



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Návrh kabinové části výtahového systému pro přepravu osob

Autor: **Jiří SYNÁČ**

Vedoucí práce: **Doc. Ing. Jaroslav KRÁTKÝ, Ph.D.**

Akademický rok: 2013/2014

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Jiří SYNÁČ
Osobní číslo: S13B0481P
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: Konstrukce průmyslové techniky
Název tématu: Návrh kabinové části výtahového systému pro přepravu osob
Zadávací katedra: Katedra konstruování strojů

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Základní požadavky:

Zpracovat rešerši výtahového systému pro dopravu osob a vypracovat konstrukční návrh pro konkrétní zadání.

Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Osnova bakalářské práce:

1. Rešerše, specifikace požadavků, varianty řešení
2. Výpočet jednotlivých částí výtahového systému
3. Konstrukční návrh, výběr optimální varianty podle zadaných kritérií
4. Zhodnocení práce, závěr

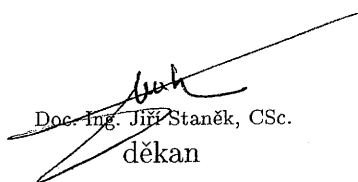
Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **30-40 stran A4**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

HOSNE DL, S., KRÁTKÝ, J. Příručka strojního inženýra 1. Brno: Computer-Press, 1999

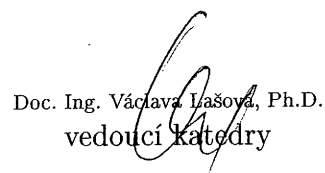
Podkladový materiál, výkresy, katalogy, apod. poskytnuté zadavatelem úkolu.

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Jaroslav Krátký, Ph.D.**
Katedra konstruování strojů
Konzultant bakalářské práce: **Doc. Ing. Jaroslav Krátký, Ph.D.**
Katedra konstruování strojů

Datum zadání bakalářské práce: **23. září 2013**
Termín odevzdání bakalářské práce: **27. června 2014**


Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.
děkan




Doc. Ing. Václava Lašová, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 23. září 2013

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne

.....

podpis autora

Poděkování

Tímto bych chtěl především poděkovat vedoucímu a zároveň konzultantovi práce, panu Doc. Ing. Jaroslavu Krátkému, Ph.D., za jeho odborné rady a čas, který věnoval tvorbě této bakalářské práce.

Také bych rád poděkoval panu Ing. Františku Sedláčkovi, za jeho cenné rady v průběhu tvorby této práce.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Synáč	Jméno Jiří	
STUDIJNÍ OBOR	Konstrukce průmyslové techniky		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Krátký, Ph.D.	Jméno Jaroslav	
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - KKS		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Návrh kabinové části výtahového systému pro přepravu osob		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KKS	ROK ODEVZD.	2014
----------------	---------	----------------	-----	------------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	75	TEXTOVÁ ČÁST	62	GRAFICKÁ ČÁST	13
---------------	----	---------------------	----	--------------------------	----

<p>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</p> <p>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</p>	<p>Předkládaná bakalářská práce se zabývá modelováním kabinové části výtahového systému pro přepravu osob. Hlavním cílem práce bylo vytvoření modelu klece výtahu a provedení statických pevnostních analýz konstrukce pro různé varianty zatížení.</p>
<p>KLÍČOVÁ SLOVA</p> <p>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</p>	<p style="text-align: center;">výtahový systém, modernizace, funkční části, hlavní parametry, zatížení, statický výpočet, konstrukce, model, pevnostní analýza, výkresová dokumentace</p>

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Synáč	Name Jiří	
FIELD OF STUDY	Design of manufacturing machines and equipment		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of degrees) Doc. Ing. Krátký, Ph.D.	Name Jaroslav	
INSTITUTION	ZČU - FST - KKS		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Design of the car lift system for transportation of people		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Machine Design	SUBMITTED IN	2014
----------------	---------------------------	-------------------	-------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	75	TEXT PART	62	GRAPHICAL PART	13
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The presented bachelor thesis deals about a cabin section elevator system modeling, for passenger transport. The main purpose of this thesis was to create a model of the car and perform a static strength analysis for different types of frame loads.
KEY WORD	lift system, modernization, functional parts, main parameters, load, static calculation, frame, model, strength analysis, drawing documentation

Obsah

Úvod	1
1. Základní dělení výtahového systému	3
1.1. Výtahy pro různé využití	3
1.1.1. Výtahy s různým pohonem	6
1.1.2. Výtahy s různým řízením provozu	7
1.2. Funkční části řešeného výtahového systému	8
2. Statický výpočet	18
2.1. Hlavní parametry výtahu	18
2.2. Ověření bezpečnosti nosných lan	19
2.2.1. Stanovení součinitele bezpečnosti nosných lan	20
2.2.2. Ověření skutečného součinitele bezpečnosti nosných lan	21
2.3. Výpočet vodiček klece	21
2.3.1. Základní údaje a parametry	21
2.3.2. Předpoklady zatížení	23
2.3.3. Zachycení výtahu	25
2.3.4. Normální provoz výtahu - jízda	28
2.3.5. Normální provoz výtahu - nakládání	31
3. Konstrukční návrh	35
3.1. Tvorba modelu	35
3.2. Výkresová dokumentace	41
3.3. Pevnostní analýzy konstrukce	41
3.3.1. Varianta A	44
3.3.2. Varianta B	46
3.3.3. Varianta C	48
Závěr	50
Seznam použité literatury	51

Seznam obrázků

Obr.č. 1 - Modernizovaný výtah s průchozí kabinou	2
Obr.č. 2 - Starý typ výtahu	2
Obr.č. 3 - Osobní výtah	3
Obr.č. 4 - Nákladní výtah	4
Obr.č. 5 - Jídelní výtah	4
Obr.č. 6 - Automobilový výtah	5
Obr.č. 7 - Panoramatický výtah	5
Obr.č. 8 - Plošina pro imobilní osoby	6
Obr.č. 9 - Základní části výtahu včetně jejich umístění	8
Obr.č. 10 - Šachta výtahu	9
Obr.č. 11 - Strojovna s pohonem výtahu a rozváděčem	11
Obr.č. 12 - Pohon výtahu	12
Obr.č. 13 - Rozváděč výtahu	12
Obr.č. 14 - Klec výtahu	14
Obr.č. 15 - Automatické skládací kabinové dveře	14
Obr.č. 16 - Automatické vodorovně posuvné (centrální) kabinové dveře	14
Obr.č. 17 - Ruční šachetní dveře	15
Obr.č. 18 - Automatické jednostranně posuvné (teleskopické) šachetní dveře	15
Obr.č. 19 - Automatické oboustranně posuvné (centrální) šachetní dveře	15
Obr.č. 20 - Vodítko klece	16
Obr.č. 21 - Protiváha	16

Obr.č. 22 - Vnější ovládací panel výtahu	17
Obr.č. 23 - Vnitřní ovládací panel výtahu	17
Obr.č. 24 - Typy nosných lan	19
Obr.č. 25 - Obecné zatížení	23
Obr.č. 26 - Vodorovné síly působící na vodítko klece	24
Obr.č. 27 - Vzpěrná síla působící na vodítko klece	24
Obr.č. 28 - Vstupy do klece	31
Obr.č. 29 - Model závěsného šroubu pro nosná lana	36
Obr.č. 30 - Model klece včetně kabinových dveří	37
Obr.č. 31 - Model klece bez kabinových dveří	37
Obr.č. 32 - Model celého rámu	38
Obr.č. 33 - Model rámu s přiblíženou horní částí	38
Obr.č. 34 - Model podlahy v pohledu shora	39
Obr.č. 35 - Model podlahy v pohledu zdola	39
Obr.č. 36 - Model kabiny s pohledem na tablo	40
Obr.č. 37 - Model kabiny s pohledem na zrcadlo a podhled včetně osvětlení	40
Obr.č. 38 - Zatížení rámu od vlastní hmotnosti kabiny	42
Obr.č. 39 - Zatížení rámu od vlastní hmotnosti kabiny v celkovém pohledu	42
Obr.č. 40 - Zatížení rámu od vlastní hmotnosti kabiny v detailním pohledu na horní část	43
Obr.č. 41 - Zatížení rámu od vlastní hmotnosti kabiny v detailním pohledu na horní část pomocí koulí	43
Obr.č. 42 - Zatížení rámu - varianta A	44
Obr.č. 43 - Zatížení rámu v celkovém pohledu - varianta A	44

Obr.č. 44 - Zatížení rámu v detailním pohledu na horní část - varianta A	.	45
Obr.č. 45 - Zatížení rámu v detailním pohledu na horní část pomocí koulí - varianta A	. . . . .	45
Obr.č. 46 - Zatížení rámu - varianta B	. . . . .	46
Obr.č. 47 - Zatížení rámu v celkovém pohledu - varianta B	. . . . .	46
Obr.č. 48 - Zatížení rámu v detailním pohledu na horní část - varianta B	.	47
Obr.č. 49 - Zatížení rámu v detailním pohledu na horní část pomocí koulí - varianta B	. . . . .	47
Obr.č. 50 - Zatížení rámu - varianta C	. . . . .	48
Obr.č. 51 - Zatížení rámu v celkovém pohledu - varianta C	. . . . .	48
Obr.č. 52 - Zatížení rámu v detailním pohledu na horní část - varianta C	. . . . .	49
Obr.č. 53 - Zatížení rámu v detailním pohledu na horní část pomocí koulí - varianta C	. . . . .	49

Seznam tabulek

<i>Tab.č. 1</i> - Hlavní parametry výtahu	.	.	.	.	.	.	18
<i>Tab.č. 2</i> - Základní údaje nosných lan	.	.	.	.	.	.	19
<i>Tab.č. 3</i> - Technické parametry vodiček	.	.	.	.	.	.	22

Úvod

Předkládaná bakalářská práce se zabývá modelováním kabinové části výtahového systému pro přepravu osob v programu Autodesk Inventor 2010.

Hlavním cílem práce bylo vytvoření modelu klece výtahu s průchozí kabinou včetně jeho komponent - tj. základní rám, podlaha, kabina a její vnitřní interiér, vodička a závěsy lan. Cíl dále zahrnuje statickou analýzu a zhodnocení různých variant zatížení konstrukce.

Konkrétní řešení bylo zaměřeno na výtahové systémy v panelových domech.

Současný stav problematiky

Většina výtahů v panelových domech je v provozu nejméně dvacet let, což se projevuje jejich zvýšenou poruchovostí, hlučností, nižší spolehlivostí i bezpečností a horším estetickým vzhledem.

Všechny výtahy musí být především v souladu s evropskými normami, které jsme převzali po vstupu do Evropské unie v roce 2004.

Jedním z největších nedostatků výtahů u nás byly (a někde stále ještě jsou) chybějící vnitřní kabinové dveře, které mohou zabránit řadě problémů a úrazů.

Modernizace

Výtahy montované před rokem 1993 nesplňují současné platné normy a předpisy, a proto se provádí modernizace výtahů. Ta může ušetřit v dlouhodobém časovém horizontu i finanční prostředky prostřednictvím snížení nákladů na údržbu a energii.

Dále modernizace výtahů zaručí: lepší estetický vzhled výtahu, tichý, spolehlivý a bezpečný chod zařízení, plynulý rozjezd, zvýšení rychlosti přepravy, přesné zastavení kabiny v patře, vyšší nosnost výtahu. To vše zpříjemňuje jízdu přepravujícím se osobám.

Srovnání modernizovaného a staršího typu výtahu

Existuje řada typů výtahů lišící se převážně ve výrobních parametrech (rychlost přepravy, nosnost) a v rozměrech celého zařízení.

V našem případě, jak již je na první pohled patrné z *obr.č. 1* a *obr.č. 2*, je možné porovnat dva výtahy, které mají mezi sebou velký rozdíl - jak z hlediska roku výroby, tak z hlediska doby užívání. Jeden nový modernizovaný s průchozí kabinou a druhý, v dnešní době ještě stále používaný, starý typ výtahu pro přepravu osob.



Obr.č. 1 - Modernizovaný výtah s průchozí kabinou



Obr.č. 2 - Starý typ výtahu

1. Základní dělení výtahového systému

Při navrhování výtahu se musí zcela zohlednit budoucí charakter stavby, tedy zejména k čemu bude sloužit a jakou dopravní obslužnost bude třeba z hlediska vertikální dopravy trvale zajistit.

1.1. Výtahy pro různé využití

Osobní výtah

Zdvihací zařízení pro dopravu osob nebo nákladů svislým směrem po pevné dráze.



Obr.č. 3 - Osobní výtah

Nákladní výtah

Zdvihací zařízení především pro dopravu nákladů, zpravidla s doprovodem osob.



Obr.č. 4 - Nákladní výtah

Jídelní výtah

Zdvihací zařízení s klecí, která obsluhuje stanovené stanice. Její vnitřek se považuje za nepřístupný pro osoby vzhledem k jejím rozměrům a její konstrukci.



Obr.č. 5 - Jídelní výtah

Automobilový výtah

Zdvihací zařízení užívané pro transport automobilů v parkovacích garážích nebo i v jiných objektech. Je speciálním typem nákladního výtahu.



Obr.č. 6 - Automobilový výtah

Panoramatický výtah

Zdvihací zařízení, které je charakterizováno bezšachetným provedením. Většinou je umístěno na místech s dobrým výhledem.



Obr.č. 7 - Panoramatický výtah

Plošina pro imobilní osoby

Schodišťové plošiny, které pomáhají překonávat schodiště umístěná v interiéru i exteriéru.



Obr.č. 8 - Plošina pro imobilní osoby

1.1.1. Výtahy s různým pohonem

- **Trakční výtah:** elektrický výtah, který je typicky zavěšen na laně přes poháněnou kladku. Váha kabiny a obvykle i polovina užitečného nákladu je vyrovnána protizávažím. Používá se pro větší dopravní zdvih a rychlost.
- **Hydraulický výtah:** výtah, u kterého sílu pro zvedání dodává elektricky poháněné čerpadlo, které dopravuje hydraulickou kapalinu do hydraulického válce, jenž působí na klec. Používá se pro zdvih do 24 metrů a menší rychlost.
- **Řetězový výtah:** používá se pro malý zdvih a velmi malou rychlost. V dnešní době již není moc využíván a je nahrazován trakčními a hydraulickými výtahy.

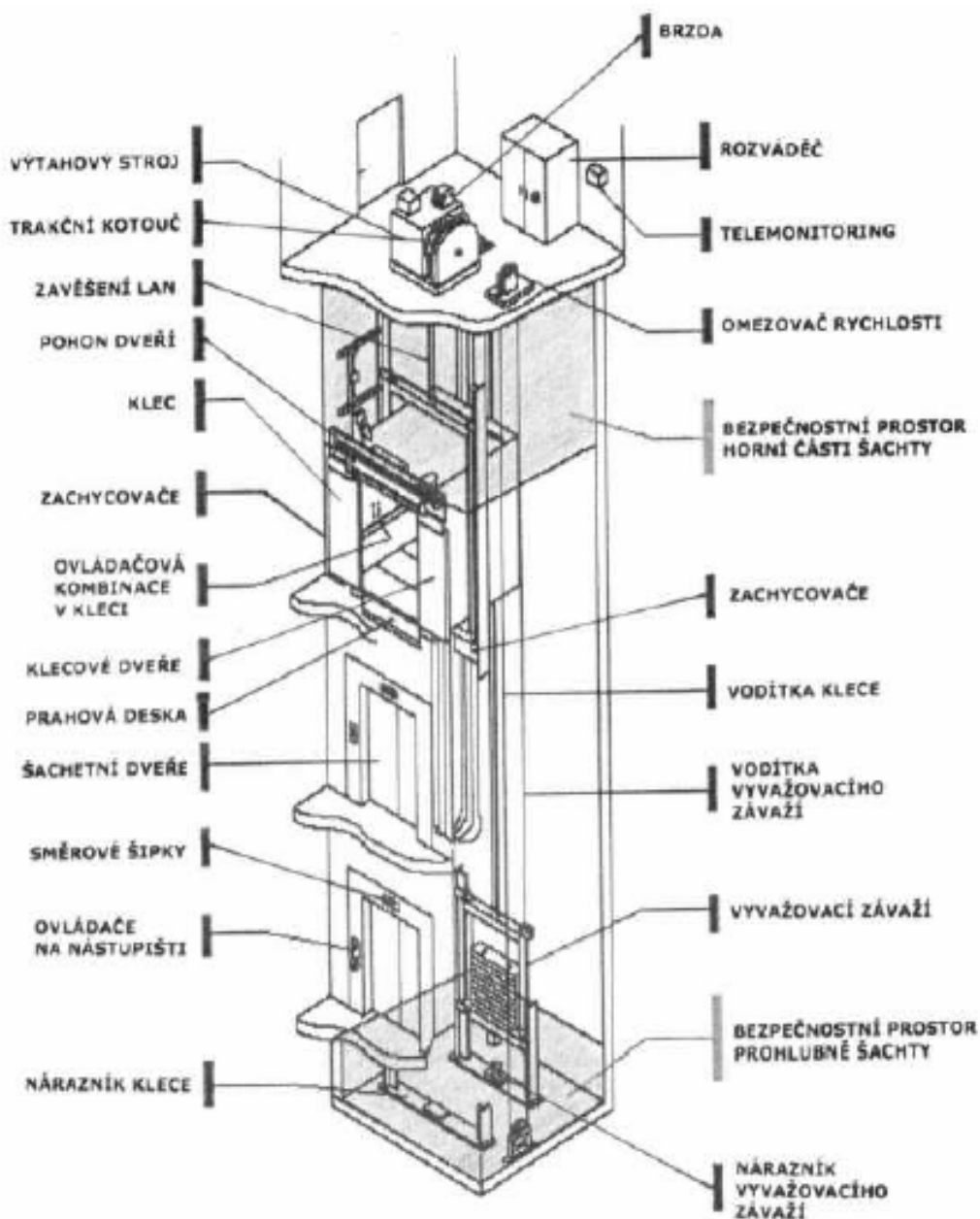
1.1.2. Výtahy s různým řízením provozu

- **Jednoduché řízení se samoobsluhou:** u tohoto typu řízení může řídicí systém výtahu přijmout a splnit vždy jen jeden požadavek na jízdu. Jakmile je již nějaký požadavek uživatele zaregistrován a vyřizován, není pro dalšího uživatele k dispozici, dokud první požadavek nebude plně vyřízen.
- **Řízení s ustanoveným řidičem:** určení směru jízdy a okamžik zastavení zajišťuje řidič na požadavek přepravovaných osob.
- **Sběrné řízení:** pro maximální možné využití výtahu. Umožňuje registraci více požadavků na jízdu ze stanic a z kabiny současně a jejich vyřizování tak, aby ke splnění co největšího počtu požadavků (a tím k přepravě co nejvíce osob) bylo třeba co nejkratšího času.
- **Skupinové řízení:** ve větších budovách s vysokými nároky na vertikální dopravu se velmi často nevystačí pouze s jedním výtahem a musí se použít skupiny několika výtahů. V tom případě je nutné, aby vstupy výtahů byly co nejbližší u sebe a aby se použil společný systém skupinového řízení pro všechny výtahy. Skupinové řízení se provádí výhradně pro sběrné řízení obvykle pro skupiny 2 a více výtahů a označuje se názvy DUPLEX, TRIPLEX atd.

1.2. Funkční části řešeného výtahového systému

Celý výtahový systém se skládá z mnoha důležitých částí, které jsou níže popsány.

Funkční schéma – základní části výtahového systému včetně jejich umístění



Přehled základních částí výtahu včetně jejich umístění

Obr.č. 9 - Základní části výtahu včetně jejich umístění

Šachta výtahu

Přístup do šachty je umožněn jen oprávněným osobám. Rozměry a konstrukčním provedením šachta s technologií výtahu zabraňuje riziku sevření oprávněných osob, je-li klec v některé z koncových poloh jízdy.

Čelní stranu šachty uzavírají šachetní dveře. Stěny, podlaha a strop šachty mají dostatečnou mechanickou pevnost, aby odolaly zatížením od technologie výtahu.

Pro přístup na dno šachty je na boční stěně upevněn ocelový žebřík. Jeho polohu kontroluje bezpečnostní spínač. Ten neumožní jízdu výtahu v případě, kdy je žebřík mimo odkládací místo.

Odvětrání šachty je vyvedeno otvory pro lana (ve stropu šachty) do strojovny a přes ní mimo objekt. Odvětrání pomáhá držet pracovní teplotu v šachtě mezi +5 a +40 °C. Šachta nesmí být využita pro větrání prostorů nesouvisejících s výtahem.

Osvětlení v šachtě zajišťují trvale namontovaná elektrická svítidla.

Technické parametry

Max. hodnoty hluku výtahu v šachtě:

Průjezd výtahu šachtou : 85 dB

Otevírání a zavírání výtahových dveří : 70 dB



Obr.č. 10 - Šachta výtahu

Strojovna výtahu

Strojovna výtahu je samostatná místnost nad šachtou. Stěny, podlaha i strop strojovny jsou plnostěnné. Podlaha strojovny je rovná bez výstupků a prohlubenin s jednou pracovní úrovní. Tvoří jí betonový potěr s protiskluzovým a protiprachovým nátěrem.

Strojovna je přístupná jen oprávněným osobám a používána je pouze pro účely sloužící výtahu. Nesmí v ní být umístěno zařízení ani elektrické vedení, které nepatří k výtahu. Přístup ke strojovně musí být umožněn servisním pracovníkům. Vstup do strojovny je dveřmi. Ty se otevírají směrem ven ze strojovny a jsou uzamykatelné, ze strany strojovny se dají otevřít bez použití klíče.

Ve strojovně je elektrický trakční výtahový stroj, omezovač rychlosti a elektrický řídicí rozváděč výtahu. Rozměr strojovny dovoluje snadnou a bezpečnou práci na těchto zařízeních.

Větrání strojovny je zajištěno výklopným oknem s mechanickým zajištěním poloh. Větrání je provedeno tak, že se pracovní teplota ve strojovně pohybuje mezi +5 a +40 °C. Strojovnou je vedeno i odvětrání šachty. Vzduch prochází do strojovny ze šachty přes otvory pro průchod lan.

Osvětlení strojovny zajišťují trvale instalovaná elektrická svítidla umístěná na stěnách a na stropu strojovny.

Technické parametry

Max. hodnoty hluku komponentů ve strojovně:

Výtahový stroj : 85 dB

El. rozváděč výtahu : 70 dB



Obr.č. 11 - Strojovna s pohonem výtahu a rozváděčem

Pohon výtahu

Pohon výtahu obstarává elektrický trakční převodový výtahový stroj, který je společně s lanovou odkláněcí kladkou umístěn na ocelovém roštu, stojícím na podlaze strojovny.

Rošt je od podlahy hlukově i vibračně izolován pomocí speciálních pryžových silentbloků.

Pohyb klece zajišťuje tření mezi ocelovými nosnými lany a klínovou drážkou hnacího trakčního kola výtahového stroje.

Technické parametry stroje

Výkon el. motoru	: 3,2 kW
Převodový poměr	: 1/37
Průměr trakčního kola	: 560 mm
Průměr odkláněcí kladky	: 360 mm
Hmotnost stroje	: 193 kg



Obr.č. 12 - Pohon výtahu

Rozváděč výtahu

Řídicí systém celého výtahu. Skříň, do které je zavedeno několik kabelů a která obsahuje elektrické přístroje pro jištění, měření a ovládání výtahového systému.



Obr.č. 13 - Rozváděč výtahu

Klec výtahu

Osoby nebo náklady jsou bezpečně přepravovány v kleci výtahu, která se skládá ze tří hlavních částí - z **nosného rámu, podlahy a kabiny**.

Nosný rám

Ocelový nosný rám s dostatečnou mechanickou pevností a tuhostí zajišťuje kleci přesné a plynulé vedení šachtou. Veden je po vodičkách klece pomocí kluzných vodičů. Rám je pro případ nebezpečí a možného pádu klece vybaven párem klouzavých zachycovačů v hlavě klece. Zachycovače klec se jmenovitým zatížením zastaví a udrží v klidu. V závěsu lan je umístěno elektronické vážící zařízení, které přes řídicí obvod zabráňuje přetížení kabiny nad jmenovitou nosnost. Ve spodní části nosného rámu je uchycena podlaha výtahu.

Podlaha

Podlaha výtahu je tvořena rámem podlahy (svařenec), podlahovým plechem, podlahovou krytinou (PVC) a lemovací lištou. Spodní část rámu podlahy je opatřena plochou pro dosednutí klece výtahu na nárazník, který je umístěn na dně výtahové šachty - v prohlubni. Podlaha slouží k přenesení celé nosnosti výtahu a zároveň k uchycení kabiny.

Kabina

Kabina výtahu je tvořena pevnými stěnami, podhledem a střechem. Vstup do ní je opatřen automatickými dveřmi. V interiéru kabiny je umístěno ovládací tlačítkové tablo, madlo a zrcadlo. Osvětlení kabiny zajišťují trvale namontovaná bodová elektrická světla. Výměna vzduchu v kabině probíhá pomocí větracích otvorů pod střechem kabiny a mezerami u křídel klecových dveří.



Obr.č. 14 - Klec výtahu

Kabinové dveře

Kabina výtahu je uzavřena automatickými kabinovými dveřmi. Samočinný pohyb dveřních křídel je uskutečněn pomocí elektrického pohonu, který je umístěn na střeše kabiny.



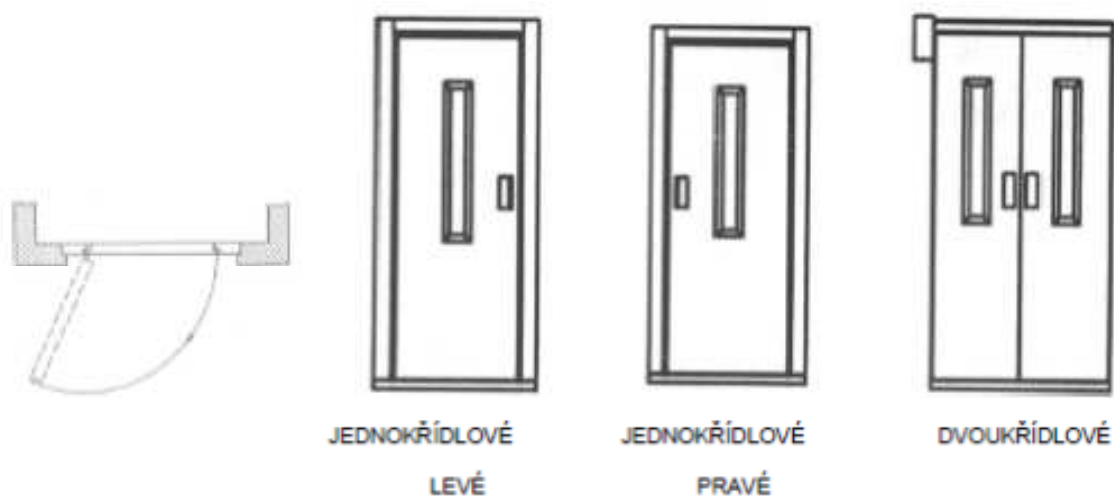
Obr.č. 15 - Automatické skládací kabinové dveře



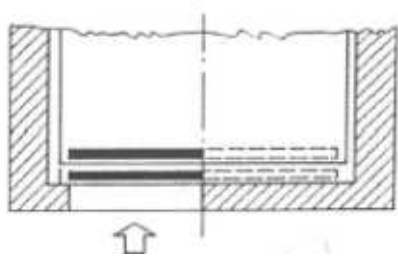
Obr.č. 16 - Automatické posuvné (centrální) kabinové dveře

Šachetní dveře

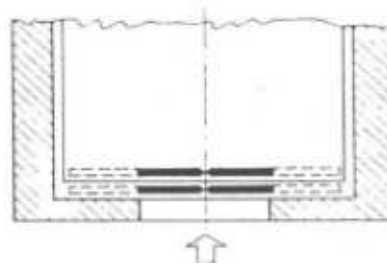
Nástupiště výtahu jsou osazena automatickými nebo ručními šachetními dveřmi. K jejich otevření může dojít pouze po příjezdu klece do nástupiště nebo po stisknutí přivolávače výtahu, ale pouze v případě, že bude klec výtahu v tomto nástupišti. V opačném případě jsou dveře uzamčeny certifikovanou dvevní uzávěrou a ochrání osoby proti pádu do výtahové šachty. Šachetní dveře jsou vybaveny možností nouzového otevírání pomocí speciálního trojhranného klíče pro případ poruchy zařízení.



Obr.č. 17 - Ruční šachetní dveře



Obr.č. 18 - Automatické jednostranně posuvné (teleskopické) šachetní dveře

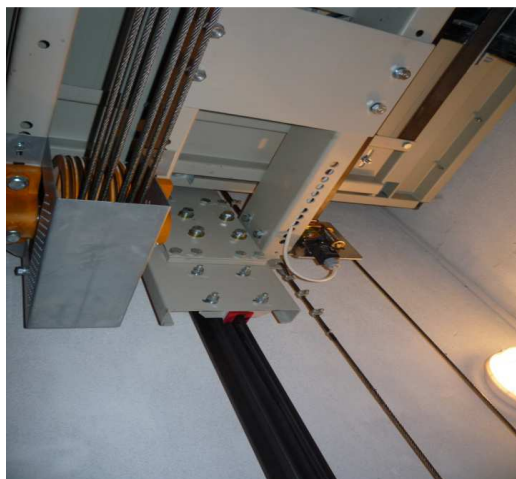


Obr.č. 19 - Automatické oboustranně posuvné (centrální) šachetní dveře

Vodítka klece a protiváhy

Vodítka klece tvoří dvě pevné ocelové tyče válcovaného profilu T, stojící na podlaze šachty. Slouží k přesnému vedení klece po celé její dráze.

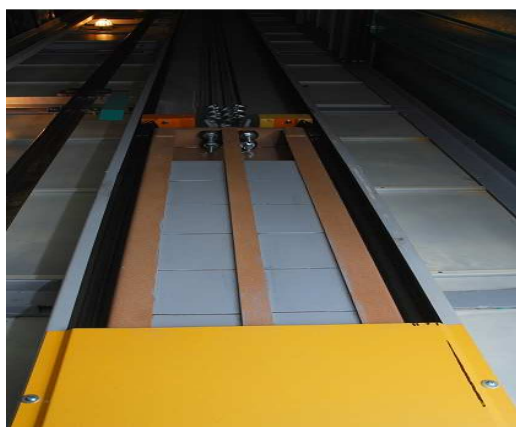
Vodítka protiváhy jsou také vyrobená z ocelového válcovaného profilu tvaru T. Slouží k přesnému vedení protiváhy. Jsou rovněž postavena na dně šachty - v prohlubni.



Obr.č. 20 - Vodítka klece

Vyvažovací závaží – protiváha

Protiváha výtahu slouží k zajištění třecí schopnosti na trakčním kole výtahového stroje a k vyvážení nákladu v kabině. Hlavními částmi jsou ocelové nosníky spojené táhly. Pro dosažení potřebné hmotnosti je protiváha převážně vyplněna betonovými kostkami nebo ocelovými roxory. Protiváha je přesně vedena vodiči po vodítkách.



Obr.č. 21 - Protiváha

Ovládání výtahu

Tlačítková volba je ovládána samoobslužně cestujícími.

Vnější ovládání

Na každém nástupišti je v rámu šachetních dveří umístěn přivolávač výtahu s přivolávacím tlačítkem se světelným potvrzením volby, hmatnými a Braillovými znaky. Přivolávač výtahu ve výchozí stanici je navíc opatřen digitální signalizací výškové polohy klece. Tlačítka jsou prosvětlovací. Pokud svítí, signalizují, že je klec v jízdě, nebo má výtah poruchu či se na něm provádějí servisní práce.

Vnitřní ovládání

Ovládací tablo pro volbu stanic se signalizací polohy klece je v boční stěně kabiny. Tlačítka jsou provedena se světelným potvrzením volby, hmatnými a Braillovými znaky.

Přidržením tlačítka nouzové komunikace po minimální dobu 3 sekund se aktivuje telefonické dorozumívací zařízení s vyprošťovací službou, která po spojení informuje cestující o postupu vyproštění. V případě výpadku elektrického proudu je nouzová komunikace a nouzové osvětlení napájeno z náhradního zdroje se samočinným dobíjením.



Obr.č. 22 - Vnější ovládací panel výtahu



Obr.č. 23 - Vnitřní ovládací panel výtahu

2. Statický výpočet

Osobní elektrický trakční výtah se strojovnou nad šachtou.

Výpočet je proveden podle ČSN EN 81-1+A3

2.1. Hlavní parametry výtahu

Hlavní parametry	Značení	Hodnoty	Jednotky
Nosnost	Q	375	kg
Jmenovitá rychlost výtahu	v	1	m/s
Zdvih výtahu	H	17	m
Světlé rozměry kabiny (š × h × v)	-----	0,85 x 1,27 x 2,1	m
Hmotnost klece	P	400	kg
Hmotnost vyvažovacího závaží (vyvážení 40%)	G	550	kg
Gravitační konstanta	g_n	9,81	m/s^2
Lanový převod (1:1)	r	1	-----

Tab.č. 1 - Hlavní parametry výtahu

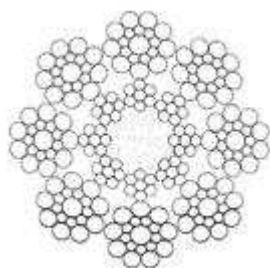
2.2. Ověření bezpečnosti nosných lan

Základní údaje	Značení	Hodnoty	Jednotky
Typ nosného lana - dle EN 10264	PAWO F3	-----	-----
Jmenovitá pevnost drátu v tahu	-----	1570	N / mm ²
Počet lan	n _L	3	-----
Jmenovitý průměr lana	d _L	9	mm
Jmenovitá únosnost lana	N _L	48300	N
Hmotnost 1 metru lana	m _{L1m}	0,307	kg
Průměr trakčního kotouče výtahového stroje	D _t	560	mm
Střední průměr všech lanových kladek	D _p	460	mm
Tvar lanových drážek hnacího kotouče	γ, β	γ = 35, β = 90	°
Koeficient zaručené únosnosti lan	k _u	0,8	-----

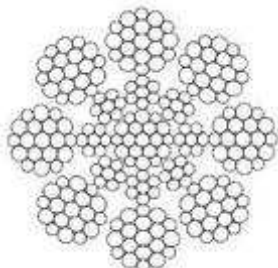
Tab.č. 2 - Základní údaje nosných lan

Poznámka

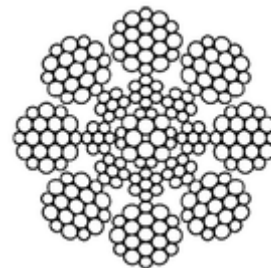
Typy nosných lan:



PAWO F3



PWF 7S



PAWO 819W

Obr.č. 24 - Typy nosných lan

Každý typ nosného lana o stejném průměru 9 mm má jinou minimální sílu přetržení:

PAWO F3: $F = 48,3 \text{ kN}$

PW F7S: $F = 56 \text{ kN}$

PAWO 819W: $F = 58,8 \text{ kN}$

2.2.1. Stanovení součinitele bezpečnosti nosných lan

Ekvivalentní počet odkláněcích kladek N_{equiv}

$N_{equiv(t)} = 5$... ekvivalentní počet hnacích kotoučů

$N_{ps} = 1$... počet kladek s ohybem ve stejném smyslu

$N_{pr} = 0$... počet kladek se střídavým ohybem

$K_p = (D_t / D_p)^4 = (560 / 460)^4 = 2,2$... poměr průměrů hnacího kotouče a kladky

$N_{equiv(p)} = K_p * (N_{ps} + 4 * N_{pr}) =$
 $= 2,2 * (1 + 4 * 0) = 2,2$... ekvivalentní počet lanových kladek

$N_{equiv} = N_{equiv(t)} + N_{equiv(p)} = 5 + 2,2 = 7,2$

Minimální součinitel bezpečnosti lana S_f (výpočtový)

$D_t / d_L = 560 / 9 = 62,2$... poměr průměrů hnacího kotouče a nosného lana

$S_f = 10,05$... výpočet proveden dle ČSN EN 81-1 přílohy N.3

Minimální součinitel bezpečnosti lana S_f (normový)

$S_f = 12,00$... dle ČSN EN 81-1 čl. 9.2.2

2.2.2. Ověření skutečného součinitele bezpečnosti nosných lan

Největší síla působící v jednom laně F_L

(klec se jmenovitým zatížením v dolní krajní stanici)

m_L = celková hmotnost lan

$$m_L = m_{L1m} * H * n_L = 0,307 * 17 * 3 = \mathbf{15,7 \text{ kg}}$$

$$F_L = g_n * \left(\frac{P + Q}{(n_L * r)} + m_L \right) = 9,81 * \left(\frac{400 + 375}{(3 * 1)} + 15,7 \right) = \mathbf{2688,3 \text{ N}}$$

Skutečný součinitel bezpečnosti ν

$$\nu = \frac{k_u * N_L}{F_L} = \frac{0,8 * 48300}{2688,3} = \mathbf{14,37} > S_f \text{ (normový)}$$

Závěr

Dle výše uvedeného kontrolního výpočtu bezpečnost lan **vyhovuje**.

2.3. Výpočet vodítek klece

2.3.1. Základní údaje a parametry

Dovolené namáhání pro materiál vodítek o pevnosti 370 N/mm^2
(vzaté z normy EN81-1+A3)

Při působení bezpečnostních zařízení - zachycovače klece:

$$\sigma_{dov} = 205 \text{ N/mm}^2$$

Při normálním provozu - jízda:

$$\sigma_{dov} = 165 \text{ N/mm}^2$$

Při normálním provozu - nakládání:

$$\sigma_{dov} = 165 \text{ N/mm}^2$$

Součinitelé rázu (vzaté z normy EN81-1+A3)

Při působení bezpečnostních zařízení - zachycovače klece

$$k_1 = 2$$

Při normálním provozu - jízda

$$k_2 = 1,2$$

Modul pružnosti v tahu pro ocelová vodítka

$$E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$$

Dovolený průhyb vodiček z T - profilu

$$\delta_{\text{dov}} = 5 \text{ mm}$$

Technické parametry	Značení	Hodnoty	Jednotky
Rozměry a typ vodiček	T 75/B	75 x 62 x 10	mm
Tloušťka příruby vodička	c	7	mm
Počet vodiček klece	n	2	mm
Vzdálenost vodičích čelistí klece	h	2300	mm
Max. vzdálenost kotvení vodiček	l_k	3870	mm
Plocha průřezu vodička	A	1099	mm^2
Modul pružnosti v ohybu ve vztahu k ose X	W_x	9290	mm^3
Modul pružnosti v ohybu ve vztahu k ose Y	W_y	7060	mm^3
Moment setrvačnosti průřezu ve vztahu k ose X	I_x	403400	mm^4
Moment setrvačnosti průřezu ve vztahu k ose Y	I_y	264900	mm^4
Koeficient vzpěru pro vybranou ocel (Hodnota ω - dle EN 81-1+A3, příloha G3, G4)	ω	10,55	N/mm^2
Součinitel štíhlosti	λ	250	-----
Poloměr setrvačnosti průřezu vodička	i	15,5	mm

Tab.č. 3 - Technické parametry vodiček

Poznámka

Pro vyhledání hodnoty ω je nutné vypočítat součinitele štíhlosti λ dle vzorce: $\lambda = l_k / i$ [-]

2.3.2. Předpoklady zatížení

$D_x = 1270$ mm = světlá hloubka kabiny výtahu

$D_y = 850$ mm = světlá šířka kabiny výtahu

$x_P = 0$ mm = obecná poloha těžiště hmotnosti klece v ose x [mm]

$y_P = 0$ mm = obecná poloha těžiště hmotnosti klece v ose y [mm]

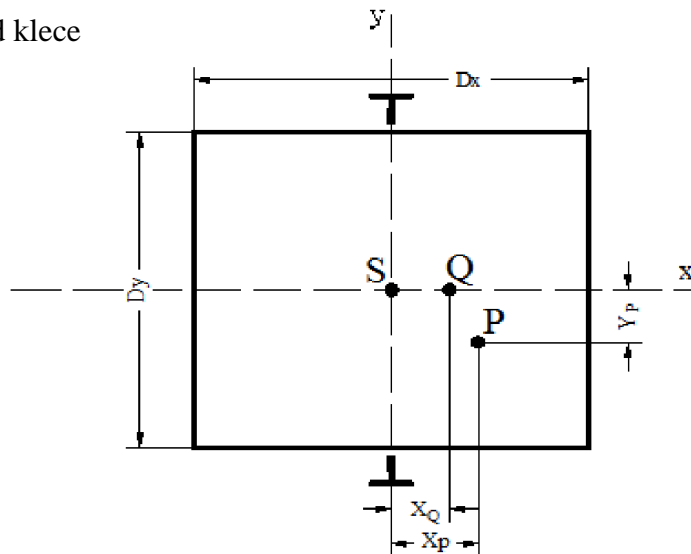
$x_S = 0$ mm = obecná poloha bodu zavěšení klece v ose x [mm]

$y_S = 0$ mm = obecná poloha bodu zavěšení klece v ose y [mm]

P = těžiště hmotnosti prázdné klece výtahu

Q = jmenovité zatížení - je uvažováno jako nerovnoměrně rozložené zatížení plochy klece

S = závěsný bod klece



Obr.č. 25 - Obecné zatížení

Předpoklad zatížení 1 (k ose X)

$$x_Q = \frac{D_x}{8} = \frac{1270}{8} = 158,75 \text{ mm}$$

x_Q = vzdálenost těžiště jmenovitého zatížení Q k vodítku

y_Q = vzdálenost těžiště jmenovitého zatížení Q k vodítku = 0 mm

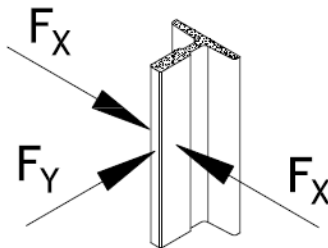
Předpoklad zatížení 2 (k ose Y)

$$y_Q = \frac{D_y}{8} = \frac{850}{8} = 106,25 \text{ mm}$$

y_Q = vzdálenost těžiště jmenovitého zatížení Q k vodítku

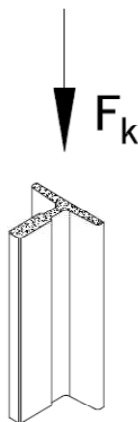
x_Q = vzdálenost těžiště jmenovitého zatížení Q k vodítku = 0 mm

VODOROVNÉ SÍLY PŮSOBÍCÍ NA VODÍTKO KLECE



Obr.č. 26 - Vodorovné síly působící na vodítko klece

VZPĚRNÁ SÍLA NA VODÍTKO KLECE (VZNIKÁ POUZE PŘI ZACHYCENÍ KLECE)



Obr.č. 27 - Vzpěrná síla působící na vodítko klece

2.3.3. Zachycení výtahu

Předpoklad zatížení 1 (k ose X)

Ohybové namáhání vodička (dle osy Y) silami ve vodících čelistech

$$F_x = \frac{k_1 * g_n * (Q * x_Q + P * x_P)}{n * h} = \frac{2 * 9,81 * (375 * 158,75 + 400 * 0)}{2 * 2300} = 253,9 \text{ N}$$

$$\sigma_y = \frac{3 * I_k * F_x}{16 * W_y} = \frac{3 * 3870 * 253,9}{16 * 7060} = 26,1 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{DOV}$$

Ohybové namáhání vodička (dle osy X) silami ve vodících čelistech

$$F_y = \frac{k_1 * g_n * (Q * y_Q + P * y_P)}{\frac{n}{2} * h} = \frac{2 * 9,81 * (375 * 0 + 400 * 0)}{\frac{2}{2} * 2300} = 0 \text{ N}$$

$$\sigma_x = \frac{3 * I_k * F_y}{16 * W_x} = \frac{3 * 3870 * 0}{16 * 9290} = 0 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{DOV}$$

Vzpěr vodička

$$F_k = \frac{k_1 * g_n * (Q + P)}{n} = \frac{2 * 9,81 * (375 + 400)}{2} = 7602,8 \text{ N}$$

$$\sigma_k = \frac{(F_k + k_3 * M) * \omega}{A} = \frac{(7602,8 + 0 * 0) * 10,55}{1099} = 73,0 \text{ N/mm}^2$$

$M = 0$ $k_3 \dots \text{nestanoven}$

Kombinované namáhání vodítka

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y = 0 + 26,1 = 26,1 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{\text{DOV}}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{(F_k + k_3 * M)}{A} = 26,1 + \frac{(7602,8 + 0 * 0)}{1099} = 33,0 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{\text{DOV}}$$

$$\sigma_c = \sigma_k + (0,9 * \sigma_m) = 73,0 + (0,9 * 26,1) = 96,5 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{\text{DOV}}$$

Namáhání příruby vodítka na ohyb

$$\sigma_F = \frac{1,85 * F_x}{c^2} = \frac{1,85 * 253,9}{7^2} = 9,6 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{\text{DOV}}$$

Průhyby vodítka

$$\delta_x = \frac{0,7 * (F_x * l_k^3)}{(48 * E * I_y)} = \frac{0,7 * (253,9 * 3870^3)}{(48 * 2,1 * 10^5 * 264900)} = 3,9 \text{ mm} \leq \delta_{\text{DOV}}$$

$$\delta_y = \frac{0,7 * (F_y * l_k^3)}{(48 * E * I_x)} = \frac{0,7 * (0 * 3870^3)}{(48 * 2,1 * 10^5 * 403400)} = 0 \text{ mm} \leq \delta_{\text{DOV}}$$

Předpoklad zatížení 2 (k ose Y)

Ohybové namáhání vodítka (dle osy Y) silami ve vodících čelistech

$$F_x = \frac{k_1 * g_n * (Q * x_Q + P * x_P)}{n * h} = \frac{2 * 9,81 * (375 * 0 + 400 * 0)}{2 * 2300} = 0 \text{ N}$$

$$\sigma_y = \frac{3 * l_k * F_x}{16 * W_y} = \frac{3 * 3870 * 0}{16 * 7060} = 0 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{\text{DOV}}$$

Ohybové namáhání vodítka (dle osy X) silami ve vodících čelistech

$$F_y = \frac{k_1 * g_n * (Q * y_Q + P * y_P)}{\frac{n}{2} * h} = \frac{2 * 9,81 * (375 * 106,25 + 400 * 0)}{\frac{2}{2} * 2300} = 339,9 \text{ N}$$

$$\sigma_x = \frac{3 * l_k * F_y}{16 * W_x} = \frac{3 * 3870 * 339,9}{16 * 9290} = 26,5 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{DOV}$$

Vzpěr vodítka

$$F_k = \frac{k_1 * g_n * (Q + P)}{n} = \frac{2 * 9,81 * (375 + 400)}{2} = 7602,8 \text{ N}$$

$$\sigma_k = \frac{(F_k + k_3 * M) * \omega}{A} = \frac{(7602,8 + 0 * 0) * 10,55}{1099} = 73,0 \text{ N/mm}^2$$

$M = 0$ $k_3 \dots \text{nestanoven}$

Kombinované namáhání vodítka

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y = 26,5 + 0 = 26,5 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{DOV}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{(F_k + k_3 * M)}{A} = 26,5 + \frac{(7602,8 + 0 * 0)}{1099} = 33,4 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{DOV}$$

$$\sigma_c = \sigma_k + (0,9 * \sigma_m) = 73,0 + (0,9 * 26,5) = 96,9 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{DOV}$$

Namáhání příruby vodítka na ohyb

$$\sigma_F = \frac{1,85 * F_x}{c^2} = \frac{1,85 * 0}{7^2} = 0 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{DOV}$$

Průhyby vodítka

$$\delta_x = \frac{0,7 * (F_x * l_k^3)}{(48 * E * I_y)} = \frac{0,7 * (0 * 3870^3)}{(48 * 2,1 * 10^5 * 264900)} = 0 \text{ mm} \leq \delta_{DOV}$$

$$\delta_y = \frac{0,7 * (F_y * l_k^3)}{(48 * E * I_x)} = \frac{0,7 * (339,9 * 3870^3)}{(48 * 2,1 * 10^5 * 403400)} = 3,4 \text{ mm} \leq \delta_{DOV}$$

2.3.4. Normální provoz výtahu - jízda

Předpoklad zatížení 1 (k ose X)

Ohybové namáhání vodítka (dle osy Y) silami ve vodících čelistech

$$F_x = \frac{k_2 * g_n * (Q * x_Q + P * x_P)}{n * h} = \frac{1,2 * 9,81 * (375 * 158,75 + 400 * 0)}{2 * 2300} = 152,3 \text{ N}$$

$$\sigma_y = \frac{3 * l_k * F_x}{16 * W_y} = \frac{3 * 3870 * 152,3}{16 * 7060} = 15,7 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{DOV}$$

Ohybové namáhání vodítka (dle osy X) silami ve vodících čelistech

$$F_y = \frac{k_2 * g_n * (Q * y_Q + P * y_P)}{\frac{n}{2} * h} = \frac{1,2 * 9,81 * (375 * 0 + 400 * 0)}{\frac{2}{2} * 2300} = 0 \text{ N}$$

$$\sigma_x = \frac{3 * l_k * F_y}{16 * W_x} = \frac{3 * 3870 * 0}{16 * 9290} = 0 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{DOV}$$

Vzpěr vodítka

Při zatížení "normální provoz - jízda" se vzpěr nevyskytuje.

Kombinované namáhání vodička

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y = 0 + 15,7 = 15,7 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{\text{DOV}}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{(F_k + k_3 * M)}{A} = 15,7 + \frac{(0 + 0 * 0)}{1099} = 15,7 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{\text{DOV}}$$

$M = 0$ $k_3 \dots \text{nestanoven}$

Namáhání příruby vodička na ohyb

$$\sigma_F = \frac{1,85 * F_x}{c^2} = \frac{1,85 * 152,3}{7^2} = 5,8 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{\text{DOV}}$$

Průhyby vodička

$$\delta_x = \frac{0,7 * (F_x * l_k^3)}{(48 * E * I_y)} = \frac{0,7 * (152,3 * 3870^3)}{(48 * 2,1 * 10^5 * 264900)} = 2,3 \text{ mm} \leq \delta_{\text{DOV}}$$

$$\delta_y = \frac{0,7 * (F_y * l_k^3)}{(48 * E * I_x)} = \frac{0,7 * (0 * 3870^3)}{(48 * 2,1 * 10^5 * 403400)} = 0 \text{ mm} \leq \delta_{\text{DOV}}$$

Předpoklad zatížení 2 (k ose Y)

Ohybové namáhání vodička (dle osy Y) silami ve vodících čelistech

$$F_x = \frac{k_2 * g_n * (Q * x_Q + P * x_P)}{n * h} = \frac{1,2 * 9,81 * (375 * 0 + 400 * 0)}{2 * 2300} = 0 \text{ N}$$

$$\sigma_y = \frac{3 * l_k * F_x}{16 * W_y} = \frac{3 * 3870 * 0}{16 * 7060} = 0 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{\text{DOV}}$$

Ohybové namáhání vodítka (dle osy X) silami ve vodících čelistech

$$F_y = \frac{k_2 * g_n * (Q * y_Q + P * y_P)}{\frac{n}{2} * h} = \frac{1,2 * 9,81 * (375 * 106,25 + 400 * 0)}{\frac{2}{2} * 2300} = 203,9 \text{ N}$$

$$\sigma_x = \frac{3 * I_k * F_y}{16 * W_x} = \frac{3 * 3870 * 203,9}{16 * 9290} = 15,9 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{DOV}$$

Vzpěr vodítka

Při zatížení "normální provoz - jízda" se vzpěr **nevyskytuje**.

Kombinované namáhání vodítka

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y = 15,9 + 0 = 15,9 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{DOV}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{(F_k + k_3 * M)}{A} = 15,9 + \frac{(0 + 0 * 0)}{1099} = 15,9 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{DOV}$$

$M = 0$ $k_3 \dots \text{nestanoven}$

Namáhání příruby vodítka na ohyb

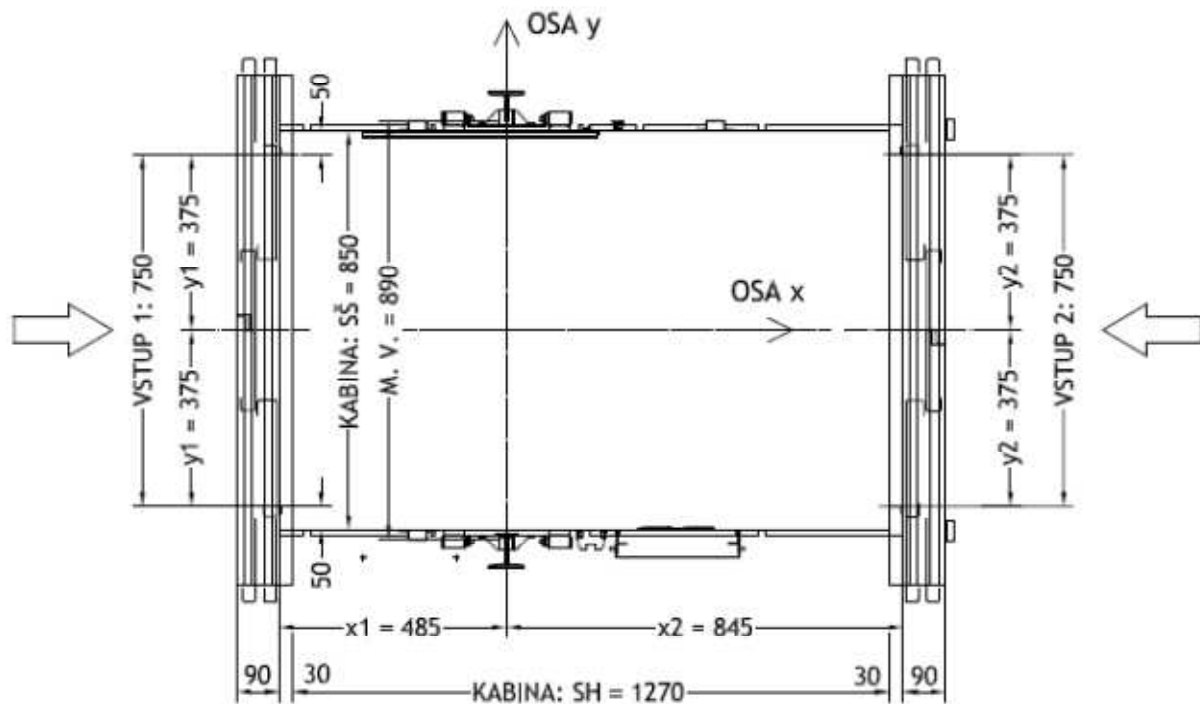
$$\sigma_F = \frac{1,85 * F_x}{c^2} = \frac{1,85 * 0}{7^2} = 0 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{DOV}$$

Průhyby vodítka

$$\delta_x = \frac{0,7 * (F_x * I_k^3)}{(48 * E * I_y)} = \frac{0,7 * (0 * 3870^3)}{(48 * 2,1 * 10^5 * 264900)} = 0 \text{ mm} \leq \delta_{DOV}$$

$$\delta_y = \frac{0,7 * (F_y * I_k^3)}{(48 * E * I_x)} = \frac{0,7 * (203,9 * 3870^3)}{(48 * 2,1 * 10^5 * 403400)} = 2,0 \text{ mm} \leq \delta_{DOV}$$

2.3.5. Normální provoz výtahu - nakládání



Obr.č. 28 - Vstupy do klece

Poznámka

Během nakládání a vykládání klece se musí uvažovat zatížení prahu F_S , které působí ve středu prahu vstupů do klece.

Vstup 1 do klece (v ose X)

$$F_S = 0,4 * g_n * Q = 0,4 * 9,81 * 375 = 1471,5 N$$

Pro vstup 1 do klece (v ose X) ... $i = 1$

$$x_i: \quad x_1 = 485 \text{ mm}$$

$$y_i: \quad y_1 = 375 \text{ mm}$$

Ohybové namáhání vodítka (dle osy Y) silami ve vodících čelistech

$$F_x = \frac{(g_n * P * x_P + F_S * x_1)}{n * h} = \frac{(9,81 * 400 * 0 + 1471,5 * 485)}{2 * 2300} = 155,1 \text{ N}$$

$$\sigma_y = \frac{3 * l_k * F_x}{16 * W_y} = \frac{3 * 3870 * 155,1}{16 * 7060} = 15,9 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{DOV}$$

Ohybové namáhání vodítka (dle osy X) silami ve vodících čelistech

$$F_y = \frac{(g_n * P * y_P + F_S * y_1)}{h} = \frac{(9,81 * 400 * 0 + 1471,5 * 375)}{2300} = 240,0 \text{ N}$$

$$\sigma_x = \frac{3 * l_k * F_y}{16 * W_x} = \frac{3 * 3870 * 240,0}{16 * 9290} = 18,7 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{DOV}$$

Vzpěr vodítka

Při zatížení "normální provoz - nakládání" se vzpěr **nevyskytuje**.

Kombinované namáhání vodítka

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y = 18,7 + 15,9 = 34,6 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{DOV}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{(F_k + k_3 * M)}{A} = 34,6 + \frac{(0 + 0 * 0)}{1099} = 34,6 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{DOV}$$

$M = 0$ $k_3 \dots \text{nestanoven}$

Namáhání příruby vodítka na ohyb

$$\sigma_F = \frac{1,85 * F_x}{c^2} = \frac{1,85 * 155,1}{7^2} = 5,9 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{DOV}$$

Průhyby vodítka

$$\delta_x = \frac{0,7 * (F_x * l_k^3)}{(48 * E * I_y)} = \frac{0,7 * (155,1 * 3870^3)}{(48 * 2,1 * 10^5 * 264900)} = 2,4 \text{ mm} \leq \delta_{DOV}$$

$$\delta_y = \frac{0,7 * (F_y * l_k^3)}{(48 * E * I_x)} = \frac{0,7 * (240,0 * 3870^3)}{(48 * 2,1 * 10^5 * 403400)} = 2,4 \text{ mm} \leq \delta_{DOV}$$

Vstup 2 do klece (v ose X)

$$F_S = 0,4 * g_n * Q = 0,4 * 9,81 * 375 = 1471,5 \text{ N}$$

Pro vstup 2 do klece (v ose X) ... $i = 2$

$$x_i: \quad x_2 = 845 \text{ mm}$$

$$y_i: \quad y_2 = 375 \text{ mm}$$

Ohybové namáhání vodítka (dle osy Y) silami ve vodících čelistech

$$F_x = \frac{(g_n * P * x_P + F_S * x_2)}{n * h} = \frac{(9,81 * 400 * 0 + 1471,5 * 845)}{2 * 2300} = 270,0 \text{ N}$$

$$\sigma_y = \frac{3 * l_k * F_x}{16 * W_y} = \frac{3 * 3870 * 270,0}{16 * 7060} = 27,8 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{DOV}$$

Ohybové namáhání vodítka (dle osy X) silami ve vodících čelistech

$$F_y = \frac{(g_n * P * y_P + F_S * y_2)}{h} = \frac{(9,81 * 400 * 0 + 1471,5 * 375)}{2300} = 240,0 \text{ N}$$

$$\sigma_x = \frac{3 * l_k * F_y}{16 * W_x} = \frac{3 * 3870 * 240,0}{16 * 9290} = 18,7 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{DOV}$$

Vzpěr vodítka

Při zatížení "normální provoz - nakládání" se vzpěr **nevyskytuje**.

Kombinované namáhání vodítka

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y = 18,7 + 27,8 = \mathbf{46,5 \text{ N/mm}^2} \leq \sigma_{\text{DOV}}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{(F_k + k_3 * M)}{A} = 46,5 + \frac{(0 + 0 * 0)}{1099} = \mathbf{46,5 \text{ N/mm}^2} \leq \sigma_{\text{DOV}}$$

$M = 0$ $k_3 \dots \text{nestanoven}$

Namáhání příruby vodítka na ohyb

$$\sigma_F = \frac{1,85 * F_x}{c^2} = \frac{1,85 * 270,0}{7^2} = \mathbf{10,2 \text{ N/mm}^2} \leq \sigma_{\text{DOV}}$$

Průhyby vodítka

$$\delta_x = \frac{0,7 * (F_x * l_k^3)}{(48 * E * I_y)} = \frac{0,7 * (270,0 * 3870^3)}{(48 * 2,1 * 10^5 * 264900)} = \mathbf{4,1 \text{ mm}} \leq \delta_{\text{DOV}}$$

$$\delta_y = \frac{0,7 * (F_y * l_k^3)}{(48 * E * I_x)} = \frac{0,7 * (240,0 * 3870^3)}{(48 * 2,1 * 10^5 * 403400)} = \mathbf{2,4 \text{ mm}} \leq \delta_{\text{DOV}}$$

Závěr

Dle výše uvedených kontrolních výpočtů navržená vodítka klece **vyhovují**.

3. Konstrukční návrh

Tato kapitola je věnována tvorbě konstrukce klece výtahu a jejích komponent - tj. rám, podlaha, kabina, konzola dveří, tablo, zrcadlo a kabinové dveře.

Dále tato kapitola obsahuje výkresovou dokumentaci - šest výkresů sestavení a 2 výrobní výkresy.

Poslední část této kapitoly znázorňuje pevnostní analýzy konstrukce, různé zatížení podlahy vzhledem k počtu a umístění přepravujících se osob.

3.1. Tvorba modelu

Jedná se o model klece výtahu, která je vedena ve vodičkách (vodička jsou naznačena ve 3D modelu klece, viz *obr.č. 30* a *obr.č. 31*) a poháněna trakčním motorem (s odkláněcí kladkou) umístěným ve strojovně nad šachtou. Klec se pohybuje v šachtě rychlostí až jeden metr za sekundu.

Hlavní částí klece výtahu je rám, který musí splňovat veškeré pevnostní požadavky na jeho konstrukci kladené. K rámu je upevněna podlaha, přes kterou je na rám přeneseno zatížení od přepravovaných osob, včetně vlastní hmotnosti konstrukce kabiny.

Vzhledem ke zvýšené nosnosti modernizovaného výtahu (oproti starému typu) byl kladen zvýšený důraz na konstrukci podlahy, která má několik žeber a výztuh.

Pro přepravu maximálního množství pěti osob je navržena dostatečně prostorná kabina, která má rozměry:

SŠ = světlá šířka = 850 mm

SH = světlá hloubka = 1270 mm

SV = světlá výška = 2100 mm

Konstrukce výtahu a jeho komponent

Interiér kabiny je vymodelován včetně designových prvků (osvětlení, zrcadlo, nátěr vnitřních stěn) a ergonomických zásad, které zpříjemňují jízdu přepravovaným osobám.

Průchozí typ kabiny, oproti původnímu stavu v objektu, umožní v nově vybudované nejnižší stanici nastoupení a vystoupení imobilním osobám s invalidním vozíkem na straně jedné a nastoupení a vystoupení v ostatních stanicích na straně druhé, tudíž není potřeba se s invalidním vozíkem otáčet nebo couvat.

Starší typ kabiny nebyl průchozí a přístup k jeho nejnižší stanici byl vždy přes schodiště, což znemožňovalo přímý přístup osobám na invalidním vozíku.

Při konstrukci klece byla zachována původní poloha vodiček v šachtě, a tím došlo k zachování konzol, což zjednoduší a urychlí montáž nového výtahu.

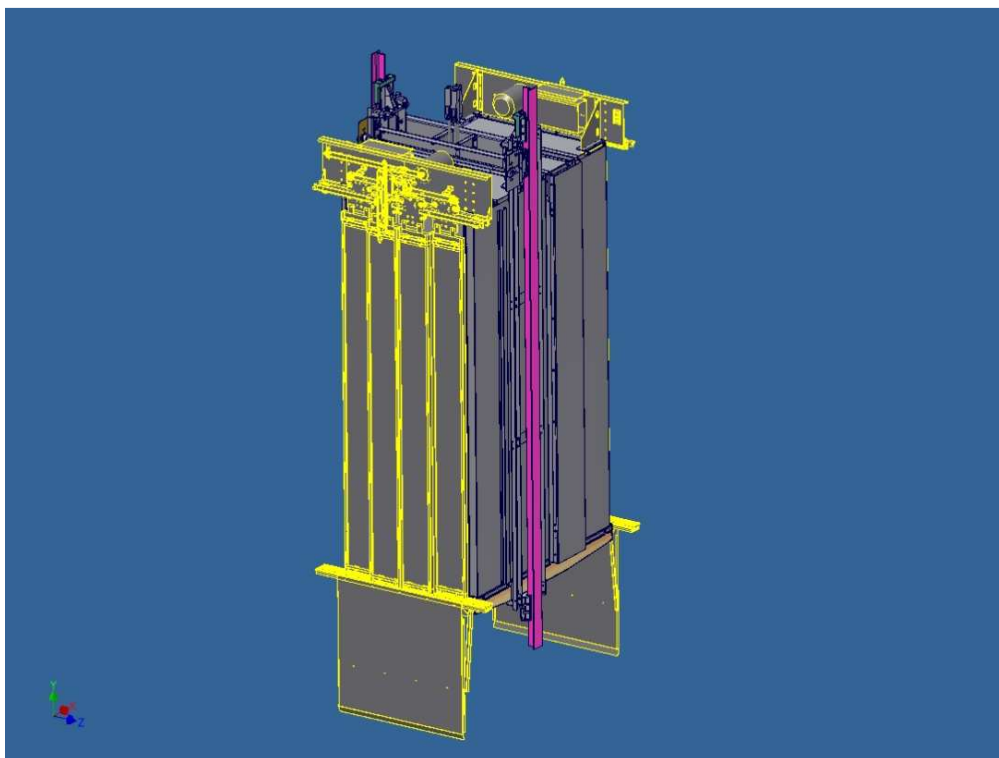
Pomocí tří závěsných šroubů, které jsou ukotveny v horní části rámu, je výtahová klec zdvihána ve svislém směru.

Závěsný šroub pro nosná lana



Obr.č. 29 - Model závěsného šroubu pro nosná lana

Klec



Obr.č. 30 - Model klece včetně kabinových dveří

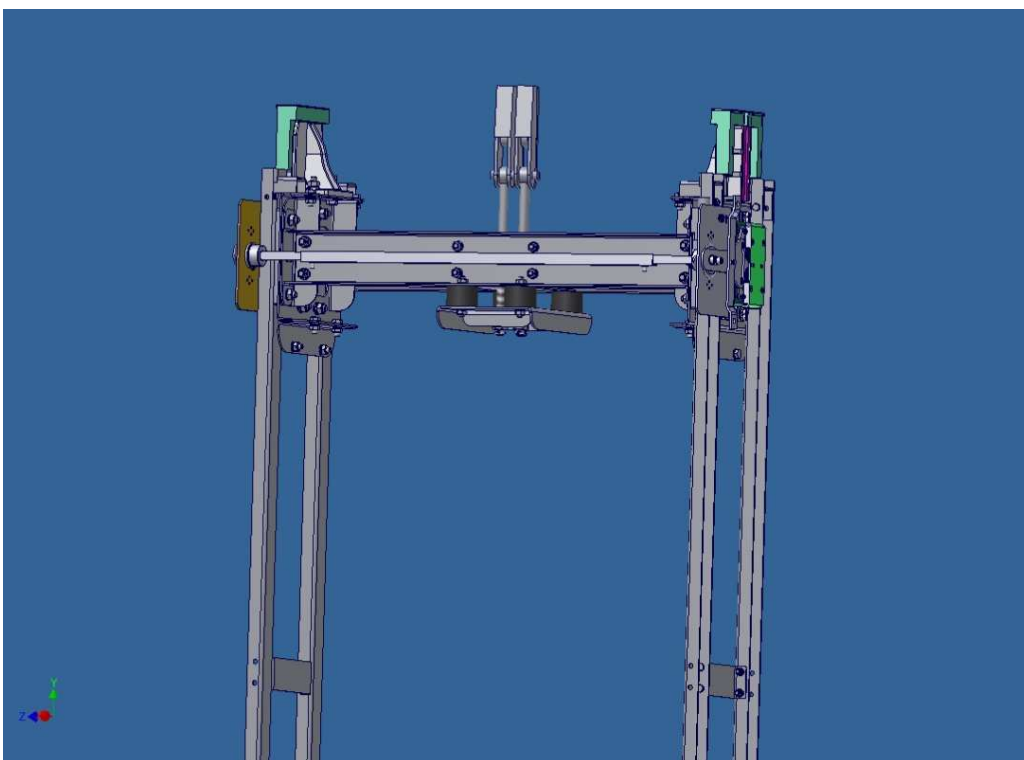


Obr.č. 31 - Model klece bez kabinových dveří

Rám

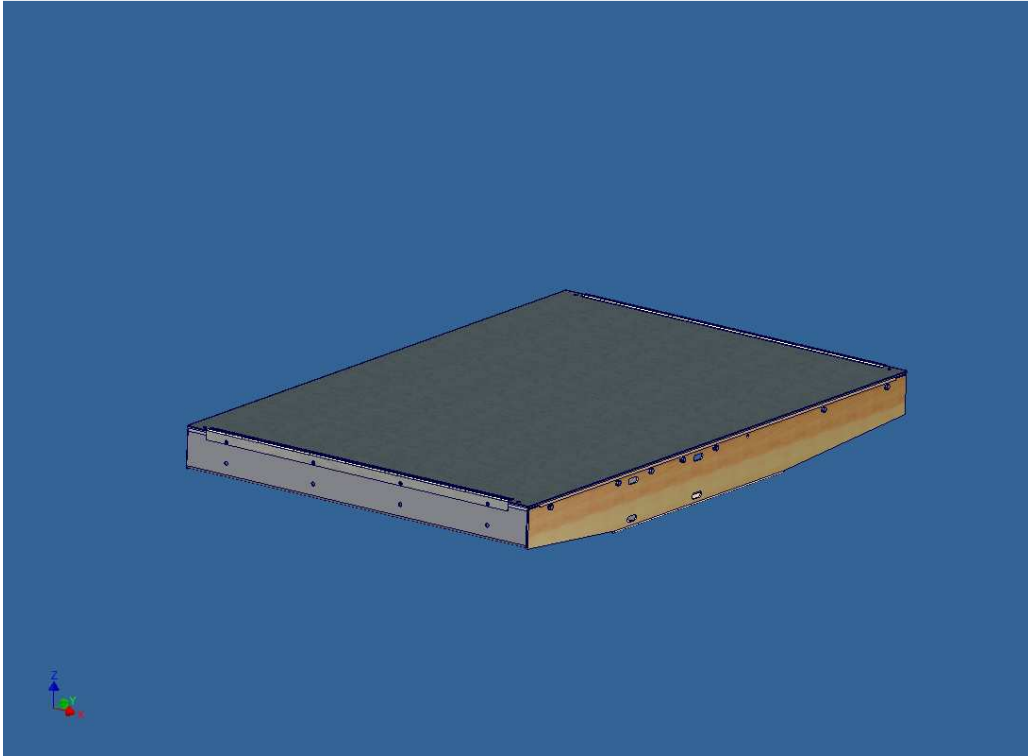


Obr.č. 32 - Model celého rámu

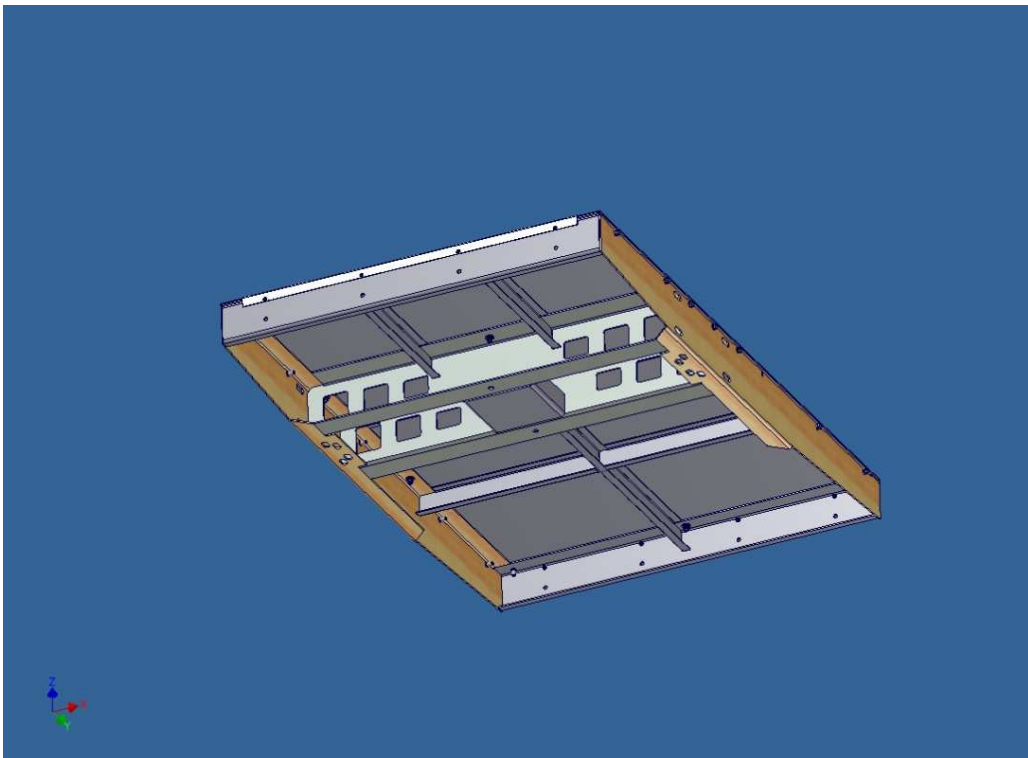


Obr.č. 33 - Model rámu s přiblíženou horní částí

Podlaha

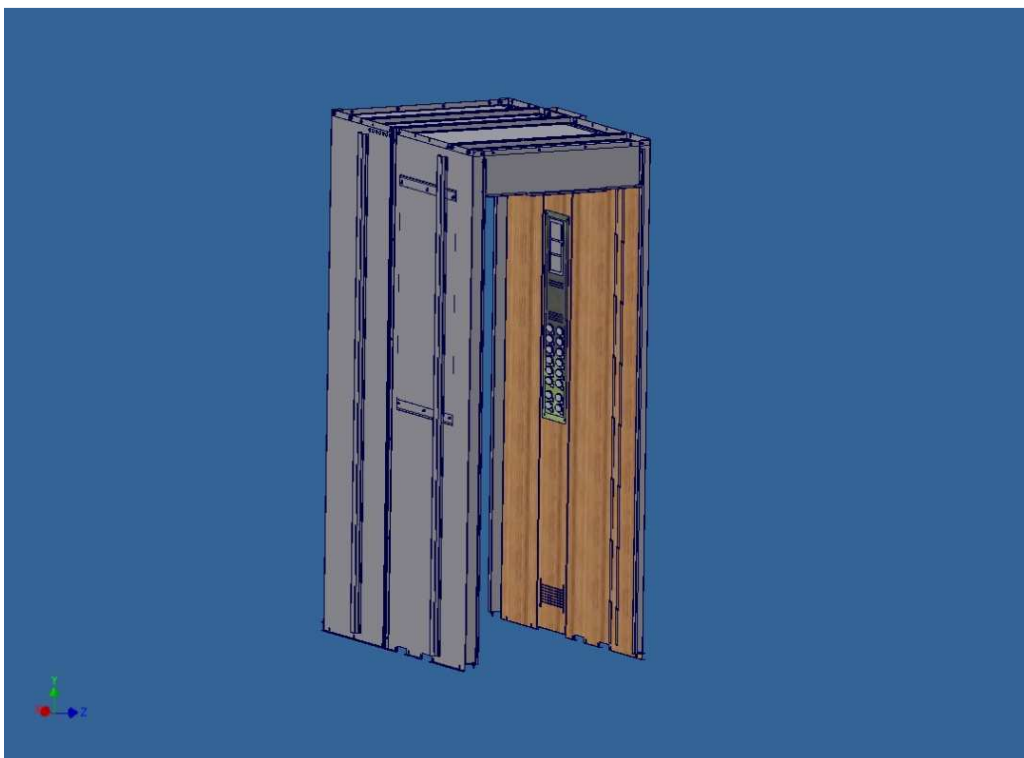


Obr.č. 34 - Model podlahy v pohledu shora

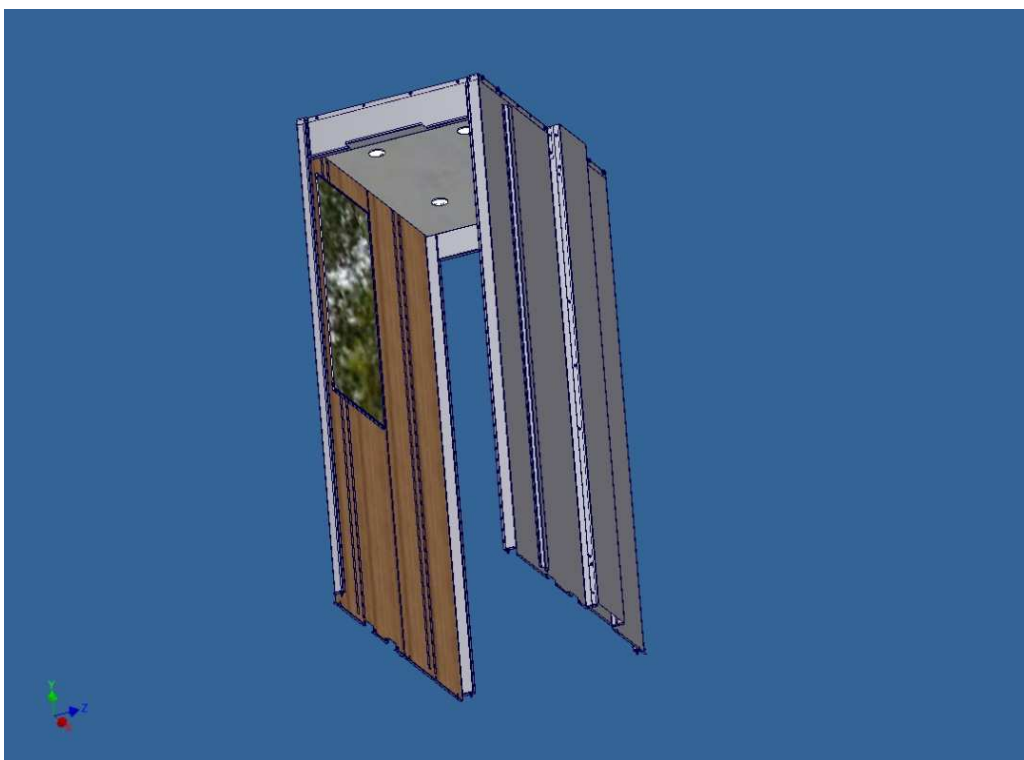


Obr.č. 35 - Model podlahy v pohledu zdola

Kabina



Obr.č. 36 - Model kabiny s pohledem na tablo



Obr.č. 37 - Model kabiny s pohledem na zrcadlo a pohled včetně osvětlení

3.2. Výkresová dokumentace

Výkresová dokumentace obsahuje výkresy sestavení:

- KLEC VÝTAHU (číslo výkresu JS-01)
- RÁM VÝTAHU (číslo výkresu JS-01-01)
- PODLAHA VÝTAHU (číslo výkresu JS-01-02)
- KABINA VÝTAHU (číslo výkresu JS-01-03)
- ZÁVĚSNÝ ŠROUB M16 PRO LANA (číslo výkresu JS-01-01-22)

Dále výkresová dokumentace obsahuje výrobní výkresy:

- STĚNA NAD DVEŘMI (číslo výkresu JS-01-03-06)
- PŘÍČNÍK HLAVY (číslo výkresu JS-01-01-03)

Všechny výkresy sestavení a výrobní výkresy jsou vloženy ve formě přílohy na konci bakalářské práce.

3.3. Pevnostní analýzy konstrukce

Zde jsou uvedeny způsoby zatížení konstrukce rámu výtahu a výsledky pevnostních analýz pro jednotlivé varianty. Pro pevnostní analýzu konstrukce jsou uvažovány variantní hodnoty zatížení od přepravovaných osob na různých plochách podlahy. Dále hmotnost kabiny a gravitační síla.

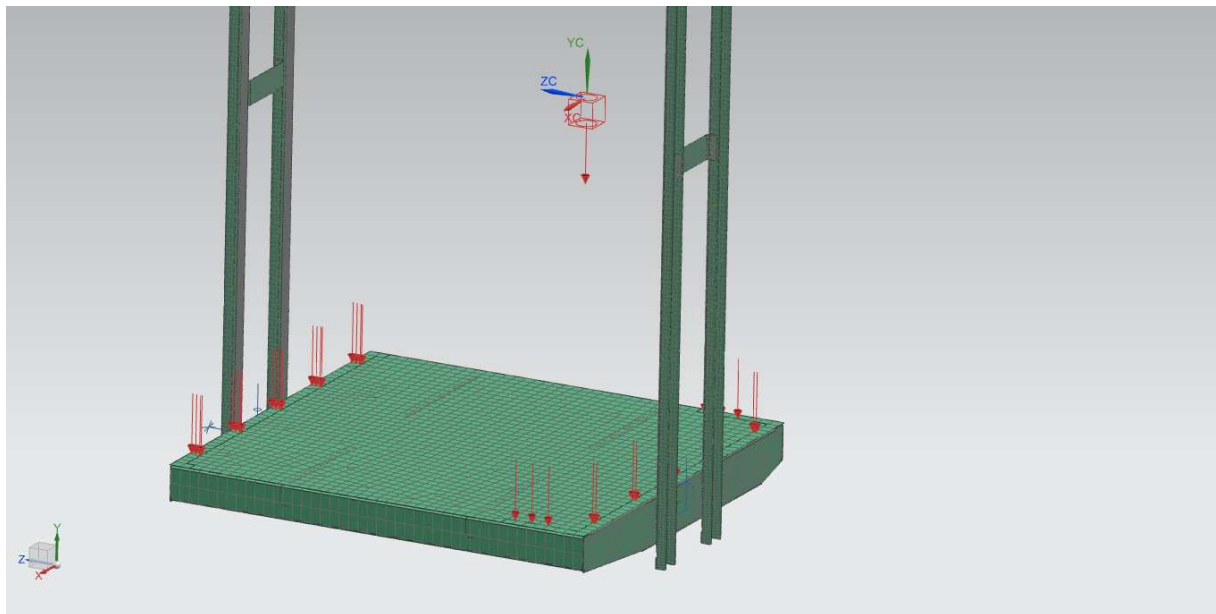
Statické zatížení rámu výtahu

Statické zatížení rámu výtahu bylo provedeno v programu Siemens NX 8.5.

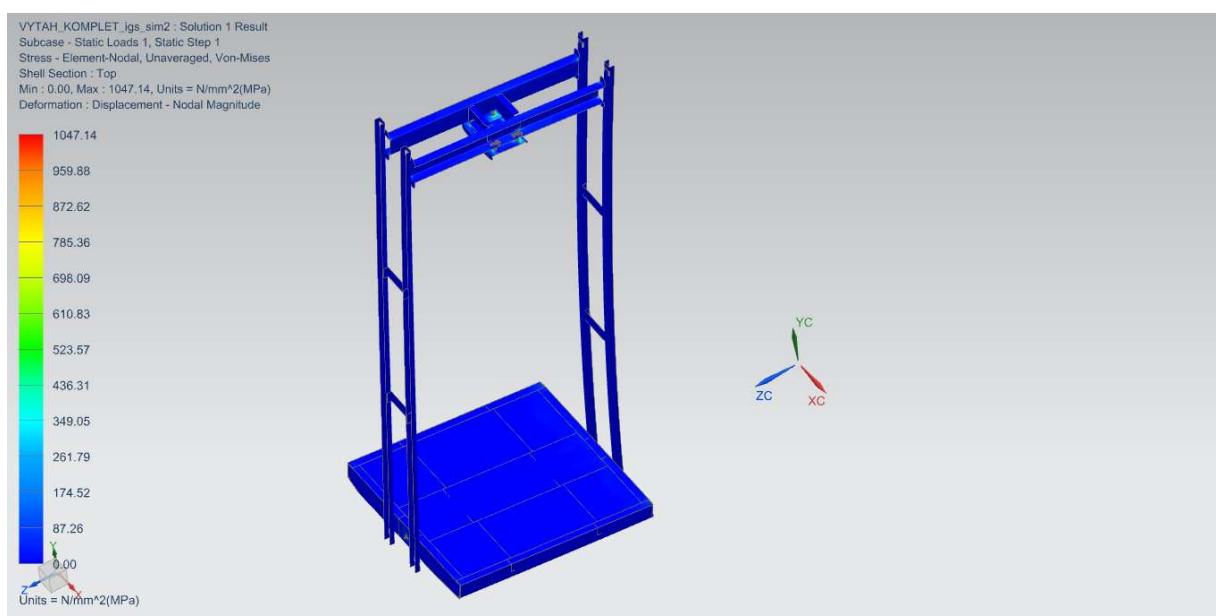
Výsledky pevnostních analýz

Na podlahový plech rámu působí zatížení od kabiny, které je celkem $230 \text{ kg} = 2300 \text{ N}$. Kabina zde není vymodelována, ale uvažujeme její zatížení do výpočtů.

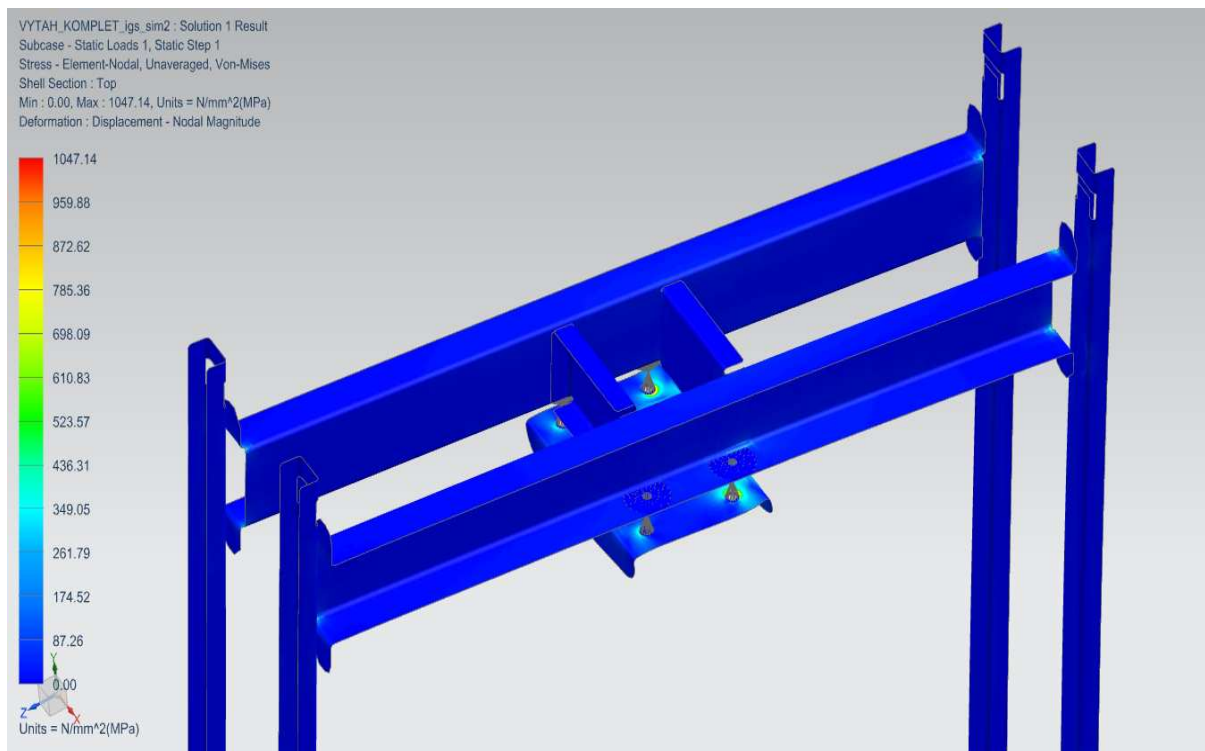
Výtah bude nejčastěji využíván jednou nebo dvěma osobami. Může však nastat i případ, kdy se výtahem bude přepravovat maximální počet osob. Tedy maximální zatížení pěti osobami, které je $375 \text{ kg} = 3750 \text{ N}$. Na podlaze výtahu budou vytvořeny varianty zatížení na různé ploše a pro různý počet osob - viz odstavce 3.3.1., 3.3.2., 3.3.3.



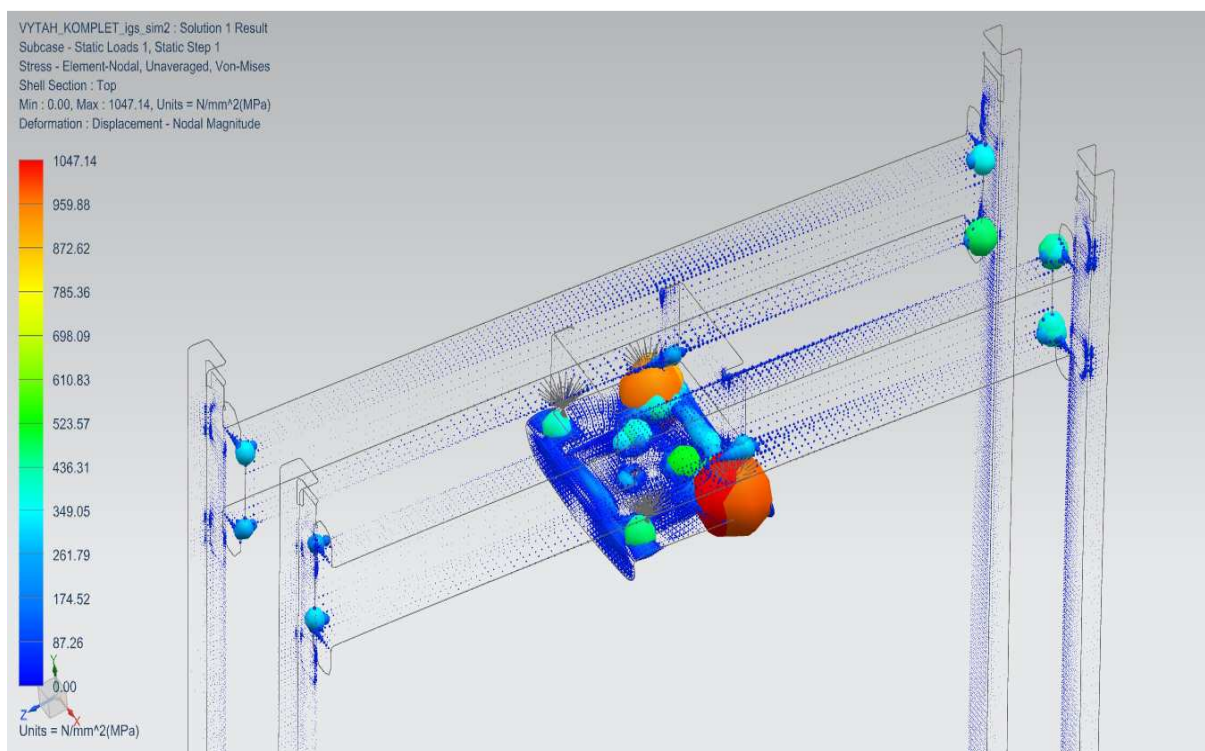
Obr.č. 38 - Zatížení rámu od vlastní hmotnosti kabiny



Obr.č. 39 - Zatížení rámu od vlastní hmotnosti kabiny v celkovém pohledu



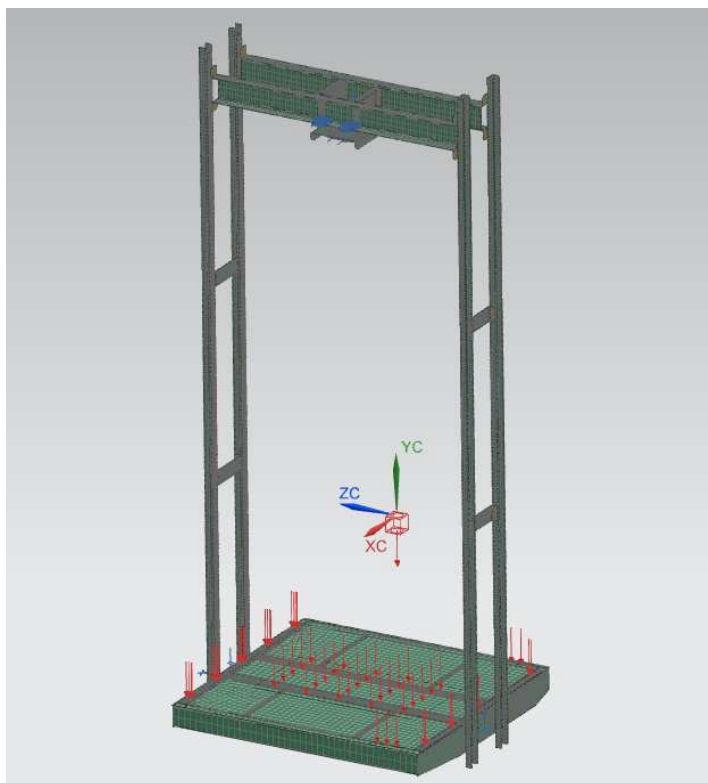
Obr.č. 40 - Zatížení rámu od vlastní hmotnosti kabiny v detailním pohledu na horní část



Obr.č. 41 - Zatížení rámu od vlastní hmotnosti kabiny v detailním pohledu na horní část pomocí koulí

3.3.1 Varianta A

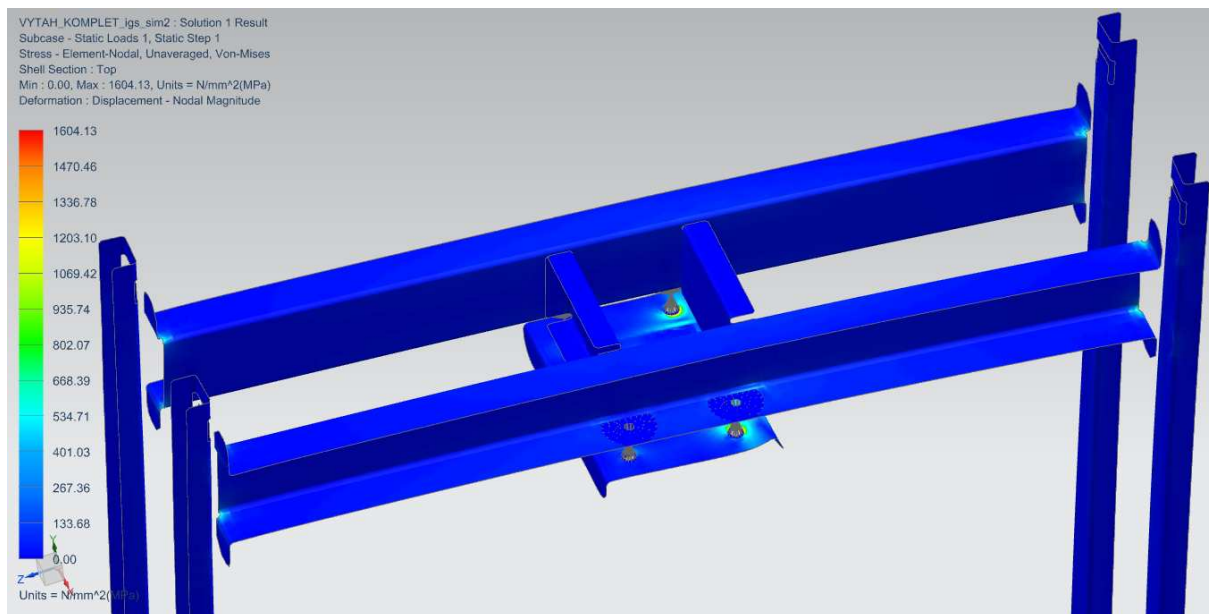
Ve variantě A počítáme, že nastal případ, kdy došlo k maximálnímu zatížení výtahu pěti osobami, které jsou umístěny na malé ploše uprostřed kabiny. Plech rámu podlahy je zatížen silou $375 \text{ kg} = 3750 \text{ N}$ na ploše: šířka = 700 mm, hloubka = 300 mm.



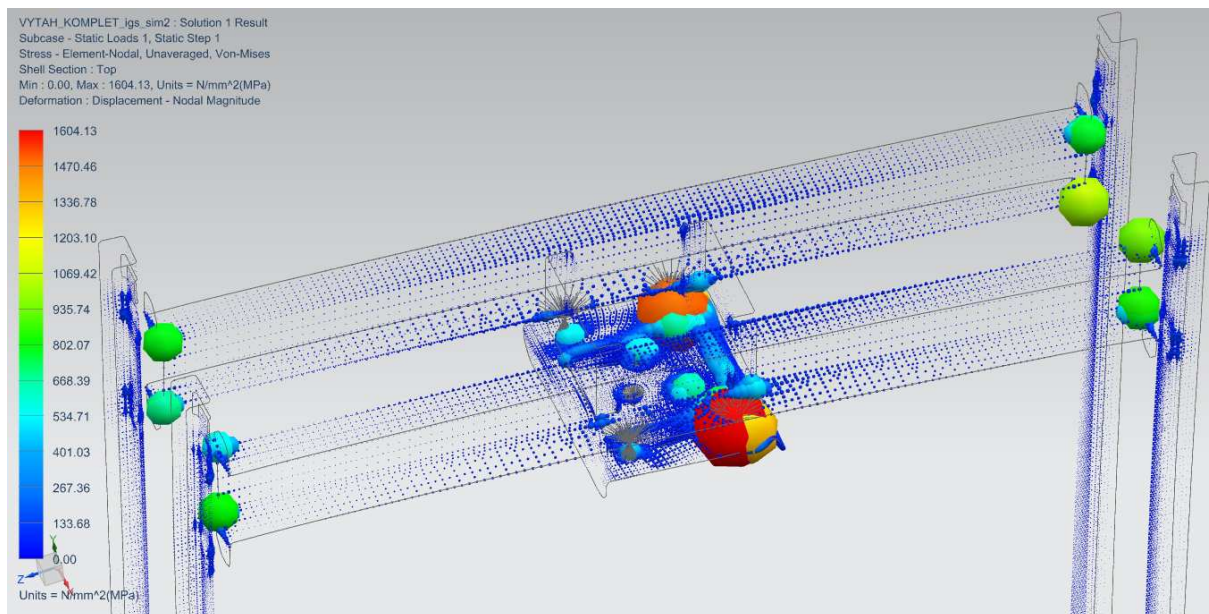
Obr.č. 42 - Zatížení rámu - varianta A



Obr.č. 43 - Zatížení rámu v celkovém pohledu - varianta A



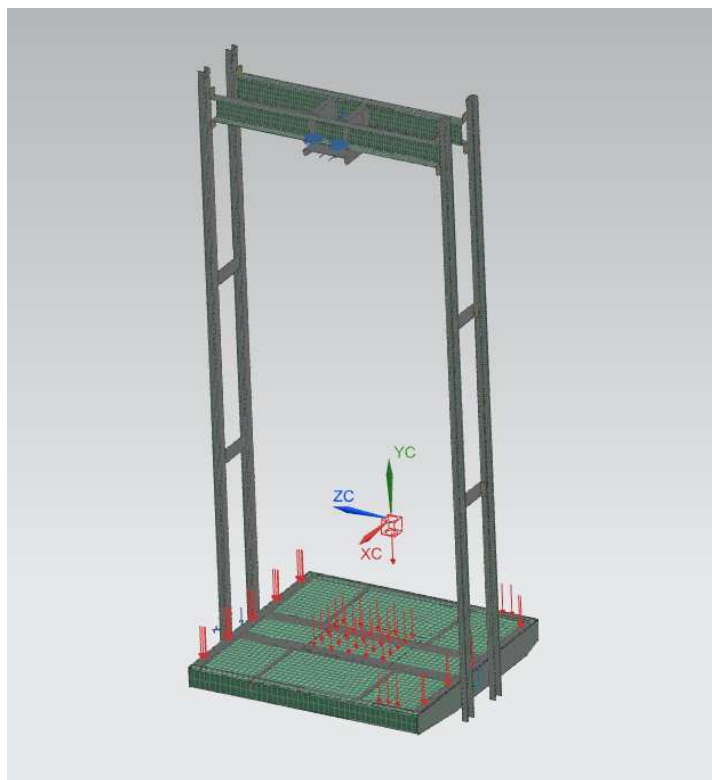
Obr.č. 44 - Zatížení rámu v detailním pohledu na horní část - varianta A



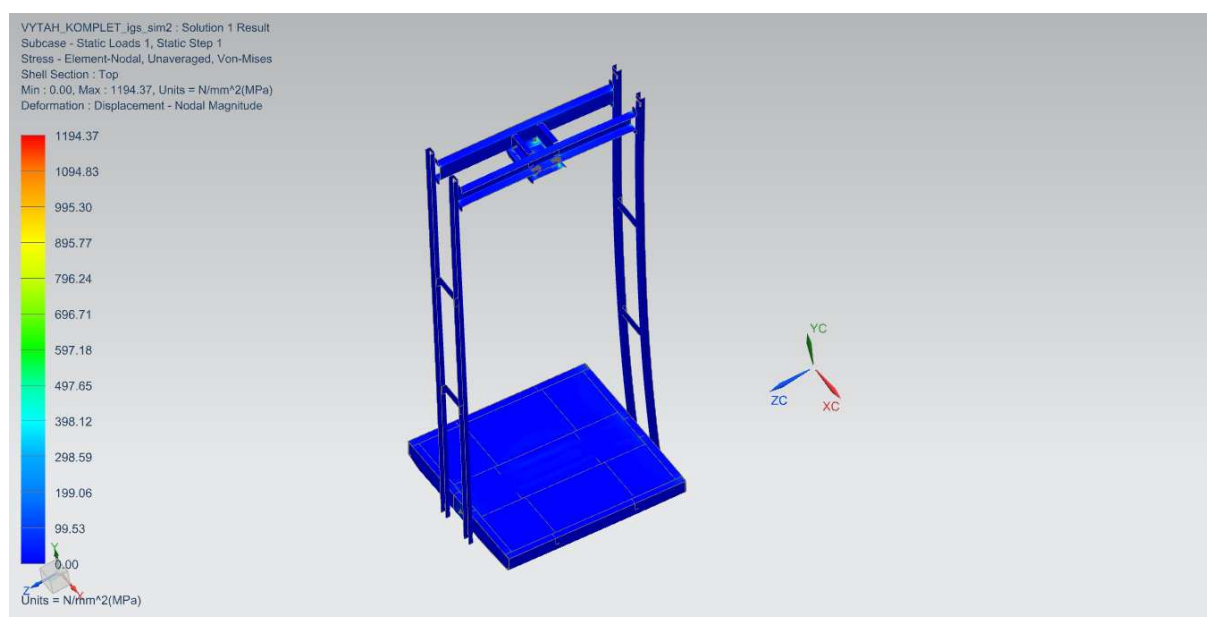
Obr.č. 45 - Zatížení rámu v detailním pohledu na horní část pomocí koulí - varianta A

3.3.2. Varianta B

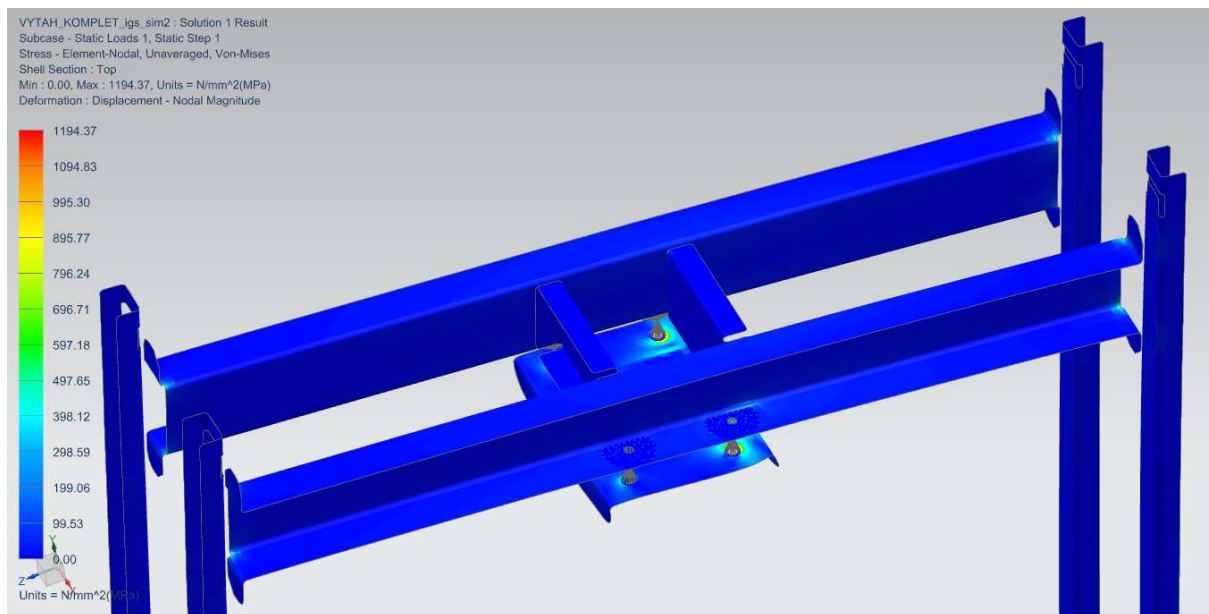
Ve variantě B počítáme, že nastal případ, kdy došlo k zatížení výtahu jednou osobou o hmotnosti 100 kg a stojící uprostřed kabiny. Plech rámu podlahy je zatížen silou 1000 N na ploše: šířka = 400 mm, hloubka = 300 mm.



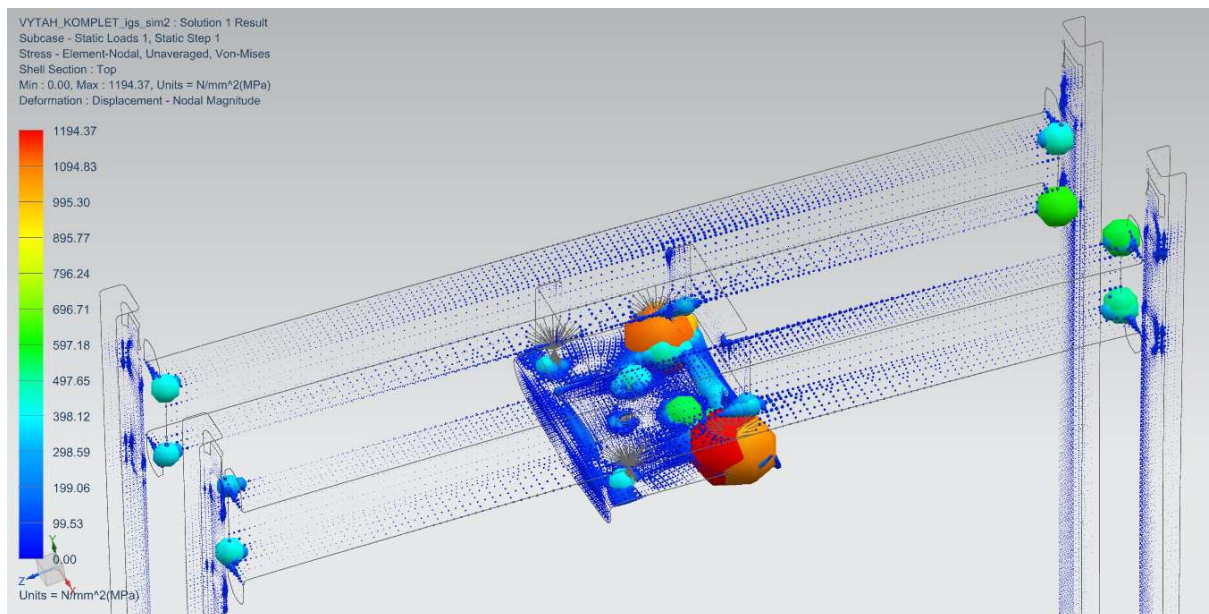
Obr.č. 46 - Zatížení rámu - varianta B



Obr.č. 47 - Zatížení rámu v celkovém pohledu - varianta B



Obr.č. 48 - Zatížení rámu v detailním pohledu na horní část - varianta B



Obr.č. 49 - Zatížení rámu v detailním pohledu na horní část pomocí koulí - varianta B

3.3.3. Varianta C

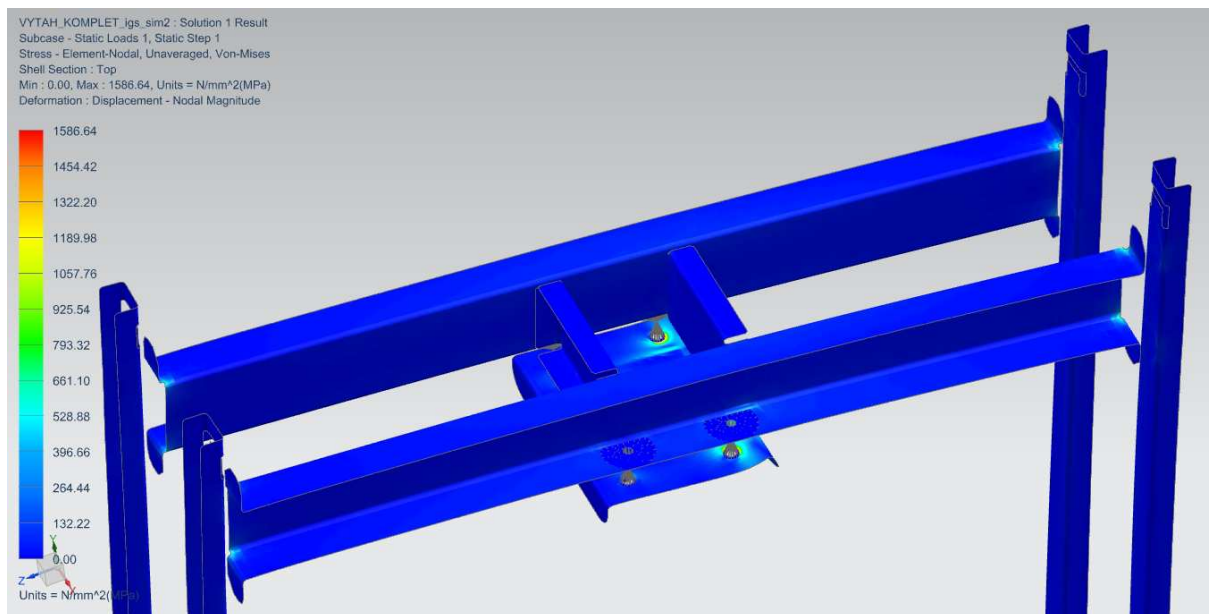
Ve variantě C počítáme, že nastal případ, kdy došlo k maximálnímu zatížení výtahu pěti osobami, které jsou umístěny po celé ploše kabiny. Plech rámu podlahy je zatížen silou $375 \text{ kg} = 3750 \text{ N}$ na ploše: šířka = 780 mm, hloubka = 760 mm.



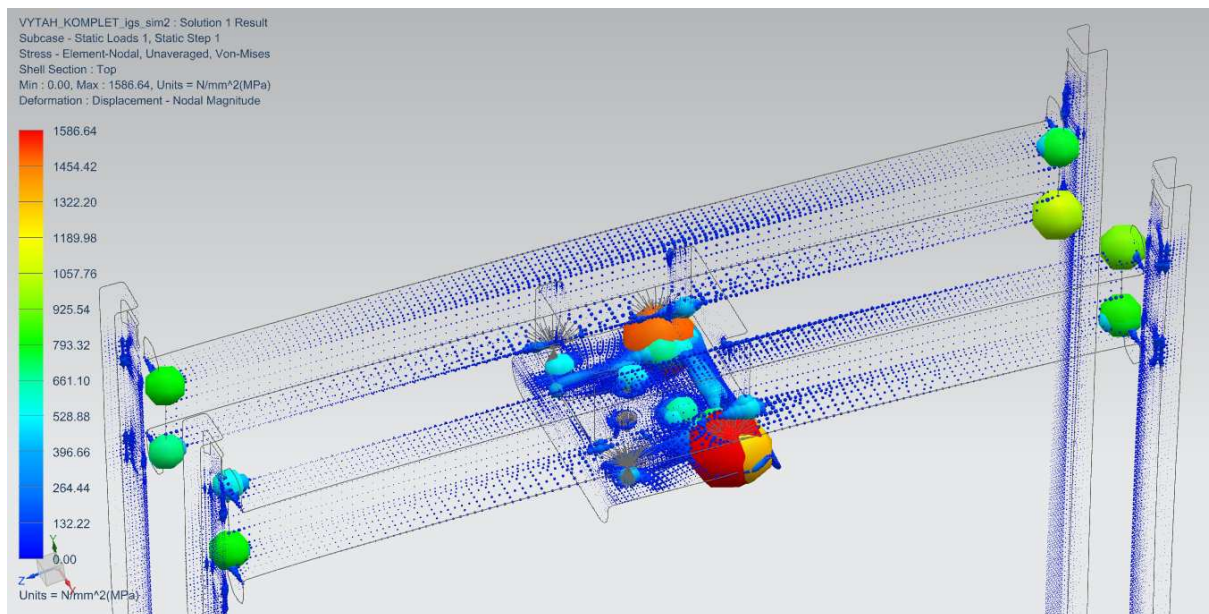
Obr.č. 50 - Zatížení rámu - varianta C



Obr.č. 51 - Zatížení rámu v celkovém pohledu - varianta C



Obr.č. 52 - Zatížení rámu v detailním pohledu na horní část - varianta C



Obr.č. 53 - Zatížení rámu v detailním pohledu na horní část pomocí koulí - varianta C

Závěr

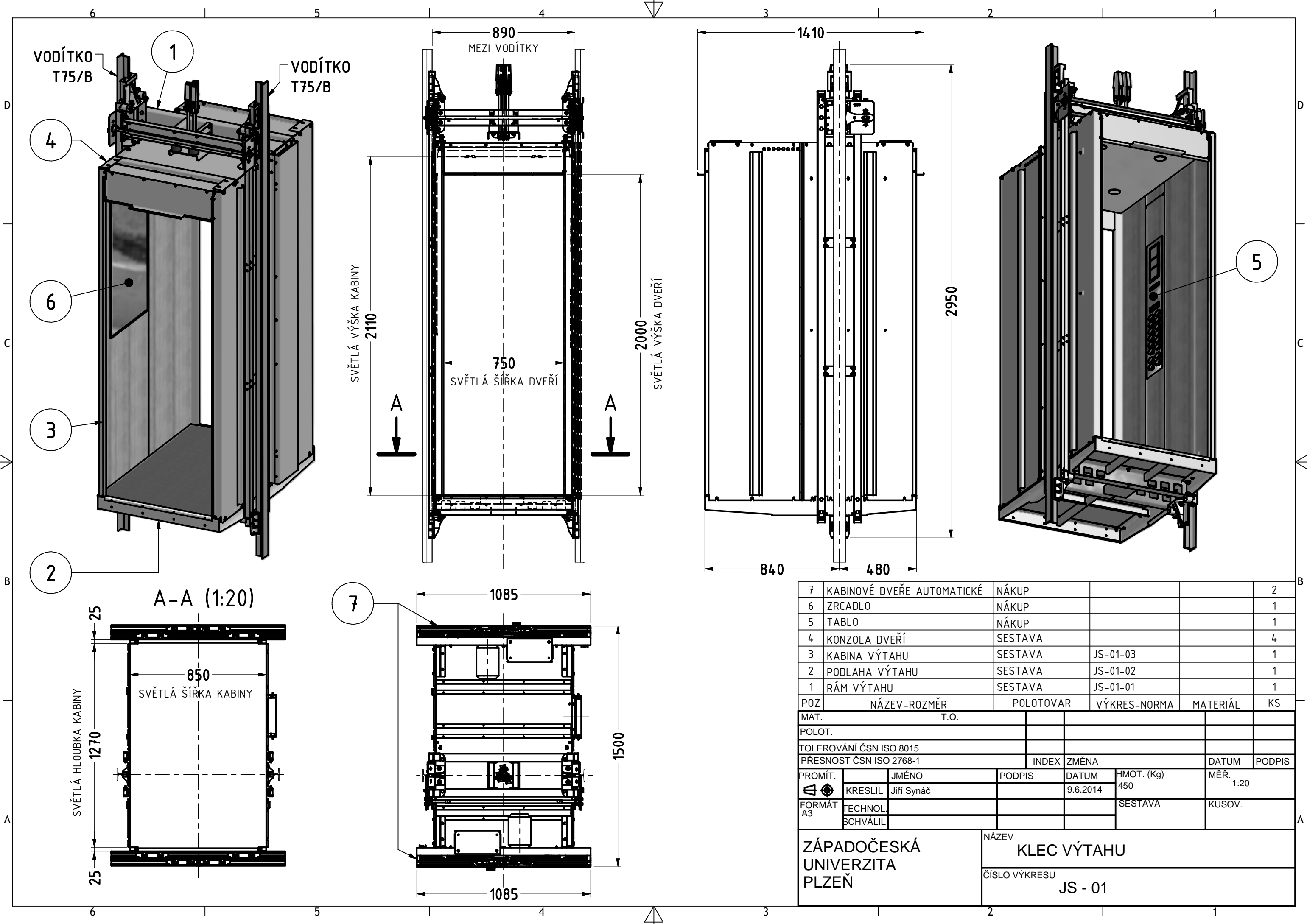
Bakalářská práce se věnovala tvorbě modelu, výkresové dokumentaci výtahové klece pro přepravu maximálně pěti osob a nosnosti 375 kg s průchozí kabinou a statickému výpočtu, který je zaměřen na výpočet bezpečnosti lan a vodiček klece.

Cílem práce bylo také vytvořit MKP model rámu výtahu a provést základní statické pevnostní analýzy pomocí programu Siemens NX 8.5 pro jednotlivé varianty zatížení konstrukce. Jednalo se o statické zatížení rámu výtahu různým počtem přepravujících se osob a s tím související velikost zatížení na různé ploše podlahy výtahu.

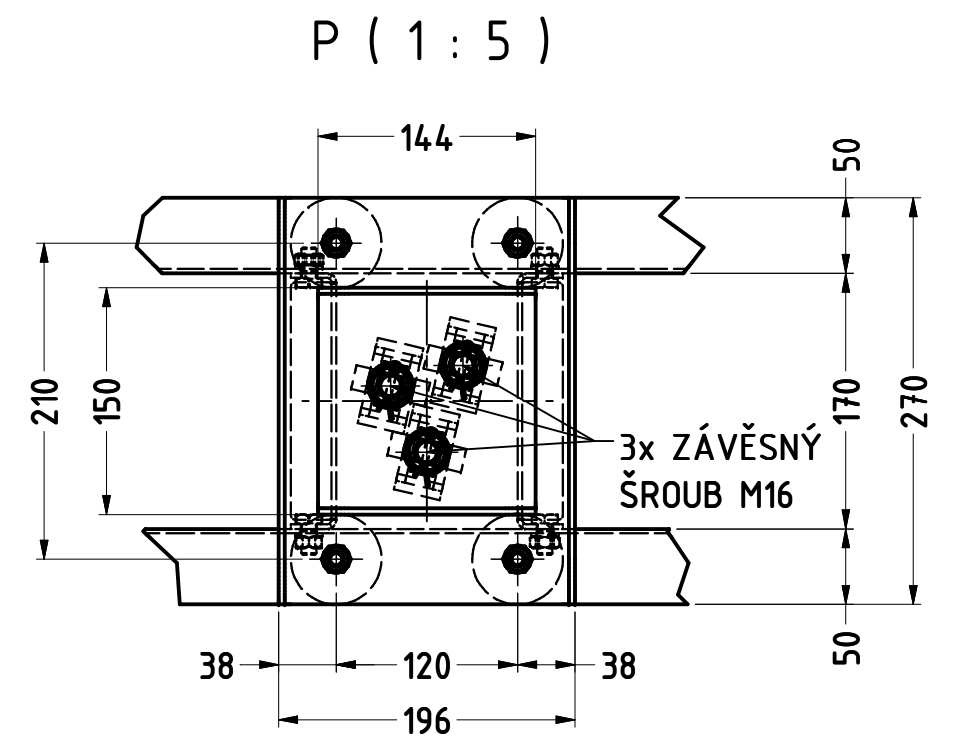
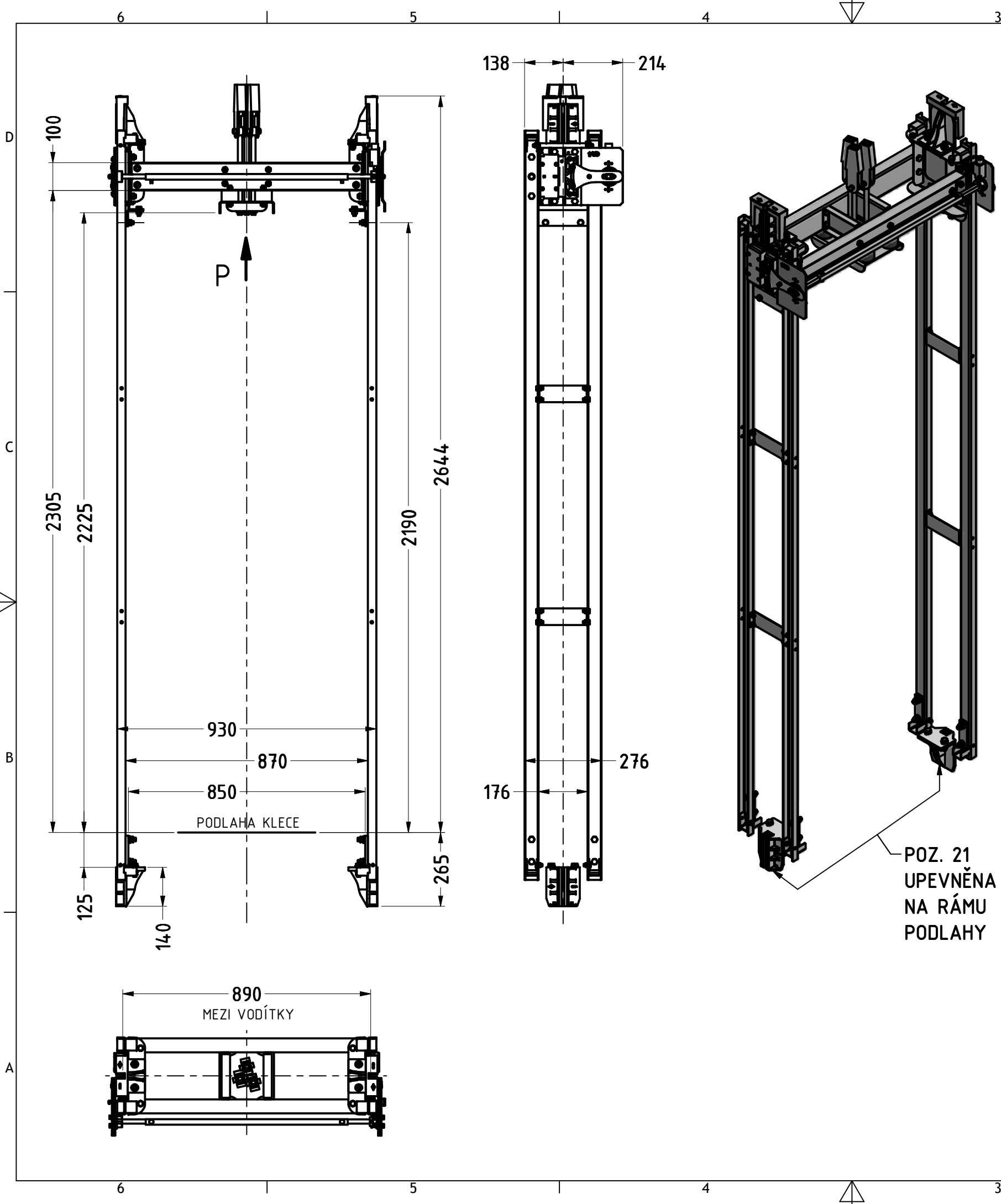
Výsledky pevnostních analýz, které byly prováděny pro různé typy zatížení, ukázaly oblasti s největším napětím dle metody HMM a upozornily, vzhledem k velmi zjednodušenému modelu, na místa, kde je nutné konstrukci rámu upravit z hlediska tuhosti.

Seznam použité literatury

- [1] Modernizace výtahů v panelových domech. Dostupné na WWW:
<http://www.panelcentrum.cz/zobraz.php?sek=16>
<http://sdeleni.idnes.cz/modernizace-vytahu>
<http://bydleni.idnes.cz/vytahy-jsou-plne-nastrah>
<http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/modernizace-vytahu>
- [2] Technické podklady firmy VÝTAHY-VOTO Plzeň, s.r.o.
- [3] Učební texty pro vzdělávání ve výtahovém průmyslu, unie výtahového průmyslu České republiky
- [4] Rozdělení výtahů. Dostupné na WWW:
<http://www.vytahy.com/vytahy-a-rekonstrukce-vytahu.html>
- [5] Ocelová lana pro výtahy. Dostupné na WWW:
<http://www.lana.cz/index.php?nid=5963&lid=cs&oid=924604>
- [6] Vladimír Červenka - Ing. Hanuš Ruml: Výtahy, opravy a údržba, Praha 1976, SNTL - Nakladatelství technické literatury



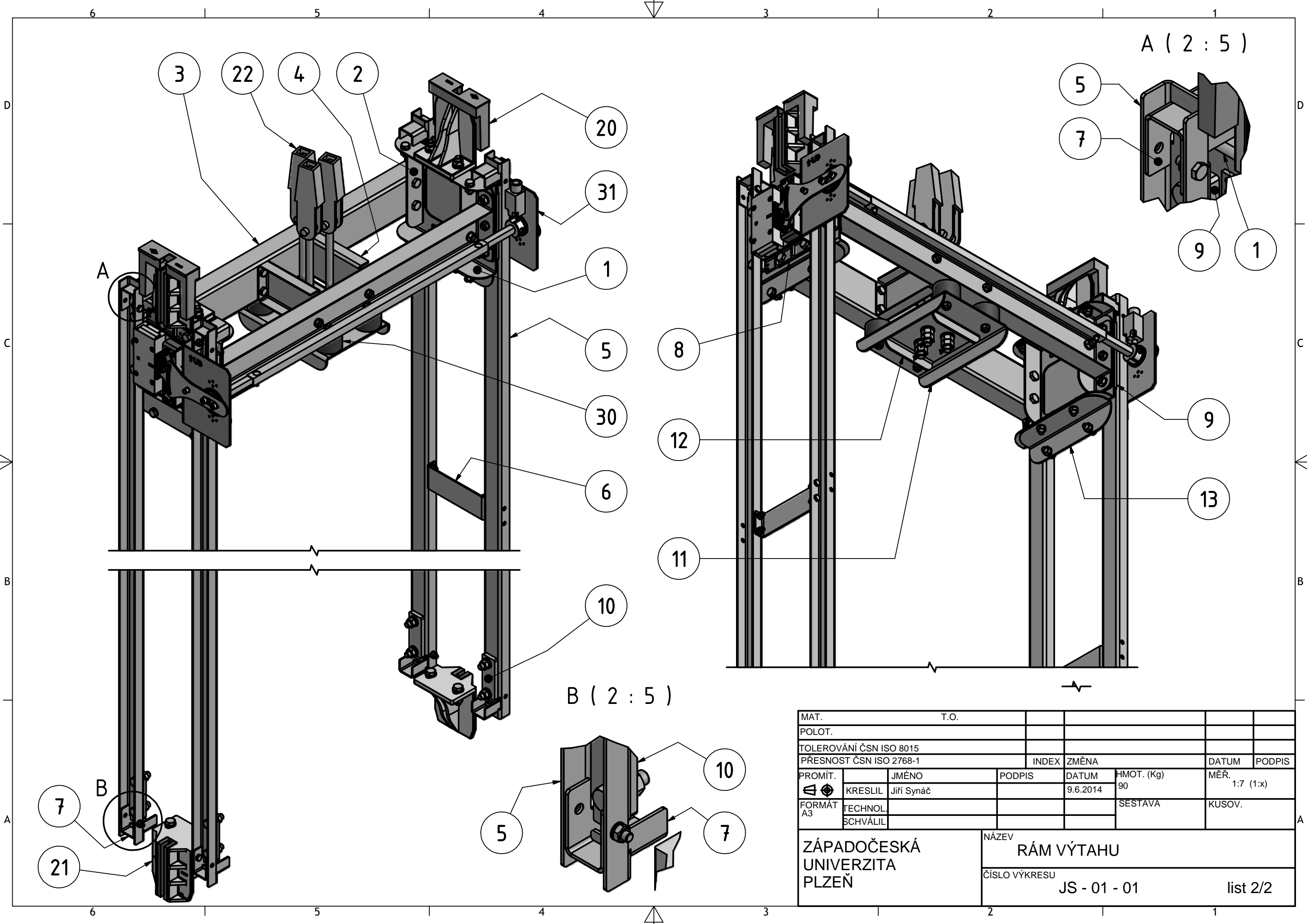
7	KABINOVÉ DVEŘE AUTOMATICKÉ	NÁKUP			2
6	ZRCADLO	NÁKUP			1
5	TABLO	NÁKUP			1
4	KONZOLA DVEŘÍ	SESTAVA			4
3	KABINA VÝTAHU	SESTAVA	JS-01-03		1
2	PODLAHA VÝTAHU	SESTAVA	JS-01-02		1
1	RÁM VÝTAHU	SESTAVA	JS-01-01		1
POZ	NÁZEV-ROZMĚR	POLOTOVAR	VÝKRES-NORMA	MATERIÁL	KS
MAT.	T.O.				
POLOT.					
TOLEROVÁNÍ ČSN ISO 8015					
PŘESNOST ČSN ISO 2768-1					
	INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS	
PROMÍT.	JMÉNO	PODPIS	DATUM	HMOT. (Kg)	MĚŘ.
	KRESLIL Jirí Synáč		9.6.2014	450	1:20
FORMÁT A3	TECHNOL. SCHVÁLIL			SESTAVA	KUSOV.
ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA PLZEŇ			NÁZEV KLEC VÝTAHU		
			ČÍSLO VÝKRESU JS - 01		



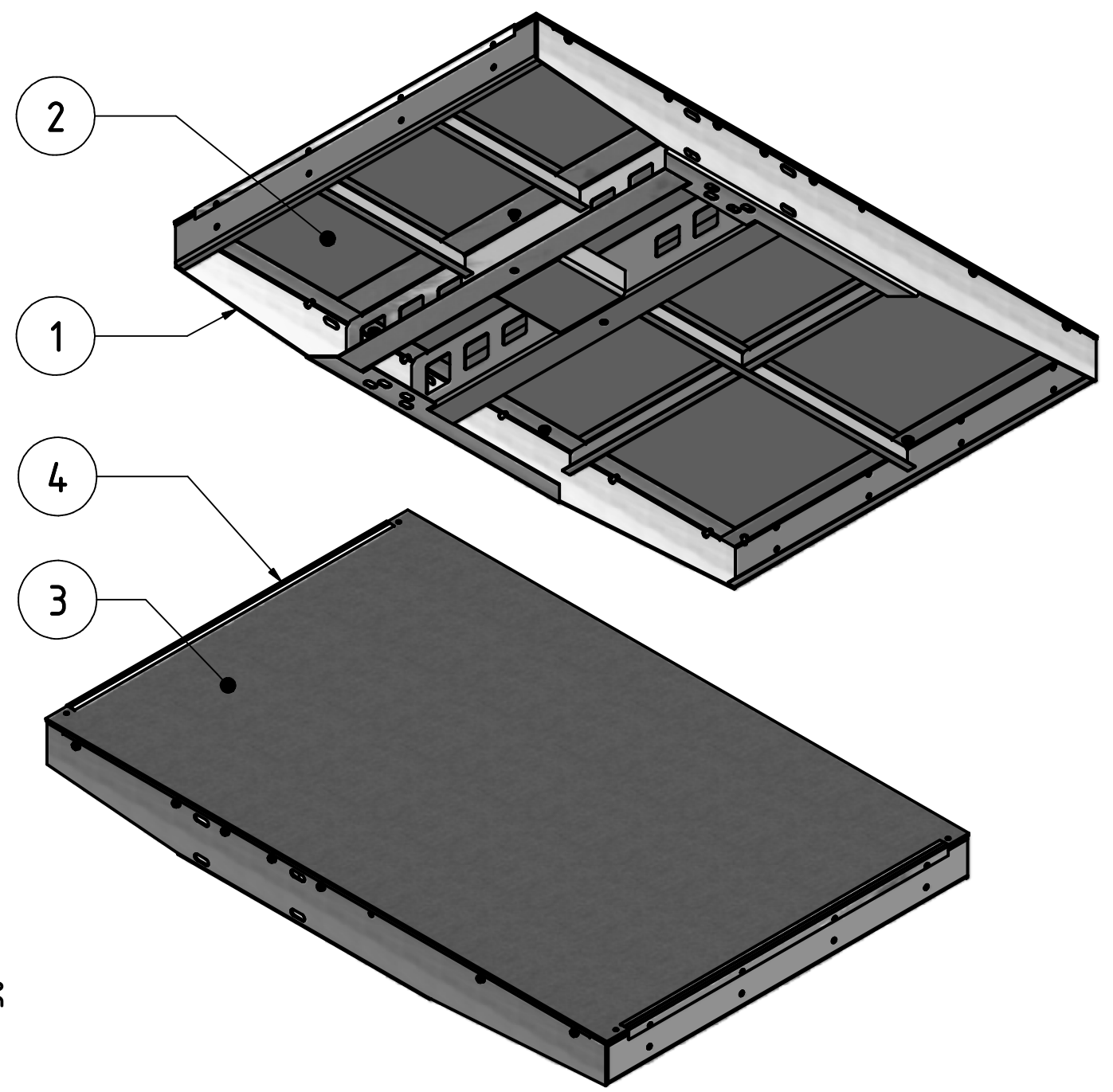
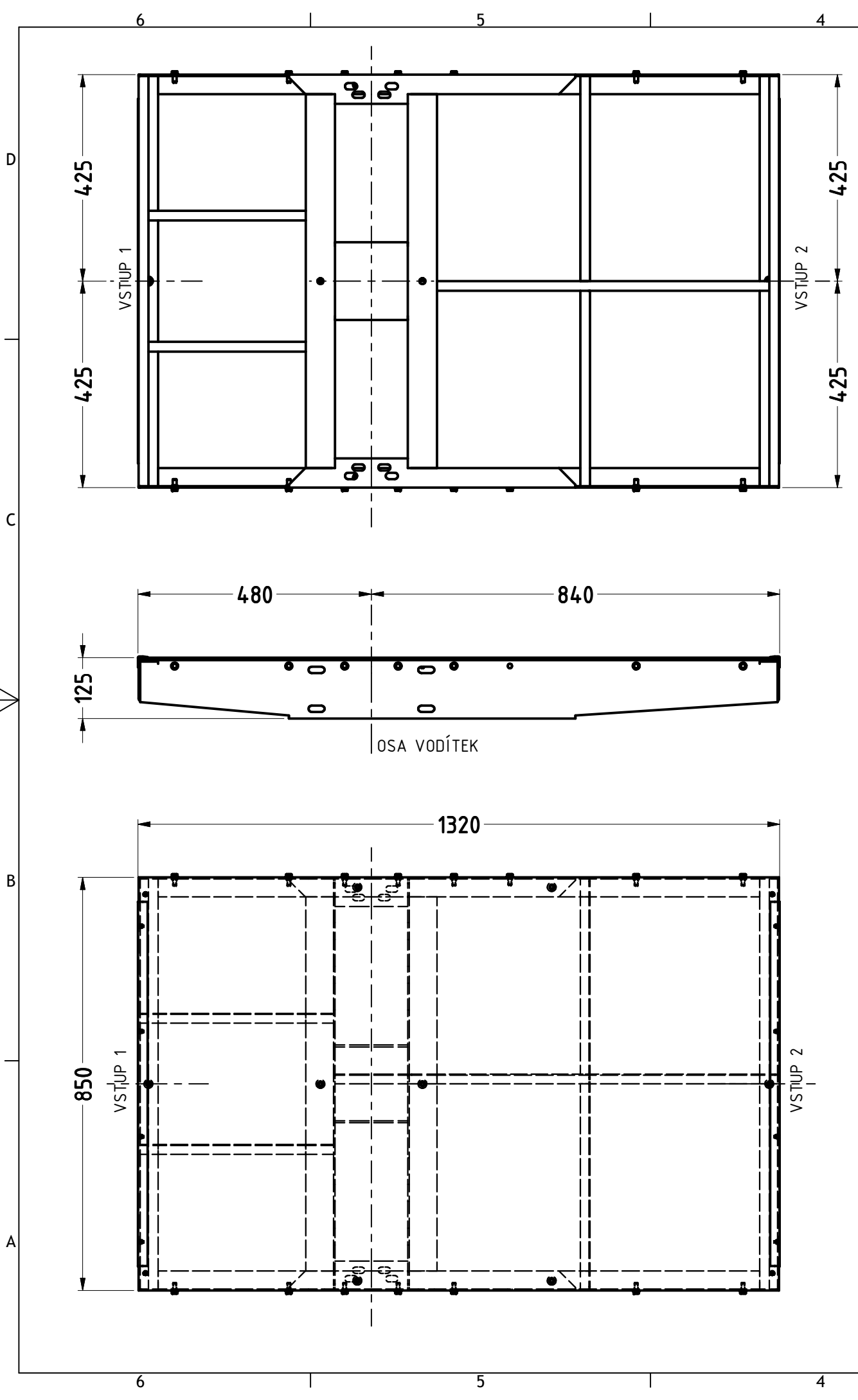
31	ZACHYCOVAČ DYNATECH ASG UD	NÁKUP			1
30	SILENTBLOK 60x40 M10x18	NÁKUP			4
22	ZÁVĚSNÝ ŠROUB M16 PRO LANA	SESTAVA	JS-01-01-22		3
21	VODIČ DOLNÍ PEVNÝ	SESTAVA			2
20	VODIČ HORNÍ PEVNÝ SE SAMOMAZEM	SESTAVA			2
13	KONZOLA ZAVĚTROVACÍ	P3 - 250x109		OCEL 10346	2
12	PODLOŽKA ZÁVĚSU	P4 - 196x144		OCEL 10346	1
11	ZÁVĚS LAN	P4 - 269x262		OCEL 10346	1
10	PODLOŽKA TÁHLA DOLNÍ	P10 - 117x38		OCEL 10346	4
9	PODLOŽKA TÁHLA	P10 - 180x43		OCEL 10346	4
8	PODLOŽKA ZACHYCOVAČE	P3 - 110x28		OCEL 10346	4
7	NOS STŘIŽNÝ	P3 - 151x70		OCEL 10346	8
6	VÝZTUHA TÁHLA	P3 - 216x60		OCEL 10346	4
5	TÁHLO	P3 - 2690 x 100		OCEL 10346	4
4	PŘÍČKA HLAVY	P3 - 219x150		OCEL 10346	2
3	PŘÍČNÍK HLAVY	P3 - 914x190	JS-01-01-03	OCEL 10346	2
2	PŘÍRUBA HLAVY	P3 - 232x101		OCEL 10346	4
1	DESKA PŘÍPOJNÁ	P3 - 344x276		OCEL 10346	2
POZ	NÁZEV-ROZMĚR	POLOTOVAR	VÝKRES-NORMA	MATERIÁL	KS

MAT.		T.O.			
POLOT.					
TOLEROVÁNÍ ČSN ISO 8015					
PŘESNOST ČSN ISO 2768-1					
	INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS	
PROMÍT.	JMÉNO	PODPIS	DATUM	HMOT. (Kg)	MĚŘ.
	KRESLIL Jirí Synáč		9.6.2014	90	1:10 (1:x)
FORMÁT A3	TECHNOL.		SESTAVA	KUSOV.	
	SCHVÁLIL				

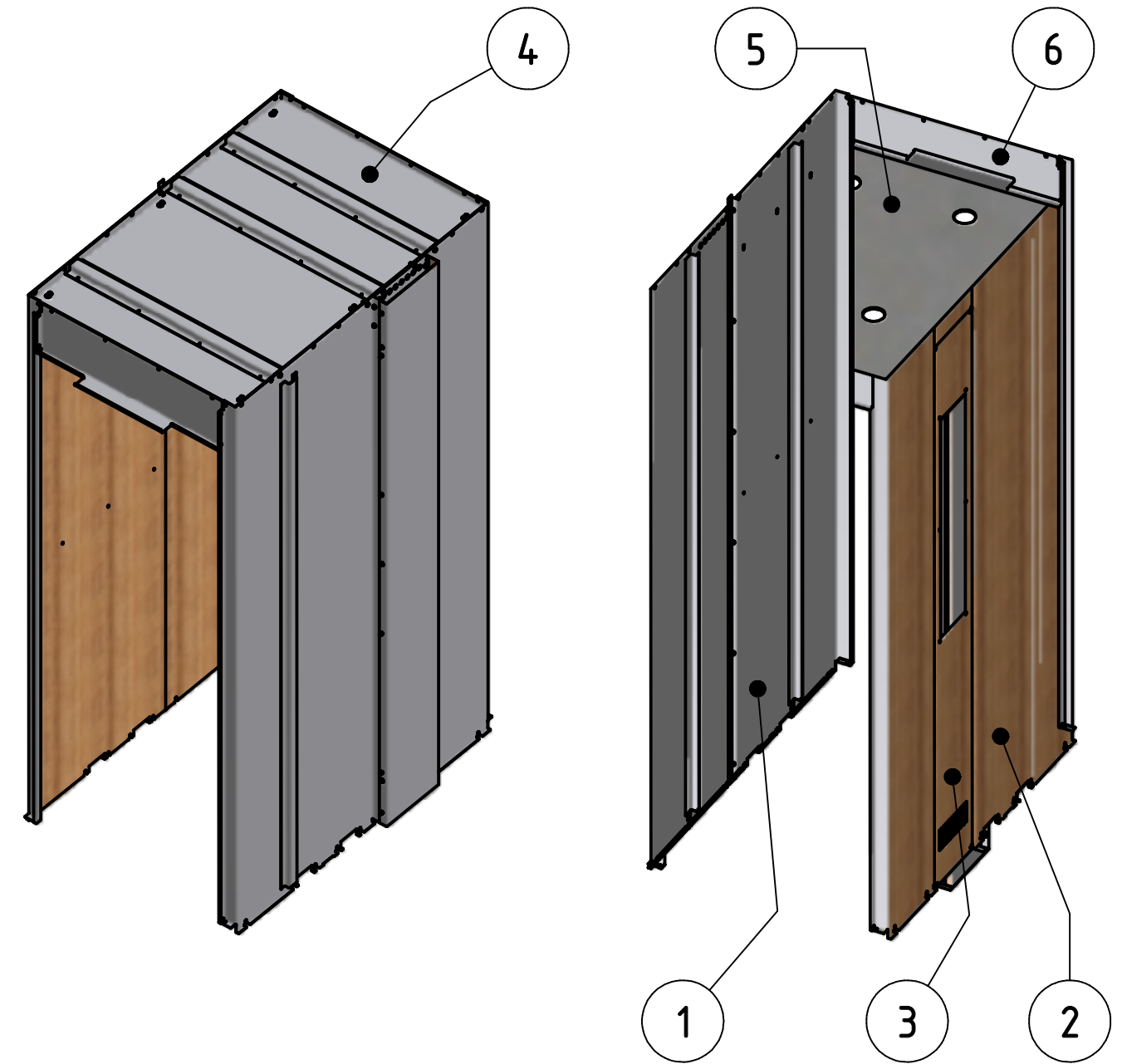
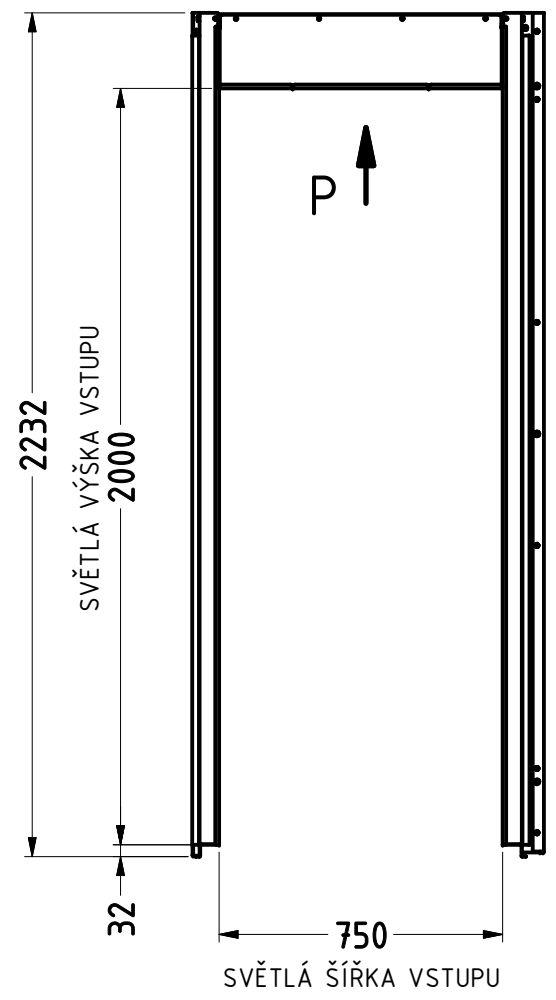
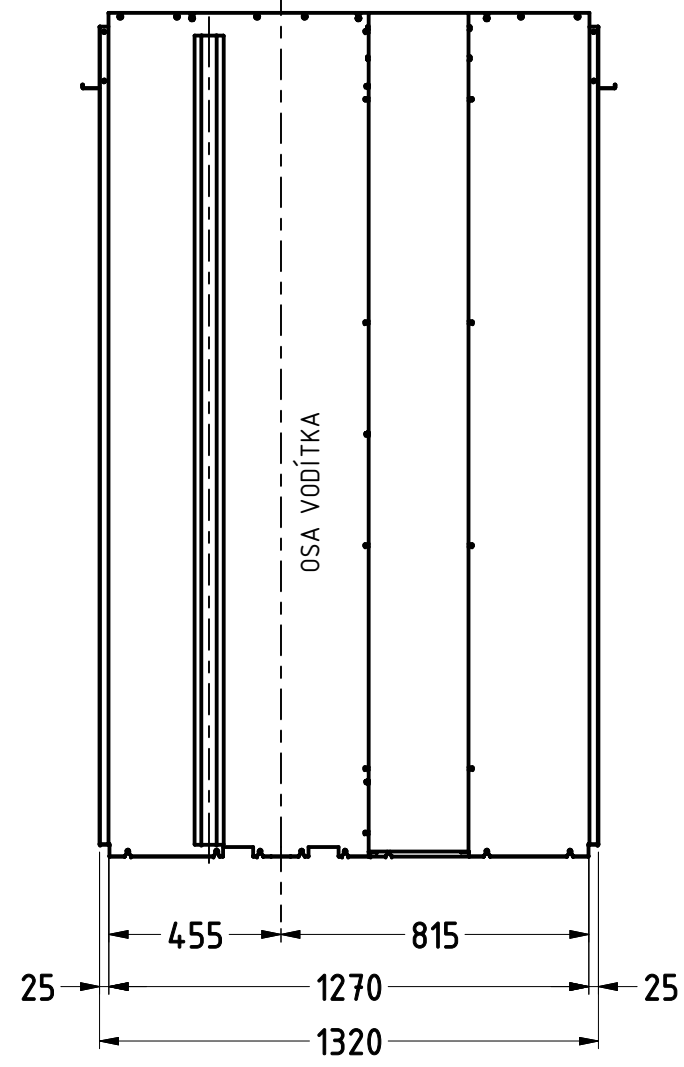
ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA PLZEŇ	NÁZEV RÁM VÝTAHU
	ČÍSLO VÝKRESU JS - 01 - 01
	list 1/2



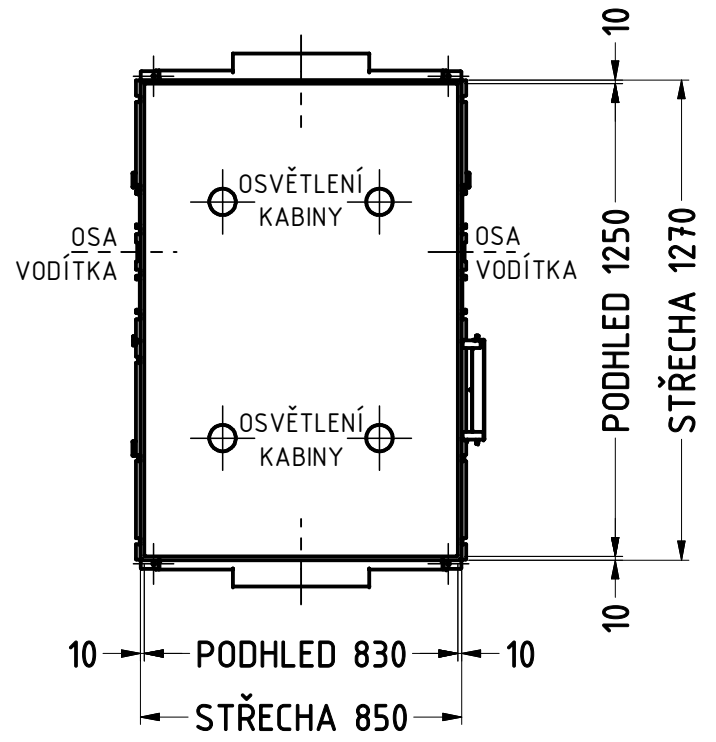
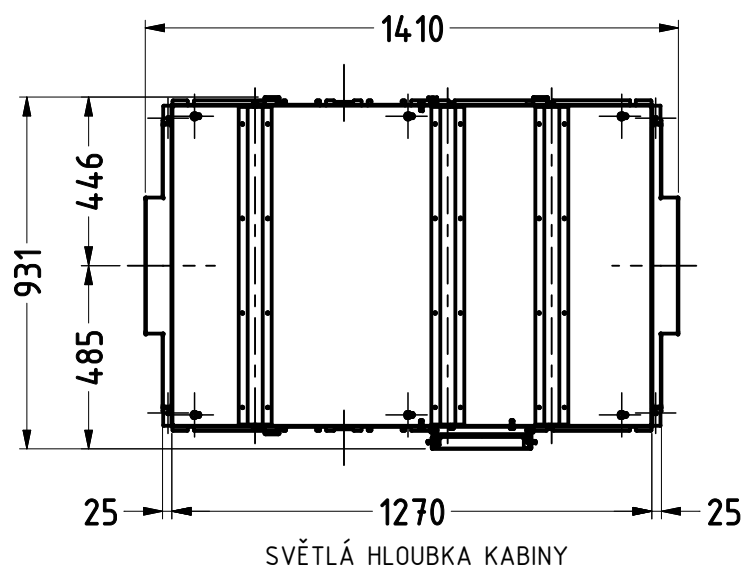
MAT.		T.O.					
POLOT.							
TOLEROVÁNÍ ČSN ISO 8015							
PŘESNOST ČSN ISO 2768-1		INDEX		ZMĚNA	DATUM	PODPIS	
PROMÍT.	JMÉNO	PODPIS	DATUM	HMOT. (Kg)	MĚŘ.		
	KRESLIL Jirí Synáč		9.6.2014	90	1:7 (1:x)		
FORMÁT A3	TECHNOL.			SESTAVA	KUSOV.		
	SCHVÁLIL						
ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA PLZEŇ				NÁZEV RÁM VÝTAHU			
				ČÍSLO VÝKRESU JS - 01 - 01		list 2/2	



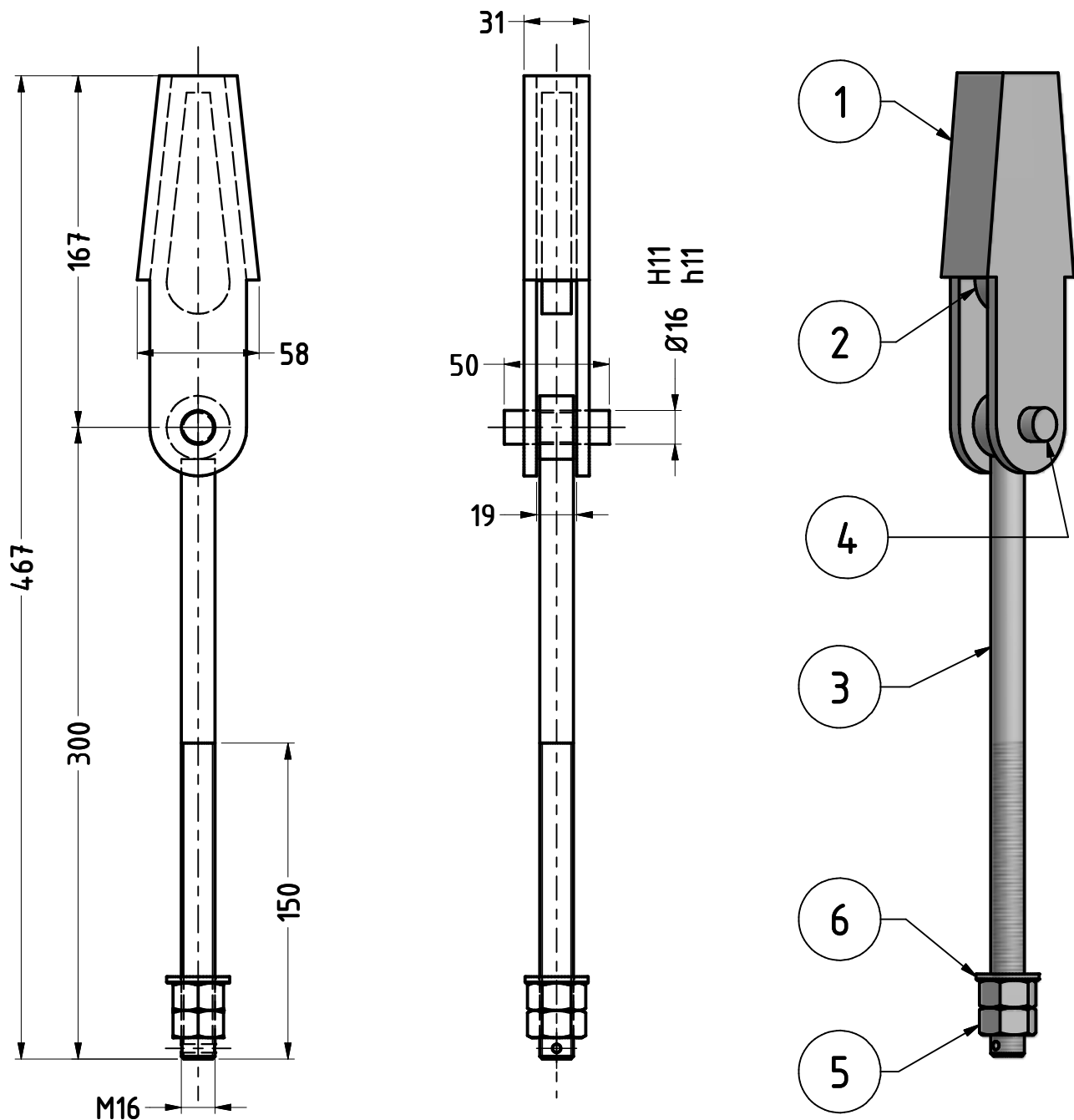
POZ	NÁZEV-ROZMĚR	POLOTOVAR	VÝKRES-NORMA	MATERIÁL	KS
4	LIŠTA LEMOVACÍ	P1,5 - 750x40		NEREZ 17241	2
3	PODLAHOVÁ KRYTINA ALTRO	NÁKUP		PVC	1
2	PLECH PODLAHY	SESTAVA			1
1	RÁM PODLAHY	SESTAVA			1
MAT.		T.O.			
POLOT.					
TOLEROVÁNÍ ČSN ISO 8015					
PŘESNOST ČSN ISO 2768-1		INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS
PROMÍT.	JMÉNO	PODPIS	DATUM	HMOT. (Kg)	MĚŘ.
	KRESLIL Jirí Synáč		9.6.2014	60	1:10
FORMÁT A3	TECHNOL. SCHVÁLIL			SESTAVA	KUSOV.
ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA PLZEŇ			NÁZEV PODLAHA VÝTAHU		
			ČÍSLO VÝKRESU JS - 01 - 02		



P (1:20)



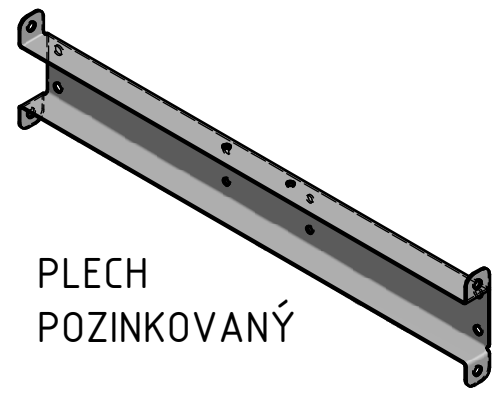
POZ	NÁZEV-ROZMĚR	POLOTOVAR	VÝKRES-NORMA	MATERIÁL	KS
6	STĚNA NAD DVEŘMI	P1,25 - 790x270	JS-01-03-06	OCEL 10130	2
5	PODHLIED	SESTAVA			1
4	STŘECHA	SESTAVA			1
3	STĚNA S TABLEM	SESTAVA			1
2	STĚNA PRAVÁ	SESTAVA			1
1	STĚNA LEVÁ	SESTAVA			1
MAT.		T.O.			
POLOT.					
TOLEROVÁNÍ ČSN ISO 8015					
PŘESNOST ČSN ISO 2768-1		INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS
PROMÍT.	JMÉNO	PODPIS	DATUM	HMOT. (Kg)	MĚŘ.
	KRESLIL Jirí Synáč		9.6.2014	120	1:20
FORMÁT A3	TECHNOL.			SESTAVA	KUSOV.
		SCHVÁLIL			
ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA PLZEŇ			NÁZEV KABINA VÝTAHU		
			ČÍSLO VÝKRESU JS - 01 - 03		



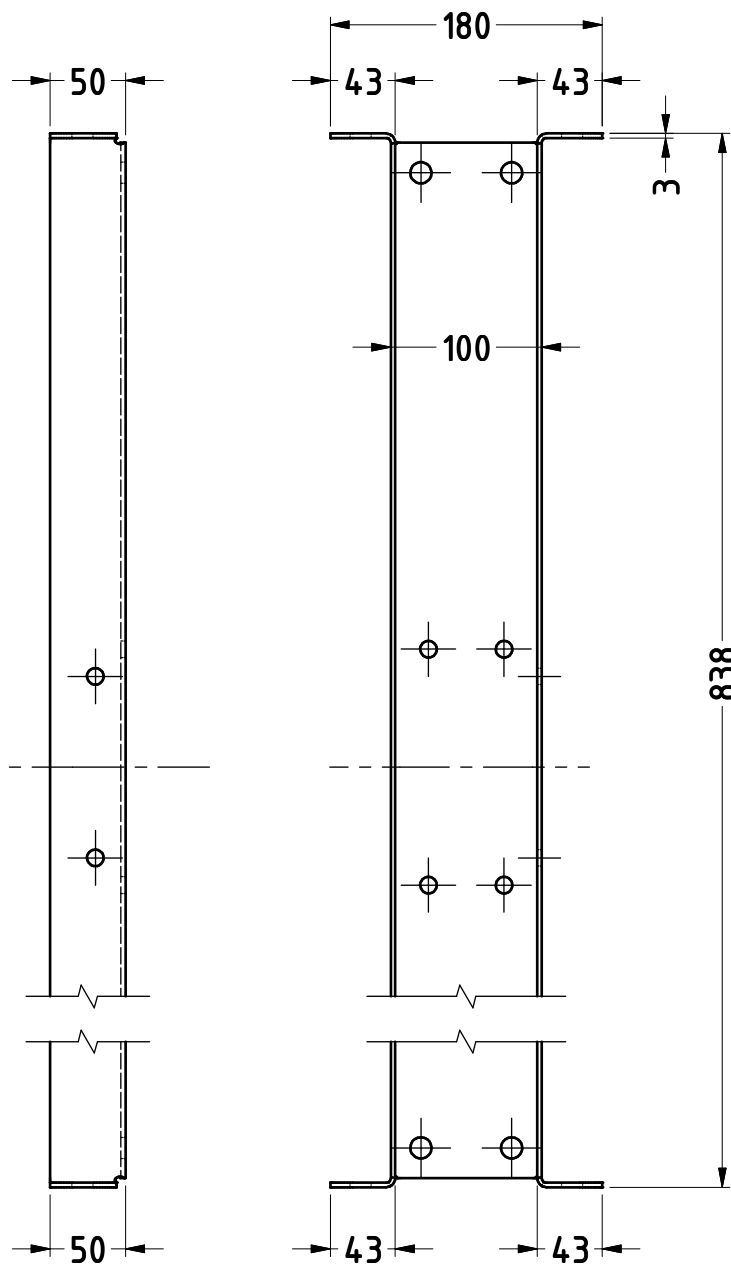
6	PODLOŽKA	ČSN 02 1702 - 17		OCEL	1
5	ŠESTIHRANNÁ MATICE	ISO 4032 - M16		OCEL	2
4	ČEP	ISO 2340 - B - 16x50x4		OCEL 11500	1
3	TÁHLO ZÁVĚSNÉHO ŠROUBU			OCEL 11523	1
2	SRDCE ZÁVĚSNÉHO ŠROUBU			OCEL C15E	1
1	TĚLO ZÁVĚSNÉHO ŠROUBU	ODLITEK		OCEL 422630	1

POZ	NÁZEV-ROZMĚR	POLOTOVAR	VÝKRES-NORMA	MATERIÁL	KS
MAT.	T.O.				
POLOT.					
TOLEROVÁNÍ ČSN ISO 8015					
PŘESNOST ČSN ISO 2768-1					
		INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS
PROMÍT.	JMÉNO	PODPIS	DATUM	H.MOT. (Kg)	MĚŘ.
	KRESLIL Jiří Synáč		13.6.2014	1,868	1:3
FORMÁT A4	TECHNOL.			SESTAVA	KUSOV.
	SCHVÁLIL				

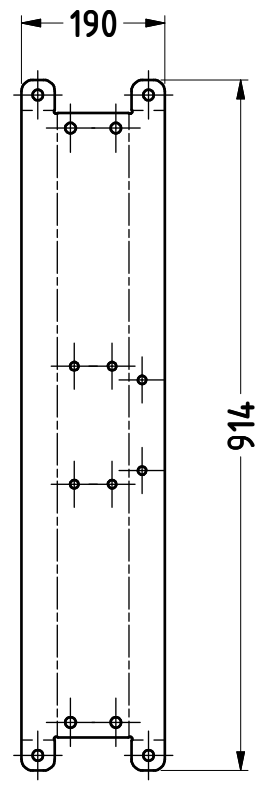
ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA PLZEŇ	NÁZEV ZÁVĚSNÝ ŠROUB M16 PRO LANA
	ČÍSLO VÝKRESU JS - 01 - 01 - 22



PLECH
POZINKOVANÝ



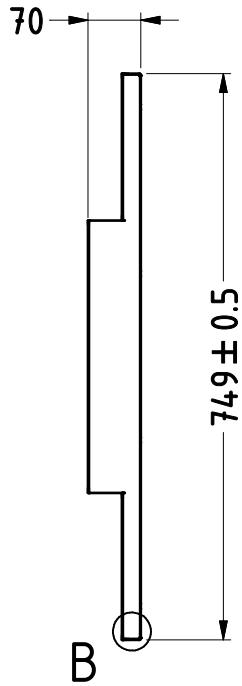
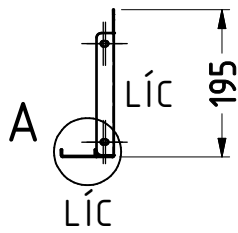
ROZVIN (1 : 10)



VÝKRES JE URČEN PRO VÝPALEK LASEREM

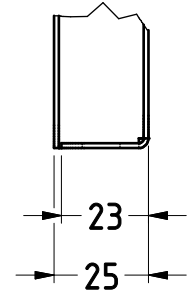
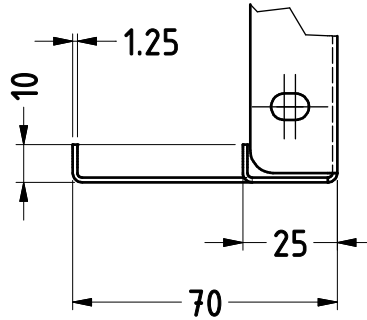
MAT. 10346		T.O. 001					
POLOT. P3 - 914x190		ČSN EN 10143					
TOLEROVÁNÍ ČSN ISO 8015		PŘESNOST ČSN ISO 2768-1		INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS
PROMÍT.		JMÉNO	PODPIS	DATUM	HMOT. (Kg)	MĚŘ.	
	KRESLIL	Jiří Synáč		18.6.2014	3,9	1:5 (1:x)	
FORMÁT A4	TECHNOL.				SESTAVA	KUSOV.	
	SCHVÁLIL				JS - 01 - 01		
ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA PLZEŇ			NÁZEV PŘÍČNÍK HLAVY				
			ČÍSLO VÝKRESU JS - 01 - 01 - 03				





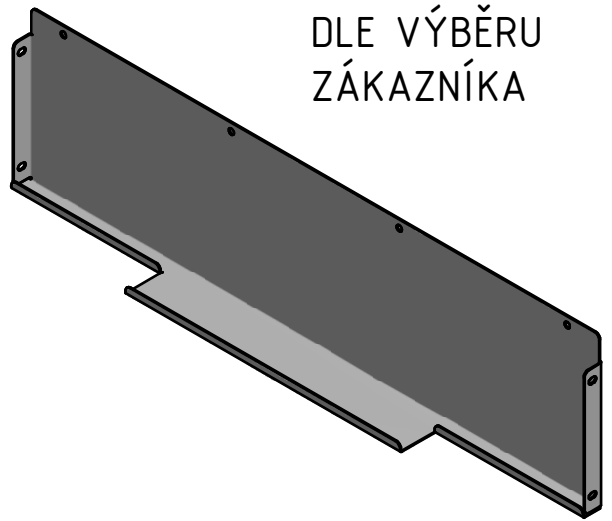
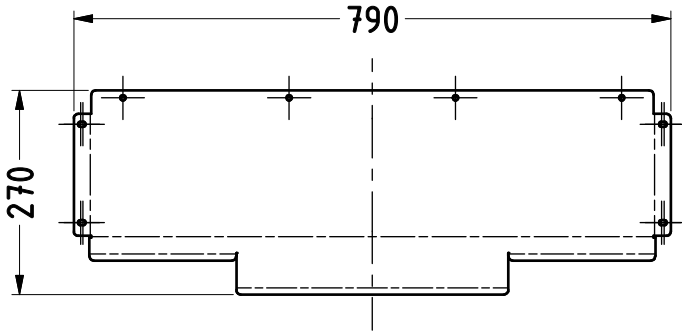
A (1 : 2)

B (1 : 2)



RAL PLECHU
DLE VÝBĚRU
ZÁKAZNÍKA

ROZVIN



VÝKRES JE URČEN PRO VÝPALEK LASEREM

MAT. 10130		T.O. 001					
POLOT. P1,25 - 790x270		ČSN EN 10131					
TOLEROVÁNÍ ČSN ISO 8015		PŘESNOST ČSN ISO 2768-1		INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS
PROMÍT.		JMÉNO	PODPIS	DATUM	HMOT. (Kg)	MĚŘ. 1:10	
		KRESLIL Jiří Synáč		18.6.2014	1,9		
FORMÁT A4	TECHNOL.				SESTAVA JS - 01 - 03	KUSOV.	
	SCHVÁLIL						
ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA PLZEŇ				NÁZEV STĚNA NAD DVEŘMI			
				ČÍSLO VÝKRESU JS - 01 - 03 - 06			