

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N 2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: Dopravní a manipulační technika

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Návrh přepravní palety pro nástřihy plechů

Autor: **Bc. Jan Moštěk**
Vedoucí práce: **Kemka Vladislav, Ing. Ph.D.**

Akademický rok 2013/2014

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci zpracovanou na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

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

V Plzni dne:

.....

podpis autora

Autorská práva

Podle Zákona o právu autorském, č. 35/1965 Sb. (175/1996 Sb. ČR) § 17 a Zákona o vysokých školách č. 111/1998 Sb. je využití a společenské uplatnění výsledků diplomové práce, včetně uváděných vědeckých a výrobně-technických poznatků nebo jakékoliv nakládání s nimi možné pouze na základě autorské smlouvy za souhlasu autora, firmy Stauner, s.r.o. a Fakulty strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Poděkování

Touto cestou bych chtěl poděkovat vedoucímu diplomové práce Ing. Vladislavu Kemkovi, Ph.D. a Ing. Václavu Dufkovi za odbornou pomoc a vedení při vypracování této diplomové práce, dále za poskytnutý čas, informace ohledně technické literatury a cenné rady k vypracování praktické části. Také bych chtěl poděkovat své rodině, která mě během celého studia podporovala.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Moštěk	Jméno Jan
STUDIJNÍ OBOR	2301T001 Dopravní a manipulační technika	
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Kemka, Ph.D.	Jméno Vladislav
PRACOVIŠTĚ	ZČU – FST - KKS	
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Návrh přepravní palety pro nástřihy plechů	

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

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	68	TEXTOVÁ ČÁST	52	GRAFICKÁ ČÁST	16
---------------	----	---------------------	----	--------------------------	----

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Diplomová práce obsahuje rešerši současných řešení palet. Návrh přepravní palety pro nástřihy plechů a řešení pro jednotlivé konstrukční varianty. Dále technickoekonomické zhodnocení vybraného řešení. Modely jsou kresleny v softwaru Autodesk Inventor 2013.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOTLIVÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	Paleta, nástřih plechu, stohování palet, transport palet.

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Moštěk	Name Jan
FIELD OF STUDY	2301T001 Transport Vehicles and Handling Machinery	
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Kemka, Ph.D.	Name Vladislav
INSTITUTION	ZČU – FST - KKS	
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK		

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

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	68	TEXT PART	52	GRAPHICAL PART	16
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	This dissertation paper contains research presenting the most up to date solution of transportation palettes. The proposal is the addition of cut metal sheets added to the transportation palettes with a unique solution for individual structural variants. A techno economical evaluation of the selected solution is also included. Models are drawn in Autodesk Inventor 2013 software.
KEY WORDS	The palettes, cut metal sheets, stacking of palettes, and transportation of palettes.

Obsah

1. Úvod a základní informace	8
1.1 Společnost Stauner Palet s.r.o.	8
2. Rešerše palet	9
2.1 Význam palet a jejich použití v průmyslu	9
2.1.1 Paletizace	9
2.1.2 Palety	9
2.1.3 Palety určené pro nástřihy plechů	11
3. Stávající stav přepravní palety	12
3.1 Popis stávající palety	12
3.2 Deformace palety	13
3.3 Kontrola stávajícího stavu	14
3.3.1 Použité materiály při výpočtu	14
3.3.2 Definice okrajových podmínek	15
3.3.3 Tvorba sítě palety	16
3.3.4 Vyhodnocení výsledků	17
4. Volba a návrh možného řešení	21
4.1 Specifikace požadavků	21
4.1.1 Požadavky k vnějším vlastnostem TS vztahující se k transformačním procesům životních etap TS	22
4.1.2 Požadavky k vnějším vlastnostem TS vztahující se k operátorům ve všech etapách životního cyklu TS	23
4.1.3 Požadavky k vnitřním vlastnostem TS	24
4.1.4 Požadavky k deskriptivním vlastnostem TS	24
4.1.5 Návrh možných řešení / variant	24
4.1.6 Hodnocení variant	25
4.1.7 Graf hodnocení	26
5. Návrhy přepravních palet	27
5.1 Varianta A „ <i>optimalizace materiálu</i> “	27
5.2 Varianta B „ <i>nová konstrukce</i> “	28
5.3 Varianta C „ <i>optimalizace stávající konstrukce</i> “	30
6. Kontrolní výpočty	31
6.1 Výpočet při manipulaci jeřábem	31
6.1.1 Definice okrajových podmínek	31
6.1.2 Vyhodnocení výsledků	32
6.2 Výpočet bezpečnosti stohu proti převrácení	34
6.2.1 Výpočet stohování palety s nástřihy plechů - sklad	34
6.2.2 Výpočet stohování prázdné palety – sklad	35
6.3 Výpočet stojiny na vzpěr při stohování s nástřihy plechů - sklad	37
6.3.1 Výpočet dle Eulerovy teorie namáhání prutů na vzpěr	38
6.3.2 Výpočet dle Tetmayerovy teorie namáhání prutů na vzpěr	40
6.3.2 Výpočet dle Tetmayerovy teorie namáhání prutů na vzpěr	41
6.3.3 Výpočet jednoosé napjatosti – prostý tlak	41

Dopravní a manipulační technika

Bc. Jan MOŠTĚK

6.4 Výpočet palety při přepravě	42
6.4.1 Definice okrajových podmínek	43
6.4.2 Vyhodnocení výsledků	44
7. Technologický postup	45
8. Technicko ekonomické hodnocení	50
8.1 Technické hodnocení	50
8.2 Ekonomické hodnocení	51
9. Závěr	52

Seznam příloh:

PŘÍLOHA č. 1: Kusovník dílů varianty B

PŘÍLOHA č. 2: Kusovník svařenců varianty B

PŘÍLOHA č. 3: Sestava palety s příslušenstvím varianty B

PŘÍLOHA č. 4: Kusovník dílů varianty C

PŘÍLOHA č. 5: Kusovník svařenců varianty C

PŘÍLOHA č. 6: Sestava palety s příslušenstvím varianty C

Seznam výkresové dokumentace:

VARIANTA_C - TYPOVÝ VÝKRES (1 x A1)

70A_504_033_C - SESTAVA SVAŘENÁ (1 x A1)

70A_504_033_01_V1_05 - ZÁKLAD PALETY (1 x A1)

70A_504_033_34_V1 - DRŽÁK STOJINY MALÝ (1 x A3)

70A_504_033_35_V1 - DRŽÁK STOJINY VELKÝ (1 x A3)

1. Úvod a základní informace

Manipulace s materiálem, jako soubor nutných operací při výrobě se stala významným oborem novodobé techniky. Dnes se do manipulace běžně započítává veškerá technologická doprava a skladování a další řada manipulačních operací. Palety jsou velmi důležitým prvkem při manipulaci i skladování materiálu.

V této diplomové práci se budu zabývat návrhem palety určené pro převoz a skladování nástřihu plechů. V zásadě se bude jednat o ocelovou paletu o rozměrech 2400 x 1800 x 230, která bude tvořena z běžně dostupného materiálu S235 a S355 dle DIN EN 10025. Hmotnost palety by měla být do 950 kg a její maximální nosnost 6000 kg. Dále by měla umožňovat fixaci nástřihu plechů a stohovatelnost.

1.1 Společnost Stauner Palet s.r.o.

Společnost Stauner Palet s.r.o. je lídrem na trhu v oblasti logistických systémů a přepravních palet i kontejnerů pro automobilový průmysl. Byla založena v roce 1999 a sídlí v Mrakově nedaleko Domažlic.

Společnost spolupracuje, vyvíjí a vyrábí logistické systémy pro významné automobilové společnosti, jako jsou Volkswagen, BMW, Daimler, Porsche, ale i pro společnosti s jiným zaměřením např. Liebherr, Siemens, Miele.

Rozsah služeb pokrývá nejen celý vývoj, ale i výrobu logistických systémů. Stauner nabízí produkty s nekompromisní kvalitou a s velkou odborností za příznivé ceny. [7]

Základními produkty jsou speciální palety:

- pro lisované díly
- pro montážní díly
- pro agregáty a převodovky



Obr. 1 Stauner Palet s.r.o. - výrobní haly

2. Rešerše palet

2.1 Význam palet a jejich použití v průmyslu

Paleta je manipulační (přepravní) jednotka přizpůsobená k mechanizované nebo automatizované manipulaci. Přeprava materiálů pomocí palet představuje jeden z moderních progresivních způsobů manipulace s náklady. Využívá se k ukládání materiálů ve skladech, k mezioperační manipulaci, k meziobjetkové a vnější dopravě a je určena výhradně k vnitroskladové manipulaci.

2.1.1 Paletizace

Paletizace je manipulační metoda, při níž materiál stále spočívá na paletě s níž se zároveň přepravuje. Proto je paleta přizpůsobena tak, že pod ní mohou zajet vidlice vysokozdvížného vozíku, stahovacího jeřábu. V současné době je jednou z nejrozšířenějších manipulačních metod. Paletizace umožňuje komplexně mechanizovat ložné, dopravní i skladištní práce, podstatně zkrátit prostoje vagonů a aut, zvýšit kapacitu vozidel i skladů využitím výšky, snížit náklady na obaly, zjednodušit inventuru atd.

Paletizace řeší hospodárně celý dopravní cyklus – od suroviny přes výrobu až po dodavatele. Paletové náklady je dále možno ukládat do několika vrstev nad sebou – stohovat.

2.1.2 Palety

Paletou rozumíme přepravní prostředek opatřený ložnou a opěrnou plochou. Konstrukce palet musí být taková, aby se ekonomicky dosáhlo co největší pevnosti, tuhosti a stability palety, při její nejmenší hmotnosti. Každá paleta musí být nabíratelná ze čtyř stran a v některých případech i manipulovatelná jeřábem. Ložné a opěrné podlahy musí být upraveny tak aby se v nich nezadržovala voda.

Rozdělení palet dle konstrukčního provedení:

- Palety prosté (obr. 2)
- Palety ohradové (obr. 3 a obr. 4)
- Palety skříňové (obr. 5)
- Palety sloupkové (obr. 6)



Obr. 2 Europaleta



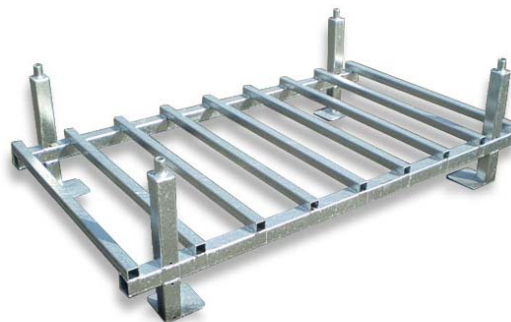
Obr. 3 Paleta ohradová s plnými stěnami



Obr. 4 Paleta ohradová s výplní z pletiva



Obr. 5 Paleta skříňová



Obr. 6 Paleta sloupková

Rozdělení palet dle použitého materiálu:

- Palety dřevěné
- Palety kovové
- Palety z plastických hmot
- Palety lepenkové
- Palety kombinované z uvedených předchozích materiálů

Z hlediska funkčního se mohou vyskytovat i zvláštní palety přepravující tvarově i objemově složitý materiál vyžadující zvláštní uložení, uchycení, nebo polohování např. pro nástřihy plechů, převodovky, motory atd. [4]

2.1.3 Palety určené pro nástřihy plechů

Speciální palety pro převoz nástřihu plechů jsou vyrobeny především z konstrukční oceli. Skladuje a převáží se na nich materiál, jehož hmotnost není v řádu kilogramů, ale tun. Proto jejich konstrukce musí být dimenzována na maximální zatížení palety. Jinými slovy, musí být dostatečně tuhá, aby nedošlo k jejímu zborcení. Palety mají oproti klasickým zpravidla větší rozměry. Většinou takové, aby efektivně využívaly nákladový prostor při silniční nebo kolejové dopravě. Tyto palety bývají manipulovatelné vysokozdvížným vozíkem ze všech stran, v některých případech jsou vybaveny manipulačními háky pro manipulaci jeřábem. Dalším důležitým prvkem je stohovatelnost palet. Ta je řešena buď pevnými stojinami (obr. 7) nebo odnímatelnými stojinami (obr. 8), které jsou příslušenstvím palety. Výhoda odnímatelných stojin spočívá v úspoře prostoru při skladování, nebo přepravě prázdných palet.



Obr. 7 Paleta s pevnými stojinami



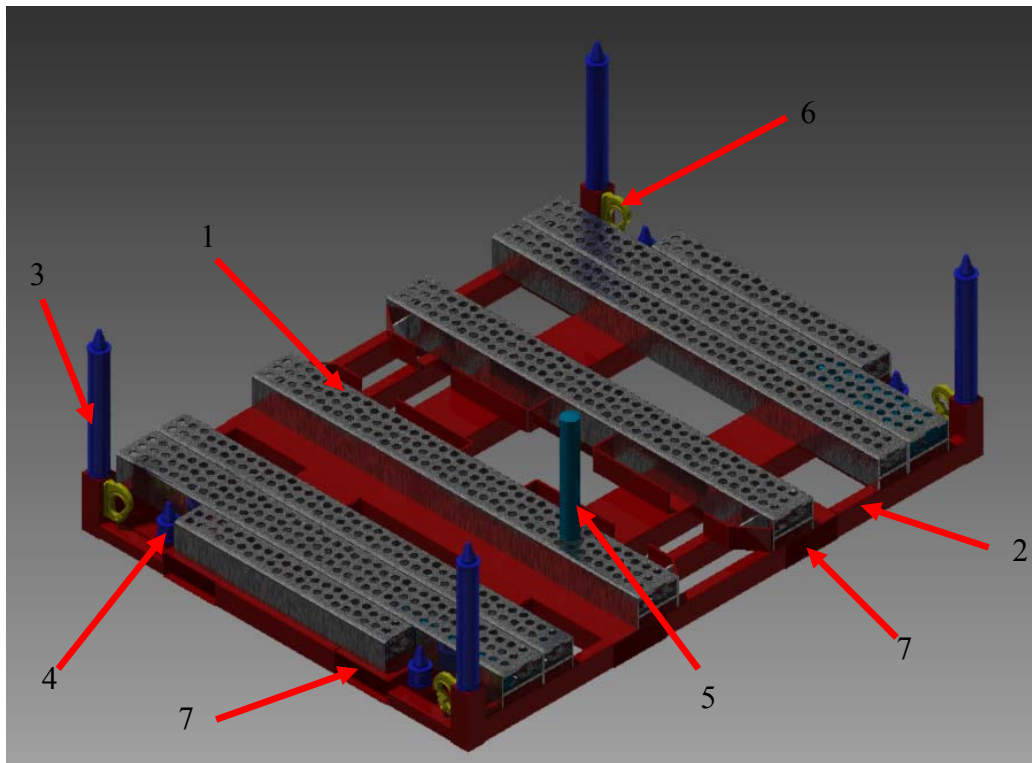
Obr. 8 Paleta s odnímatelnými stojinami

3. Stávající stav přepravní palety

V této kapitole bude popsáno konstrukční řešení současné palety, její zborcení při manipulaci, a pevnostní kontrola stávajícího řešení.

3.1 Popis stávající palety

V současné době se využívá přepravní paleta pro nástřihy plechů pro lisovnu karosářských dílů dle výkresu 504033 (obr. 9). Jedná se o paletu speciální a vratnou. Základní rozměry palety jsou 2400 x 1800 x 230. V případě stohování prázdných palet je výška 300 mm a při stohování palet s nástřihy plechů je výška 735 mm. Nosnost palety uvedená výrobcem je 6000 kg. Přibližná hmotnost prázdné palety je 750 kg. Celá paleta je svařena z běžně dostupného materiálu S235 JRG2, kromě háků, které jsou nakupovány a musí být ze svařitelné oceli s min. nosností 5000 kg/hák. Příslušenství palety je také z materiálu S235 JRG2 vyjma excentrických dorazů, které jsou vyrobeny z materiálu S355 JRG2.



Obr. 9 Stávající řešení přepravní palety

- | | | |
|--|------------------------------|---------------------|
| 1 - ložná plocha (pozinkovaná) | 2 - základ palety (lakovaný) | 3 - dlouhá stojina |
| 4 - krátká stojina | 5 - doraz plechů | 6 - manipulační hák |
| 7 - otvory pro manipulaci vysokozdvížným vozíkem | | |

Základ palety tvoří podélné a příčné jekly o rozměrech 250 x 100 x 4, které jsou propojeny pomocí plechu o rozměrech 250 x 250 x 5. Uspořádání jeklů je takové, aby se paleta dala manipulovat pomocí vysokozdvižného vozíku ze všech 4 stran. V každém rohu se nachází horizontálně přivařená čtvercová tyč 80 x 230 s průchozí dírou o průměru 50 mm, do které lze dle potřeby vkládat stojiny, které jsou součástí palety. Každá paleta obsahuje 2 typy stojin o délkách 505 mm a 70 mm. Delší z nich se používá při stohování palet s nástřihy plechů. Kratší se používají pouze při stohování prázdných palet. Pro manipulaci jeřábem, případně manipulátorem, je na každé rohové čtvercové tyči přivařen manipulační hák s bezpečnostní záklapkou. Tento základ palety je povrchově upraven lakováním.

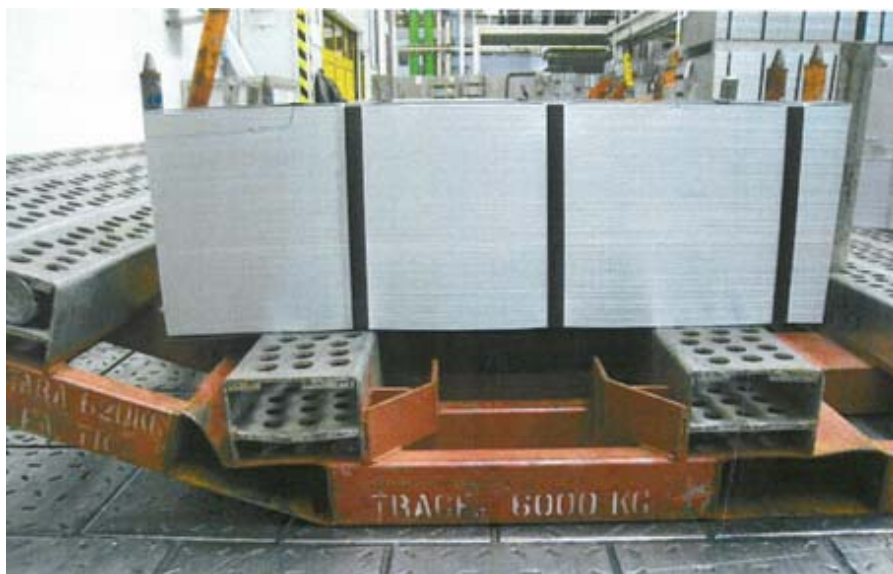
Ložná plocha je tvořena osmi pozinkovanými svařenci. Každý svařenec se skládá z hraněného profilu U, který je vyztužen plechem tloušťky 6 mm. Z vrchní strany tohoto svařence jsou osmi-hrané otvory ve třech a ve dvou řadách. Pod každým otvorem se nachází kruhový otvor o průměru 30 mm. Do těchto otvorů se zasouvají excentrické dorazy, které vodorovně fixují nástřihy plechů ve všech směrech. Tyto plechy jsou mimo jiné i spáskovány. Dorazy jsou excentrické, protože musí fixovat nástřihy různých tvarů.

3.2 Deformace palety

Dle předané fotodokumentace, viz. obrázek 10 a 11, došlo při manipulaci ke zborcení palety. Paleta byla zatížena pouze na středových nosnících, tudíž nedošlo ke správnému rozložení hmotnosti na celou ložnou plochu palety. Tato paleta s plechy se při manipulaci jeřábem zborčila v místech pod středovými nosníky. Ostatní části palety se jeví bez viditelného poškození. Proto je potřeba se v pevnostní kontrole zaměřit hlavně na zdeformované části a zjistit, zda vyhovují z pevnostního hlediska.



Obr. 10 Deformace palety vzniklá manipulací



Obr. 11 Detail deformací

3.3 Kontrola stávajícího stavu

Výpočtem v programu Inventor ověřím konstrukci palety, pevnost, posunutí a bezpečnost. Maximální deformace palety je předpokládána při maximálním zatížení palety na středových nosnících a při manipulaci jeřábem. Při manipulaci vysokozdvizným vozíkem výsledná působící síla od nástřihů plechů je přímo přenášena na nosné vidlice vysokozdvizného vozíku. Z tohoto důvodu není prováděn žádný výpočet, protože je předpokládána nulová deformace. Při výpočtech není paleta osazena příslušenstvím, pouze je uvažována jeho hmotnost.

3.3.1 Použité materiály při výpočtu

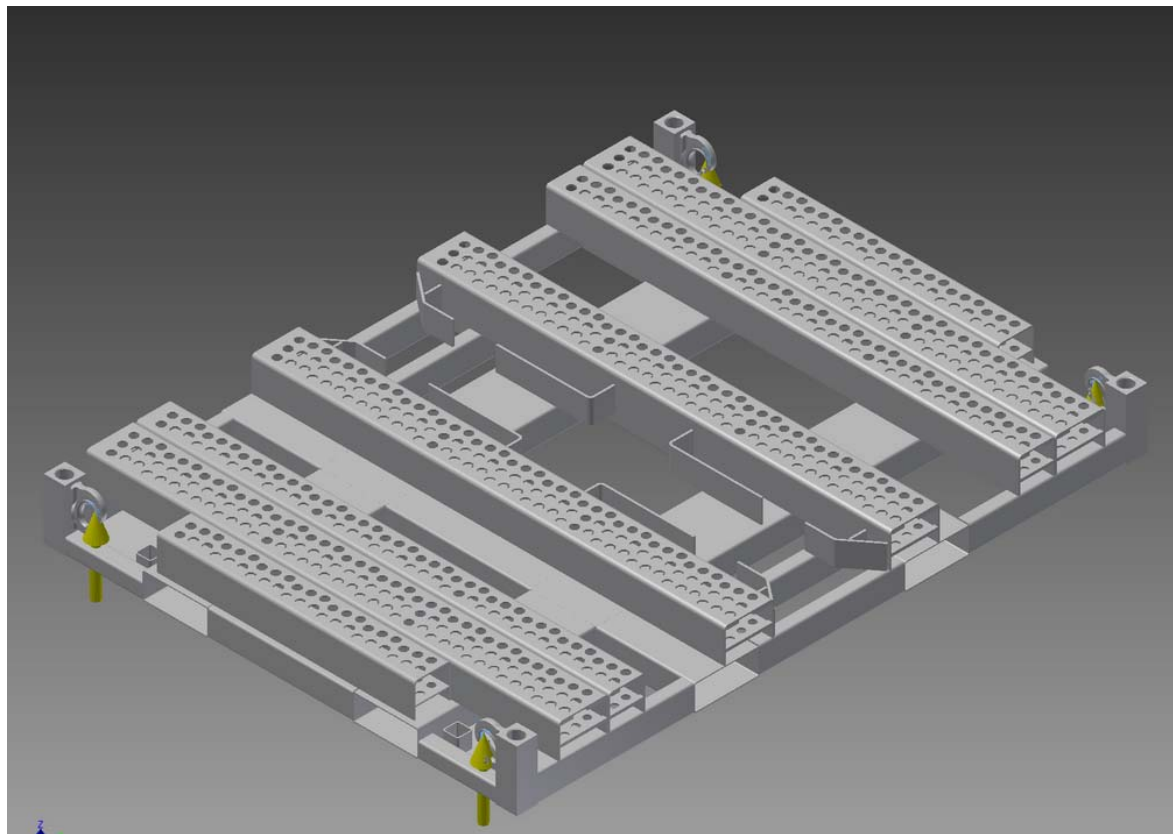
Pro úplný přehled jsem vytvořil tabulku materiálů, které byly ve stávající konstrukci palety použity. Uvedeny jsou zde základní hodnoty (vlastnosti) materiálů, které jsem definoval ve výpočtovém softwaru Inventor. Tabulka obsahuje pouze 2 druhy ocelového materiálu. V případě manipulačního háku materiál neuvádím, protože se jedná o nakupovaný díl.

Jakost oceli	Modul pružnosti v tahu E [Mpa]	Mez pevnosti R _m [MPa]	Mez kluzu R _e [MPa]
S235 J2	$2,1 \cdot 10^5$	360	235
S355 J2	$2,1 \cdot 10^5$	470	355

Tab. 1 Výpis použitých materiálů a jejich základní vlastnosti

3.3.2 Definice okrajových podmínek

Statickým výpočtem testuji stávající paletu. Paleta by měla mít nosnost 6000 kg při maximální hmotnosti do 950 kg. Výpočet působících sil je uvedený níže. Na obr. 12 je naznačeno působení sil při manipulaci. Síla působící na jednom manipulačním háku je 17 kN. Na obr. 13 je modře znázorněna pevná vazba, která představuje způsob zatížení palety od nástřihu plechů.



Obr. 12 Směr působení síly

Maximální hmotnost naložené palety:

$$Q_s = Q_s + Q$$

$$Q_s = 950 + 6000$$

$$Q_s = 6950 \text{ kg}$$

Tíhová síla:

$$G_s = g \cdot Q_s$$

$$G_s = 9,81 \cdot 6950$$

$$G_s = 68180 \text{ N}$$

Síla působící v manipulačním háku:

$$F = G_S / 4$$

$$F = 68180 / 4$$

$$F = 17045 \text{ N}$$

kde

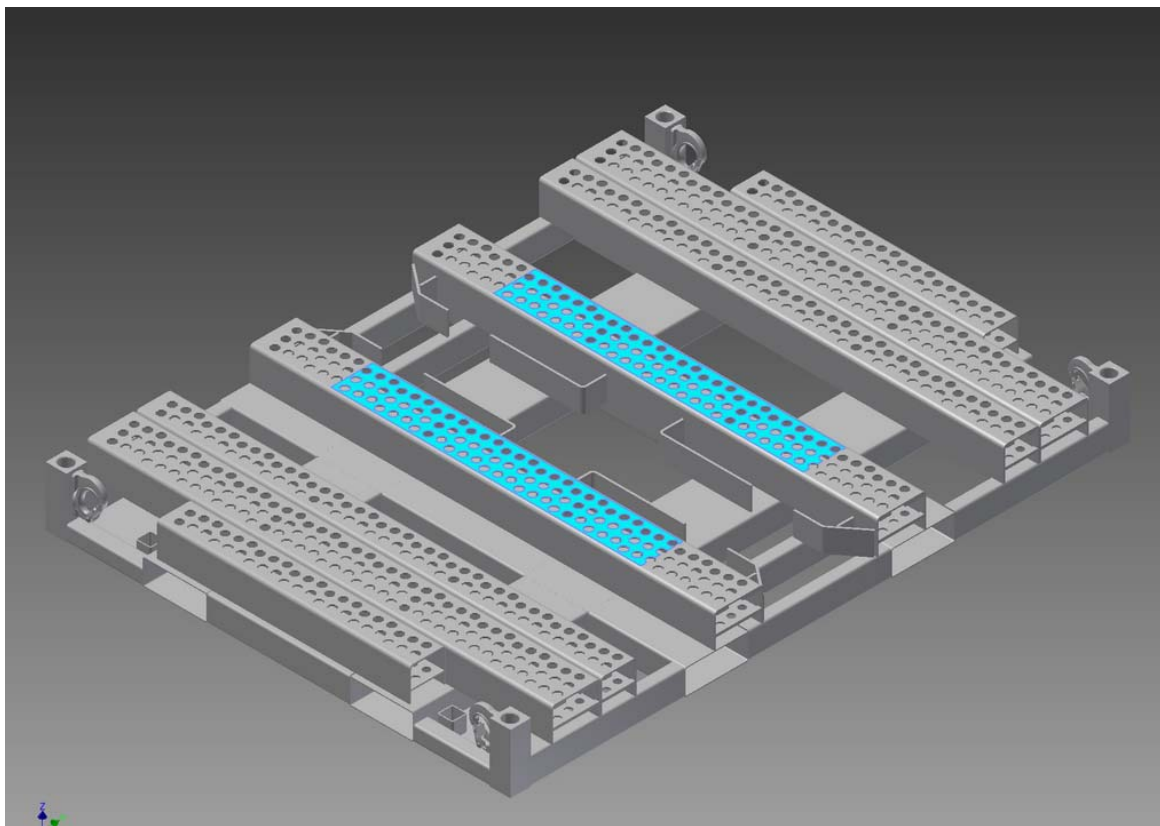
Q_G [kg] je hmotnost palety,

Q [kg] je nosnost palety,

Q_S [kg] je maximální hmotnost naložené palety,

G_S [N] je tíhová síla,

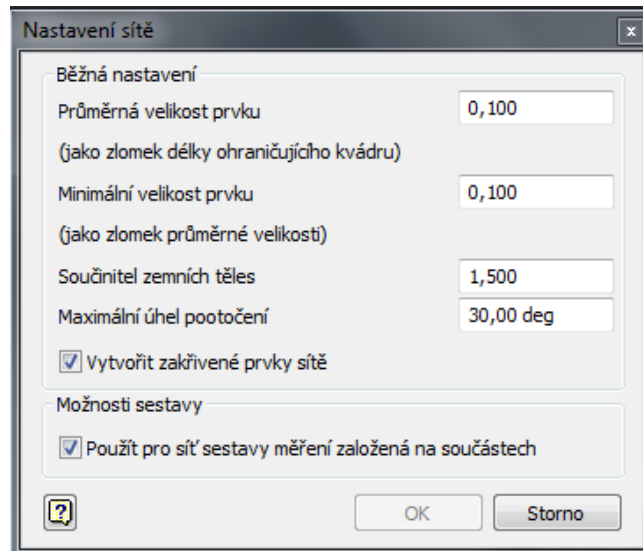
F [N] je síla působící v manipulačním háku.



Obr. 13 Místo zatížení palety (pevná vazba)

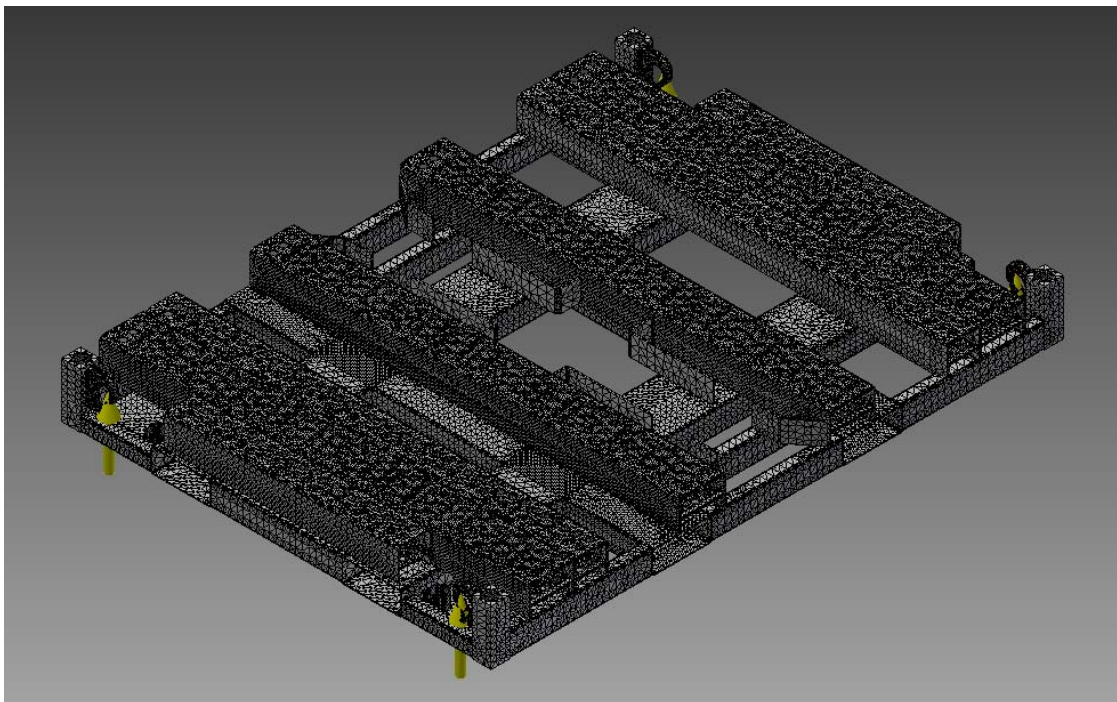
3.3.3 Tvorba sítě palety

Výsledná síť palety, i ostatní výpočty, jsou vytvořeny v softwaru Inventor – jeho výpočetním modulu. Velikost elementů (obr. 14) je nastavena na maximum, s ohledem na výpočetní techniku.



Obr. 14 Nastavení sítě

Celková síť (obr. 15) se skládá z jednotlivých zesíťovaných komponent, které jsou spojeny v celek. Jejich spojení je provedeno pevnou vazbou.



Obr. 15 Síť (mesh) sestavy

3.3.4 Vyhodnocení výsledků

Z vypočtených výsledků bylo zjištěno, že všechna působící napětí se nenachází pod mezí kluzu použitého materiálu. Maximální napětí o velikosti 832,2 MPa je ve křížovém spoji jeklů 250 x 100 x 4 a plechu o síle 5 mm (obr. 16). Bezpečnost k mezi kluzu k_k by se měla pohybovat mezi 1,2 až 2,5.

Bezpečnost k mezi kluzu:

$$k_k = R_e / \sigma_{redmax}$$

$$k_k = 235 / 832,2$$

$$k_k = 0,28 \rightarrow \text{nevyhovuje}$$

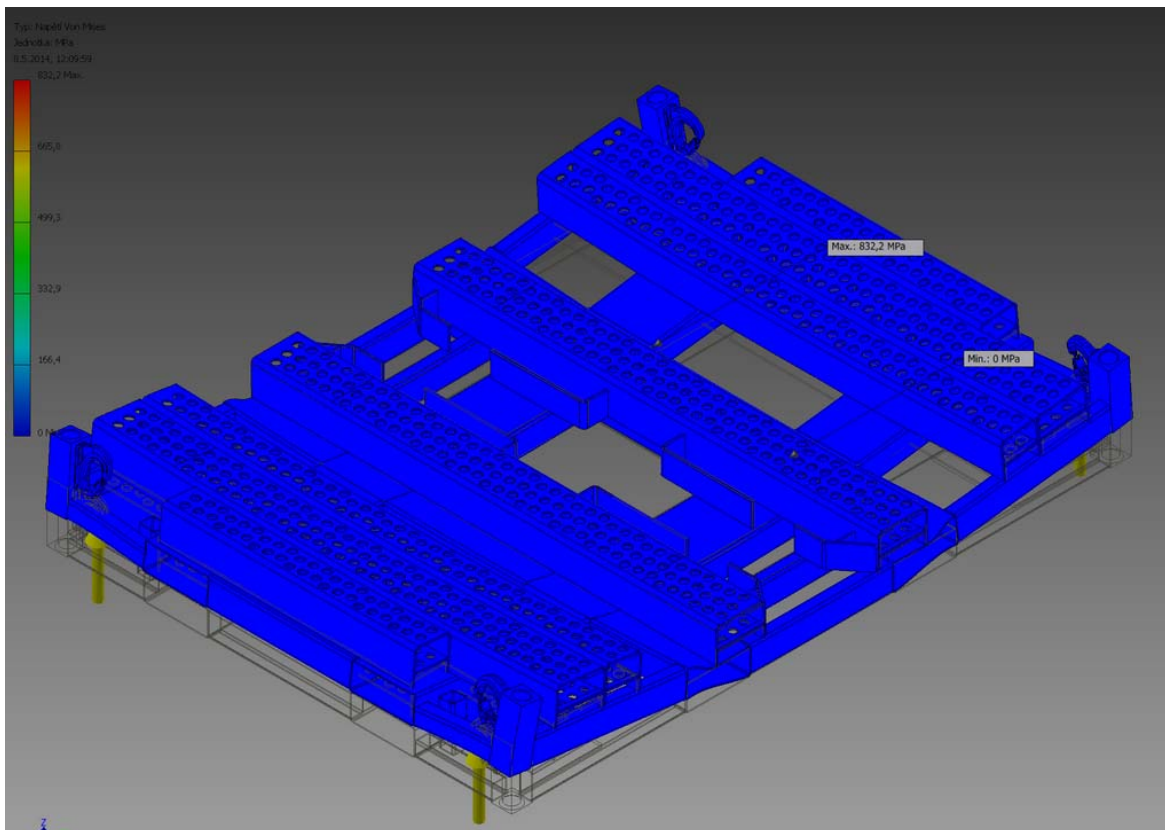
kde

k_k [] je bezpečnost k mezi kluzu,

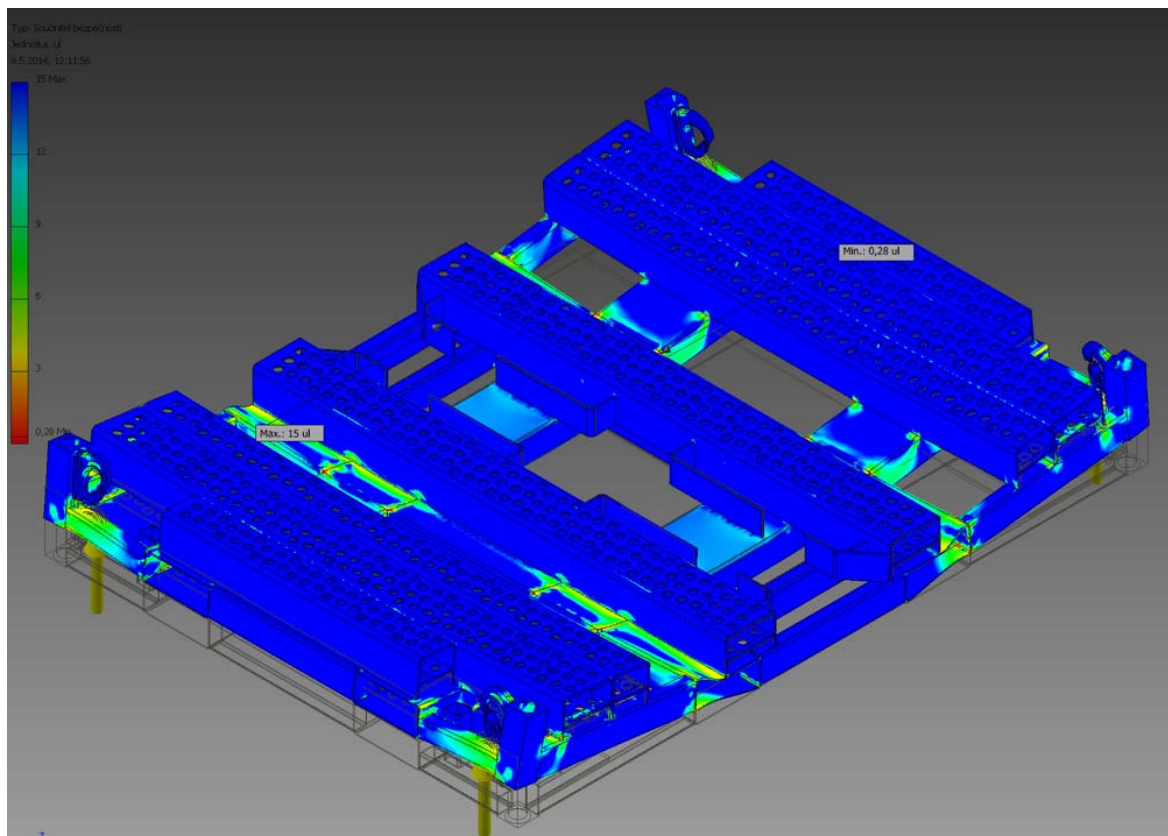
R_e [MPa] je mez kluzu,

σ_{redmax} [MPa] je maximální redukované napětí.

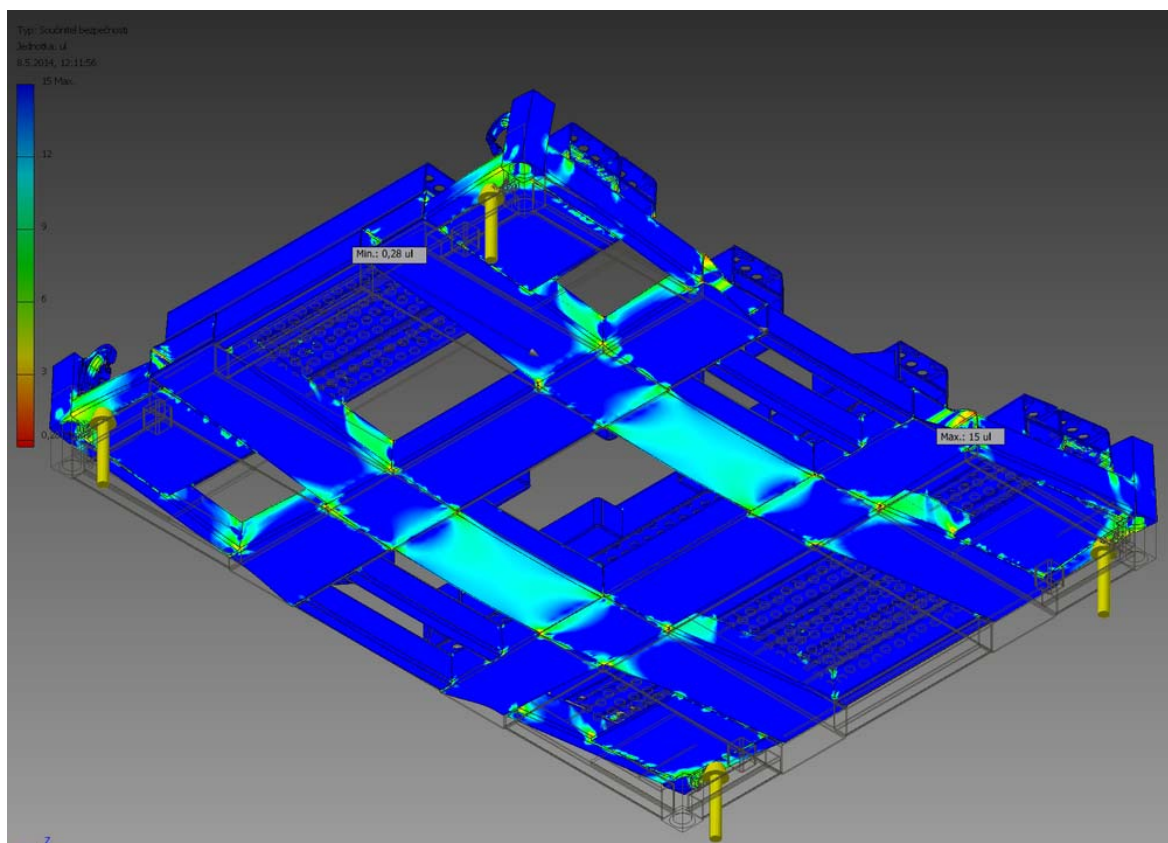
Výsledná bezpečnost se nachází hluboko pod minimální možnou bezpečností. Průběh součinitele bezpečnosti i s jeho minimální hodnotou je graficky znázorněn na obr. 17 a 18. Průběh posunutí je vidět na obr. 19. Jeho maximální hodnota je 1,7 mm.



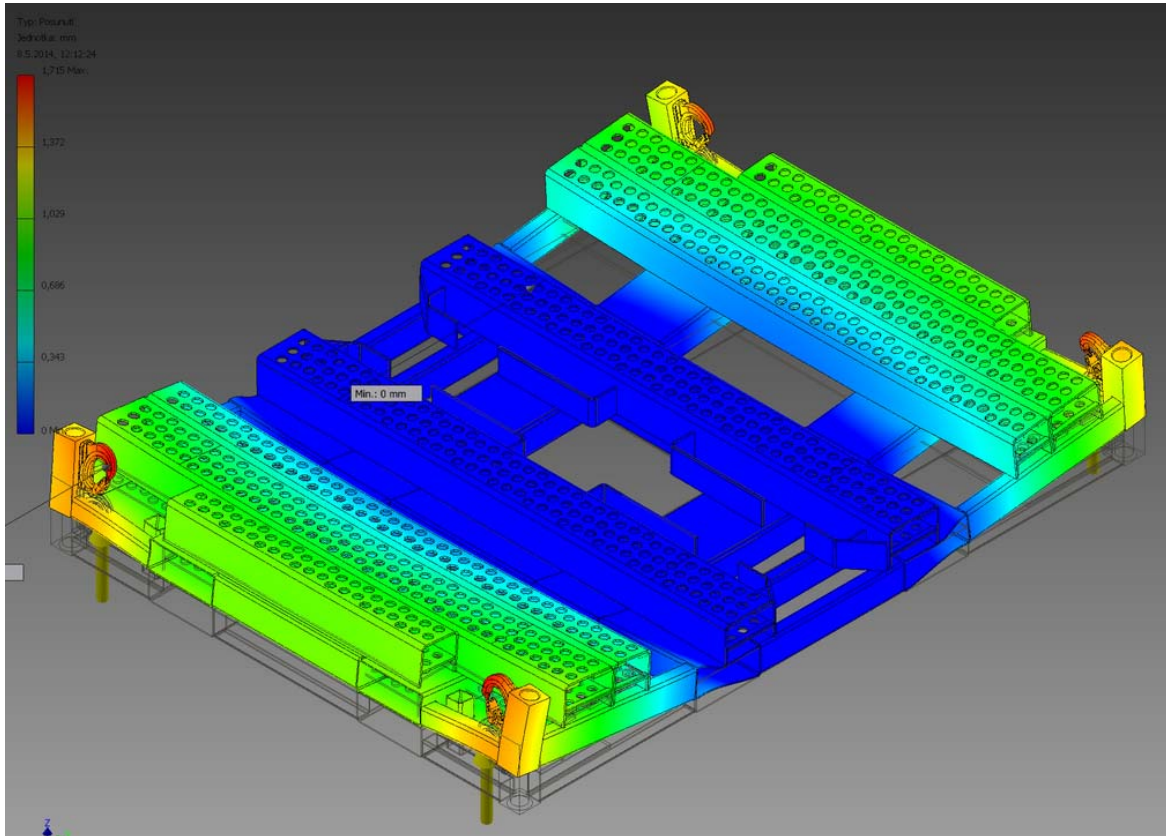
Obr. 16 Napětí Von Misses



Obr. 17 Součinitel bezpečnosti



Obr. 18 Součinitel bezpečnosti



Obr. 19 Posunutí

Z vypočtených výsledků je zřejmé, že paleta nevyhovuje z hlediska bezpečnosti při daných okrajových podmínkách. To znamená při manipulaci jeřábem s maximálním zatížením 6000 kg na středových nosnících.

Existují tři varianty řešení. Uměle snížit maximální nosnost palety, tak aby vyhovovala pevnostní kontrola, nebo vylepšit paletu po stránce materiálové a konstrukční, nebo navrhnout novou konstrukci palety. Vzhledem k zadání od firmy STAUNER PALET s.r.o., kde je základní podmínkou nosnost palety 6000 kg, lze první variantu řešení zavrhnout.

4. Volba a návrh možného řešení

Hlavním úkolem zadání této diplomové práce, přesněji její nejdůležitější částí, je najít možné konstrukční řešení, které bude odpovídat požadavkům firmy STAUNER PALET s.r.o. a příslušným normám.

Cílem je vytvořit paletu, která vyhovuje pevnostním podmínkám a optimalizovat její hmotnost. Ta je důležitá jak při manipulaci palety vysokozdvížným vozíkem, tak při silniční, nebo kolejové přepravě, při níž každý kilogram navíc hraje důležitou roli. Tento faktor má značný vliv i na výrobní náklady.

Základní otázkou k zamyšlení tedy zůstává – *„Je lepší vytvořit nový typ palety, nebo se pokusit o optimalizaci stávající.“*

4.1 Specifikace požadavků

V tabulkách, které následují, jsou přehledně uspořádány všechny důležité požadavky na technický systém – přepravní paleta. Požadavky jsou děleny do různých tabulek z různých hledisek.

V tabulkách jsou zapsány pouze požadavky nejdůležitější pro hodnocení a srovnávání dosavadního, konkurenčního a inovačního řešení proti ideálnímu. Podle vážnosti významu je každému požadavku přiřazeno číslo jeho váhy (1 – nejnižší váha, 4 – nejvyšší váha).

4.1.1 Požadavky k vnějším vlastnostem TS vztahující se k transformačním procesům životních etap TS

Požadavky na vnější/reflektivní vlastnosti&chování TS vztah. k transformačním procesům všech etap živ. cyklu TS	Požadovaná hodnota charakteristiky vlastnosti/chování TS a příp. tolerance	Váha (1 - 4)
(1) Pož. na (hlav. i asist.) funkční/účinkové vlastn. pro provoz:		
Technický systém: PALETA <i>Vytvořit ložnou plochu pro náklad</i> - max. nosnost - max. výška nákladu <i>umožnit fixování nákladu</i> <i>umožnit stohování palet</i> <i>možnost upnutí příslušenství</i> MOŽNOSTI MANIPULACE S PALETOU <i>Vysokozdvíhým vozíkem</i> <i>Jeřábem</i> Transportní proces: <i>umístění dorazů</i> <i>změna výšky palety</i> <i>Četnost využití:</i> <i>požadavek co nejvyšší univerzálnost fixace</i> <i>hmotnost</i> <i>tvar</i> <i>umístění příslušenství</i>	max. 6000 kg max. 500 mm nutná podmínka vždy střední jednoduché, bezpečné jednoduché, bezpečné	4 4 4 4 3 4 4
(2) Pož. na ostatní vlastnosti pro provoz:		
•Prostředí: - <i>Souhrnná charakteristika</i> • Četnost použití: - <i>Souhrnná charakteristika</i> • Životnost: - <i>Souhrnná charakteristika</i> • Údržba: - <i>Souhrnná charakteristika</i>	uzpůsobené pro manipulaci několikadenní použití min. 10 let jednoduchá	4 4 3 4
(3) Pož. na vlastnosti pro předvýrobní procesy a výrobu:		
• Vhodnost pro konstruování, Tg. a Org. přípr. Výroby: - <i>Souhrnná charakteristika</i> • Náročnost na vyrobení a montáž: - <i>Souhrnná charakteristika</i> • Druh výroby: - <i>Souhrnná charakteristika</i>	vysoká vlastní, středně náročná sériová	3 4 4
(4) Pož. na vlastnosti pro distribuci:		
• Skladovací prostor: - <i>Souhrnná charakteristika</i> • Manipulace při dopravě a instalaci: - <i>Souhrnná charakteristika</i>	minimální, uspokoj. akt. pož. trhu ruční za pomoci běžného náradí	4 3
(5) Pož. na vlastnosti pro likvidaci:		
• Demontovatelnost: - <i>Souhrnná charakteristika</i> • Recyklovatelnost: - <i>Souhrnná charakteristika</i>	jednoduchá jednoduchá a vysoká	4 4

4.1.2 Požadavky k vnějším vlastnostem TS vztahující se k operátorům ve všech etapách životního cyklu TS

Požadavky na vnější/reflektivní vlastnosti&chování TS vtaž. k operátorům transf. procesů všech etap živ. cyklu TS	Požadovaná hodnota charakteristiky vlastnosti/chování TS a příp. tolerance	Váha (1 - 4)
(1) Pož. na vlastn. pro věcný manaž./říd. systém předvýr.,výr. a servis. procesů:		
• Náhrada vlastního produktu: - <i>Souhrnná charakteristika</i>	změna dodavatele	3
• Konkurenceschopnost k produktům na trhu: - <i>Souhrnná charakteristika</i>	Avex, Kovpal	4
• Plánována inovace příslušenství v závislosti na pož. zákaz.: - <i>Souhrnná charakteristika</i>	vysoká	4
(2) Pož. na vlastnosti pro člověka (a ost. živé bytosti):		
• Bezpečnost ve všech životních etapách, ergonomie: <i>zdravotní nezávadnost</i> <i>zajištění proti nežádoucímu pohybu</i> <i>nastavování a přestavování</i> <i>bezpečné stohování</i> <i>bezpečnost proti poranění</i>	vysoká vysoké jednoduché, bezpečné za každé situace vysoká	4 4 2 4 4
• Příjemnost pro člověka (estetičnost, apod.): <i>tvarový design</i> <i>barevné řešení</i> <i>povrch</i>	funkční dle použití odolný vůči poškození.	1 1 4
(3) Pož. na vlastn. pro aktiv. materiál. a energetické okolí:		
• Ekologičnost materiálů - <i>Souhrnná charakteristika</i>	v rámci dodržení mech. vlastností	3
(4) Pož. na vlastnosti pro aktivní informační okolí:		
• Patentová a licenční práva - <i>Souhrnná charakteristika</i>	bez porušení	4
• Další předpisy a normy - <i>Obecné bezpečnostní normy</i>	dodržení	4
(5) Pož. na vlastnosti pro technické prostředky (ostatní TS):		
• Náročnost na technické prostředky v živ. etapách - <i>Souhrnná charakteristika</i>	minimální	3
(6) Pož. na vlastnosti pro odborný informační systém:		
• Výrobní a montážní dokumentace - <i>Souhrnná charakteristika</i>	standardní forma	4
• Návodů k obsluze - <i>Souhrnná charakteristika</i>	standardní forma	4
• Návodů pro údržbu a opravy - <i>Souhrnná charakteristika</i>	žádné	3
(7) Pož. na vlastn. pro ekon. a čas. manaž./řídící systém předvýr.,výr. a servis. procesů:		
• Přibližná cena výrobku: - <i>Souhrnná charakteristika</i>	max. 2850,- Eur	4
• Čas na dodání, příp. vývoj a výrobu: - <i>Souhrnná charakteristika</i>	skladem, příp. 48h, vývoj 5 měsíců	3

4.1.3 Požadavky k vnitřním vlastnostem TS

Požadavky na vnitřní/reaktivní vlastnosti&chování TS	Požadovaná hodnota charakteristiky vlastnosti/chování TS a příp. tolerance	Váha (1 - 4)
(1) Pož. na obecné konstrukční vlastnosti:		
• Odolnost povrchů proti poškození: <i>chemická, teplotní</i>	vysoká, dle zeměpis. oblasti použití	4

4.1.4 Požadavky k deskriptivním vlastnostem TS

Požadavky na strukturní/deskriptivní vlastnosti TS	Požadovaná hodnota charakteristiky vlastnosti TS a příp. tolerance	Váha (1 - 4)
(1) Pož. na elementární konstrukční vlastnosti:		
• Ovládací prvky: - <i>Souhrnná charakteristika</i>	subdodavatelé	2
• Spojovací prvky: - <i>Souhrnná charakteristika</i>	normalizované	2
(2) Pož. na znakové konstrukční vlastn./charakteristiky:		
• Funkční princip: - <i>Souhrnná charakteristika</i>	mechanický	3
• Druh pohonu: - <i>Souhrnná charakteristika</i>	ruční	3

4.1.5 Návrh možných řešení

Navržené varianty vychází ze základního tvaru stávajícího řešení.

Ve variantě A bude řešena změna materiálu, konstrukce zůstane zachována.

Ve variantě B bude řešena nová konstrukce, materiál zůstane původní.

Ve variantě C bude optimalizována stávající konstrukce, možná i po stránce materiálové.

Varianta A „optimalizace materiálu“

Manipulace s paletou – průměrná

Fixace nástřihu plechů – výborná

Nosnost – průměrná

Materiál – kvalitnější

Konstrukce - průměrná

Varianta B „nová konstrukce“

Manipulace s paletou – jednoduchá

Fixace nástřihu plechů – výborná

Nosnost – vysoká

Materiál – běžně dostupný

Konstrukce - průměrná

Varianta C „optimalizace stávající konstrukce“

Manipulace s paletou – jednoduchá

Fixace nástřihu plechů – výborná

Nosnost – vysoká

Materiál – běžně dostupný

Konstrukce – vylepšená

4.1.6 Hodnocení variant

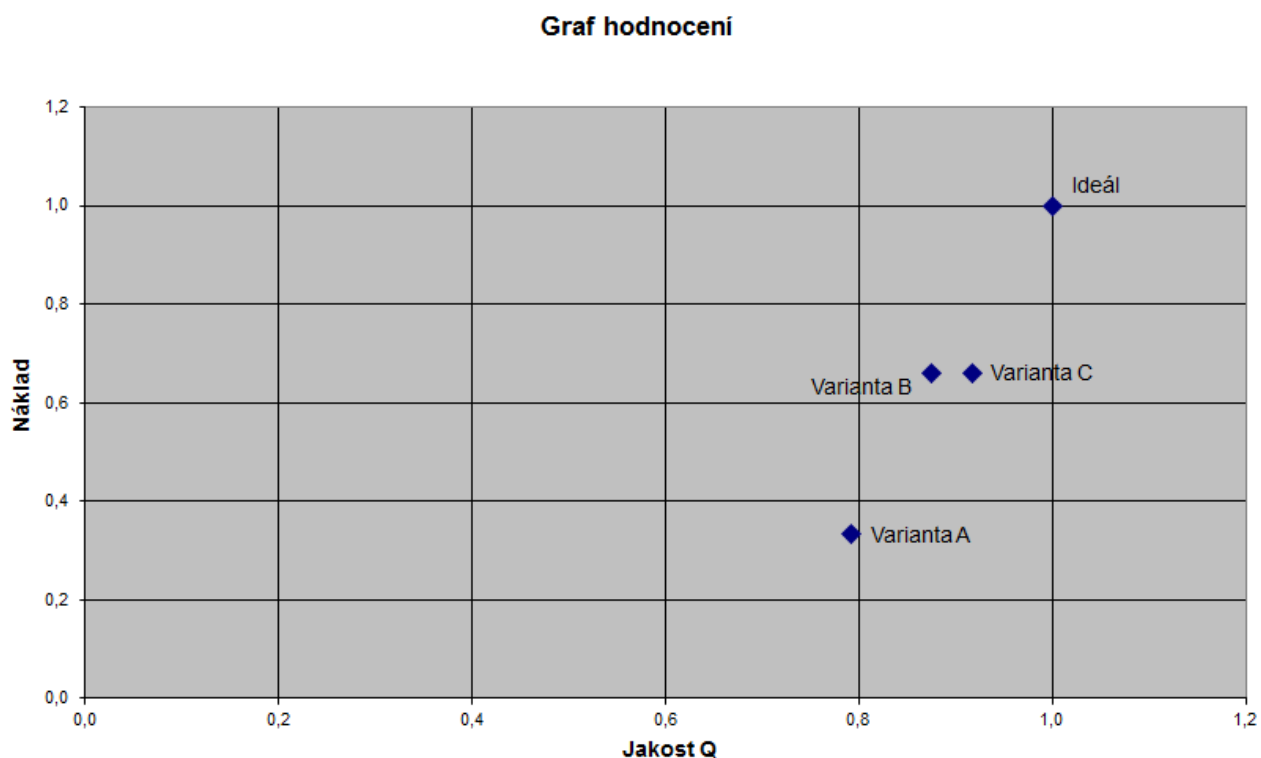
Varianta		A	B	C	ideál
KRITÉRIA JAKOSTI Q	Manipulace s paletou	2	3	3	3
	Fixace nástřihu plechů	3	3	3	3
	Stohovatelnost palet	3	3	3	3
	Nosnost	2	3	3	3
	Použití příslušenství	2	2	2	3
	Montáž příslušenství	3	3	3	3
	Dle materiálu	3	2	2	3
	Dle konstrukce	1	2	3	3
	Celk. součt. hodnocení	19	21	22	24
	Celk. norm. hodnocení	0,79	0,88	0,92	1,00
KRITÉRIA NÁKL. C	Výrobní náklady	1	2	2	3
	Celk. součt. hodnocení	1	2	2	3
	Celk. norm. hodnocení	0,33	0,66	0,66	1,00
CELKOVÉ POŘADÍ		3	2	1	

Tab. 2 Hodnocení variant

Dle výše uvedených hodnotících parametrů je jako nejvhodnější řešení varianta C (pracovní název „optimalizace stávající konstrukce“), na druhém místě varianta B („nová konstrukce“) a třetí varianta A („optimalizace materiálu“).

4.1.7 Graf hodnocení

Na základě výše uvedeného hodnocení variant jsem vytvořil graf hodnocení (obr. 17) jednotlivých variant, kde je zohledněn poměr Náklady/Jakost. Jednotlivá řešení jsou vyobrazena dle vypočtených reálných požadavků, jaké na ně byly kladeny.



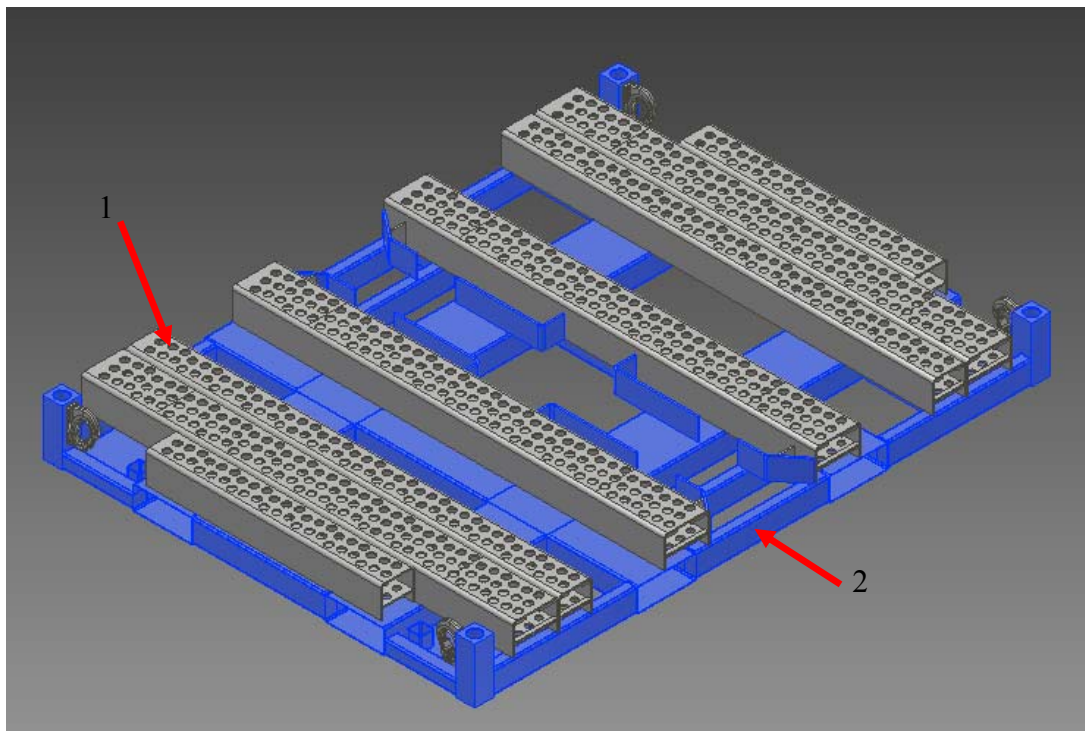
Obr. 17 Graf hodnocení

5. Návrhy přepravních palet

V této části uvedu všechny vyhotovené druhy palet s podrobným popisem jednotlivých řešení. Jedná se o dvě varianty vycházející ze stávajícího základu palety a třetí variantu s novou konstrukcí.

5.1 Varianta A „*optimalizace materiálu*“

První variantou je přepravní paleta (obr. 18), jejíž jednotlivé díly se liší od původního řešení pouze jakostí materiálů. Nejdříve jsem zkusil zaměnit ocel S235 za ocel S355. Ocel jakosti S355 je běžně dostupná, zaručeně svařitelná a cenově přijatelná. Avšak tato náhrada nevedla k dostatečné pevnosti palety. Jednotlivé díly by bylo potřeba nahradit díly z ještě kvalitnější oceli, jako je S460 nebo S650 atd.



Obr. 18 Varianta A „*optimalizace materiálu*“

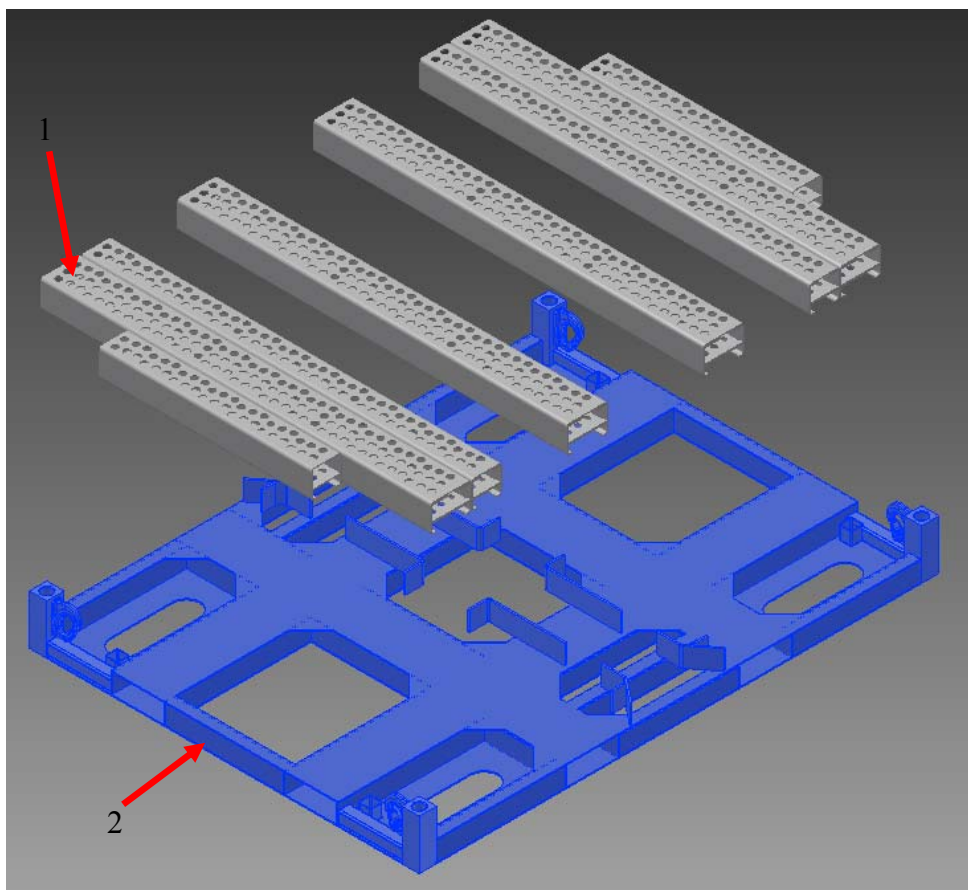
1 - ložná plocha (pozinkovaná)

2 - základ palety (lakovaný)

Jak již bylo uvedeno výše, varianta A („*optimalizace materiálu*“) není dále propracována. Vznikla jako jedno z možných řešení, od kterého jsem ustoupil, z hlediska ceny a dostupnosti materiálu. Tudíž se všechna snaha ubírala ke dvěma dalším variantám.

5.2 Varianta B „nová konstrukce“

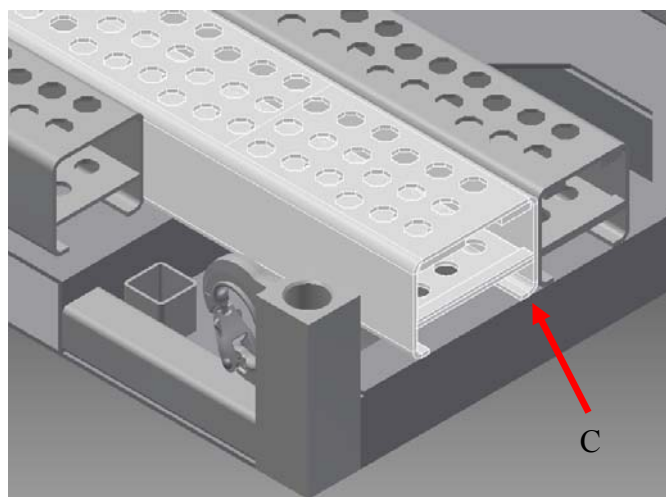
Toto řešení (obr. 19) spočívá v kompletní změně základu palety a v drobné změně profilů ložné plochy. S ohledem na rozprostření zatížení mezi ložnou plochou a základem palety jsem změnil ohýbaný profil U na profil C (obr. 20).



Obr. 19 Varianta B „nová konstrukce“

1 - ložná plocha (pozinkovaná)

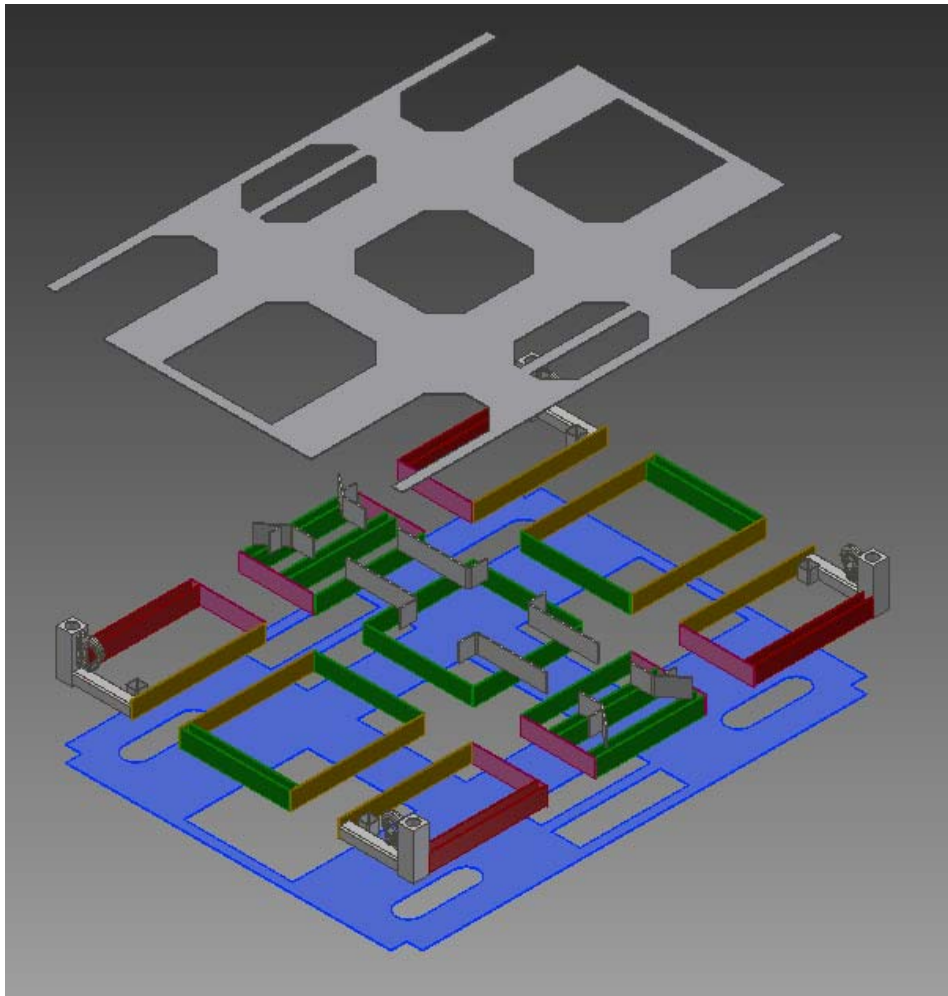
2 - základ palety (lakovaný)



Obr. 20 Profil C

Základ palety (obr. 21) jsem rozdělil na dva velké výpalky o síle 6 mm. Jejich rozměry jsou 2400 x 1800 mm, takže se bez problémů vejdou na běžnou plasmu nebo laser. Jeden plech tvoří horní část základu palety a druhý dno palety. Výpalky jsou tvarovány s ohledem na zatížení palety. Mezi tyto plechy jsem vhodně umístil výztuhy.

Na následujícím obrázku je vidět, že postačí čtyři druhy výztuh (barevně rozlišil), čímž se značně zjednoduší nástřihový plán, ale i vlastní sestava palety. Ostatní díly, jako jsou manipulační háky, držáky stojin a příslušenství jsou stejné s původním řešením.



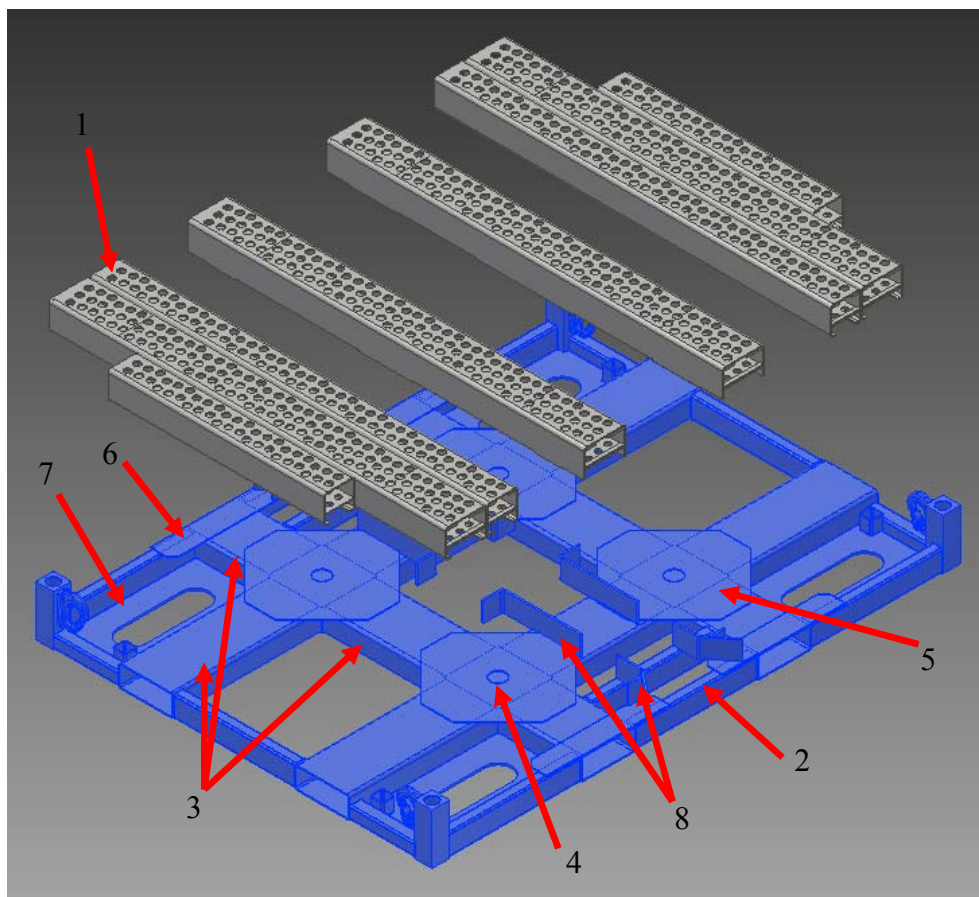
Obr. 21 Základ palety „nová konstrukce“

Varianta B („nová konstrukce“) se jeví jako velmi zajímavá, zvláště její řešení základu palety. Základ palety se značně zjednodušil z hlediska přípravy jednotlivých komponent. Další plus vidím v tom, že vrchní a spodní díl lze jakkoliv upravit, protože je pálen na laseru, a tím optimalizovat konstrukci. Také je možné zpevnit paletu změnou tloušťky výztuh. To u stávajícího řešení nebylo možné.

Myslím si, že tato paleta je výhodná z hlediska využití materiálu. Jediným problémem je velké množství svarů a s tím spojená deformace palety a nutnost jejího vyrovnávání po svaření. Tato paleta vznikla jako možné řešení, od kterého jsem ustoupil po konzultaci se svářecím technologem.

5.3 Varianta C „optimalizace stávající konstrukce“

Tato varianta má lehce pozměněnou ložnou plochu (obr. 22), změna se týká některých profilů U. Středové profily jsou přizpůsobené tak, aby dosedací plocha kopírovala základ palety. Boční profily U jsem zaměnil za ohýbané profily C.



Obr. 22 Varianta C „optimalizace stávající konstrukce“

- | | | |
|--------------------------------|------------------------------|-------------------|
| 1 - ložná plocha (pozinkovaná) | 2 - základ palety (lakovaný) | 3 – zesílený jekl |
| 4 – zesílená deska | 5 – hlavní přeplátování | 6 - přeplátování |
| 7 – změněná deska | 8 – změněná deska | |

Základ palety, který je z hlediska pevnosti a odolnosti palety vůči zatížení nejdůležitější, jsem optimalizoval po dlouhodobém zkoušení mnoha a mnoha variant. Některá řešení vedla k překvapivým závěrům. Výsledkem různých pokusů a omylů je toto řešení.

Optimalizovaný základ palety (obr. 22) tvoří jekly 250 x 100 x 6 (poz. 3), které jsou propojeny zesílenou deskou (poz. 4) a přeplátovány plechem o síle 5 mm (poz. 5). Další přeplátování je provedeno také plechem o síle 5mm (poz. 6). Dále došlo k zesílení a změně tvaru rohové desky (poz. 7) a ke změně tvaru držáků stojin (poz. 8).

Varianta C „optimalizace stávající konstrukce“ vypadá jako nejlepší možné řešení. Důležité je, že není žádný problém s technologií výroby a také s nosností palety při manipulaci jeřábem. V důsledku navýšení hmotnosti palety a pracnosti výroby je jedinou nevýhodou navýšení výrobní ceny.

6. Kontrolní výpočty

V této části uvedu kontrolní výpočty Varianty C „*optimalizace stávající konstrukce*“

6.1 Výpočet při manipulaci jeřábem

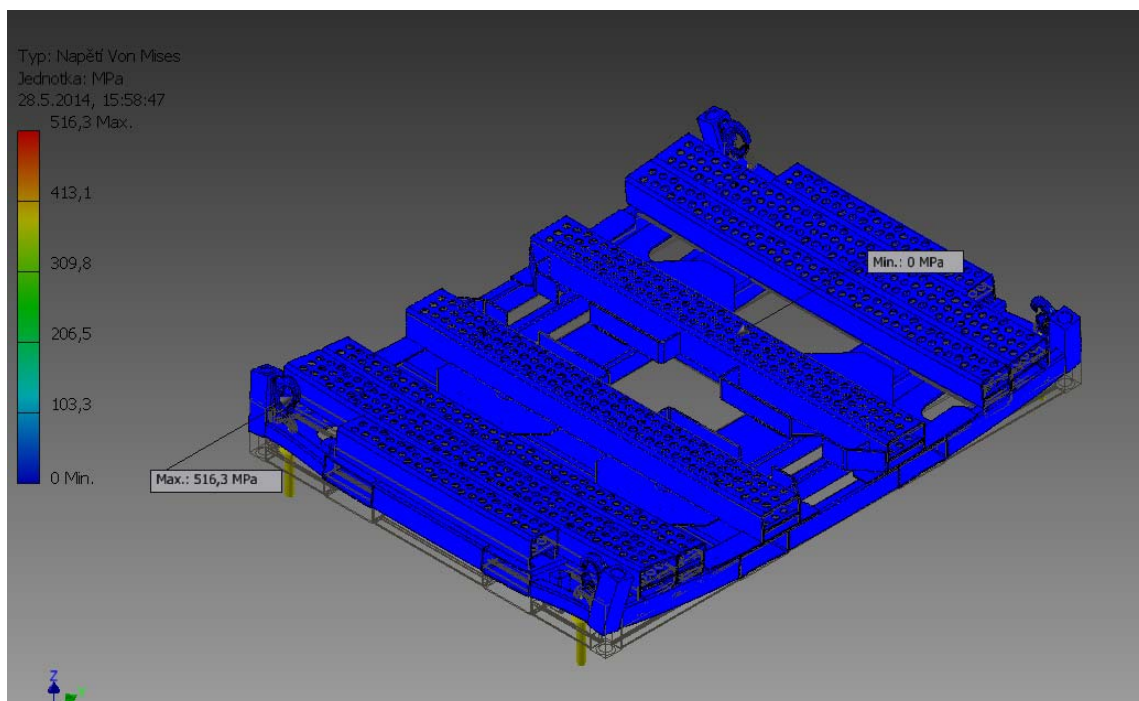
Tento výpočet simuluje manipulaci plně zatížené palety na středních nosících pomocí jeřábu. Jedná se o extrémní situaci, při které došlo v provozu k nevratné deformaci palety.

6.1.1 Definice okrajových podmínek

Výpočet je prováděn za stejných okrajových podmínek jako u stávající palety (kap. 3). To znamená, že je použit základní materiál S235 J2 vyjma manipulačních háků. Paleta je zatížena na středových nosících hmotností 6000 kg a je počítáno s maximální hmotností palety. Respektive síla na jednom manipulačním háku je cca. 17 kN a na části plochy středových nosníků je použita pevná vazba.

Při síťování byla nastavena velikost elementů na maximum s ohledem na výpočetní techniku.

Navíc jsem pouze zohledňoval výslednou sílu působící na hák podle způsobu zavěšení, dle základních třech druhů. U zavěšení na jeřábový hák mohou úhlopříčné závěsy svírat úhel maximálně 60°, a tak se změní i působení sil. U zavěšení přes rám působí síly vertikálně. U posledního typu zavěšení palety, mohou dva boční závěsy vzájemně svírat úhel 120° a i tím se změní působení sil. Ve výsledné deformaci palety se to ovšem projevilo minimálně.



Obr. 23 Napětí Von Misses

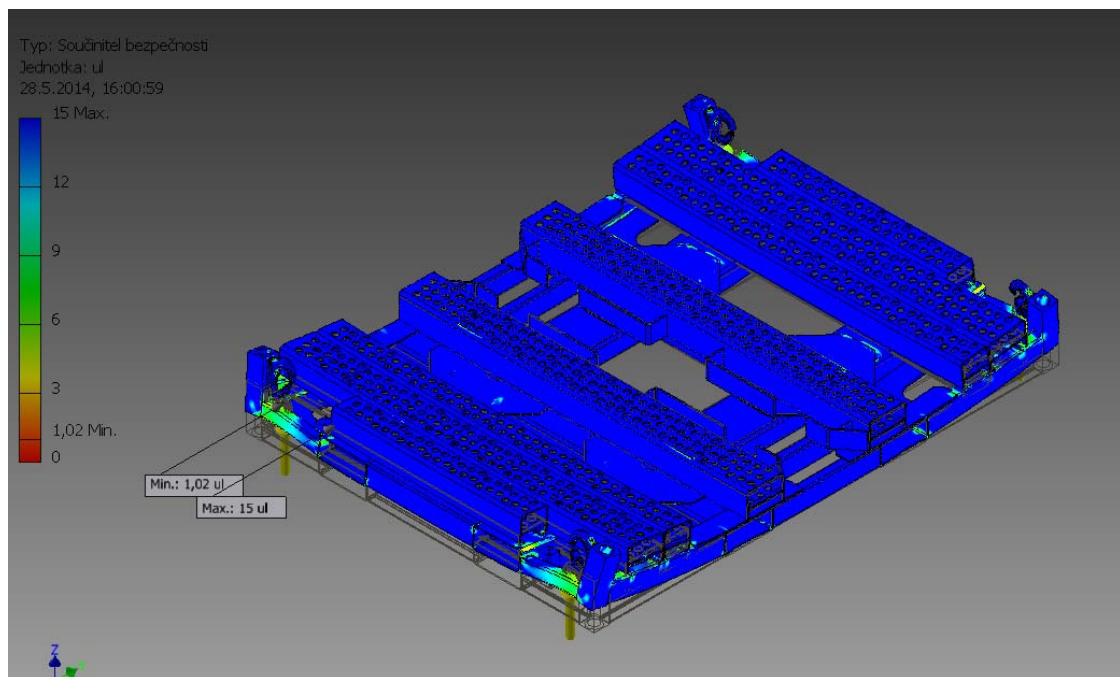
6.1.2 Vyhodnocení výsledků

Z výsledků vypočtených pomocí softwaru Inventor (obr. 23) bylo zjištěno, že všechna působící napětí se nachází pod mezí kluzu použitého materiálu.

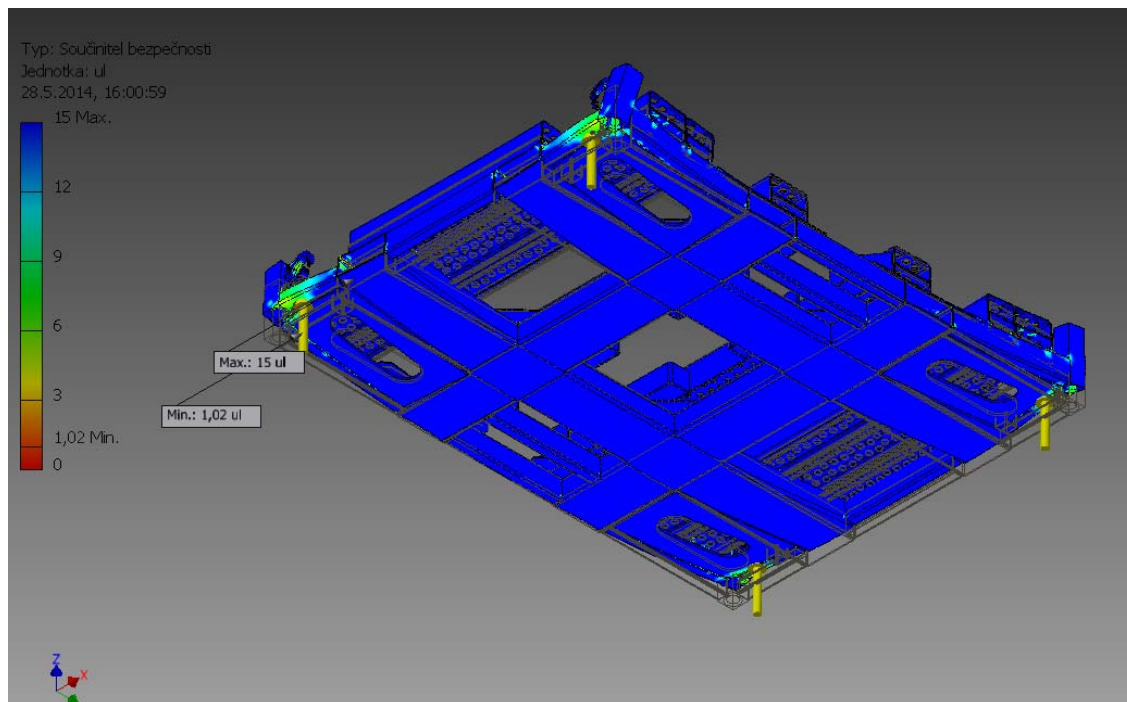
Maximální napětí o velikosti 516,3 MPa je na manipulačním háku. Háček je nakupovaný díl a jeho mez kluzu je vyšší, než maximální napětí, takže pevnostně vyhovuje. Z tohoto důvodu jsem se zaměřil na ostatní vysoká napětí. Respektive na nízké součinitele bezpečnosti (obr. 24 a obr. 25), které jsou na obrázcích lépe vidět. Oproti původnímu průběhu bezpečnosti (obr. 17 a obr. 18) se bezpečnost Varianty C velmi zlepšila a dalo by se říci, že součinitel bezpečnosti je 3 a více. Nicméně minimální hodnota je lehce nad mezí bezpečnosti.

To znamená, že špička napětí se nachází těsně pod mezí kluzu, ale s ohledem na reálný rozměr lze tuto špičku napětí zanedbat.

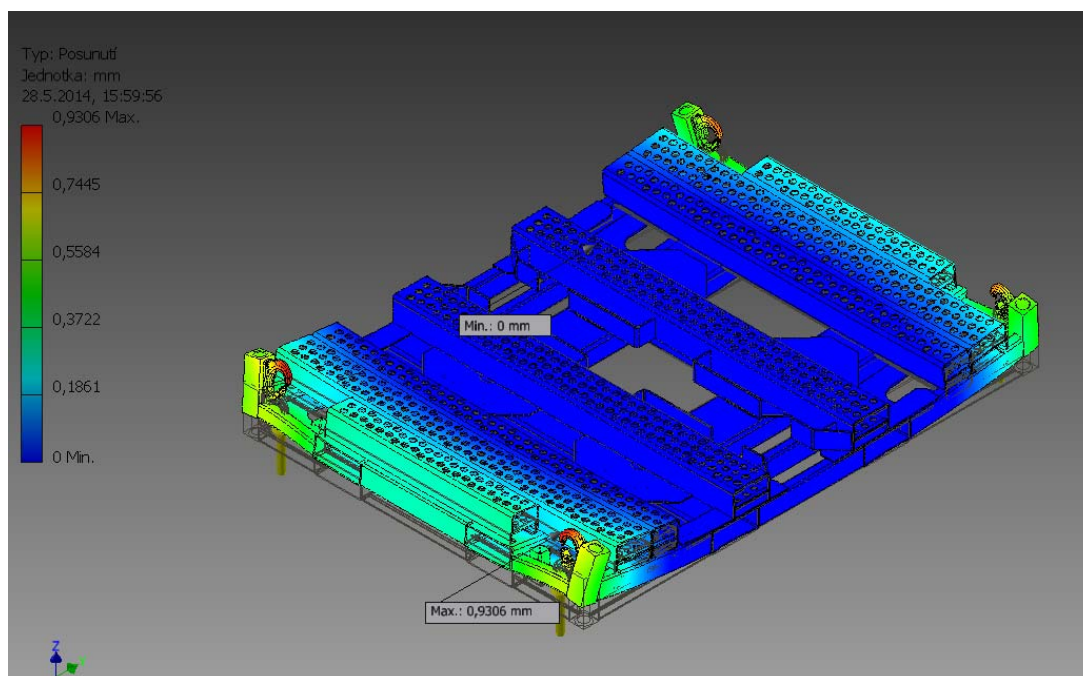
Maximální hodnota posunutí (obr. 26) je přibližně 1 mm. Oproti původnímu řešení přepravní palety se tedy zmenšila o 0,7 mm. Je zřejmé, že pomocí optimalizace konstrukce palety se značně zvýšila její tuhost.



Obr. 24 Součinitel bezpečnosti – horní pohled



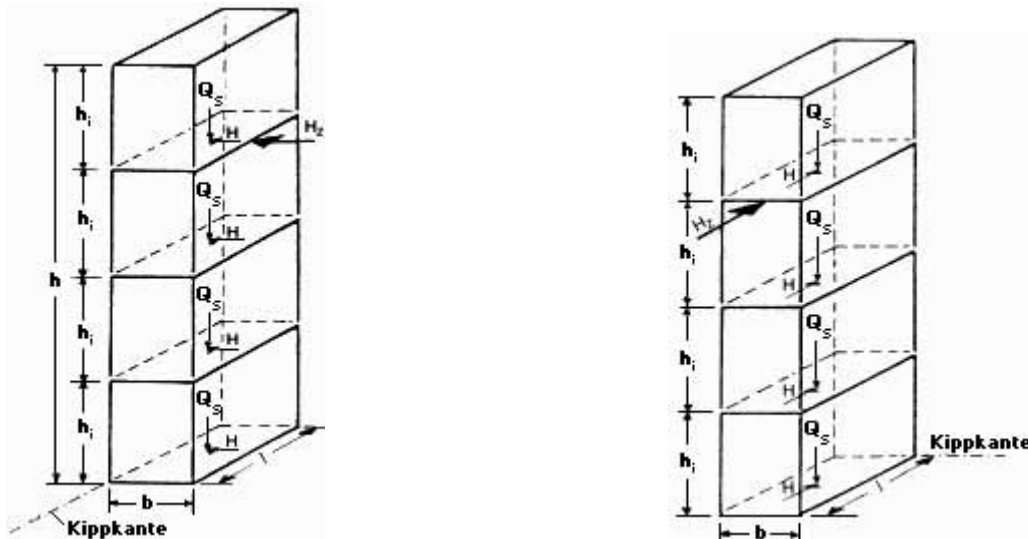
Obr. 25 Součinitel bezpečnosti – horní pohled



Obr. 26 Posunutí

6.2 Výpočet bezpečnosti stohu proti převrácení

Výpočet je proveden dle pravidel pro zdraví a bezpečnost při práci, dle normy BGR 234.



Obr. 27 Stohování palet

Požadovaná stohovatelnost palet:

Vysokozdvíhací vozík - 1 + 0

Transport - 1 + 0

Sklad - 1 + 3

Sklad prázdná - 1 + 7

6.2.1 Výpočet stohování palety s nástřihy plechů - sklad

$$Q_G = 950 \text{ kg}$$

$$Q = 6000 \text{ kg}$$

$$l = 2400 \text{ mm}$$

$$b = 1800 \text{ mm}$$

$$n = 4$$

$$H_Z = 150 \text{ N}$$

$$\nu \geq 2$$

Maximální hmotnost naložené palety:

$$Q_S = Q_G + Q$$

$$Q_S = 950 + 6000$$

$$Q_S = 6950 \text{ kg}$$

Tíhová síla:

$$G_S = g \cdot Q_S$$

$$G_S = 9,81 \cdot 6950$$

$$G_S = 68180 \text{ N}$$

Horizontální síla:

$$H = \frac{1}{50} \cdot G_S$$

$$H = \frac{1}{50} \cdot 68180$$

$$H = 1364 \text{ N}$$

Výpočet bezpečnosti:

$$\frac{M_{St}}{M_K} = \frac{b}{h_i} \cdot \frac{n \cdot G_S}{(n-1) \cdot (2 \cdot H_Z + n \cdot H)}$$

$$\frac{M_{St}}{M_K} = \frac{1800}{2400} \cdot \frac{4 \cdot 68180}{(4-1) \cdot (2 \cdot 150 + 4 \cdot 1364)}$$

$$\frac{M_{St}}{M_K} = 11,6$$

$$\frac{M_{St}}{M_K} \geq \nu$$

$$11,6 \geq 2 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

6.2.2 Výpočet stohování prázdné palety – sklad

$$Q_G = 950 \text{ kg}$$

$$Q = 0 \text{ kg}$$

$$l = 2400 \text{ mm}$$

$$b = 1800 \text{ mm}$$

$$n = 7$$

$$H_Z = 150 \text{ N}$$

$$\nu \geq 2$$

Maximální hmotnost naložené palety:

$$Q_S = Q_S + Q$$

$$Q_S = 950 + 0$$

$$Q_S = 950 \text{ kg}$$

Tíhová síla:

$$G_S = g \cdot Q_S$$

$$G_S = 9,81 \cdot 950$$

$$G_S = 9320 \text{ N}$$

Horizontální síla:

$$H = \frac{1}{50} \cdot G_S$$

$$H = \frac{1}{50} \cdot 9320$$

$$H = 186 \text{ N}$$

Výpočet bezpečnosti:

$$\frac{M_{St}}{M_K} = \frac{b}{h_i} \cdot \frac{n \cdot G_S}{(n-1) \cdot (2 \cdot H_Z + n \cdot H)}$$

$$\frac{M_{St}}{M_K} = \frac{1800}{2400} \cdot \frac{7 \cdot 9320}{(7-1) \cdot (2 \cdot 150 + 7 \cdot 186)}$$

$$\frac{M_{St}}{M_K} = 5,1$$

$$\frac{M_{St}}{M_K} \geq v$$

$$5,1 \geq 2 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

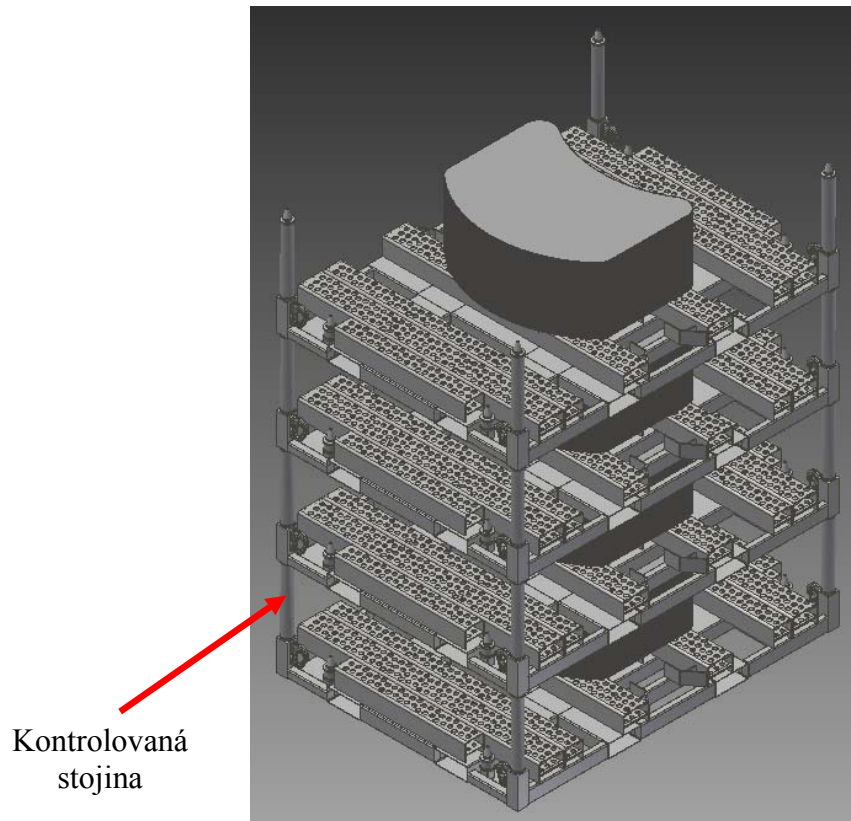
kde

- Q_G [kg] je hmotnost palety,
- Q [kg] je nosnost palety,
- Q_S [kg] je maximální hmotnost naložené palety,
- H [N] je horizontální síla,
- G_S [N] je tíhová síla,
- h_i [mm] je výška jednotlivých palet,
- h [mm] je celková výška,
- H_Z [N] je vodorovná síla,
- l [mm] je celková délka palety,
- b [mm] je celková šířka palety,
- n [] je počet palet ve stohu,
- v [] je bezpečnost proti převrácení,
- M_{St} [Nm] je statický moment,
- M_K [Nm] je klopný moment.

Dle provedených kontrolních výpočtů, které vyhovují z hlediska bezpečnosti proti převrácení, lze bez problémů stohovat palety v zatíženém stavu 1+3 ale i palety prázdné 1+7.

6.3 Výpočet stojiny na vzpěr při stohování s nástřihy plechů - sklad

Kontrolní výpočet na vzpěr je proveden na stojině spodní palety při maximálním možném zatížení palet (obr. 28). Vlastní stojina je vyrobena z trubky o průměru 76,1 x 7,1 o délce $l = 505$ mm. Tento způsob stohování je povolen jen ve skladu.



Obr. 28 Stohování palet s nástřihy ve skladu

Výsledná síla působící na jednu stojinu:

$$F = \frac{n}{4} \cdot G_s$$

$$F = \frac{3}{4} \cdot 68180$$

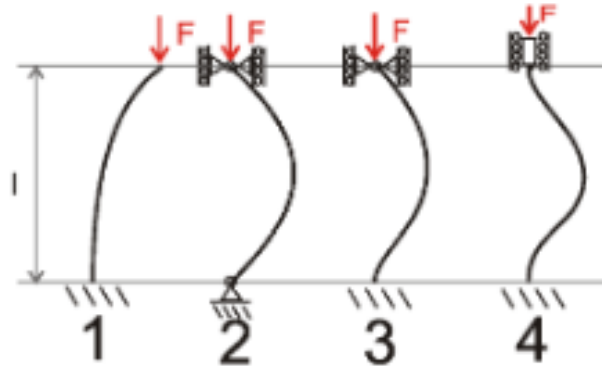
$$F = 51135 \text{ N}$$

kde

- F [N] je výsledná síla působící na jednu stojinu,
n [kg] je počet palet,
G_s [N] je tíhová síla jedné palety s nástřihy plechů.

6.3.1 Výpočet dle Eulerovy teorie namáhání prutů na vzpěr

Kontrolní výpočet na vzpěr dle Eulerovy metody lze použít jen pro pružnou oblast řešení. Způsob uložení stojiny mezi paletami je shodný se základním případem uložení číslo 4 (obr. 29). Pro tento případ je $n = 4$.



Obr. 29 Základní případy uložení prutů.

Dáno:

$$l = 0,505 \text{ m}$$

$$n = 4$$

$$E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_u = 200 \text{ MPa}$$

$$n = 4$$

$$H_Z = 150 \text{ N}$$

$$\nu \geq 2$$

Minimální kvadratický moment průřezu:

$$J_{\min} = \frac{\pi}{64} \cdot D^4 - d^4$$

$$J_{\min} = \frac{\pi}{64} \cdot 0,0761^4 - 0,0619^4$$

$$J_{\min} = 9,26 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4$$

Plocha průřezu:

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 - d^2$$

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot 0,0761^2 - 0,0619^2$$

$$J_{\min} = 1,539 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

Poloměr setrvačnosti:

$$i = \sqrt{\frac{J_{\min}}{A}}$$

$$i = \sqrt{\frac{9,26 \cdot 10^{-7}}{1,539 \cdot 10^{-3}}}$$

$$i = 2,45 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

Štíhlostní poměr:

$$\lambda = \frac{l}{i}$$

$$\lambda = \frac{0,505}{0,0245}$$

$$\lambda = 20,6$$

Kritické vzpěrné zatížení:

$$F_{kr} = n \frac{\pi^2 E J_{\min}}{l^2}$$

$$F_{kr} = 4 \frac{\pi^2 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 9,26 \cdot 10^{-7}}{0,505^2}$$

$$F_{kr} = 3,102 \text{ kN}$$

Bezpečnost:

$$k = \frac{F_{kr}}{F}$$

$$k = \frac{3096043}{51135}$$

$$k = 60,7$$

Mezní štíhlostní poměr:

$$\lambda_{mez} = \pi \sqrt{\frac{n \cdot E}{\sigma_u}}$$

$$\lambda_{mez} = \pi \sqrt{\frac{4 \cdot 2 \cdot 10^{11}}{250 \cdot 10^6}}$$

$$\lambda_{mez} = 182,1$$

Podmínka pro pružnou oblast řešení:

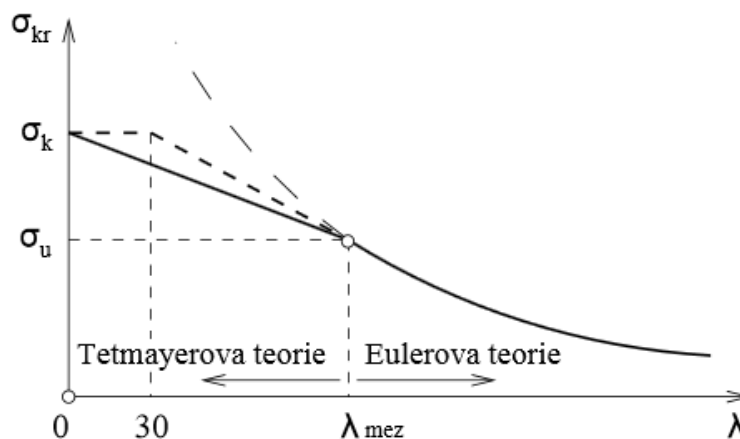
$$\lambda \geq \lambda_{mez}$$

$$20,6 \leq 182,1 \rightarrow \text{nevyhovuje}$$

kde

- l [m] je délka stojiny,
 n [] je 4. případ vzpěru,
 E [MPa] je modul pružnosti,
 σ_u [MPa] je mez úměrnosti,
 D [m] je vnější průměr trubky,
 d [m] je vnitřní průměr trubky,
 J_{\min} [m⁴] je minimální kvadratický moment průřezu,
 A [m²] je plocha průřezu,
 λ [] je štíhlostní poměr,
 λ_{mez} [] je mezní štíhlostní poměr,
 i [m] je minimální poloměr setrvačnosti,
 F_{kr} [N] je kritické vzpěrné zatížení,
 k [] je bezpečnost.

Protože není splněna podmínka $\lambda \geq \lambda_{mez}$ pro pružnou oblast řešení (obr. 30), je nutné stojinu překontrolovat dle Tetmayerovy teorie.



Obr. 30 Průběh kritického napětí dle Tetmayerovy a Eulerovy teorie vzpěru.

6.3.2 Výpočet dle Tetmayerovy teorie namáhání prutů na vzpěr

Oblast řešení dle Tetmayerovy teorie je naznačena na obrázku 30. Pro houževnaté materiály je vzorec uváděn ve tvaru:

$$\sigma_{kr} = \frac{k \cdot F}{A} = a - b\lambda$$

kde

σ_{kr}	[MPa] je kritické vzpěrné napětí,
A	[m ²] je plocha průřezu,
F	[N] je provozní síla,
k	[] je bezpečnost k mezi kluzu,
a	[MPa] je materiálová konstanta,
b	[MPa] je materiálová konstanta,
λ	[] je štíhlostní poměr.

. 6.3.2 Výpočet dle Tetmayerovy teorie namáhání prutů na vzpěr

Dle strojnických tabulek [3] jsou do vzorce doplněny materiálové konstanty:

$$\sigma_{kr} = 289 - 82\lambda \quad \lambda \in (60 - 100)$$

Vypočtená hodnota:

$$\lambda = 20,6 \rightarrow \text{nevyhovuje}$$

Z tohoto důvodu je nutná kontrola na prostý tlak.

6.3.3 Výpočet jednoosé napjatosti – prostý tlak

$$\sigma_{kt} = R_e = 235 \text{ MPa}$$

$$k_k = 2,5$$

Dovolené napětí:

$$\sigma_D = \frac{\sigma_{kt}}{k_k}$$

$$\sigma_D = \frac{235}{2,5}$$

$$\sigma_D = 94 \text{ MPa}$$

Maximální napětí:

$$\sigma_{\max} = \frac{F}{A}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{51135}{1,539 \cdot 10^{-3}}$$

$$\sigma_{\max} = 33,2 \text{ MPa}$$

Posouzení napjatosti:

$$\sigma_D \geq \sigma_{\max}$$

$$94 \geq 33,2 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

kde

- R_e [MPa] je smluvní mez kluzu,
 A [m^2] je plocha průřezu,
 F [kg] je nosnost palety.
 A [[N] je provozní síla,
 k_k [] je bezpečnost k mezi kluzu,
 σ_{max} [MPa] je maximální napětí
 σ_D [MPa] je dovolené napětí.

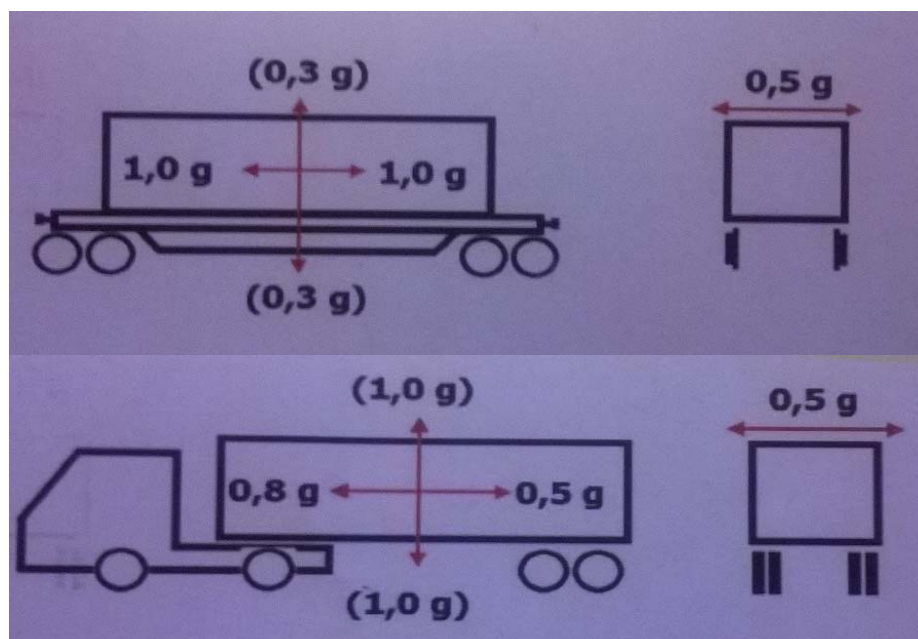
Dle výše uvedených kontrolních výpočtů vyplývá, že stojiny na spodní paletě bez problémů odolají maximálnímu vnějšímu zatížení dle obrázku 28.

6.4 Výpočet palety při přepravě

Provedený výpočet simuluje běžné chování nákladu při transportu na větší vzdálenosti. Uvažuje se při něm působení tíhových zrychlení v příčném, podélném a vertikálním směru (obr. 31). Při silniční, nebo kolejové přepravě naložených palet je zakázáno je stohovat.

Rozměry palety 2400 x 1800 umožňují přepravu palet v příčném směru proti pohybu vozidla a díky tomu dochází k lepšímu využití ložné plochy vozidla. Avšak při plném využití nosnosti palety je potřeba dávat pozor, aby nebyla překročena celková nosnost vozidla.

Výpočet provedu pouze v horizontálním směru pro silniční dopravu. U kolejové dopravy působí jen třetinové tíhové zrychlení. Díky optimalizaci stávajícího řešení, které využívá stejné zajištění nástřihu plechů, není potřeba kontrolovat paletu v podélném a příčném směru vozidla.



Obr. 31 Tíhová zrychlení v kolejové a silniční dopravě

6.4.1 Definice okrajových podmínek

Jako extrémní případ lze uvažovat zatížení na středových nosnících hmotností 6000 kg. Při uvažovaném přetížení 1,0 g a vlastní hmotnosti nákladu bude tíhová síla dvojnásobná. Působení působící síly na plochu respektive tlaku je naznačeno na obr. 32. Plocha, která při zatěžování v kontaktu s ložnou plochou vozidla je na následujícím obrázku. Materiál palety při výpočtu zůstává nezměněn. Při síťování byla nastavena velikost elementů na maximum s ohledem na výpočetní techniku.

Výsledná síla působící na středové nosníky:

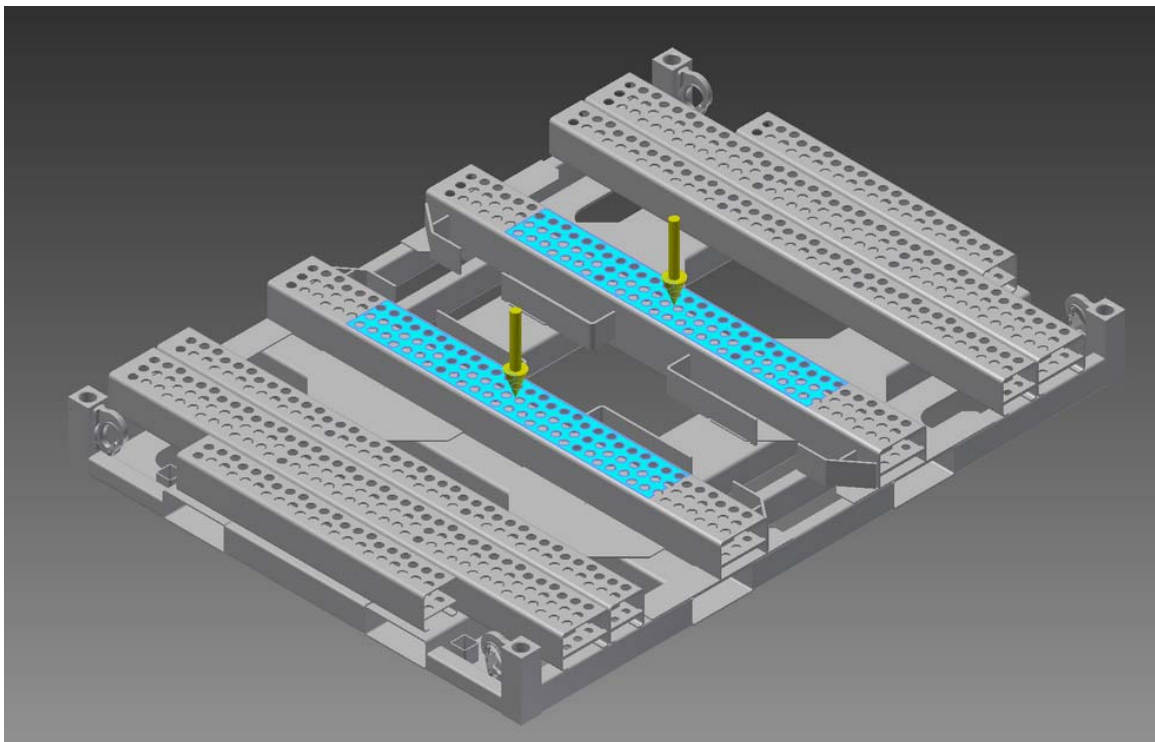
$$F = 2 \cdot g \cdot m$$

$$F = 2 \cdot 9,81 \cdot 6000$$

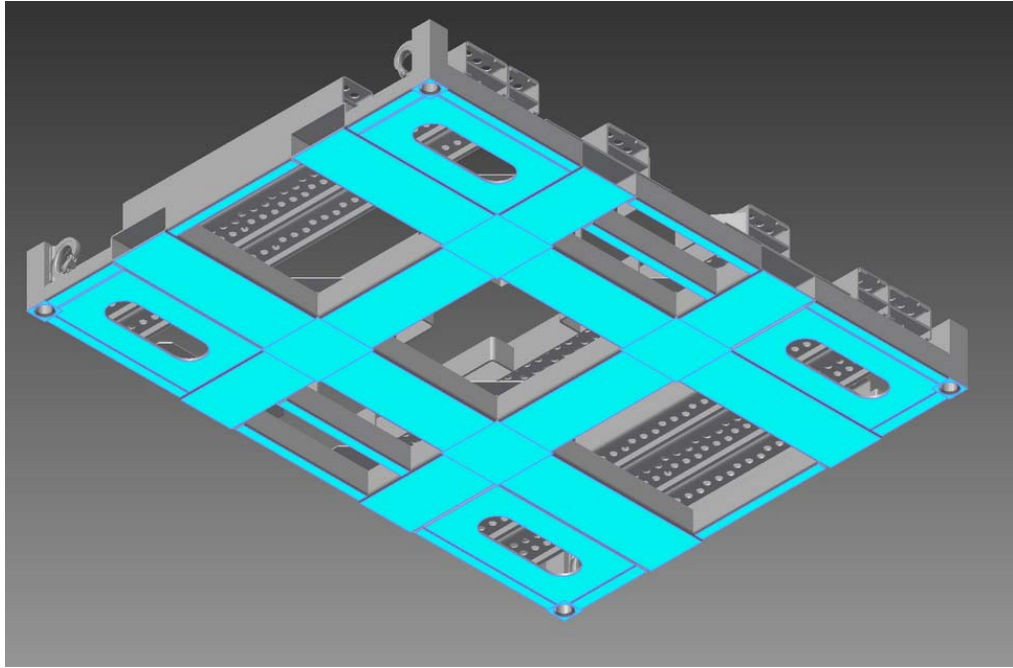
$$F = 117\,720 \text{ N}$$

kde

F [N] je výsledná síla působící na nosníky,
g [ms^{-2}] je tíhové zrychlení,
m [kg] je nosnost palety.



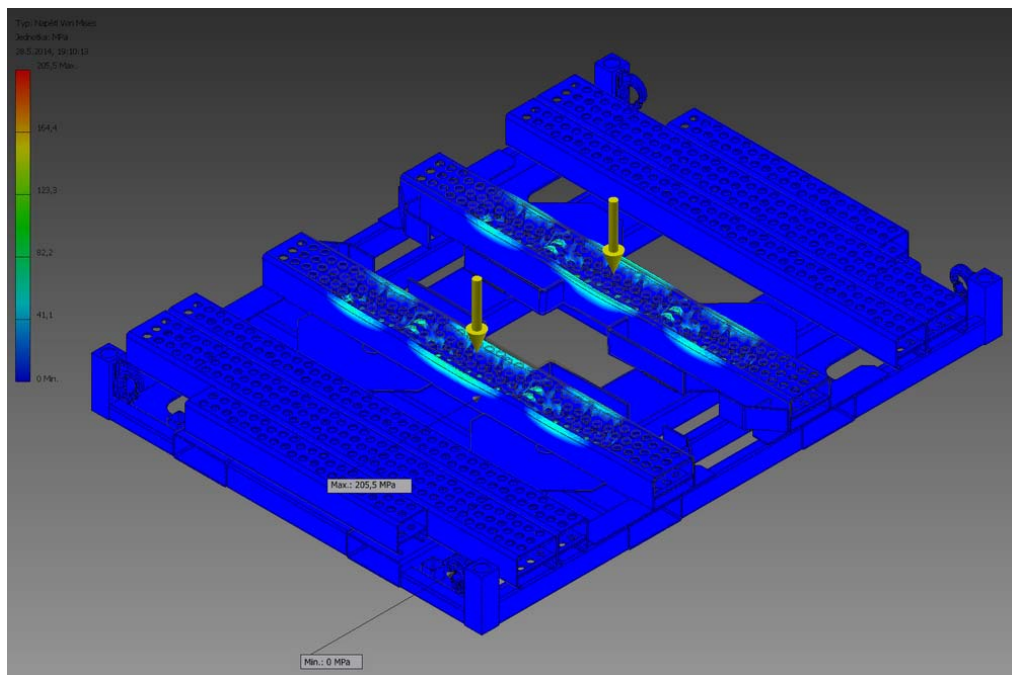
Obr. 32 Zatížení palety výslednou silou (tlakem)



Obr. 33 Plocha palety, která je v kontaktu s ložnou plochou vozidla (pevná vazba)

6.4.2 Vyhodnocení výsledků

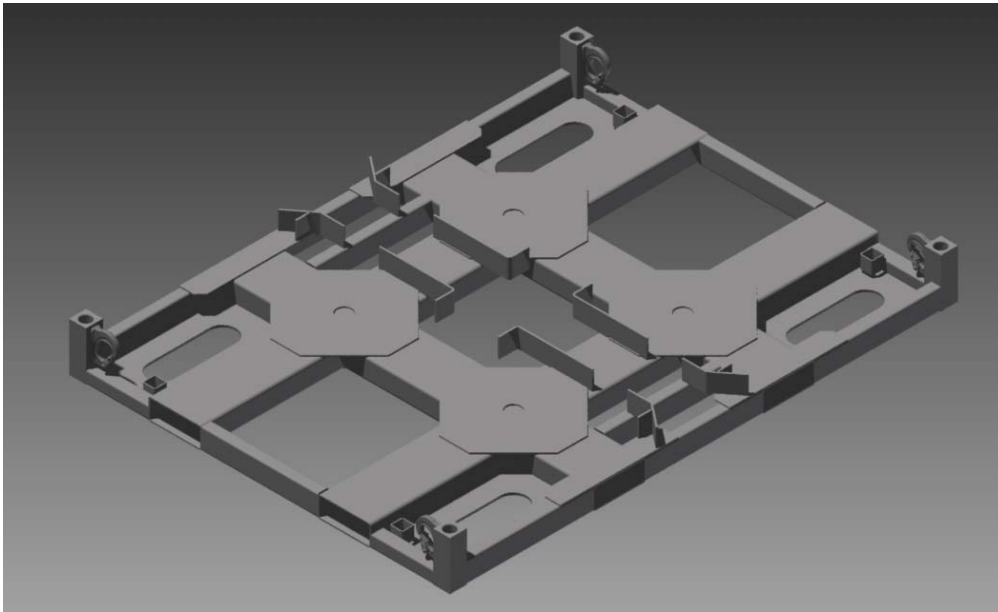
Z výsledků vypočtených pomocí softwaru Inventor (obr. 34) bylo zjištěno, že všechna působící napětí se nachází pod mezí kluzu použitého materiálu. Minimální hodnota součinitele bezpečnosti je 1,2 a maximální hodnota napětí je 196,5 MPa. Z těchto uvedených výsledků je vidět, že paleta pevnostně vyhovuje, a je možné je vhodná pro silniční i kolejovou dopravu.



Obr. 34 Napětí Von Misses

7. Technologický postup

Oblast palety, která mi byla zadána, jsem nazval jako základ palety (obr. 35). Základ palety tvoří podélné a příčné jekly o rozměrech 250 x 100 x 6, které jsou propojeny pomocí plechu o rozměrech 250 x 250 x 6. Tento svařenec je z vrchní strany přeplátován plechem o síle 5 mm.



Obr. 35 Základ palety

Pro přehlednost, zde uvedu základní označení výrobních středisek, se kterými budu operovat v technologickém postupu.

Označení výrobních středisek:

- 300 – dělení materiálu (pilou)
- 310 – třískové obrábění
- 320 – stříhání, lisování, ohýbání
- 330 – montáž, lakovna
- 340 – dělení materiálu (laser, plasma)
- 350 – svařovna
- 999 – sklad, kooperace

Technologický postup - průvodka výrobku			List: 1
Název : Základ palety			Datum : 20.5.2014
Číslo SAP: : ---	Výkres : 70A_504_033_01_V1_05	Materiál zákazníka ne	
Materiál – jakost S235	Množství mater. 427 kg	Č.obj. 2052014	
Šířka x Délka (rozměr) 1800 x 2400	ČSN:	Termín: 21.5.2014	Kusů: 1

Op Tř. čas celk. celk	Stř tBC Kč	Prof tAC Kč	Popis operace	Přípravky	Kontrolo val
1	999		Pos. 2 Jekl 60 x 40 x 4 4 ks S235 JRH L = 295		
2	300		Řezat na L = 295 mm		
3	999		Pos. 3 Jekl 100 x 50 x 4 6 ks S235 JRH L = 550		
4	300		Řezat na L = 550 mm		
5	999		Pos. 4 Jekl 100 x 50 x 4 4 ks S235 JRH L = 595		
6	300		Řezat na L = 595 mm		
7	999		Pos. 5 Jekl 250 x 100 x 6 4 ks S235 JRH L = 675		
8	300		Řezat na L = 675 mm		
9	999		Pos. 6 Jekl 250 x 100 x 6 4 ks S235 JRH L = 375		
10	300		Řezat na L = 375 mm		
11	999		Pos. 7 Jekl 250 x 100 x 6 4 ks S235 JRH L = 550		

Technologický postup - průvodka výrobku		List : 2
Název : Základ palety		Datum : 20.5.2014
Císlo SAP: : ---	Výkres : 70A_504_033_01_V1_05	Materiál zákazníka ne

12	300	Řezat na L = 550 mm		
13	999	Pos. 8 Jekl 60 x 40 x 4 4 ks S235 JRH L = 60		
14	300	Řezat na L = 60 mm		
15	999	Pos. 9 Plech 6 8 ks S235 JRG2 250 x 250		
16	340	Pálit na tvar dle dxf 70A_504_033_09_V2		
17	999	Pos. 10 Plech 10 8 ks S235 JRG2 340 x 325		
18	340	Pálit na tvar dle dxf 70A_504_033_10_V1		
19	999	Pos. 11 Ocel čtvercová 80 4 ks S235 JRH L = 230		
20	300	Řezat na L = 230 mm		
21	310	Třískově obrábět dle výkresu 70A_504_033_11		
22	999	Pos. 12 Manipulační hák 4 ks		
23	999	Pos. 34 Plech 8 2 ks S235 JRG2 253,1 x 90		
24	340	Pálit na tvar dle dxf 70A_504_033_34_V1		
25	320	Ohnout na tvar dle výkresu 70A_504_033_34_V1		

Technologický postup - průvodka výrobku		List : 3
Název : Základ palety		Datum : 20.5.2014
Číslo SAP: : ---	Výkres : 70A_504_033_01_V1_05	Materiál zákazníka ne

26	999	Pos. 34X Plech 8 2 ks S235 JRG2 253,1 x 90		
27	340	Pálit na tvar dle dxf 70A_504_033_34_V1X		
28	320	Ohnout na tvar dle výkresu 70A_504_033_34_V1X		
29	999	Pos. 35X Plech 8 2 ks S235 JRG2 439,7 x 90		
30	340	Pálit na tvar dle dxf 70A_504_033_35_V1X		
31	320	Ohnout na tvar dle výkresu 70A_504_033_35_V1X		
32	999	Pos. 36 Plech 10 4 ks S235 JRG2 85 x 62		
33	340	Pálit na tvar dle dxf 70A_504_033_36_V1		
34	999	Pos. 55 Plech 5 4 ks S235 JRG2 495 x 495		
35	340	Pálit na tvar dle dxf 70A_504_033_55		
36	999	Pos. 56 Plech 5 4 ks S235 JRG2 558,6 x 100		
37	340	Pálit na tvar dle dxf 70A_504_033_56		
38	350	Sestavit a postehovat v přípravku dle výkresu 70A_504_033_01_V1_05	P70A_504 _033_01_V 1_05_1	
39	350	Dovařit v polohovacím přípravku a očistit	P70A_504 _033_01_V 1_05_2	

Technologický postup - průvodka výrobku		List : 3
Název : Základ palety		Datum : 20.5.2014
Číslo SAP: : ---	Výkres : 70A_504_033_01_V1_05	Materiál zákazníka ne

40	999	Barva MIPA VC 250 – 30 5 kg Odmašťovadlo Mipa Silikonentferner 1 kg Ředidlo Mipa Verdunung UN 2 kg		
41	330	Odmastit, lakovat – 100 µm		

Po vypálení a nadétkování materiálu se jednotlivé komponenty naskládají do přípravku a postehují. Poté na polohovacím přípravku bude základ palety dovařen.

Možné volby povrchové úpravy:

- Žárové zinkování
- Lakování

Žárové zinkování by bylo ideální provést na celkovém svařenci palety. Ovšem toto řešení je nákladnější než povrchová úprava lakem. Žárově zinkovaná je pouze ložná plocha.

Tento základ palety je možné lakovat klasicky. Základní barva plus vrchní lak, nebo dle modernější technologie samozákladující barvou, takzvanou jednošichtovkou. Tento typ barvy je sice dražší, ale zaručeně uspoří čas i náklady, proto navrhuji toto řešení.

8. Technicko ekonomické hodnocení

8.1 Technické hodnocení

Na základě výše zmíněných požadavků byly vytvořeny tři varianty řešení přepravní palety (A, B, C), které se od sebe liší použitým materiálem nebo konstrukcí.

Pro první řešení jsem ponechal stávající konstrukci a měnil pouze jakost použitého materiálu v závislosti na průběhu napětí. Nejdříve jsem zaměnil ocel S235 za ocel S355. Ocel S355 je povolena jako nejvyšší jakost od zadavatele - firmy Stauner. Avšak tato náhrada nevedla k dostatečné pevnosti palety. Pomocí optimalizace jakosti materiálu lze dospět k řešení palety, která bude pevnostně vyhovovat. Jenže toto řešení leží mimo vymezenou oblast a nemohlo by v praxi konkurovat jiným z ekonomických důvodů.

Druhé řešení spočívá v kompletní změně základu palety a v drobné změně profilů ložné plochy. Profil U je zaměněn ohýbaným profilem C, což vede k lepšímu rozložení tlaku na základ palety. Základ palety se značně zjednodušil z hlediska přípravy jednotlivých komponent. Další kladnou vlastností je, že vrchní a spodní díl lze jakkoliv upravit, protože je pálen na laseru a tím optimalizovat celou konstrukci. Také je možné zpevnit paletu změnou tloušťky výztuh. Tyto poslední vlastnosti jsou obrovskou výhodou oproti druhým dvěma řešením.

Myslím si, že tato paleta je výhodná z hlediska využití materiálu. Jediným problémem je velké množství svarů, a s tím spojená deformace palety a nutnost jejího složitého vyrovnávání po svaření.

Třetí řešení vychází ze stávající palety, jsou na něm zesíleny nosné prvky a přidány výztuhy. Došlo také k přeplátování kritických míst kvůli lepšímu roznesení tlaku. Díky těmto všem změnám byla zvýšena tuhost palety, a navržené řešení odpovídá pevnostním podmínkám. S druhým řešením má shodně řešené některé prvky ložné plochy.

Pro druhou a třetí variantu by bylo nutné vytvořit nový přípravek pro sestavení palety a polohovací přípravek na dovaření palety.

Z celkového hodnocení variant vyšla jako nejvýhodnější varianta C – „*optimalizace stávající konstrukce*“, jejíž konstrukce a následná možná aplikovatelnost se jeví jako nejvíce pravděpodobná.

Hlavní výhodou nové palety je svařitelnost bez komplikovaného vyrovnávání díky velké podobnosti s předchozím řešením.

Dosáhlo se lepších vlastností, jak mechanických tak fyzikálních i přesto, že zůstala zachována původní jakost materiálu. Jedinou a očekávanou nevýhodou je zvýšení hmotnosti palety.

8.2 Ekonomické hodnocení

Důležitým požadavkem na konstrukci je, mimo pevnost a tuhost palety, také její konečná cena. Navrženou konstrukci, jsme díky optimalizaci mohli použít levnější variantu konstrukční oceli S235, a tím jsme dosáhli požadovaného výsledku.

Celkové náklady na výrobu palety se skládají z nákladů na výrobní procesy a na nutné podnikové procesy. [5] Na základě těchto informací byly sestaveny předběžné ceny variant B (nová konstrukce) a C (optimalizace stávající konstrukce) a porovnány s náklady současné palety.

Při výrobě 200 kusů je řešení současné palety nejvýhodnější, protože má paleta nejnižší hmotnost, nižší náklady na výrobu, a není potřeba investovat do přípravků. Tato paleta však nesplňuje podmínky bezpečnosti při požadované nosnosti, proto není potřeba ji dále rozebírat.

Varianta B má nižší náklady na výrobu než varianta C a to i přes to, že je potřeba vyšší investice do přípravků. Zvláště na sestavovací přípravek základu palety.

Varianta C má z vybraných řešení nejvyšší hmotnost a je potřeba menší investice na upravení původních přípravků.

Z tabulky jednoznačně vyplývá, že varianta C má celkově vyšší náklady na jeden kus než varianta B, ale jak je výše zmíněno – díky své vyzkoušené konstrukci je jednoznačně lepším řešením než varianta B.

Hodnotící parametry	Současná paleta	Varianta B	Varianta C
počet kusů	200	200	200
investice (€)	0	4950	2100
cena 1 kusu (€)	2097	2494	2533

Tab. 3 Ekonomické porovnání variant se současnou paletou

9. Závěr

Výsledkem této diplomové práce bylo vymyšlení a navržení palety, která odpovídá požadavkům zákazníka. Víceméně se jedná o vyztužení a optimalizaci stávající přepravní palety.

Na základě výše zmíněných kritérií byly navrženy tři konstrukční varianty řešení, která splňují stanovená kritéria a odpovídají zadaným požadavkům této diplomové práce. Z těchto tří navržených variant jsem vybral jedno řešení, které nejvíce odpovídá požadavkům zadavatele, tím jsem se dále zabýval, a nakonec jej porovnal se současným typem přepravní palety. Toto výsledné řešení (varianta C) odpovídá požadavkům zadání, v porovnání se současným řešením navíc splňuje pevnostní podmínky při maximálním zatížení palety. Výrobní náklady s ohledem na požadovanou nosnost jsou vyšší než u současné palety.

Práce na zadaném tématu pro mne byla přínosem, měl jsem možnost podívat se přímo do výroby jednotlivých součástí palet, projít si celým výrobním postupem – od návrhu konstrukce až po samotnou výrobu. Při samotné konstrukci jsem se dozvěděl mnoho užitečných rad, které mne přiblížily realitě a které se pokusím v současném i budoucím povolání nadále uplatňovat.

1. Seznam použité literatury

- [1] HOSNEDL,S., KRÁTKÝ,J.: *Příručka strojního inženýra 1*, Brno: Computer Press, 1999. ISBN 80-7226-055-3
- [2] HOSNEDL,S., KRÁTKÝ,J.: *Příručka strojního inženýra 2*, Brno: Computer Press, 2000. ISBN 80-7226-202-5
- [3] LEINVEBER,J., VÁVRA,P.: *Strojnické tabulky*, Praha: Albra., 2006. ISBN 80-7361-051-7
- [4] DRAŽAN, F.; JEŘÁBEK, K.; *Manipulace s materiálem*; Praha: SNTL 1979
- [5] KLEINOVÁ,J., *Ekonomické hodnocení výrobních procesů*, Plzeň: ZČU, 2005 ISBN 80-7043-364-7
- [6] MICHALEC,J., *Pružnost a pevnost I*, Praha: ČVUT, 2001 ISBN 80-7043-364-7

2. Seznam použitých internetových stránek




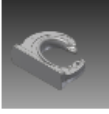

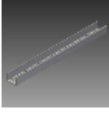








- [7] Stauner Palet s.r.o., <http://www.stauner.cz/>
- [8] Norma BGR 234, <http://www.arbeitssicherheit.de/de/html/library/document/4989074,1,20060901/?searchterm=bgr>
- [9] Hutní materiál, <http://www.ferona.cz/cze/sortiment/sortiment.php>
- [10] Technická příručka, <http://www.bolzano.cz/cz/technicka-prirucka>
- [11] Vzpěr přímých prutů, <http://www.kme.zcu.cz/kmet/pp2/vzper-primych-prutu/>


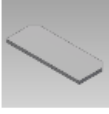
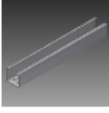
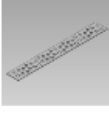
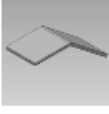








3. Seznam použitého softwaru

- [12] Autodesk Inventor Profesional 2013
- [13] Microsoft Excel 2010, Microsoft Corporation
- [14] Microsoft Word 2010, Microsoft Corporation

PŘÍLOHA č. 1

Kusovník dílů varianty B – „nová konstrukce“

Náhled	Číslo součásti	△	Název materiálu	Délka rozměr X	Délka rozměr Y	Jakost mat...	Pozice KS
	70A_504_033_02		JEKL 60x40x4	295		S235JRH	4
	70A_504_033_08		JEKL 60x40x4	60		S235JRH	4
	70A_504_033_11		OCEL CTVERCOVA 80	230		S235JRG2	4
	70A_504_033_12_1		HAK			S690	4
	70A_504_033_12_2		HAK			S690	4
	70A_504_033_16_V2		P6	1800	425,9	S235JRG2	4
	70A_504_033_17		P6	1800	178	S235JRG2	4
	70A_504_033_18		P5	178	16	S235JRG2	8
	70A_504_033_19		OCEL CTVERCOVA 10	70		S235JRG2	8
	70A_504_033_20		OCEL CTVERCOVA 10	45		S235JRG2	8
	70A_504_033_21		P5	179	50	S235JRG2	8
	70A_504_033_24_V1		P6	1800	375,9	S235JRG2	2
	70A_504_033_25		P6	1800	128	S235JRG2	2
	70A_504_033_26		P5	128	16	S235JRG2	4

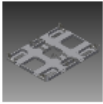
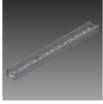
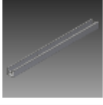

Náhled	Číslo součásti	△	Název materiálu	Délka rozměr X	Délka rozměr Y	Jakost mat...	Pozice KS
	70A_504_033_27		OCEL CTVERCOVA 10	30		S235JRG2	8
	70A_504_033_28		P6	128,6	50	S235JRG2	4
	70A_504_033_31_V1		P6	980	375,9	S235JRG2	2
	70A_504_033_32		P6	980	128	S235JRG2	2
	70A_504_033_34		P8	253,1	90	S235JRG2	4
	70A_504_033_35		P8	439,7	90	S235JRG2	4
	70A_504_033_36		8	90	62	S235JRG2	4
	70A_504_033_60		P6	2400	1800	S235JRG2	1
	70A_504_033_61		P6	2400	1800	S235JRG2	1
	70A_504_033_62		P6	550	88	S235JRG2	20
	70A_504_033_63		P6	675	88	S235JRG2	8
	70A_504_033_64		P6	595	88	S235JRG2	8
	70A_504_033_65		P6	375	88	S235JRG2	8

PŘÍLOHA č. 2

Kusovník svařenců varianty B – „nová konstrukce“

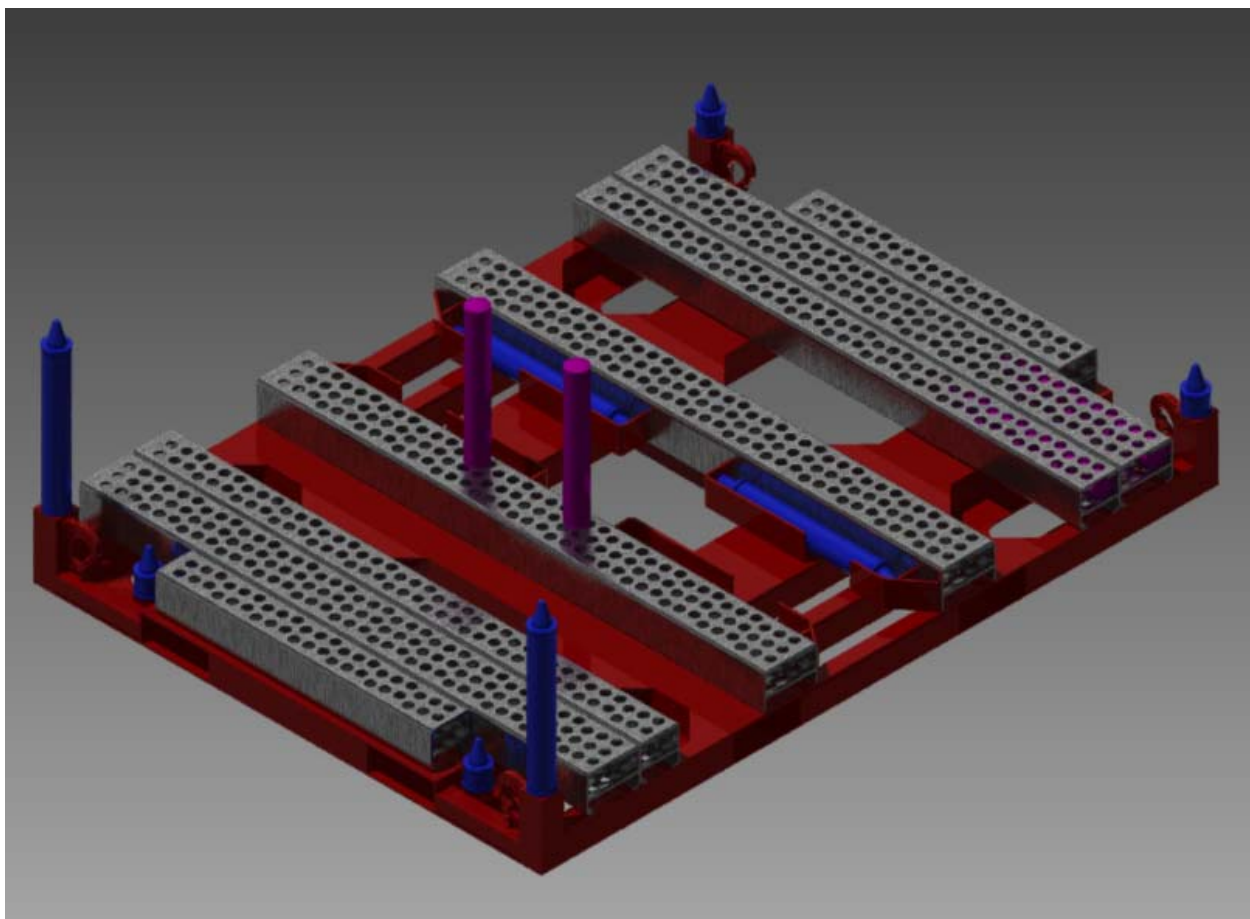
Dopravní a manipulační technika

Bc. Jan MOŠTĚK

Náhled	Číslo součásti	Δ	Popis	Komentáře	Pozice KS	Hmotnost	Index Součásti
	70A_504_033_01_B		SVARENEC 01	LAKOVANÝ	1	403,870 kg	A
	70A_504_033_15_V2		SVARENEC 15	ZINKOVANÝ	4	47,454 kg	A
	70A_504_033_23_V1		SVARENEC 23	ZINKOVANÝ	2	41,129 kg	A
	70A_504_033_30_V1		SVARENEC 30	ZINKOVANÝ	2	22,013 kg	A

PŘÍLOHA č. 3

Sestava palety s příslušenstvím varianty B





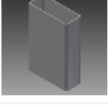





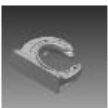





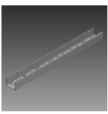

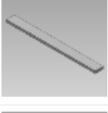
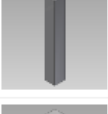
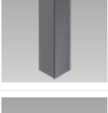
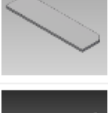
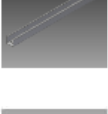

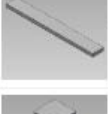

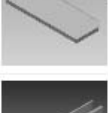
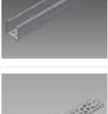
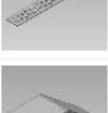

PŘÍLOHA č. 4

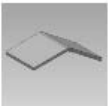





Kusovník varianty C – „optimalizace stávající konstrukce“

Dopravní a manipulační technika

Bc. Jan MOŠTĚK

Náhled	Číslo součásti	△	Název materiálu	Délka rozměr X	Délka rozměr Y	Jakost mat...	Pozice KS
	70A_504_033_02		JEKL 60x40x4	295		S235JRH	4
	70A_504_033_03		JEKL 100x50x4	550		S235JRH	6
	70A_504_033_04		JEKL 100x50x4	595		S235JRH	4
	70A_504_033_05_V2		JEKL 250x100x6	675		S235JRH	4
	70A_504_033_06_V2		JEKL 250x100x6	375		S235JRH	4
	70A_504_033_07_V2		JEKL 250x100x6	550		S235JRH	4
	70A_504_033_08		JEKL 60x40x4	60		S235JRH	4
	70A_504_033_09_V2		P6	250	250	S235JRG2	8
	70A_504_033_10_V1		P10	340	325	S235JRG2	4
	70A_504_033_11		OCEL CTVERCOVA 80	230		S235JRG2	4
	70A_504_033_12_1		HAK			S690	4
	70A_504_033_12_2		HAK			S690	4
	70A_504_033_16_V1		P6	1800	425,9	S235JRG2	1
	70A_504_033_16_V1X		P6	1800	425,9	S235JRG2	1

Náhled	Číslo součásti	△	Název materiálu	Délka rozměr X	Délka rozměr Y	Jakost mat...	Pozice KS
	70A_504_033_16_V2		P6	1800	425,9	S235JRG2	2
	70A_504_033_17		P6	1800	178	S235JRG2	4
	70A_504_033_18		P5	178	16	S235JRG2	8
	70A_504_033_19		OCEL CTVERCOVA 10	70		S235JRG2	8
	70A_504_033_20		OCEL CTVERCOVA 10	45		S235JRG2	8
	70A_504_033_21		P5	179	50	S235JRG2	8
	70A_504_033_24_V1		P6	1800	375,9	S235JRG2	2
	70A_504_033_25		P6	1800	128	S235JRG2	2
	70A_504_033_26		P5	128	16	S235JRG2	4
	70A_504_033_27		OCEL CTVERCOVA 10	30		S235JRG2	8
	70A_504_033_28		P5	128,6	50	S235JRG2	4
	70A_504_033_31_V1		P6	980	375,9	S235JRG2	2
	70A_504_033_32		P6	980	128	S235JRG2	2
	70A_504_033_34_V1		P8	253,1	90	S235JRG2	2

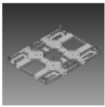
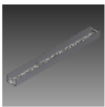




Náhled	Číslo součásti	△ Název materiálu	Délka rozměr X	Délka rozměr Y	Jakost mat...	Pozice KS
	70A_504_033_34_V1X	P8	253,1	90	S235JRG2	2
	70A_504_033_35_V1	P8	439,7	90	S235JRG2	2
	70A_504_033_35_V1X	P8	439,7	90	S235JRG2	2
	70A_504_033_36_V1	P10	85	62	S235JRG2	4
	70A_504_033_55	P5	495	495	S235JRG2	4
	70A_504_033_56	P5	558,6	100	S235JRG2	4

PŘÍLOHA č. 5

Kusovník svařenců varianty C – „optimalizace stávající konstrukce“

Dopravní a manipulační technika

Bc. Jan MOŠTĚK

Náhled	Číslo součásti	Popis	Komentáře	Pozice KS	Hmotnost	Index Součásti
	70A_504_033_01_V1_05	SVARENEC 01	LAKOVANÝ	1	427,084 kg	A
	70A_504_033_15_V1	SVARENEC 15_1	ZINKOVANÝ	1	44,501 kg	A
	70A_504_033_15_V1X	SVARENEC 15_1X	ZINKOVANÝ	1	44,501 kg	A
	70A_504_033_15_V2	SVARENEC 15_2	ZINKOVANÝ	2	47,454 kg	A
	70A_504_033_23_V1	SVARENEC 23	ZINKOVANÝ	2	41,129 kg	A
	70A_504_033_30_V1	SVARENEC 30	ZINKOVANÝ	2	22,013 kg	A

PŘÍLOHA č. 6

Sestava palety s příslušenstvím varianty C

