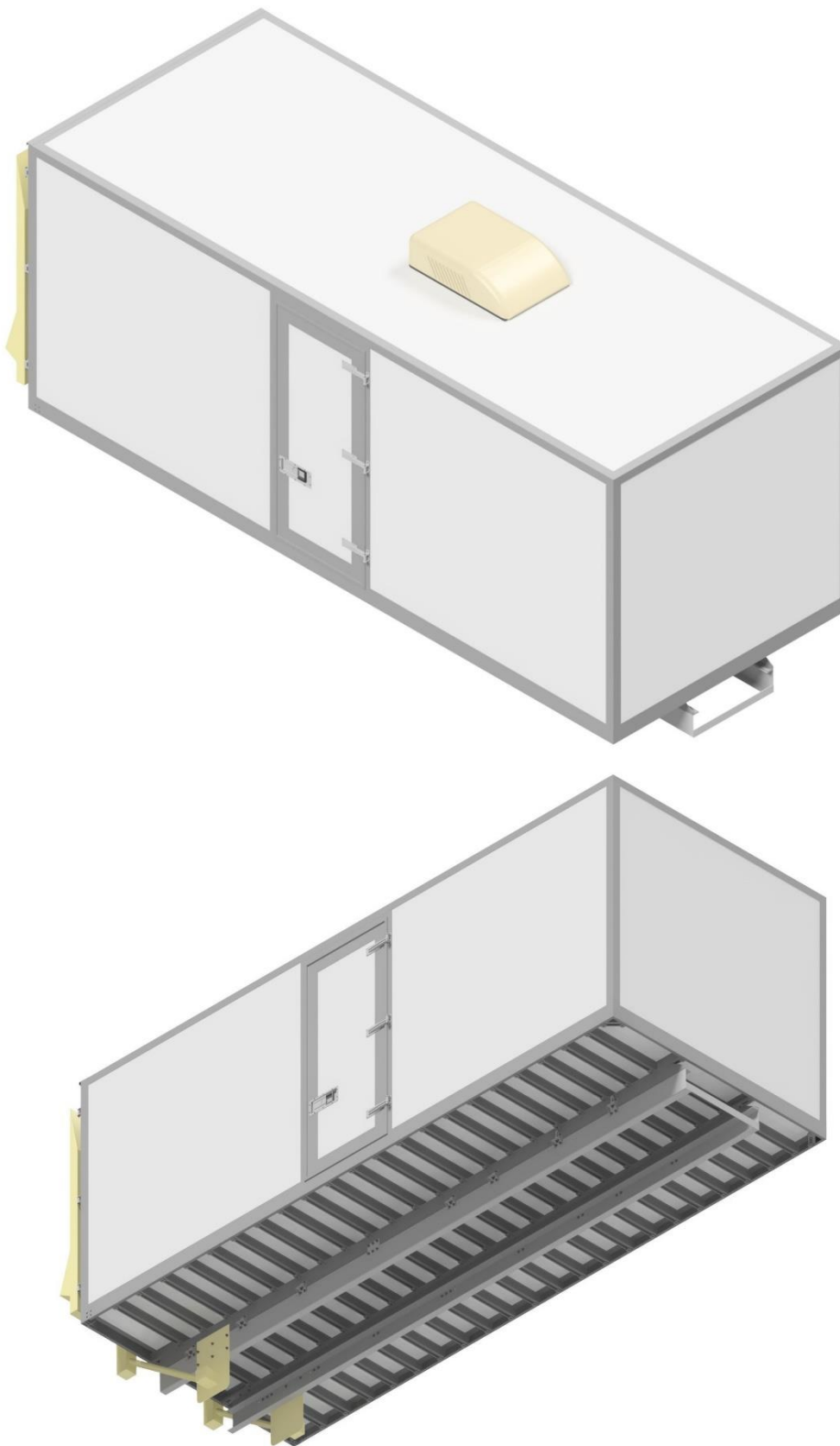
Materiálem pomocného rámu je hliníková slitina EN AW 6005A-T6, která má smluvní mez kluzu $R_{p0,2} = 250$ MPa. Za maximální napětí bylo považováno 80 MPa a bylo počítáno s bezpečností $k = 2$. Potom platí:

$$\sigma_d = \frac{R_{p0,2}}{k} = \frac{250}{2} = 125 \text{ MPa} \quad (7)$$

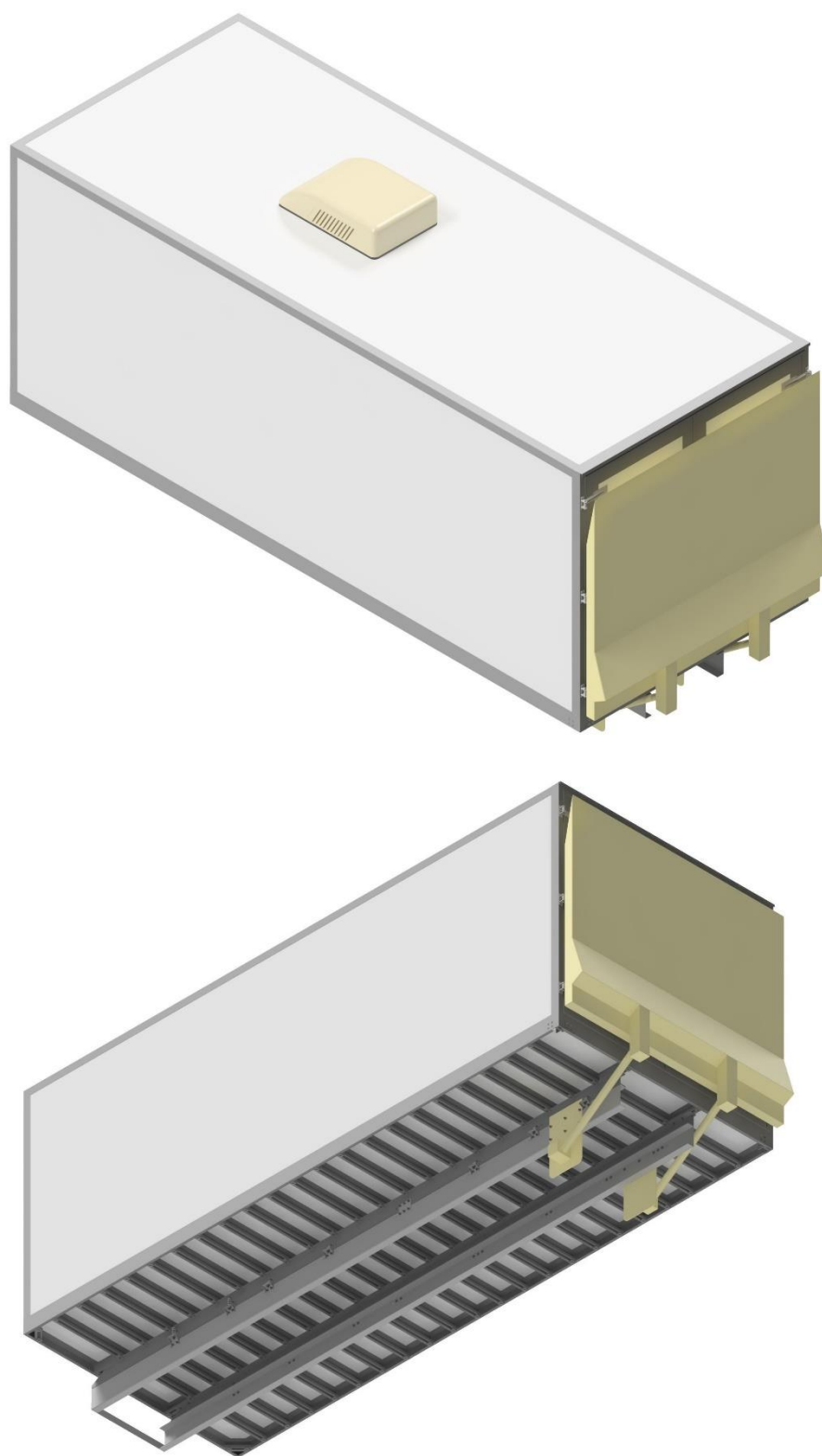
$$\sigma_{max} \leq \sigma_d \quad \Rightarrow \quad 80 \text{ MPa} \leq 125 \text{ MPa} \quad (8)$$

Z výše uvedeného výpočtu vyplývá, že rám z hlediska deformace i napětí vyhovuje a lze jej považovat za bezpečný.

5 POHLEDY NA MODEL NÁSTAVBY ODBĚROVÉHO VOZIDLA



Obr. 94 Izometrický pohled na nástavbu – přední/pravá strana



Obr. 95 Izometrický pohled na nástavbu – zadní/levá strana

ZÁVĚR

Práce popisuje návrh nástavby vozidla pro odběr biologických vzorků. Práce byla zadána společností Národní Centrum Tkání a Buněk (NCTB), za účelem zjištění možností konstrukce požadovaného vozidla. Odběrové vozidlo má sloužit pro odběr tkání v terénu a nahradit odběry v prostorách piteven, pokud to situace vyžaduje. Ze strany NCTB byly dány určité požadavky na konstrukci nástavby, které upřesňují její použití, rozměry, vybavení a další. Tyto požadavky byly výchozím podkladem pro návrh konstrukce odběrového vozidla. Navržená konstrukce zejména odpovídá na otázku konstrukční proveditelnosti a slouží primárně jako podklad pro další rozpracování celého projektu.

Na začátku návrhu bylo třeba vybrat vhodný podvozek na nástavbu. Po rešerši různých vozidel bylo jako vhodná platforma vybráno vozidlo DAF třídy LF. Dále byly v rešeršní části zmíněny další speciální vozidla vyrobená pro záchranné složky, jak funguje spolupráce výrobců užitkových vozidel a výrobců nástaveb a také legislativní stránky homologace nástavby pro provoz na silničních komunikacích. Hlavní kapitola byla věnována konstrukčnímu řešení nástavby. Nejprve byl navržen pomocný rám, který je spojen s podvozkem vozidla a slouží jako základ pro nástavbu. Konstrukce nástavby je složena z profilů z hliníkové slitiny a izolačních sendvičových panelů. Panely jsou s profily spojovány lepením pomocí speciálních lepidel a sešroubováním pomocí vrutů. Byl vyřešen také přístup do nástavby pomocí zadních a bočních dveří a zadní zvedací plošinou. V další části práce byl navržen interiér nástavby. Potřebné vybavení bylo dáno v požadavcích od společnosti NCTB a snahou bylo, se co nejvíc přiblížit daným rozměrům jednotlivých komponentů a prostoru mezi nimi. Poslední kapitola byla zaměřena na pevnostní kontrolu pomocného rámu. Po určitém limitním zatížení, do kterého se vozidlo může dostat, by se pomocný rám neměl výrazněji deformovat, aby nemohlo dojít vlivem deformace rámu k poškození struktury nástavby. Výpočet byl proveden pomocí metody konečných prvků a byla zkoumána deformace a napětí.

Při návrhu byl kladen důraz, aby se celá konstrukce skládala z reálných polotovarů, materiálů a výrobků. U každé součásti nástavby je uveden také odkaz na obchod, odkud může být daná součást zakoupena. To může být užitečné, při případné realizaci projektu a stavbě odběrového vozidla. Všechny stanovené cíle v zadání diplomové práce byly postupně splněny. Požadavky na nástavbu dané společností NCTB byly rovněž splněny. Nástavba obsahuje všechny požadované prvky výbavy, rozměry interiéru nástavby se od požadovaných liší do 10 cm, byl vyřešen vhodný přístup do nástavby. Oproti plánu v zadání byly pro lepší přístup přidány boční dveře. Nad rámec zadání práce byla provedena pevnostní kontrola pomocného rámu vozidla pomocí metody konečných prvků. Rám z hlediska deformace vyhovuje. Výsledkem je koncept finálního konstrukčního řešení, které může být použito pro výrobu prototypu. Přílohou k práci je 3D model výsledného konstrukčního řešení nástavby.

Pro realizaci tohoto projektu je třeba dále vyřešit rozvody elektrické energie v nástavbě a detailně vyřešit rozvody vody, které jsou v této práci pouze nastíněny. Pro provoz nástavby na pozemních komunikacích je po její výstavbě třeba získat povolení. Pro jeho získání je nutné nástavbu vybavit obrysovými a pozičními světly a blatníky s homologací pro provoz na silničních komunikacích. Vozidlo musí projít kontrolou na stanici technické kontroly, kde je kontrolováno konstrukční provedení nástavby, uchycení nástavby k rámu vozidla a vybavení jako jsou světla a další. Výhodou tohoto konstrukčního návrhu je, že ačkoli byl navržen pro konkrétní vozidlo, je po úpravách pomocného rámu a jeho uchycení k podvozku možné jej použít pro vozidla podobných rozměrů od jiných výrobců.

POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] Dárcovství tkání v České republice a jejich využití v léčbě. Národní centrum tkání a buněk [online]. [cit. 2022-11-04]. Dostupné z: <https://natic.cz/>
- [2] Transplantace tkání. Národní centrum tkání a buněk [online]. [cit. 2022-11-04]. Dostupné z: <https://natic.cz/transplantace-tkani/>
- [3] Konfigurátor. IVECO [online]. [cit. 2022-11-18]. Dostupné z: <https://www.iveco.com/czech/Pages/ConfiguratorPage.aspx?vehicle=Daily>
- [4] Skříňová dodávka Sprinter. Mercedes-Benz [online]. [cit. 2022-11-18]. Dostupné z: <https://www.mercedes-benz.cz/vans/cs/sprinter/panel-van>
- [5] Uživatelské nastavení. In: Evropská databanka: Hagemann a.s. Závod Praha [online]. [cit. 2022-11-20]. Dostupné z: <https://www.edb.cz/firma-1360478-hagemann-praha-9-prosek>
- [6] Humbaur: Box bodies. Humbaur [online]. [cit. 2022-11-20]. Dostupné z: <https://www.humbaur.com/en/box-bodies>
- [7] DAF LF. DAF [online]. [cit. 2023-01-16]. Dostupné z: <https://www.daftrucks.cz/cs-cz/trucks/daf-lf>
- [8] Specifikační listy. DAF [online]. [cit. 2023-01-17]. Dostupné z: <https://www.daftrucks.cz/cs-cz/trucks/specsheets-search-page?VehicleSerie=LF&VehicleType=Rigid&AxleConfiguration=FA&Page=1>
- [9] Výkresy podvozku a podrobné výkresy: LF-CF-XF. DAF Bodybuilder [online]. [cit. 2023-01-17]. Dostupné z: <https://www.dafbfi.com/cs-cz/euro-5-6-my2017/chassis-drawings-my2017?VehicleSerie=LF&VehicleType=RIGID&AxleConfiguration=FA&Execution=General&Suspension=Leaf%20Leaf&Wheelbase=430&Tonnage=7,49%20-%208,3%20t&Page=1>
- [10] Přestavba silničního vozidla. Ministerstvo dopravy [online]. 1. 10. 2020 [cit. 2023-01-17]. Dostupné z: <https://www.mdcz.cz/Zivotni-situace/Vyroba-a-prestavba-vozidla/prestavba-vozidla>
- [11] Zákon č. 56/2001 Sb.: o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. Zákony pro lidi [online]. [cit. 2023-01-17]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-56>
- [12] Vyhláška č. 341/2014 Sb.: Vyhláška o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. Zákony pro lidi [online]. [cit. 2023-01-17]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2014-341?text=341%2F2014#cast6>
- [13] Golem, záchranářský kamion pro hromadná neštěstí. Modrá hvězda života [online]. 21. 6. 2015 [cit. 2023-01-24]. Dostupné z: <http://modrahvezdazivota.cz/2015/06/21/golem-zachranarsky-kamion-pro-hromadna-nestesti-v-hlavnim-meste-praze/nggallery/page/2>

- [14] Mercedes-Benz Atego, velká sanitka do nepohody. Modrá hvězda života [online]. 15. 6. 2015 [cit. 2023-01-25]. Dostupné z: <http://modrahvezdazivota.cz/2015/06/15/atego-velka-sanitka-do-nepohody-slouzi-prazskym-zachranarum-jiz-patym-rokem/nggallery/page/1>
- [15] Speciální sanitka ochrání před radioaktivním prachem i Ebolou. Modrá hvězda života [online]. 6. 10. 2021 [cit. 2023-01-25]. Dostupné z: <http://modrahvezdazivota.cz/2021/10/06/ochrani-pred-radioaktivnim-prachem-i-ebolou-prazsti-zachranari-vyuzivaji-specialni-sanitku/>
- [16] Inovativní vakcinační vozidlo MAN. Modrá hvězda života [online]. 11. 2. 2021 [cit. 2023-01-25]. Dostupné z: <http://modrahvezdazivota.cz/2021/02/11/man-podporuje-boj-proti-koronaviru-vyvinul-inovativni-vakcinacni-pohotovostni-vozidlo/>
- [17] Mobilní JIP ve švédském Stockholmu. Modrá hvězda života [online]. 2. 4. 2020 [cit. 2023-01-25]. Dostupné z: <http://modrahvezdazivota.cz/2020/04/02/video-nova-mobilni-jipka-ve-svedskem-stockholmu-scanii-nelze-prehlednout/>
- [18] Inside the 'MUST': The mobile unit surgical trailer. Doctors without borders [online]. 7. 9. 2017 [cit. 2023-01-25]. Dostupné z: <https://msf.org.uk/article/inside-must-mobile-unit-surgical-trailer>
- [19] Iveco Bodybuilders [online]. [cit. 2023-01-26]. Dostupné z: <https://newibb.iveco.com/cs/Pages/home.aspx>
- [20] Pokyny pro výrobce nástaveb. DAF Bodybuilder [online]. [cit. 2023-01-28]. Dostupné z: <https://www.dafbbi.com/cs-cz/euro-5-6-my2017/daf-bodybuilder-guidelines>
- [21] Profil pom. rámu T 130mm Al. ALU-SV [online]. [cit. 2023-02-28]. Dostupné z: https://www.alu-sv.com/cs/zbozi.ep/4000002_plato--profily-plata/910126927_profil-pom.-ramu-t-130mm-al/
- [22] Profil příčný 90mm Al. ALU-SV [online]. [cit. 2023-02-28]. Dostupné z: https://www.alu-sv.com/cs/zbozi.ep/4000002_plato--profily-plata/1461_profil-pricny-90mm-al/
- [23] Návod k použití a montáži ARCAL PLY/LITE CZ. Dostupné také z: <https://www.alu-sv.com/cs/dokumentace/skrinove-nastavby.ep/>
- [24] Panely pro nákladní automobily. PSP izoterm [online]. [cit. 2023-03-13]. Dostupné z: <https://www.pspizoterm.cz/panely-pro-nakladni-automobily>
- [25] EN AW-6060 (AlMgSi). PROAL Ostrava: Hliníkové profily, tyče, plechy a desky [online]. [cit. 2023-03-13]. Dostupné z: <https://proal.cz/hlinik/slitiny-hliniku/en-aw-6060/>
- [26] Sikaflex®-552 AT: Elastické lepidlo pro vozidlový průmysl na bázi STP. Sika CZ [online]. [cit. 2023-03-15]. Dostupné z: <https://cze.sika.com/cs/industry/spotrebice-a-zarizeni/vytah/sikaflex-552-at.html>

- [27] SikaFast®-555 L10. Sika CZ [online]. [cit. 2023-03-15]. Dostupné z: <https://cze.sika.com/cs/industry/obnovitelne-zdrojeenergie/v-trna-energie/vyroba-loratek/lepeni-pomocnychdil/sikafast-555-110.html>
- [28] Technická dokumentace k přípravkům Sika. Dostupné také z: <https://www.alu-sv.com/cs/dokumentace/skrinove-nastavby.ep/>
- [29] Profil obvodový skříně 90mm elox. ALU-SV [online]. [cit. 2023-03-16]. Dostupné z: https://www.alu-sv.com/cs/zbozi.ep/19000001_hlinikove-profily-skrine/73000226_profil-obvodovy-skrine-90mm-elox/
- [30] Profil vnější L 80x80 elox. ALU-SV [online]. [cit. 2023-03-16]. Dostupné z: https://www.alu-sv.com/cs/zbozi.ep/19000001_hlinikove-profily-skrine/87000231_profil-vnejsi-l-80x80-elox/
- [31] Profil vnitřní L 60x60mm elox. ALU-SV [online]. [cit. 2023-03-16]. Dostupné z: https://www.alu-sv.com/cs/zbozi.ep/19000001_hlinikove-profily-skrine/1527_profil-vnitri-l-60x60mm-elox/
- [32] Profil okopový L 180x50mm Al. ALU-SV [online]. [cit. 2023-03-16]. Dostupné z: https://www.alu-sv.com/cs/zbozi.ep/19000001_hlinikove-profily-skrine/73000204_profil-okopovy-l-180x50mm-al/
- [33] Profil portálu zadního elox. ALU-SV [online]. [cit. 2023-03-16]. Dostupné z: https://www.alu-sv.com/cs/zbozi.ep/19000001_hlinikove-profily-skrine/28000396_profil-portalu-zadniho-elox/
- [34] PUROXIT. 5M [online]. [cit. 2023-03-19]. Dostupné z: <https://www.5m.cz/produkty/puroxit>
- [35] Profil dutý svařovaný černý s obdélníkovým průřezem, EN 10219: rozměr 60x30x2. Feron online [online]. [cit. 2023-03-20]. Dostupné z: <https://online.ferona.cz/detail/38636/profil-duty-svarovany-cerny-s-obdelnikovym-prurezem-en-10219-rozmer-60x30x2>
- [36] L 100x100x8mm al R6. ALU-SV [online]. [cit. 2023-03-20]. Dostupné z: https://www.alu-sv.com/cs/zbozi.ep/4000053_otevrene-profily/910125831_l-100x100x8mm-al-r6/
- [37] L 100x100x8mm al R0. ALU-SV [online]. [cit. 2023-03-20]. Dostupné z: https://www.alu-sv.com/cs/zbozi.ep/4000053_otevrene-profily/61000115_l-100x100x8mm-al-r0/
- [38] Profil křídla dveří elox. ALU-SV [online]. [cit. 2023-04-10]. Dostupné z: https://www.alu-sv.com/cs/zbozi.ep/19000001_hlinikove-profily-skrine/87000110_profil-kridla-dveri-elox/
- [39] Profil křídla dveří bez lemů elox. ALU-SV [online]. [cit. 2023-04-10]. Dostupné z: https://www.alu-sv.com/cs/zbozi.ep/19000001_hlinikove-profily-skrine/910117393_profil-kridla-dveri-bez-lemu-elox/

- [40] Těsnění gumové pro profil dveří hladké. ALU-SV [online]. [cit. 2023-04-10]. Dostupné z: https://www.alu-sv.com/cs/zbozi.ep/4000023_tesneni/16000125_tesneni-gumove-pro-profil-dveri-hladke/
- [41] Těsnění gumové pro profil dveří vnitřní. ALU-SV [online]. [cit. 2023-04-10]. Dostupné z: https://www.alu-sv.com/cs/zbozi.ep/4000023_tesneni/28000412_tesneni-gumove-pro-profil-dveri-vnitri/
- [42] Katalog – Skříňové nástavby. Dostupné také z: <https://www.alu-sv.com/cs/dokumentace/skrinove-nastavby.ep/>
- [43] Pant 280mm list nerez. ALU-SV [online]. [cit. 2023-04-11]. Dostupné z: https://www.alu-sv.com/cs/zbozi.ep/4000022_panty-skrine/648_pant-280mm-list-nerez/
- [44] Závěs pantu 280mm nerez. ALU-SV [online]. [cit. 2023-04-11]. Dostupné z: https://www.alu-sv.com/cs/zbozi.ep/4000022_panty-skrine/649_zaves-pantu-280mm-nerez/
- [45] Čep pantu nerez. ALU-SV [online]. [cit. 2023-04-11]. Dostupné z: https://www.alu-sv.com/cs/zbozi.ep/4000022_panty-skrine/657_cep-pantu-nerez/
- [46] Destička závitová závěsu 3081505480-100. ALU-SV [online]. [cit. 2023-04-11]. Dostupné z: https://www.alu-sv.com/cs/zbozi.ep/4000027_skrinove-nastavby-arcal/113000005_desticka-zavitova-zavesu-3081505480-100/
- [47] Nýtová redukce 8x6,4x4mm. ALU-SV [online]. [cit. 2023-04-11]. Dostupné z: https://www.alu-sv.com/cs/zbozi.ep/4000022_panty-skrine/39000568_nytova-redukce-8x6-4x4mm/
- [48] Závěr vest.PUSH o16/25,5mm nerez. ALU-SV [online]. [cit. 2023-04-13]. Dostupné z: https://www.alu-sv.com/cs/zbozi.ep/5000007_zavery-skrine/910095653_zaver-vest.push-o16-25-5mm-nerez/
- [49] Tyč závěru 16mm s háky 3000mm nerez. ALU-SV [online]. [cit. 2023-04-13]. Dostupné z: https://www.alu-sv.com/cs/zbozi.ep/5000007_zavery-skrine/600_tyc-zaveru-16mm-s-haky-3000mm-nerez/
- [50] Protikus uni.dvojité 12mm. ALU-SV [online]. [cit. 2023-04-13]. Dostupné z: https://www.alu-sv.com/cs/zbozi.ep/5000007_zavery-skrine/87000125_protikus-uni.dvojity-12mm
- [51] Profil rámu dveří elox. ALU-SV [online]. [cit. 2023-04-13]. Dostupné z: https://www.alu-sv.com/cs/zbozi.ep/19000001_hlinikove-profilyskrine/87000111_profil-ramu-dveri-elox/
- [52] MyCargolift. Bär Cargolift - Lifting Performance [online]. [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://www.baer-cargolift.com/cs/produkty/mycargolift>
- [53] Bär Cargolift Standard S4. Bär Cargolift - Lifting Performance [online]. [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://www.baer-cargolift.com/cs/produkty/standard-s4>

- [54] Standard S4. Dostupné také z: <https://www.baer-cargolift.com/cs/produkty/standard-s4>
- [55] Installation analysis. Bär Cargolift - Lifting Performance [online]. [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: <https://www.baer-cargolift.com/cs/montaz-plosiny/na-nakladni-vozidlo-zastavbovy-vypocet>
- [56] Pitevní stoly bamed. Bamed [online]. [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: <https://www.bamed.cz/pristroje.php?zaznam=155>
- [57] Sklopná konzole 550 mm. AIRVENT [online]. [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: <https://www.vzduchotechnika-eshop.cz/p/sklopna-konzole-550-mm#>
- [58] 124 l nádrž na vodu typ V 12-08. Nomadem [online]. [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: https://www.nomadem.cz/124-l-nadrz-na-vodu-typ-v-12-08_z689/
- [59] Tlakové čerpadlo Carbest 18,9/min (4,2 bar). Nomadem [online]. [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: https://www.nomadem.cz/tlakove-cerpadlo-carbest-18-9-min-4-2-bar_z5008/
- [60] Expanzní nádoba Carbest. Nomadem [online]. [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: https://www.nomadem.cz/expanzni-nadoba-carbest_z5236/
- [61] Laboratorní mrazící skříň MedLab ML0423WN, objem 39 l. UNIMED [online]. [cit. 2023-04-21]. Dostupné z: <https://www.unimed.cz/laboratorni-mrazici-skrin-medlab-ml0423wn>
- [62] Pracovní skříň z ušlechtilé oceli - 150 x 70 x 85 cm - nosnost 600 kg. Expondo [online]. [cit. 2023-04-21]. Dostupné z: <https://www.expondo.cz/royal-catering-pracovni-skrin-z-uslechtilo-oceli-150-x-70-x-85-cm-nosnost-600-kg-10011679>
- [63] Nástěnná police - skládací - 60 x 45 cm - 40 kg - ušlechtilá ocel. Expondo [online]. [cit. 2023-04-21]. Dostupné z: <https://www.expondo.cz/royal-catering-nastenna-police-skladaci-60-x-45-cm-40-kg-uslechtila-ocel-10011712>
- [64] Závěsná skříň - 160 cm. Expondo [online]. [cit. 2023-04-21]. Dostupné z: <https://www.expondo.cz/royal-catering-zavesna-skrin-160-cm-10010220>
- [65] Závěsná skříň - 120 cm. Expondo [online]. [cit. 2023-04-21]. Dostupné z: <https://www.expondo.cz/royal-catering-zavesna-skrin-120-cm-10010179>
- [66] Výpočet vhodného výkonu klimatizace. InTECHNA: Klimatizace [online]. 09. 02. 2020 [cit. 2023-04-22]. Dostupné z: <https://www.intechna.cz/vypocet-vykonu-klimatizace>
- [67] ASV-35BS (WIFI): Střešní klimatizace. Sinclair [online]. [cit. 2023-04-22]. Dostupné z: <https://www.sinclair-solutions.com/cs/produkty/karavany-a-lode/stresni-klimatizace/10228-asv-35bs-wifi-053141000000045.html>
- [68] Germicidní lampy, panely, tunely, čističky vzduchu a ionizátory. UNIMED [online]. [cit. 2023-04-22]. Dostupné z: <https://www.unimed.cz/germicidni-lampy-cisticky-ionizatory>

- [69] Germicidní lampy s přímým účinkem. UNIMED [online]. [cit. 2023-04-22]. Dostupné z: <https://www.unimed.cz/germicidni-lampy-s-primym-ucinkem>
- [70] Germicidní lampa NBV 55N - 1x55W. UNIMED [online]. [cit. 2023-04-22]. Dostupné z: <https://www.unimed.cz/germicidni-lampa-nbv-55n-1x55w#tb1=3>
- [71] MODUS PL 14000, široký korpus 1575mm, LED 830, korpus PE, opálový PC kryt, IP65, zdroj 2800mA, bez čínských součástí: LED prachotěsné svítidlo. MODUS [online]. [cit. 2023-04-22]. Dostupné z: <https://www.modus.cz/modus-pl-14000-siroky-korpus-1575mm-led-830-korpus-pe-opalovy-pc-kryt-ip65-zdroj-2800ma-bez-cinskych-soucasti/>
- [72] Aplikace normy ČSN 73 6101 [online]. [cit. 2023-05-05]. Dostupné z: <https://www.fce.vutbr.cz/PKO/SaD/pdf/aplikace.pdf>
- [73] (EHK OSN) č. 13: Předpis Evropské hospodářské komise Organizace spojených národů (EHK OSN) č. 13 – Jednotná ustanovení pro schvalování vozidel kategorií M, N a O z hlediska brzdění [2016/194]. Esipa: Sbíрка zákonů a dalších právních předpisů Zákony on-line - Vyhlášky - ISO klasifikace [online]. 18. 2. 2016 [cit. 2023-05-05]. Dostupné z: [https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=42016X0218\(01\)](https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=42016X0218(01))
- [74] SIWOWSKI, Tomasz W. Structural behaviour of aluminium bridge deck panels. Engineering Structures [online]. 2009, 31(7), 1349-1353 [cit. 2023-05-14]. ISSN 01410296. Dostupné z: doi:10.1016/j.engstruct.2009.02.002
- [75] Utahovací momenty metrických šroubů: Informace a návody pro montáž. BRIOL: Spojovací materiály [online]. 08. 12. 2021 [cit. 2023-05-14]. Dostupné z: https://www.briol.cz/cs/m-364-utahovaci-momenty-metrickech-sroubu?gad=1&gclid=CjwKCAjwjYKjBhB5EiwAiFdSfjglLwBr-UfhDmCzPkkFnMRo4IZWgLhqR6COGLaEI3i20uiKyxDjVBoCJwoQAvD_BwE

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

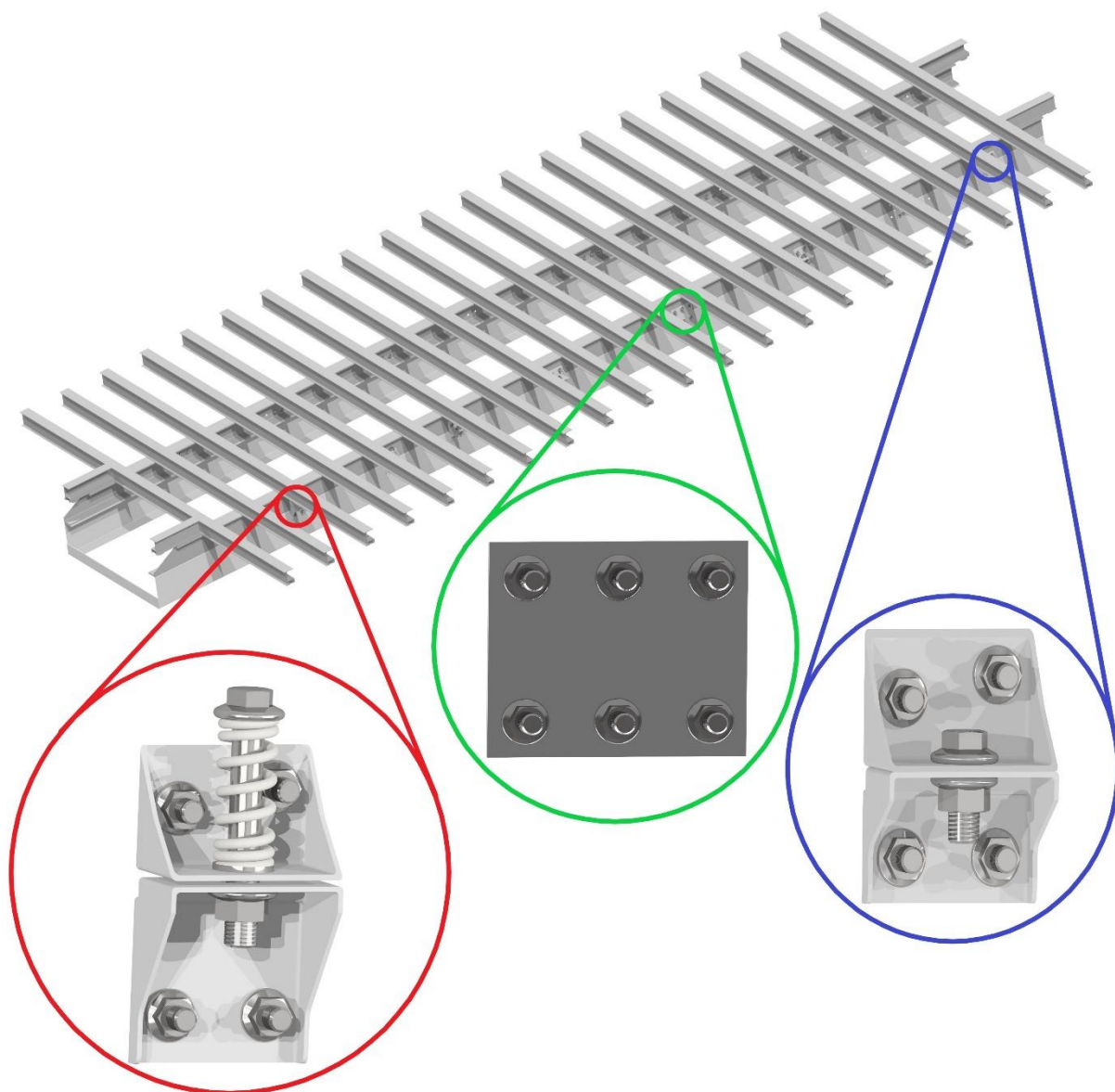
DAF BBI		DAF Bodybuilder
ECMO		Extrakorporální membránová oxygenace
MUST		Mobile Unit Surgical Trailer
NCTB		Národní Centrum Tkání a Buněk
RZP		Rychlá zdravotnická pomoc
STP		Silane Terminated Polymer
ZZS HMP		Zdravotnické záchranné služby hlavního města Prahy
a_{br}	[m·s ⁻²]	Brzdné zpomalení
AE	[mm]	Délka zadního převisu
E	[GPa]	Modul pružnosti v tahu
F_{br}	[N]	Brzdná síla (působící na pomocný rám)
F_{br1}	[N]	Brzdná síla (působící na 1 příčník)
F_{gr}	[N]	Gravitační síla (působící na pomocný rám)
F_{gr1}	[N]	Gravitační síla (působící na 1 příčník)
F_{od}	[N]	Odstředivá síla (působící na pomocný rám)
F_{od1}	[N]	Odstředivá síla (působící na 1 příčník)
h	[mm]	Výška pomocného rámu
H	[mm]	Výška nosného rámu
K	[mm]	vzdálenost středu předního kola od konce kabiny
k	[-]	Koeficient bezpečnosti
m_{nas}	[kg]	Hmotnost nástavby
R_m	[MPa]	Mez pevnosti
r_{obl}	[m]	Poloměr oblouku
$R_{p0,2}$	[MPa]	Smluvní mez kluzu
v_{max}	[m·s ⁻¹]	Maximální rychlost vozidla
WB	[mm]	Rozvor náprav
μ	[-]	Poissonova konstanta
ρ	[kg·m ⁻³]	Hustota
σ_d	[MPa]	Dovolené napětí
σ_{max}	[MPa]	Maximální napětí

SEZNAM PŘÍLOH

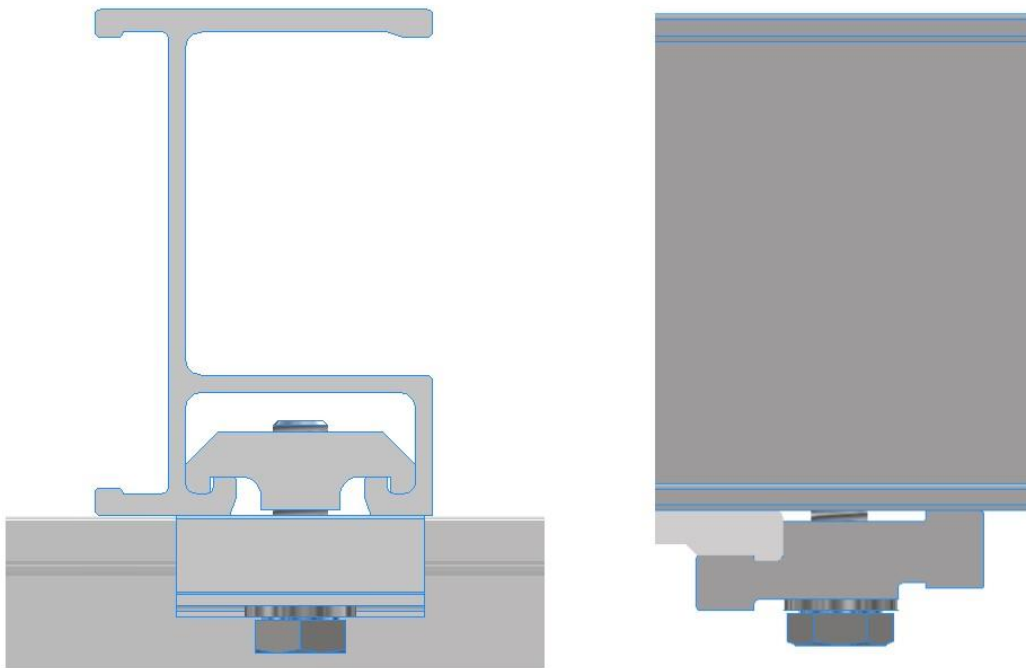
Příloha 1: Výstupy z modelu

Příloha 2: 3D_model_nástavby_odběrového_vozidla.zip

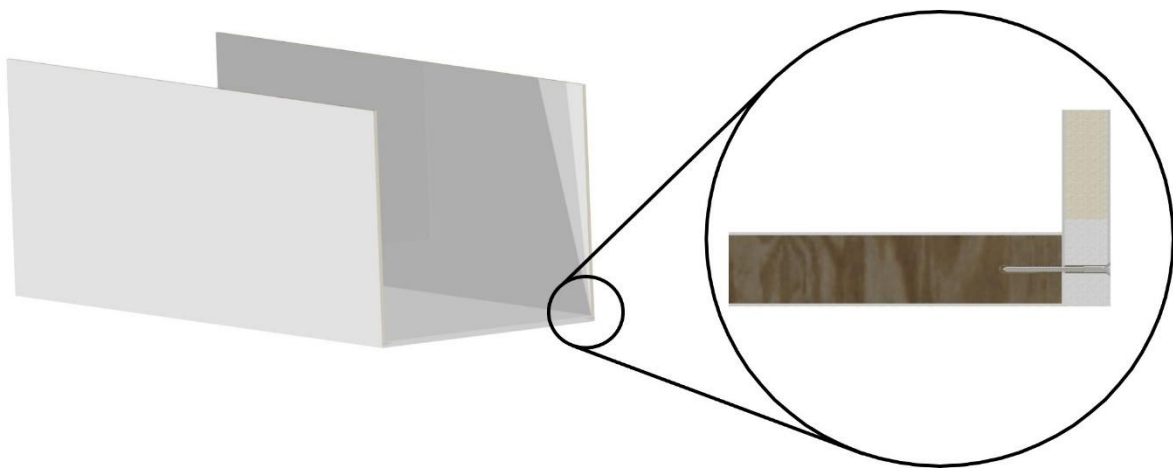
PŘÍLOHA 1: VÝSTUPY Z MODELU



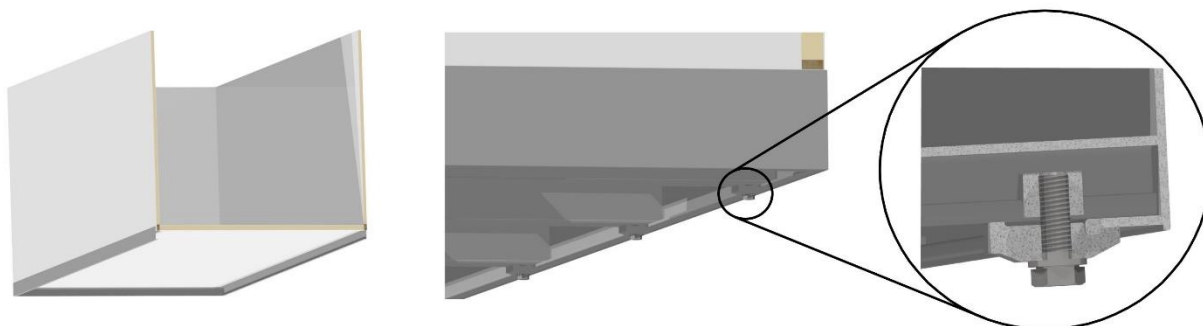
Sestava pomocného rámu s detaily spojení nosného a pomocného rámu
červená – konzole s pružinou první bod, zelená – upevňovací deska, modrá – konzole pevná



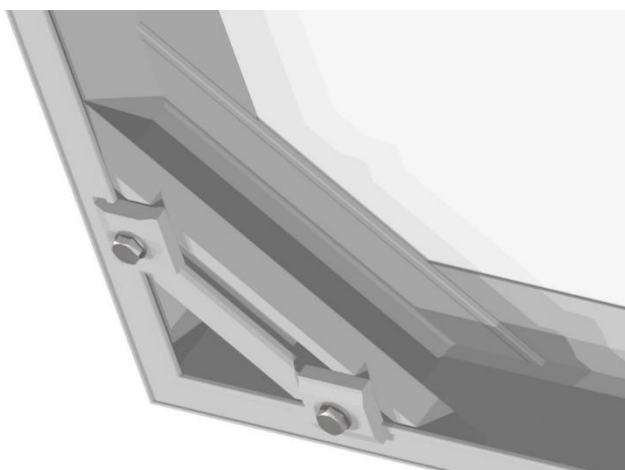
Spojení příčnicku a podélníku pomocného rámu pomocí svorky a matice PALCOM



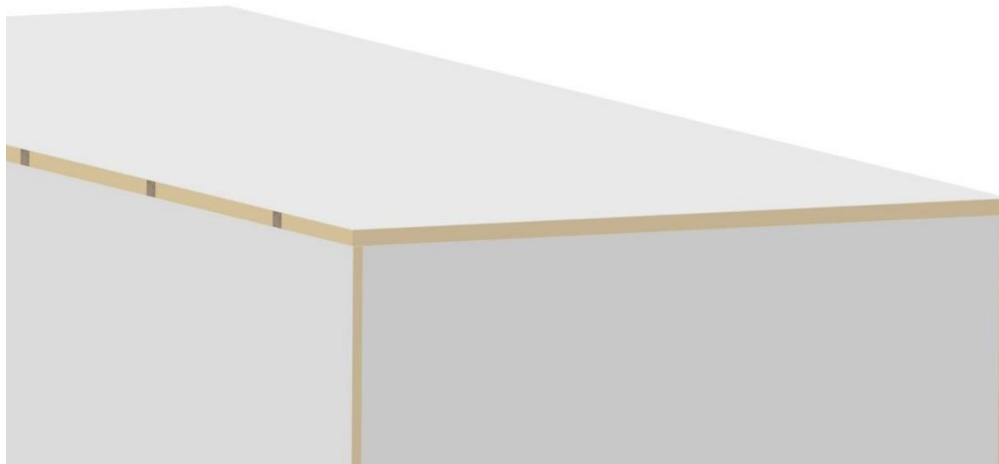
Spojení bočních a podlahového panelu pomocí vrtů DIN 7505A



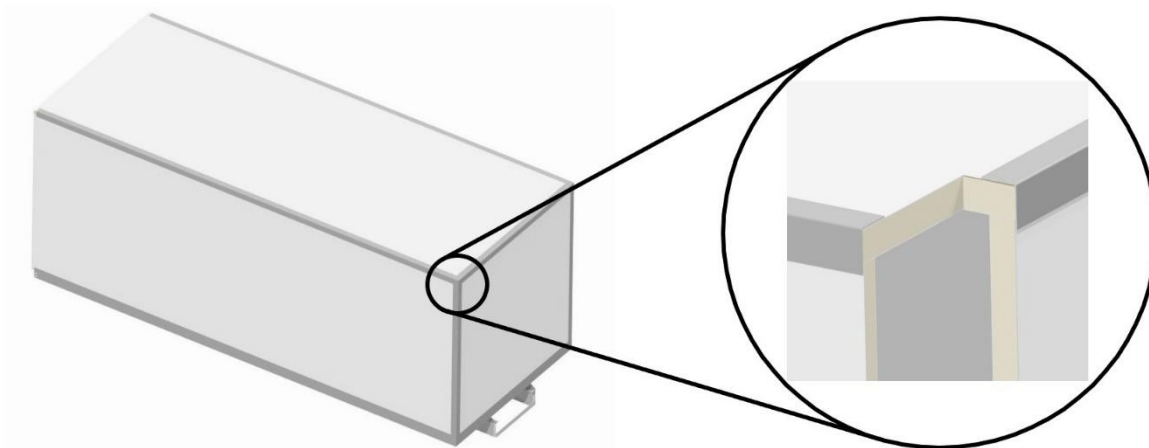
Sestavený obvodový profil skříně a jeho spojení s pomocným rámem



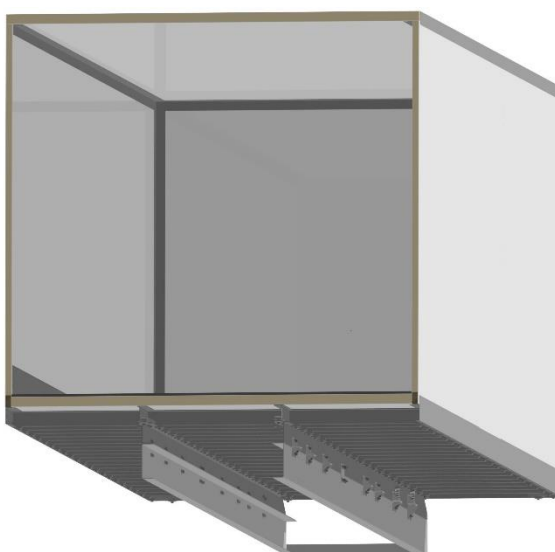
Výztuha rohu obvodového profilu skříně



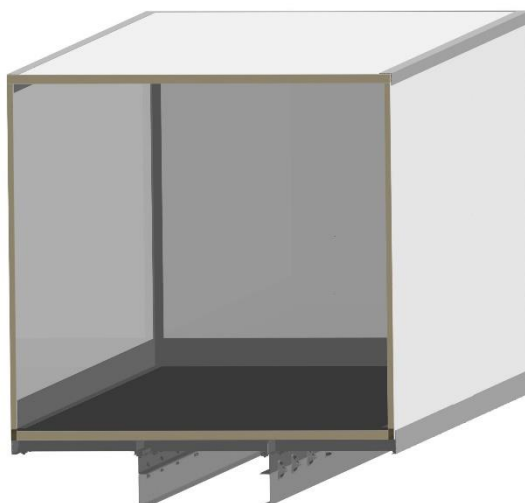
Umístění střešního panelu (pohled z čelní strany)



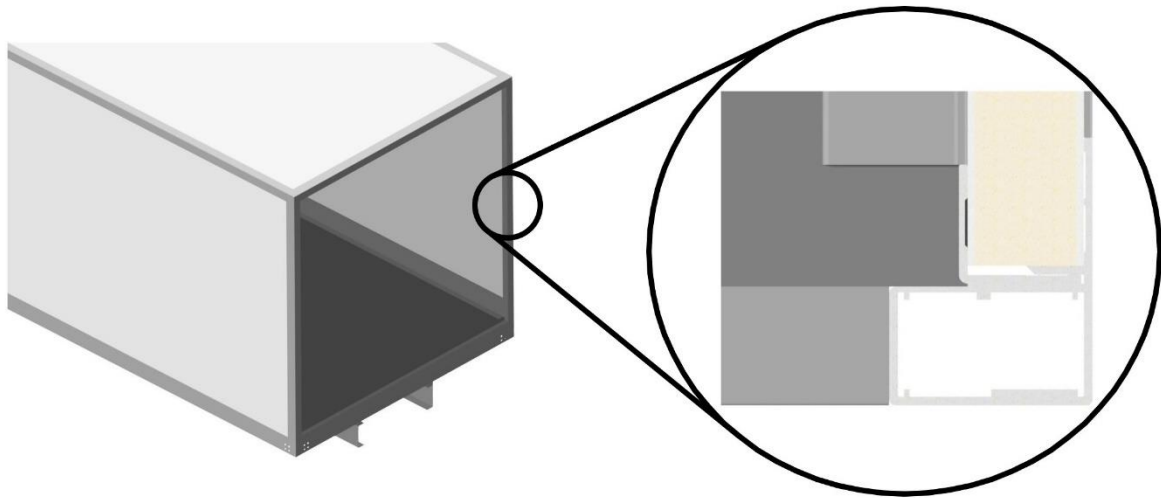
Zakrytí vnějších hran L profily 80x80 mm / řez v rohu nástavby



Zakrytí vnitřních hran L profily 60x60 mm (pohled zezadu)



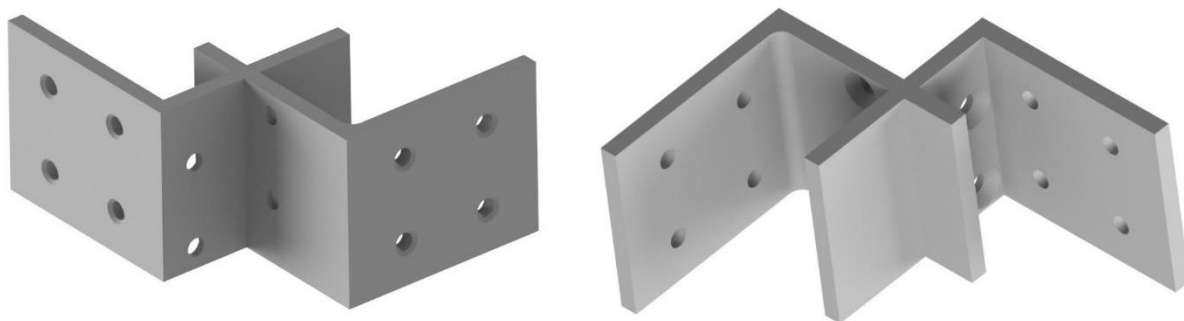
Zakrytí spojení podlahy a bočních stěn okopovým L profilem 180x50 mm (pohled zezadu)



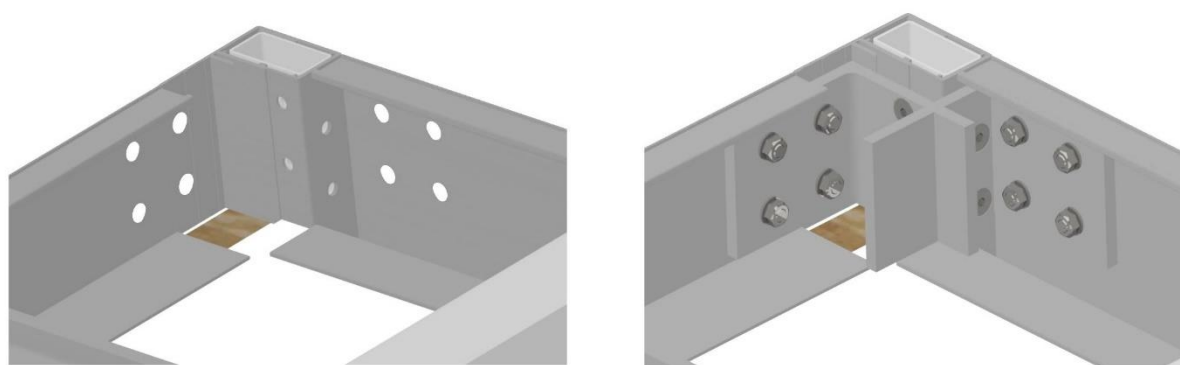
Zadní portál a podélný řez nástavbou v místě zadního portálu



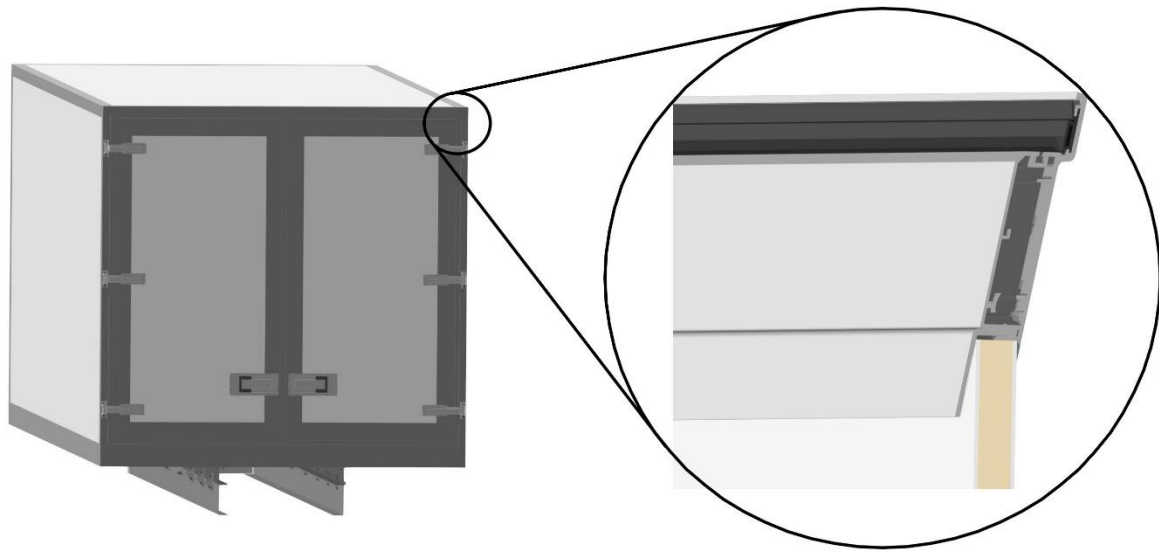
Ocelové profily 60x30x2 (pohled na zadní portál)



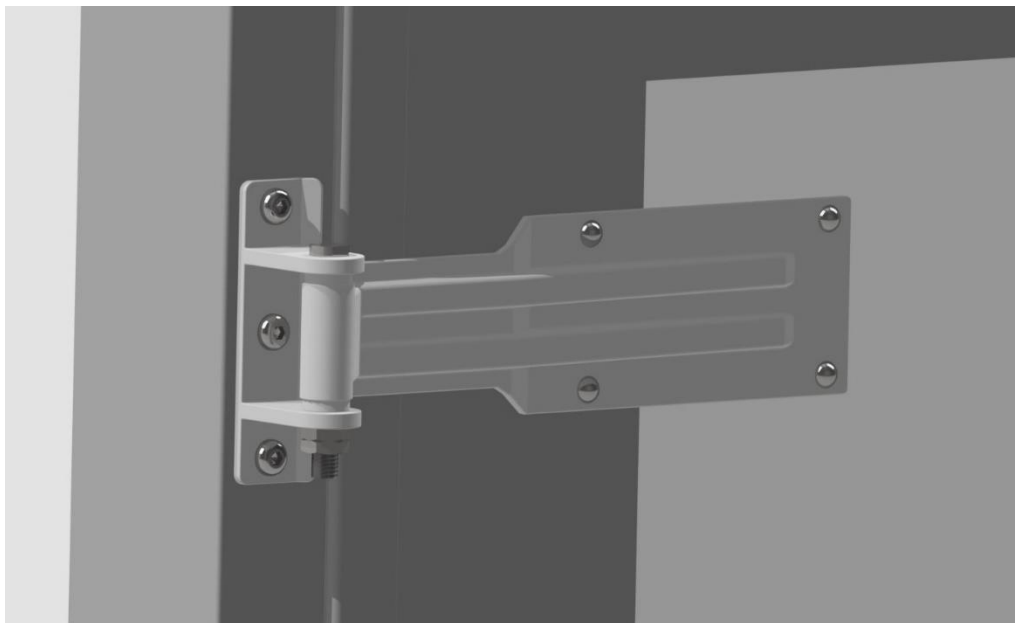
Sestava L profilů 100x100x8 mm



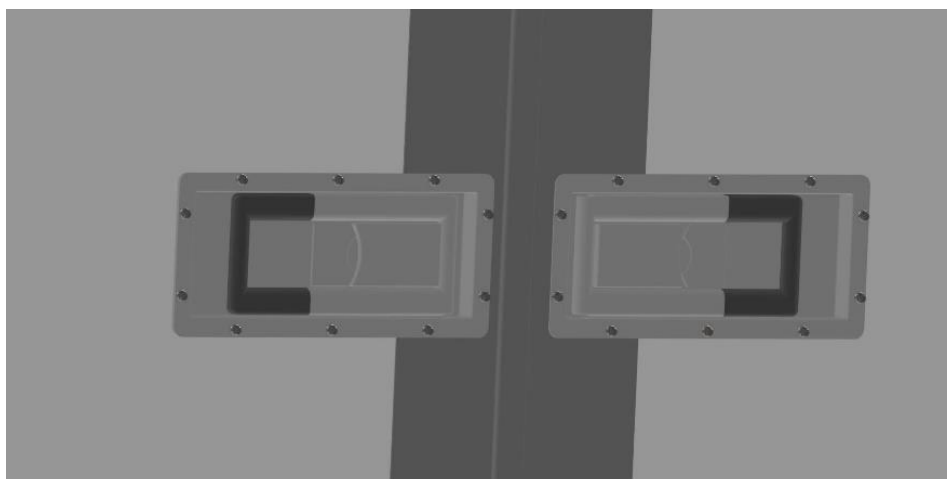
Zadní spodní roh nástavby bez výztuhy a s výztuhou zadního portálu



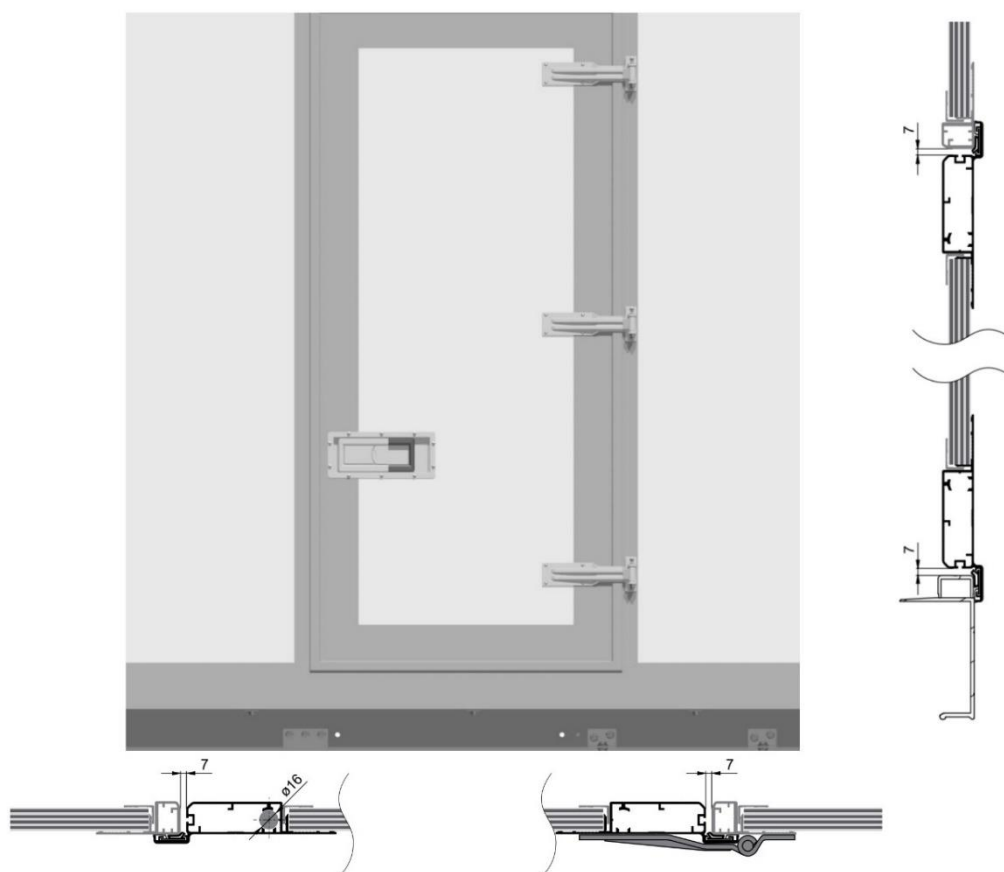
Pohled na zadní dveře do nástavby a řez zadními dveřmi



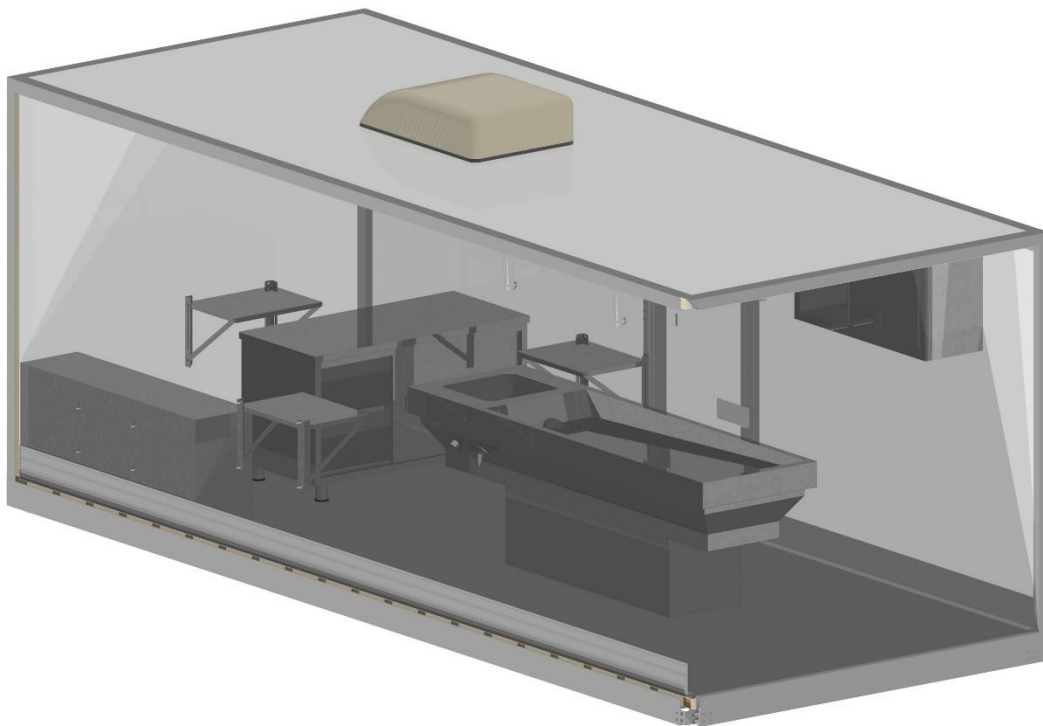
Sestava pantu zadních dveří



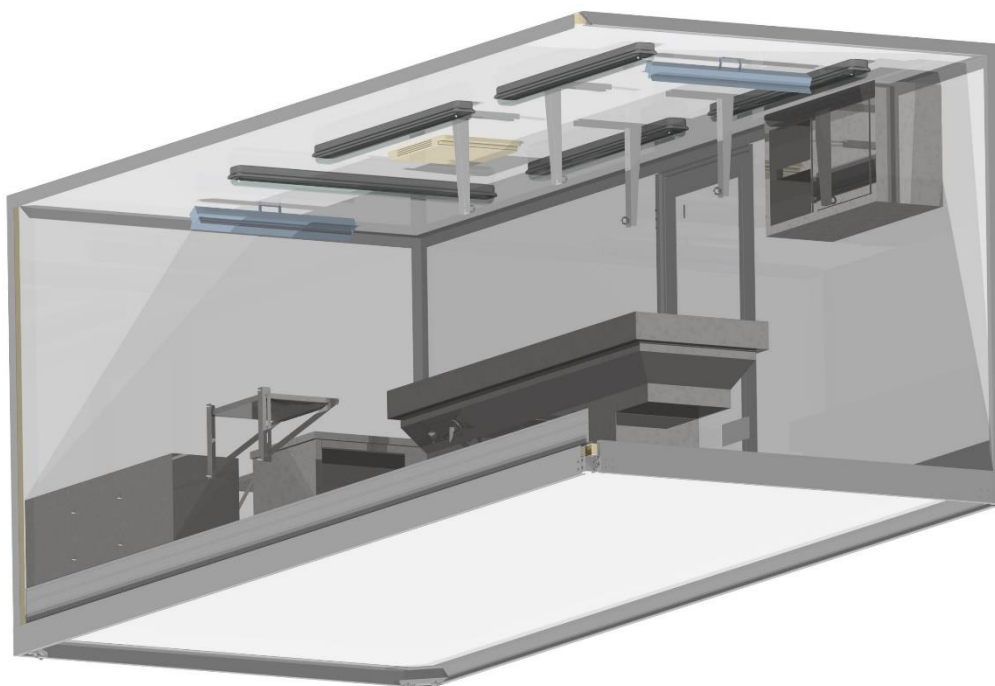
Závěry dveří namontované na zadních dveřích nástavby



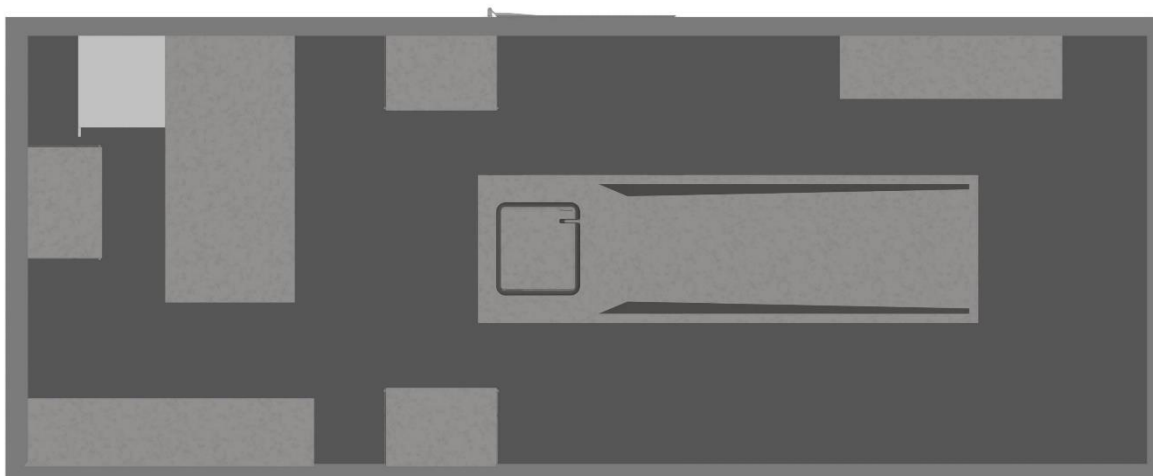
Boční dveře a jejich vodorovný a svislý řez [42]



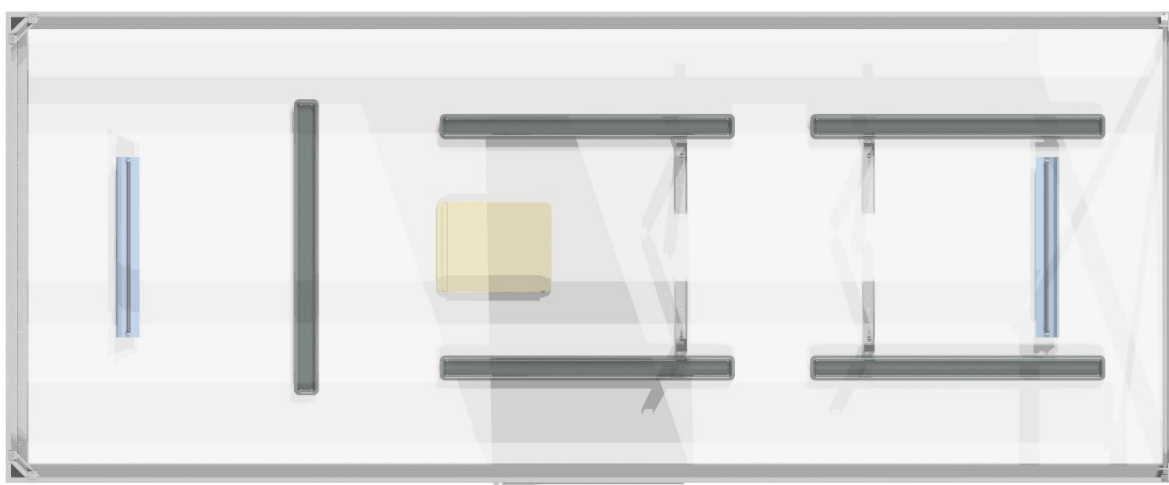
3D model interiéru nástavby, pohled z horní strany



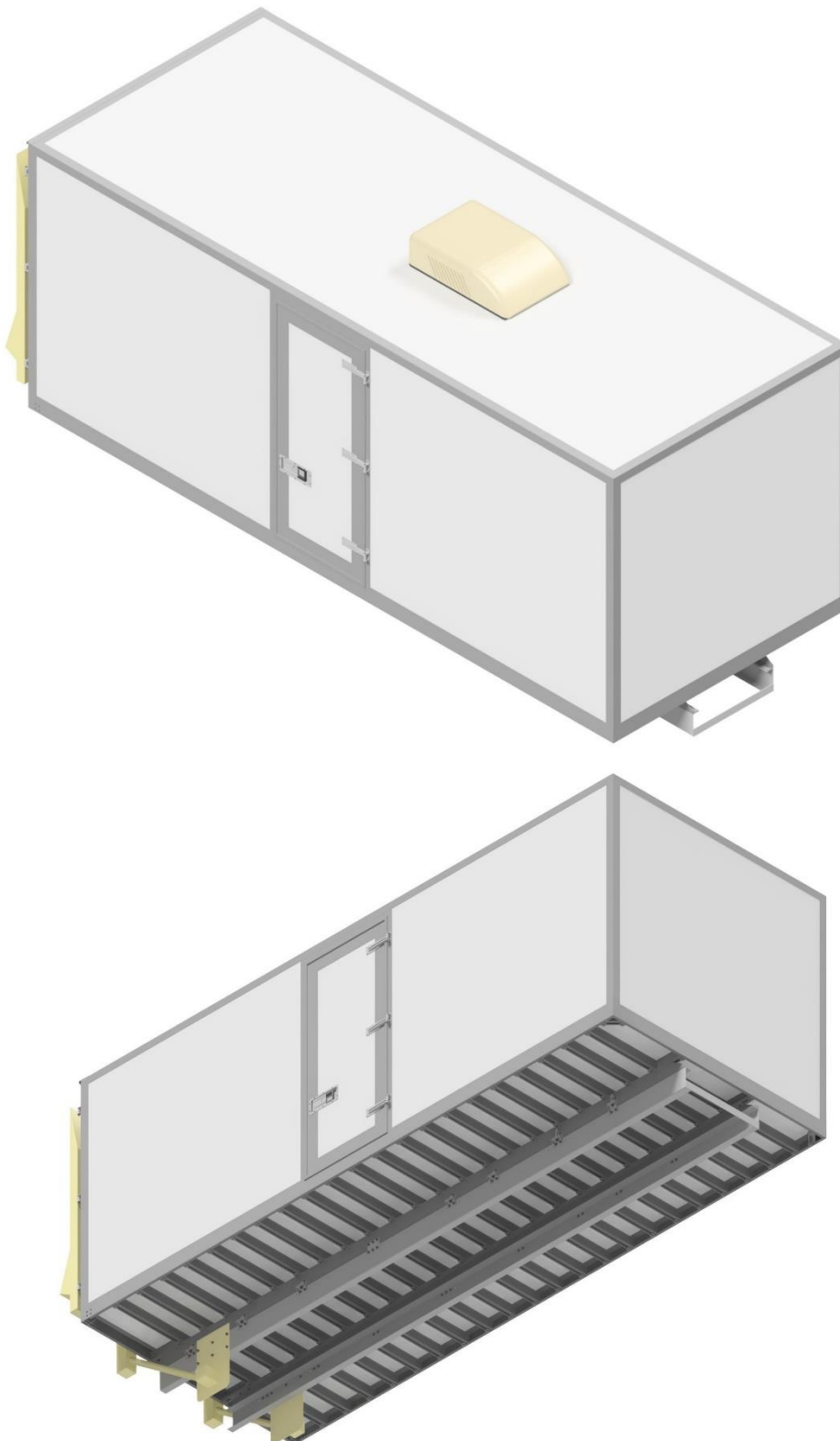
3D model interiéru nástavby, pohled z dolní strany



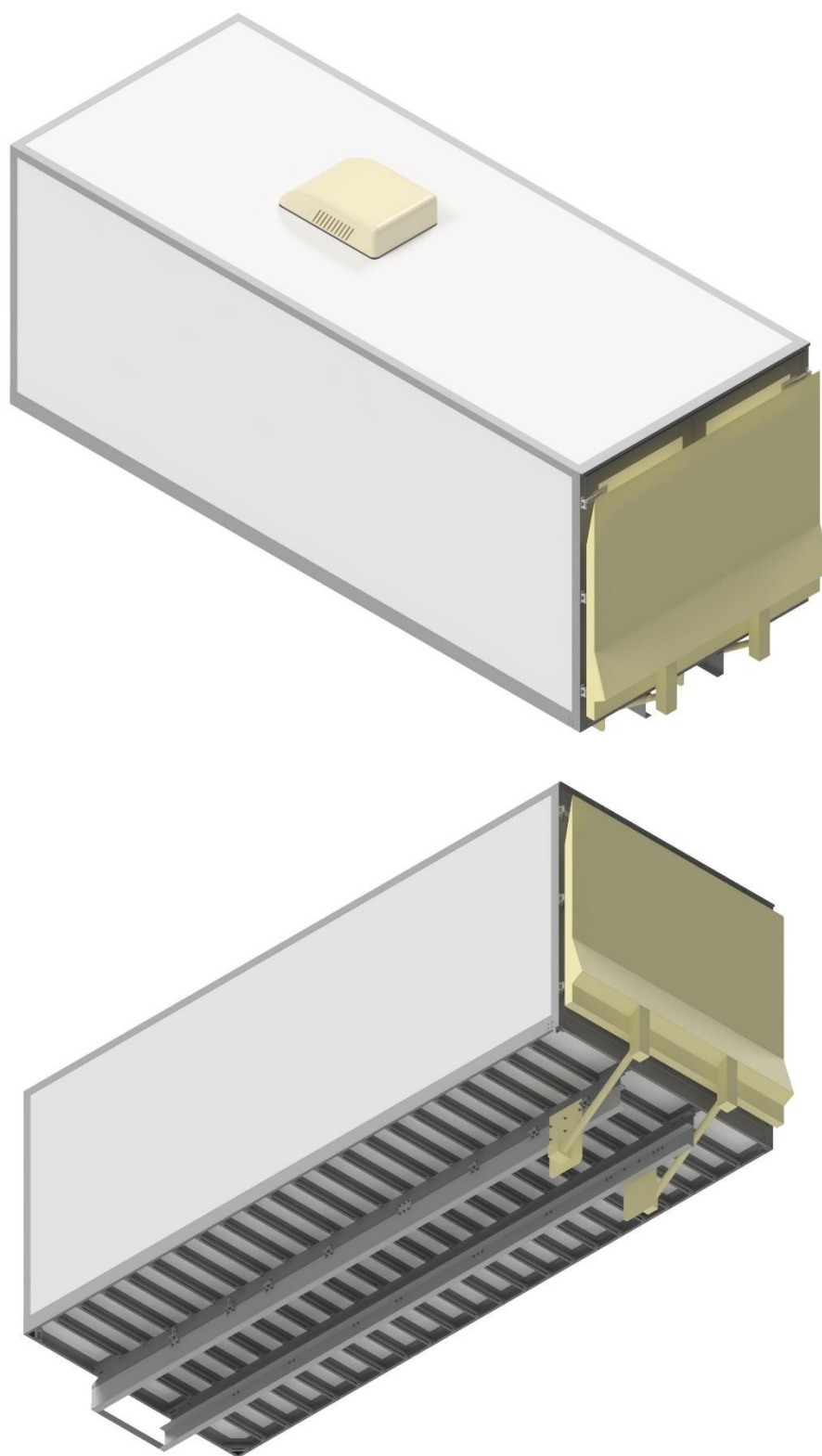
Model interiéru nástavby, půdorys, pohled na podlahu



Model interiéru nástavby, půdorys, pohled na strop



Izometrický pohled na nástavbu – přední/pravá strana



Izometrický pohled na nástavbu – zadní/levá strana