

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301T001 Dopravní a manipulační technika

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Návrh skládacího Eurogitter boxu

Autor: **Bc. Kamila KŘÍŽOVÁ**

Vedoucí práce: **Ing. Vladislav KEMKA, Ph.D.**

Akademický rok 2013/2014

Poděkování

V úvodu práce bych chtěla poděkovat vedoucímu diplomové práce, panu Ing. Vladislavu Kemkovi Ph.D. za jeho připomínky, cenné rady, konzultace a odborné vedení. Dále bych chtěla poděkovat konzultantovi panu Ing. Václavu Dufkovi za rady, které byli velmi přínosné při návrhu konstrukce.

Prohlášení o autorství

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

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

V Plzni dne:

.....
podpis autora

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Křížová	Jméno Kamila	
STUDIJNÍ OBOR	N2301 - 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 skládacího Eurogitter boxu		

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

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	59	TEXTOVÁ ČÁST	55	GRAFICKÁ ČÁST	4
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Diplomová práce obsahuje návrh skládacího eurogitter boxu. Součástí práce je popis konstrukčního řešení, kontrolní výpočty, technologický postup výroby zvolené součásti, technicko-ekonomické zhodnocení. V příloze práce je vybraná výkresová dokumentace.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	Skládací eurogitter box, paleta, stohovatelnost

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Křížová	Name Kamila	
FIELD OF STUDY	N2301 - 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	Design of folding Eurogitter box		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	<i>Machine Design</i>	SUBMITTED IN	2014
----------------	------------------------	-------------------	-----------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	59	TEXT PART	55	GRAPHICAL PART	4
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The diploma's thesis contains a design of folding Eurogitter box. A part of this work is a description of a structural design, control calculations, a technological process of selected components and a technical-economic evaluation. There are also selected drawings in the attachment.
KEY WORDS	Folding Eurogitter box, Pallet, stacking

Obsah

1. Úvod	11
1.1. O firmě Stauner Palet s r.o.....	11
1.2. Přepravní prostředky se zaměřením na kovové palety	12
1.2.1. Nízkozdvižné vozíky	12
1.2.2. Vysokozdvižné vozíky	12
1.3. Paleta	14
1.3.1. Prosté palety plastové	15
1.3.2. Prosté palety kovové	15
1.4. Nasazovací rámy na palety	16
1.4.1. Kombinace dřevěné palety a kovové konstrukce	16
1.5. Paletové nástavby	16
1.5.1. Ohradové palety	16
1.5.2. Speciální palety	16
2. Gitterbox (Ohradová paleta).....	18
2.1. Skládací gitterbox	18
3. Specifikace požadavků technického systému	19
3.1. Upřesnění požadavků od firmy Stauner	19
3.2. Specifikace požadavků	19
3.3. Časový plán	20
3.4. Návrh a kombinace TS (Technického systému).....	20
3.4.1. Morfologická matice s navrženými orgány TS a návrhy na jejich kombinaci.....	21
3.5. Orgánové struktury TS	21
3.5.1. Varianta A	21
3.5.2. Varianta B	22
3.5.3. Varianta C	22
3.6. Hodnocení a výběr optimální orgánové struktury TS	23
3.7. Zhodnocení variant	24
4. Výsledné konstrukční řešení	25
4.1. Paleta	25
4.1.1. Konstrukce palety.....	25
4.1.2. Napěťová a deformační analýza	25
4.1.3. Optimalizace konstrukce	26
4.1.4. Napěťová a deformační analýza	27
4.2. Bočnice	31
4.2.1. Konstrukce bočnice	31

4.2.2.	Napěťová a deformační analýza	31
4.2.3.	Optimalizace konstrukce	32
4.2.4.	Napěťová a deformační analýza	32
4.2.5.	Kontrola bočnice na vzpěr	34
4.3.	Zadní stěna	36
4.4.	Přední stěna	37
4.5.	Držák dokumentů	38
4.6.	Zakrytování	38
4.7.	Popis funkčnosti	39
4.8.	Stohovatelnost	41
5.	Modulární složení eurogitterboxu do návěsu	42
5.1.	Vyhodnocení	46
6.	Technologický postup výroby	47
6.1.	Popis součástí	47
7.	Technicko-ekonomické hodnocení	49
7.1.	Ekonomické hodnocení	49
7.1.1.	Zhodnocení	51
7.2.	Technické hodnocení	52
8.	Závěr	53
9.	Seznam zdrojů	54
9.1.	Knižní publikace	54
9.2.	Internetové zdroje	54

Seznam obrázků

Obr. 1- 1	Stauner palet s.r.o. Mrákov- Starý Klíčov [17]	11		
Obr. 1- 2	Nízkozdvíhový vozík [13]	Obr. 1- 3	Nízkozdvíhový vozík s pohonem [12]	12
Obr. 1- 4	Vysokozdvíhový vozík [13]	Obr. 1- 5	Vysokozdvíhový vozík s pohonem [12]	13
Obr. 1- 6	Vozík s pohonem [12]	Obr. 1- 7	Vozík s kabinou [12]	13
Obr. 1- 8	Velkotónážní vozík [15]			14
Obr. 1-9	Paleta [18]			14
Obr. 1-10	Paleta plastová [5]			15
Obr. 1-11	Kovová paleta [5]			15
Obr. 1-12	Paleta s kovovou konstrukcí [20]			16
Obr. 1-13	Ohradová paleta [5]			16
Obr. 1-14	Speciální palety [3]			17
Obr. 2- 1	Gitterbox [14]			18

Obr. 2- 2 Složený gitterbox [5]	Obr. 2- 3 Složený gitterbox [5]	18
Obr. 3- 1 Varianta A		22
Obr. 3- 2 Varianta B		22
Obr. 3- 3 Varianta C	Obr. 3- 4 Varianta C se zakrytováním	23
Obr. 3- 5 Graf vyhodnocení variant		24
Obr. 4- 1 Paleta		25
Obr. 4- 2 Redukované napětí		26
Obr. 4- 3 Paleta	Obr. 4- 4 Podlahový plech	27
Obr. 4- 5 Okrajové podmínky a síť		27
Obr. 4- 6 Deformace		28
Obr. 4- 7 Redukované napětí		28
Obr. 4- 8 Okrajové podmínky a síť		29
Obr. 4- 9 Deformace		29
Obr. 4- 10 Redukované napětí		30
Obr. 4- 11 Detail napětí		30
Obr. 4- 12 Redukované napětí		31
Obr. 4- 13 Bočnice		32
Obr. 4- 14 Okrajové podmínky a síť	Obr. 4- 15 Deformace	32
Obr. 4- 15 Redukované napětí	Obr. 4- 16 Detail	33
Obr. 4- 17 Prut a průřez		34
Obr. 4- 19 Zadní stěna s aretační tyčí	Obr. 4- 20 Detail zajištění	36
Obr. 4- 21 Přední stěna		37
Obr. 4- 22 Aretace		38
Obr. 4- 23 Držák dokumentů		38
Obr. 4- 24 Zakrytování	Obr. 4- 25 Eurogitterbox se zakrytováním	39
Obr. 4- 26 Rozvin zakrytování		39
Obr. 4- 27 Otevřená horní dvířka	Obr. 4- 28 Otevřená spodní dvířka	40
Obr. 4- 29 Sklopená přední stěna	Obr. 4- 30 Sklopená přední i zadní stěna	40
Obr. 4- 31 Složený eurogitterbox I	Obr. 4- 32 Složený eurogitterbox II	41
Obr. 4- 33 Stohované složené gitterboxy	Obr. 4- 34 Stohované rozložené gitterboxy	41
Obr. 5- 1 Změna výšky návěsu[1]		42
Obr. 5- 2 Modulárnost A		42
Obr. 5- 3 Modulárnost B		43
Obr. 5- 4 Modulárnost C		44
Obr. 5- 5 Modulárnost D		45
Obr. 6- 1 Bočnice		47
Obr. 7- 1 Eurogitter box		52

Seznam tabulek

Tab. 1 Specifikace požadavků.....	19
Tab. 2 Časový plán.....	20
Tab. 3 Morfologická matice se záznamem navržených orgánů ke stanoveným funkcím TS s návrhem jejich kombinací	21
Tab. 4 Hodnocení a výběr	23
Tab. 5 Modulárnost A	42
Tab. 6 Modulárnost B.....	43
Tab. 7 Modulárnost C.....	44
Tab. 8 Modulárnost D	45
Tab. 9 Vyhodnocení	46
Tab. 10 Technologický postup	48

Seznam příloh

Typový výkres
Výkres sestavy
Výkres bočnice
Výkres palety

Přehled použitých zkratk a symbolů

m	[kg]	hmotnost
S	[mm ²]	plocha
F	[N]	síla
g	[m·s ⁻²]	gravitační zrychlení
E	[N·mm ⁻²]	modul pružnosti v tahu
R _m	[N·mm ⁻²]	mez pevnosti materiálu v tahu
R _e	[N·mm ⁻²]	mez kluzu materiálu v tahu
σ _{red}	[N·mm ⁻²]	redukované napětí
σ _{dov}	[N·mm ⁻²]	dovolené napětí
k	[-]	koeficient bezpečnosti
y _{dov}	[mm]	dovolený průhyb
y _l	[mm]	maximální průhyb
λ	[-]	štíhlostní poměr
n	[-]	koeficient pro vzpěr
J _{min}	[mm ⁴]	kvadratický moment průřezu

1. Úvod

Diplomová práce byla zadána firmou Stauner s.r.o. Německá firma Stauner je výrobcem přepravních boxů a speciálních palet převážně pro automobilový průmysl. Cílem diplomové práce je návrh skládacího eurogitter boxu, který bude splňovat zadané požadavky. Na počátku diplomové práce je provedena rešerše dopravních prostředků pro přepravu palet. Následuje specifikace europalety a přehled jejích dalších konstrukčních variant.

Eurogitter box je ohradová paleta, která má velmi široké využití. Nejčastěji se ohradová paleta vyskytuje v pevném konstrukčním provedení, ale v poslední době se zvýšila poptávka po možnosti jejího složení. Hlavním úkolem je samotný návrh ohradové palety, neboli eurogitter boxu, s možností jejího složení, při zachování stávajících pevnostních parametrů a vnějších rozměrů. Je proveden výběr možných konstrukčních variant za pomoci morfologické matice. Nejlépe vyhodnocená varianta bude následně rozpracována.

Další část diplomové práce je věnována samotnému konstrukčnímu řešení výsledné varianty, kde jsou navrženy jednotlivé komponenty, mechanismy a aretace skládacího eurogitter boxu. Následně byla provedena napěťová a deformační analýza hlavních konstrukčních součástí, jejich optimalizace a zpracování výsledků. Následně byla zpracována výkresová dokumentace, která je k diplomové práci přiložena v příloze.

V dalších kapitolách je zpracováno modulární uložení eurogitterboxu do zvoleného typu návěsu čtyřmi možnými způsoby, technicko-ekonomické hodnocení navrženého technického systému. Na závěr diplomové práce je zpracován technologický postup výroby zvoleného dílu.

1.1. O firmě Stauner Palet s r.o.

Stauner Palet je dceřiná společnost německé firmy JOSTA Engineering + Vertriebs GmbH. V Evropě má firma Stauner šest poboček, z nichž jsou tři v Německu, jedna ve Švýcarsku a dvě v České republice. Firma se zabývá výrobou přepravních klasických i speciálních kovových palet. Hlavním odběratelem jejich konstrukčních výrobků jsou velké firmy jako například AUDI, BMW, Siemens, Continental, Daimler, Porsche či Miele. Výroba přepravních komponent se řídí individuálními požadavky jednotlivých zákazníků a produkty firmy Stauner dosahují vynikající kvality.



Obr. 1- 1 Stauner palet s.r.o. Mrákov- Starý Klíčov [17]

1.2. Přepravní prostředky se zaměřením na kovové palety

Přepravní prostředky pro kovové palety nejsou konstrukčně odlišné od prostředků přepravujících palety vyrobené z jiného materiálu. Přepravní boxy a palety jsou vyráběny ve stejném rozměrovém provedení za využití různých druhů materiálů, pro zajištění přepravní kompatibility. Přepravní vozíky se mohou rozdělovat podle několika kritérií, a každý výrobce má své individuální rozdělení a zaměřuje se na výrobu určitých typů přepravních vozíků. Dělení vozíků může být podle nosnosti, výšky zdvih, druhu pohonu, typu pohonu motoru atd.

Pro rešerši přepravních prostředků bylo zvoleno velmi obecné rozdělení, aby bylo představeno co nejvíce druhů přepravních vozíků.

1.2.1. Nízkozdvižné vozíky

Nízkozdvižné vozíky slouží pro přepravu palet a eurogitter boxů převážně ve skladových prostorech. Mají malá kola a přejezd po větších nerovnostech je zcela nemožný. Proto je nutné jejich použití pouze na rovných a pevných podlahách. Jejich charakteristickým znakem je nízká výška zdvihu, která se pohybuje kolem 200 mm. Nosnost nízkozdvižných vozíků je 2-3 t.

Zástupci kategorie nízkozdvižných vozíků jsou dva, první s ručním pohonem pojezdu a zdvihem a druhý motorový. Základní nízkozdvižný vozík je s manuálním pohonem i zdvihem (Obr.1-2). Vozík s motorovým pohonem je napájen akumulátorem, který napájí jak pojezd, tak i hydraulický motor pro zdvih (Obr.1-3).



Obr. 1- 2 Nízkozdvižný vozík [13]



Obr. 1- 3 Nízkozdvižný vozík s pohonem [12]

1.2.2. Vysokozdvižné vozíky

Slouží pro přepravu a uskladnění materiálu i do výškových regálů. Podle typů jejich konstrukčních provedení se liší i jejich použití. Základní rozdělení vysokozdvižných vozíků je provedeno představením hlavních zástupců této kategorie.

Prvním zástupcem této kategorie je technicky nejjednodušší manuálně ovládaný vysokozdvižný vozík. Pohon vozíku je ruční a zdvih za pomoci hydrauliky také ruční (Obr.1-4). Je určen pro přepravu na rovném a pevném povrchu. Maximální nosnost je 1 t a maximální výška zdvihu je do 2,5 m.



Obr. 1- 4 Vysokozdvizný vozík [13]



Obr. 1- 5 Vysokozdvizný vozík s pohonem [12]

Dalším typem vysokozdvizného vozíku je vozík bez motorového pohonu a zdvih nákladu je realizován pomocí hydraulického motoru (Obr.1-5). Tyto vozíky jsou také určeny pro přepravu na pevných a rovných podlahách bez výmolů, zástupci této kategorie mají nosnost 1-2 t a výška zdvihu se pohybuje do 3 m.

Dále je v kategorii vysokozdvizných vozíků vozík s vlastním pohonem. Pohon zajištěn elektromotorem, který je napájen akumulátorovou baterií. Zdvih je obstarán hydraulickým motorem. Tyto typy vozíků jsou určeny pro přepravu a stohování materiálu na přepravních paletách, po pevných podlahách, s možností i malého stoupání, bez zátěže je 6% a se zátěží 4%. Nosnost je 1,2 t a maximální zdvih 3m.



Obr. 1- 6 Vozík s pohonem [12]



Obr. 1- 7 Vozík s kabinou [12]

Vysokozdvizný vozík s kabinou pro řidiče je další typ zařízení pro přepravu materiálu. Tyto druhy vozíků je možné dále dělit do několika kategorií.

podle typu motoru: elektrický
dieselový
benzinový/ LPG

podle počtu kol: tříkolový
čtyřkolový

podle pohonu kol: 2
4

Dále podle výšky zdvihu nebo nosnosti.

Pro příklad za všechny druhy vysokozdvížných vozíků s kabinou představíme vysokozdvížný vozík od firmy Belet. Je to tříkolový vozík s nosností 1,5 t a možností zdvihu až 6 m. Vozík je poháněn elektromotorem s rekuperací pro úsporu energie akumulátoru. Zdvih je jako u většiny vozíků pomocí hydraulického motoru. Kabina je ergonomicky upravena, všechny ovládací prvky jsou jednoznačně popsány a podle přání zákazníka lze vozík individuálně vybavit. Je určen pro jízdu nejen ve skladech, ale i po venkovním zpevněném povrchu.

Posledním zástupcem kategorie vysokozdvížných vozíků s kabinou je vozík určený především do terénu. Má dieselovým motor a pohon všech čtyř kol (Obr.1-8). Patří do kategorie velkotonážních vozíků, které dosahuje výšky zdvihu až 7,2 m a jeho nosnost je až 18 t. Je určen převážně pro manipulaci s materiálem na stavbách.



Obr. 1- 8 Velkotonážní vozík [15]

1.3. Paleta

Transportní paleta je na první pohled jen pár prken, trámků a hřebíků. Prvně se objevila v roce 1961 a následně se velmi rychle rozšířila, protože její použití ušetřilo mnohým firmám mnoho času a peněz. Proto její výrobu zaštitila Mezinárodní železniční unie (UIC) a pro její výrobu určila podmínky. Díky jejím standardním rozměrům se stala velmi oblíbenou a přinesla úsporu času nakládky přes 10 %.



Obr. 1-9 Paleta [18]

Palety podléhají normativní úpravě respektující standardy ISO. Základní rozměr vratných palet prostých je podle ISO je 1000 x 1200 mm. Tento rozměr je celosvětově rozšířen a je vhodný pro přepravu v kontejnerech ISO řady 1.

Nejčastěji se vyskytující rozměr palet v Evropě je 800 x 1200 mm (Europaleta). Europaleta je velmi detailně normovaná, její ložná plocha je 0,96 m² a její rozměry jsou 1200 x 800 x 144 mm (délka × šířka × výška). Hmotnost europalety se pohybuje v rozmezích 20 – 24 kg podle

vlhkosti dřeva. Latě a hranoly jsou spojeny 78 speciálními hřebíky. Europaleta má čelní a boční otvory pro snadnou manipulaci. Je možné ji nabrat automatickým manipulačním zařízením ze všech čtyř stran.

Paleta prostá je určena pro mezioperační manipulaci, skladové operace, kompletační práce a transport. Je vyráběna z různých druhů materiálů, jako je například dřevo, plast, dřevotříska, kov a jejich kombinace. Nejčastěji se v České republice se můžeme setkat s dřevěnou paletou a to hlavně kvůli její ceně.

Výrobu europalet nemůže provádět jakákoli firma, ale pouze firma s licenci. Jsou dána striktní kritéria nejen pro kvalitu použitého materiálu pro výrobu, ale i pro umístění spojovacího materiálu, její označení a také pro následné opravy palety. Paleta musí mít označení EUR, nesmí být poškozená a nesmí z ní vyčnívat spojovací materiál. Pokud tomu tak je, nebo je velmi znečištěná, musí se paleta opravit nebo vyřadit.

Europaleta odpovídá železničním předpisům Mezinárodní železniční unie (UIC) i předpisům European Pallet Association (EPAL). Europalety nejsou obvykle ukládány do ISO-kontejnerů, protože jejich rozměry jsou odvozené od rozměrů železničních vagónů, které kontejnerům nevyhovují. Rozměrová neshoda je vyvolána rozdílnými délkovými systémy v Evropě a v USA, odkud jsou přepravní kontejnery.

1.3.1. Prosté palety plastové

Jsou vyráběny z nízkohustotního polyetylénu (LDPE). Tento materiál je velmi odolný na mechanické poškození a je teplotně stálý (od -30°C do 70°C). Palety jsou certifikované pro užití i pro potravinářský průmysl. Hmotnost plastové palety je 18 kg. Povrch palety je protiskluzově upraven a je snadno omyvatelný.



Obr. 1-10 Paleta plastová [5]

1.3.2. Prosté palety kovové

Kovové palety jsou vyrobeny z ocelového plechu a jsou svařovány. Prolisy na paletě zajišťují tuhost a vyšší nosnost. Hlavní výhodou ocelové palety je její pevnost a vysoká odolnost. Hmotnost kovové palety se pohybuje kolem 30 kg.



Obr. 1-11 Kovová paleta [5]

1.4. Nasazovací rámy na palety

1.4.1. Kombinace dřevěné palety a kovové konstrukce

Je to kombinace dřevěné europalety a ocelové konstrukce vyplněné drátěnými sítěmi. Jde o nasazovací ocelový rám na europaletu. Je mnoho konstrukčních modifikací jako například nízké provedení, nebo standardní provedení o výšce 970 mm, s půlenou přední stranou, která je v horní části otvíratelná atd.



Obr. 1-12 Paleta s kovovou konstrukcí [20]

1.5. Paletové nástavby

1.5.1. Ohradové palety

Základem je paletová podstava, ke které je nerozebíratelně připevněna konstrukce stěn. Stěny jsou tvořeny nejčastěji plechem s prolisy, které zvyšují tuhost ohradové palety. Pro snadnou stohovatelnost jsou sloupky v horní části rozšířeny pro snadné usednutí horní palety. Ohradové palety mohou být osazeny i víkem, které je pomocí visacího zámku možno uzamknout. Konstrukce se může lišit i výškou stěn palety, která může být libovolná dle požadavků zákazníka, nejčastěji se pohybuje od 375 mm do 620 mm.



Obr. 1-13 Ohradová paleta [5]

1.5.2. Speciální palety

Speciální palety jsou nejčastěji konstruovány podle individuálních požadavků a přání zákazníka. U speciálních palet nemusí být dodržen normovaný rozměr. Jejich použití je stejné, ale pro zákazníka více praktické. Slouží pro transport, uskladnění a pro mezioperační procesy.

Pro ukázkou, speciální palety je možné najít třeba v zemědělství, kde jsou používány pro přepravu a uskladnění krmiva, ale také pro transport živých zvířat.

Dále se můžeme setkat se speciálními paletami v automobilovém průmyslu, kde jsou upravené například pro upevnění například ráfků kol nebo jednotlivých karosářských prvků atd. Tyto palety jsou také vhodné pro robotizovanou výrobu, která je v automobilovém průmyslu velmi častá. Palety jsou konstrukčně upraveny tak, aby k jednotlivým dílům měl přístup i manipulační robot. Na speciálních paletách mohou probíhat mezioperační procesy, například schnutí.

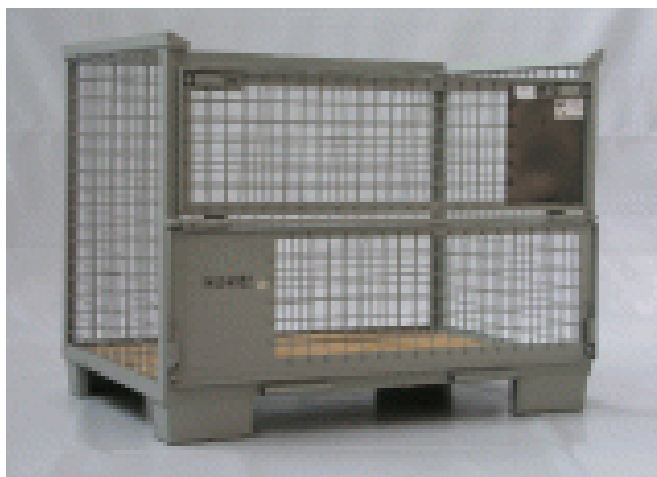


Obr. 1-14 Speciální palety [3]

2. Gitterbox (Ohradová paleta)

Je to kovová ohradová paleta řady EURO. Základní gitterbox je vyráběn podle normy UIC 435-3 DIN 15-155 EUR DB o rozměrech 1240 x 835 x 970 mm. Normovaný typ palety, kde stěny tvoří pletivo o průměru drátu 4,5 mm, velikost ok je 50 x 50 mm. Nosnou část tvoří kovový rám. Na přední stěně jsou dvířka pro snadnou manipulaci s materiálem. Podlahu gitterboxu tvoří vyměnitelné dřevěné desky, které jsou uloženy ve speciálních omega profílech.

Gitterbox je pevný, vysoce odolný, bezpečně stohovatelný díky zesílenému a speciálně upravenému hornímu okraji. Má velmi rozmanité spektrum použití v hutním, strojním, dřevařském, automobilovém, chemickém průmyslu atd., či pro sklad odpadu.



Obr. 2- 1 Gitterbox [14]

2.1. Skládací gitterbox

Pro ušetření skladovacího prostoru a hlavně pro ušetření drahého transportního prostoru jsou gitterboxy konstruovány s možností jejich složení. Při nevyužití ložného objemu se gitterbox složí a zabírá jen minimální prostor a tím se zefektivňuje využití přepravního prostoru. Jeho skládací varianty mají stejné vnější rozměry, vnitřní prostor je na úkor skládacího mechanismu nepatrně zmenšen. Stohovatelnost a nosnost eurogitter boxu jsou zachovány.



Obr. 2- 2 Složený gitterbox [5]



Obr. 2- 3 Složený gitterbox [5]

3. Specifikace požadavků technického systému

3.1. Upřesnění požadavků od firmy Stauner

Zadání diplomové práce bylo upřesněno konzultantem ing. Dufkem.
Upřesněné požadavky:

- Při konstrukci gitterboxu použít na jeho podlahu podkladový pozinkovaný plech 1,25mm, který bude vyměnitelný.
- Použít pletiva s oky 70 x 70 mm s průměrem drátu 3,5 mm
- Použití držáku dokumentů na horních otvíratelných dvířkách
- Aretace spodních dvířek v horní poloze
- Možnosti zakrytování
- Návrh a zpracování modulárního systému, uložení eurogitter boxu do návěsu nákladního vozidla (např. poloviční a dvojnásobná velikost, atd....)

3.2. Specifikace požadavků

Požadovaná technická specifikace	Podmínka	Požadovaná hodnota
Délka boxu	ANO	1240 mm
Šířka boxu	ANO	835 mm
Výška	ANO	973 mm
Hmotnost	ANO	< 85 kg
Nosnost	ANO	750 kg
Složený stav, výška	ANO	< 400 mm
Stohovatelnost	ANO	1+5
Přeprava vys. vozík	ANO	1+3
Otvírání dvířek	ANO	Spodní i horní
Držák dokumentů	ANO	Horní dvířka
Životnost	ANO	7 let
Stohovatelnost složeného boxu	ANO	
Zakrytování	ANO	

Tab. 1 Specifikace požadavků

3.3. Časový plán

Diplomová práce	9/13	10/13	11/13	12/13	1/14	2/14	3/14	4/14	5/14	
Zadání	■									
Sběr a třídění informací		■								
Upřesnění požadavků		■								
Návrh jednotlivých variant			■							
Předdiplomní praxe					■					
Vytvoření 3D modelu				■						
Výpočty						■				
Tvorba výkresové dokumentace							■			
Konzultace		■								
Diplomová zpráva		■								

Tab. 2 Časový plán

3.4. Návrh a kombinace TS (Technického systému)

Návrhy technického systému jsou provedeny na základě možností konstrukce jednotlivých prvků, variant rozložení systému za použití různých druhů materiálů. Návrh a kombinace jednotlivých hledisek vede k získání tří výsledných variant, které jsou kombinací jednotlivých prvků, principů a materiálů. Následným zhodnocením priorit technického systému získáme ideální technický systém, který splňuje kritéria zadání a svými hlavními funkcemi se přibližuje ideálnímu technickému systému.

Pro návrhy a kombinace je sestavena morfologická matice, kde jsou zaznamenány funkce a orgány. Vyhodnocení jednotlivých variant je zaměřeno na jakost a náklady technického systému.

3.4.1. Morfologická matice s navrženými orgány TS a návrhy na jejich kombinaci

Morfologická matice ukazuje sestavení funkční struktury, kde jsou zaznamenány funkce a orgány, prostřednictvím kterých jsou tyto funkce plněny.

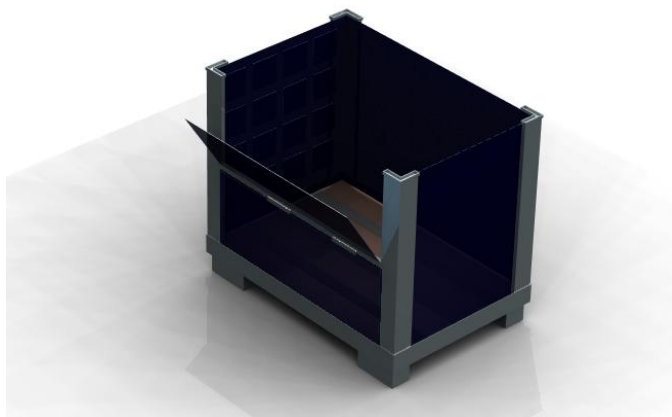
Hl. funkce	Vedl. fce/část	Orgány		
Možnost konstrukce	Nohy	Plná	Nohy	Ližiny
	Bočnice	Plné	Trubky	Drát
	Podélnice	Plné	Trubky	Drát
	Podlaha	Prkno	Plech	
	Schránka	Drát	Kapsa	Bez
	Zakrytování	S Boxem	Samostatně	Částečně
Kompletační	Bočnice	Západky	Spojovací mat.	
	Podélnice	Západky	Spojovací mat.	
	Aretace dvířek	Drát	Páka	Závlačka
	Podlaha	Přesnost	Nýt	Šroub
Materiál	Bočnice	Ocel	Plast	Hliník
	Podlaha	Plast	Dřevo	Ocel
	Zakrytování	Plast	Tkanina	Ocel
Varianta		A	B	C

Tab. 3 Morfologická matice se záznamem navržených orgánů ke stanoveným funkcím TS s návrhem jejich kombinací

3.5. Orgánové struktury TS

3.5.1. Varianta A

První konstrukční návrh je proveden s myšlenkou integrovaného zakrytování přímo ve stěnách eurogitterboxu. Stěny jsou vyrobeny plastovými odlitky s žebrováním pro zajištění požadované pevnosti. Podlaha je tvořena plastovými deskami. Plastové stěny a podlaha jsou vsazeny do ocelové konstrukce. Držák dokumentů je součástí horních dvířek, jako kapsa zhotovena při odlévání, aretace spodních dvířek v otevřené poloze je pomocí zajišťovacích závlaček. Složení a rozložení boxu je zajištěno normalizovaným spojovacím materiálem, který je při ztrátě lehce nahraditelný.



Obr. 3- 1 Varianta A

3.5.2. Varianta B

Varianta B je navržena na nosných ližinách, kde je zaručena tuhosť základní konstrukce nosné palety eurogitter boxu. Na výplň podlahy jsou použita prkna, která v konstrukci drží díky výrobním přesnostem. Ve variantě vyrobené ze slitiny hliníku je pro výplň bočnic použito tenkých trubek. Složení a rozložení eurogitter boxu je zajištěno normalizovaným spojovacím materiálem. Aretace dvířek je pomocí drátku, který zajistí polohu otevřených dvířek zachycením se o trubku výplně stěny. Zakrytování je navrženo z pevné tkaniny, které je ušité na rozměr eurogitter boxu. Zakrytování se provede nasunutím vaku na box. Tento způsob zakrytování má dvě výhody: ve složeném stavu zabírá minimální prostor a hmotnost je vůči navrženému technickému systému minimální.



Obr. 3- 2 Varianta B

3.5.3. Varianta C

Navržený eurogitterbox varianty C je navržen z oceli. Nosná paleta je navržena s ližinami. Ložná plocha palety je vyztužena roštem, na kterém je nýty připevněn pozinkovaný plech. Stěny jsou navrženy ze sítě se čtvercovými oky. Schránka na dokumenty je navrhnutá z

plechu s ohnutým spodním okrajem a dokumenty v požadované poloze drží drát. Zajištění dvířek v otevřené poloze je pomocí otočné pákové zářezky. Složení a rozložení boxu je za pomoci tvarových západek a zářezek. Zakrytování je pomocí plastových desek, které jsou ke konstrukci připevněny stahovacími páskami.



Obr. 3- 3 Varianta C

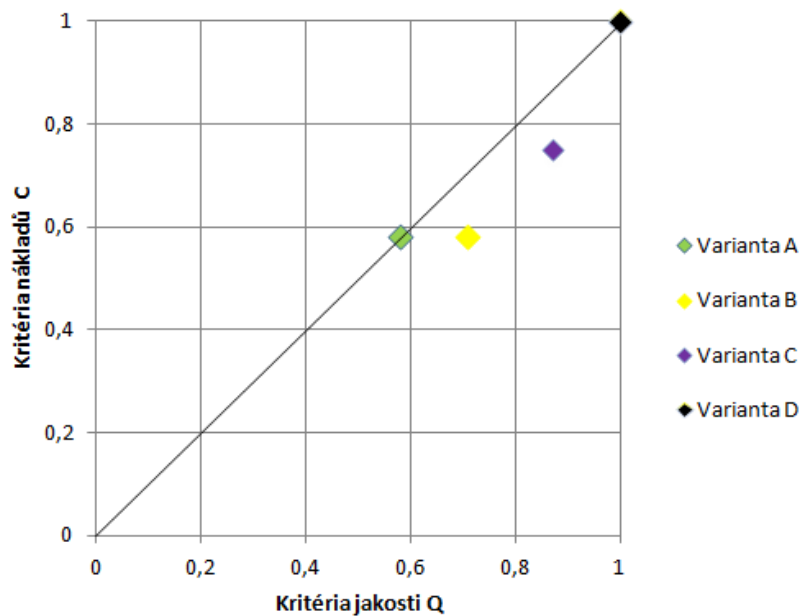


Obr. 3- 4 Varianta C se zakrytáním

3.6. Hodnocení a výběr optimální orgánové struktury TS

Kritéria		Varianta A	Varianta B	Varianta C	Ideál D
Kritéria jakosti Q	Životnost	2	3	3	4
	Konstrukční náročnost	3	2	4	4
	Praktičnost	2	3	4	4
	Kompletace	2	2	3	4
	Hmotnost	2	4	3	4
	Stohovatelnost	3	3	4	4
	Celkové součtové hodnocení	14	17	21	24
	Celkové normativní hodnocení	0,58	0,71	0,87	1
Kritéria nákladů C	Náklady na produkt	2	1	3	4
	Náklady na příslušenství	2	3	2	4
	Náklady na provoz	3	3	4	4
	Celkové součtové hodnocení	7	7	9	12
	Celkové normativní hodnocení	0,58	0,58	0,75	1
Celkové pořadí		3	2	1	
Kritéria		Varianta A	Varianta B	Varianta C	Ideál D

Tab. 4 Hodnocení a výběr



Obr. 3- 5 Graf vyhodnocení variant

3.7. Zhodnocení variant

Ideální technický systém pro zadané požadavky je varianta D. Této variantě se svými vlastnostmi nejvíce podobá varianta C. Při hodnocení všech navržených variant bylo přihlíženo k jakosti technického produktu, tak i na jeho finanční náklady. Finanční náklady jsou zaměřeny na náklady výrobní, náklady na údržbu a náklady pro příslušenství. Jakost výsledného produktu je hodnocena z hlediska životnosti, jednoduchosti při složení a rozložení, dle konstrukční náročnosti a dále podle vlastní hmotnosti a možnosti stohovatelnosti.

Při hodnocení nejhůře dopadla varianta A, kde by se zdálo, že její nejsilnější stránkou bude hmotnost. Tak tomu ale není, protože ušetřená hmotnost plastových stěn je vykompenzována hmotností ocelové konstrukce. Dalším jejím negativem je zhodnocení životnosti, které je ve srovnání s ostatními variantami nevyhovující. Varianta B se v hodnocení umístila na druhém místě, kde nejsilnější stránkou je její hmotnost, která byla nejnižší a odpovídala ideálnímu technickému systému. Kompletace a konstrukční náročnost jsou hodnoceny spíše negativně a nejslabší stránkou varianty B je cena, která je díky použitému materiálu nejvyšší. Nejlépe hodnocenou variantou je varianta C, která se svým hodnocením nejvíce blíží ideální variantě D. Varianta C se stala vítěznou jak při jakostním hodnocení, tak i při nákladovém hodnocení. Navržený technický systém vyniká nízkými provozními náklady a z jakostního pohledu vyniká možností stohovatelnosti. Nejslabší stránkou výsledného technického systému je jeho hmotnost.

4. Výsledné konstrukční řešení

Pro návrh eurogitter boxu je použit materiál ČSN 11373. Je to nelegovaná ocel obvyklých jakostí vhodná pro konstrukce namáhané staticky i mírně dynamicky, vhodná ke svařování. Pevnost v tahu $R_m = 370 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$ a mez kluzu $R_e = 220 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$. Jako povrchová úprava pro eurogitter box je lakování. Tato úprava nemá vliv na pevnost konstrukce.

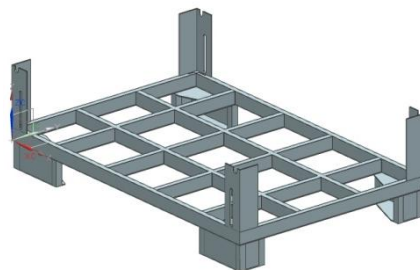
4.1. Paleta

Hlavním prvkem eurogitterboxu je paleta. Je to nosný prvek, který je nejvíce namáhán. Její maximální dovolené zatížení je 750 kg. Síla od zatížení působí na nosný rošt. Dále je paleta zatížena od stohování, jehož požadovaná konfigurace je 1+5. Hmotnost prázdného gitterboxu je 85 kg. Další výrazné zatížení palety je při jejím transportu na vysokozdvížném vozíku, kde jsou přepravovány maximálně 3 palety na sobě.

4.1.1. Konstrukce palety

Konstrukční řešení finální varianty, vzešlé z morfologické matice, bylo konzultováno se zadavatelem práce. Ten navržené řešení schválil, navrhl však optimalizaci v podobě odstranění ližin.

Hlavní rám palety je tvořen z obdélníkových uzavřených profilů (jäcklů) o rozměru 50 x 20 x 3 mm, dle normy ČSN EN 10219. K rámu je přivařen rošt z jäcklů o rozměru 50 x 20 x 2 mm, dle normy ČSN EN 10219. K nosnému rámu palety jsou přivařeny nohy. Spodní a horní část nohy jsou vytvořeny z plechu o tloušťce 3 mm, dle normy DIN 1543 jako hlavním nosným prvkem nohou jsou tři uzavřené profily čtvercové průřezu 25 x 3 mm, dle normy ČSN EN 10219. Zakrytí nohou po obvodu je provedeno také plechem o tloušťce 3 mm. V horních rozích jsou přivařeny stojny z profilů o průřezu nerovnoramenného L o rozměrech 75 x 52 x 3 mm [11].



Obr. 4- 1 Paleta

4.1.2. Napět'ová a deformační analýza

Napět'ová a deformační analýza byla provedena v softwaru Siemens NX 8, za pomoci řešiče NX Nastran. Pevnostní výpočet byl proveden metodou konečných prvků. Na paletu gitterboxu byla provedena deformační a napět'ová analýza pro dva případy jejího maximálního zatížení.

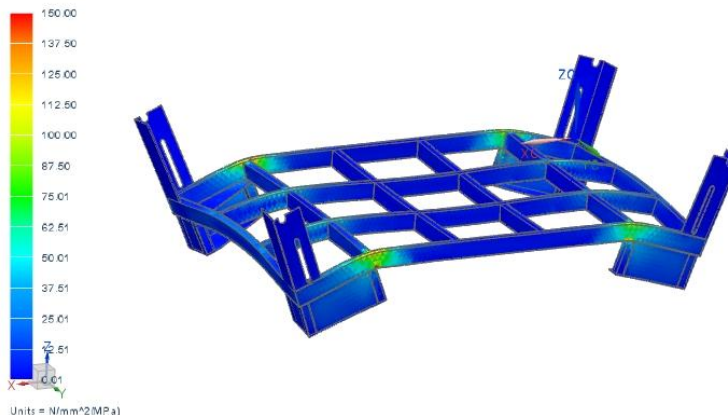
První případ napět'ové a deformační analýzy palety eurogitter boxu, je stav, kdy na vysokozdvížném vozíku je najednou manipulováno se třemi paletami. Spodní paleta je umístěna na vidlice vysokozdvížného vozíku. Je zatížena vlastní nosností a celkovou hmotností od dvou gitterboxů umístěných nad ní.

Okrajové podmínky:

Uložení palety na vidlice vysokozdvížného vozíku nahrazuje okrajová podmínka fixed constraint, která brání posuvům i rotacím ve všech osách x, y, z. Fixace je umístěna na spodní

plochu roštu palety ve dvou plochách o šířce 100 mm. Rošt je zatížen silou od vlastní nosnosti 7358 N, a v rozích palety je umístěna síla o velikosti 16383 N. Pro zasilování byla zvolena 3D tetrahedral mesh o velikosti 14,5 mm.

PALETA.vostik_sim2 : Solution 1 Result
Subcase - Static Loads 1, Static Step 1
Stress - Element-Nodal, Unaveraged, Von-Mises
Min : 0.01, Max : 393.18, Units = N/mm^2(MPa)
Deformation : Displacement - Nodal Magnitude



Obr. 4- 2 Redukované napětí

Při vyhodnocení napěťové analýzy byly zjištěny hodnoty redukovaného napětí podle hypotézy HMH. Maximální hodnota byla lokalizována v místech ohybu palety. Tato hodnota má velikost $393 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$. Při porovnání této hodnoty s mezí kluzu vychází koeficient bezpečnosti 0,56 tato hodnota je nevyhovující.

$$\sigma_{red} = \frac{R_e}{k} \quad \rightarrow \quad k = \frac{R_e}{\sigma_{red}}$$

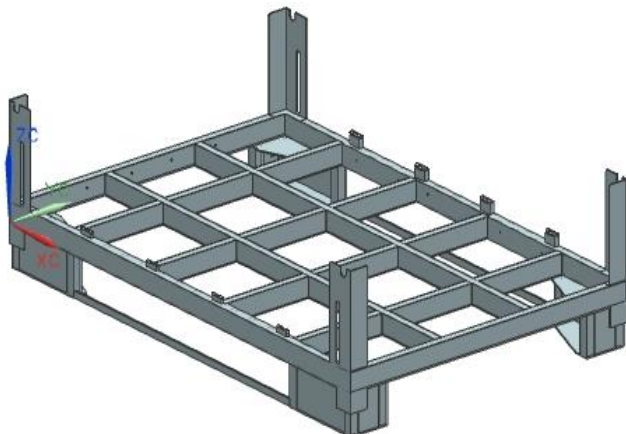
$$k = \frac{220}{393} = 0,56$$

kde:

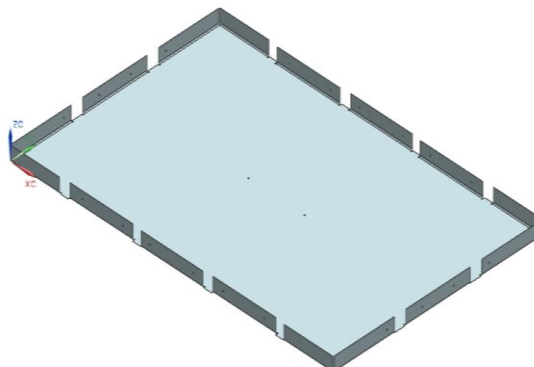
R_e mez kluzu [$\text{N}\cdot\text{mm}^{-2}$]
 σ_{red} redukované napětí [$\text{N}\cdot\text{mm}^{-2}$]
 k koeficient bezpečnosti

4.1.3. Optimalizace konstrukce

Navržené profily palety byly zachovány a konstrukce byla vyztužena v kritickém místě ohybu výpalky z plechu o tloušťce 3 mm, dle normy DIN 1543. Pro zamezení ohybu palety je nezbytná rozpěra mezi nohami palety, která je navržena z ploché tyče o rozměru 16 x 5 mm, dle normy ČSN 42 5522.01. Dále je optimalizovaná paleta osazena dosedacími plochami pro vymezení prostoru pro složené stěny spodních boxů, při stohování ve složeném stavu. Tyto dosedací plochy jsou z profilů L o rozměru 50 x 50 x 5 mm, od výrobce Kobra [11]. Na delších stranách palety jsou přivařeny panty rozdílné výšky, pro zajištění sklopení přední a zadní části palety o 90° . Hmotnost palety je 36,23 kg. Podél vnitřního obvodu palety jsou vyvrtány díry pro nýty na upevnění plechu. K paletě je pomocí nýtů připevněn pozinkovaný plech o tloušťce 1,25 mm, dle normy ČSN EN 10143. Aby se zabránilo pružení plechu ve střední části, je k roštu pomocí tvarovaného plechu plech přinýtován.



Obr. 4- 3 Paleta



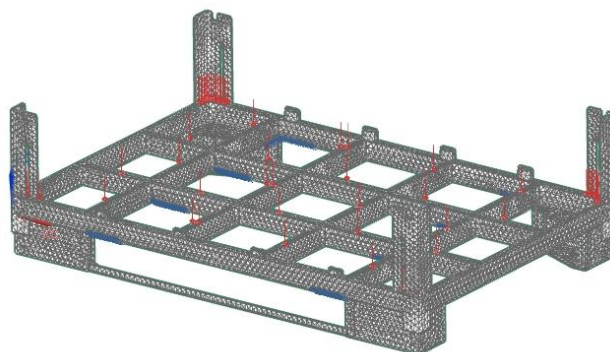
Obr. 4- 4 Podlahový plech

4.1.4. Napět'ová a deformační analýza

První případ napět'ové a deformační analýzy je opakován na optimalizované variantě.

Okrajové podmínky:

Uložení palety na vidlice vysokozdvizného vozíku nahrazuje okrajová podmínka fixed constraint, která brání posuvům i rotacím ve všech osách x, y, z. Fixace je umístěna na spodní plochu roštu palety ve dvou plochách o šířce 100 mm. Rošt je zatížen silou od vlastní nosnosti 7358 N, a v rozích palety je umístěna síla o velikosti 16383 N. Pro zasiťování byla zvolena 3D tetrahedral mesh o velikosti 14,5 mm.



Obr. 4- 5 Okrajové podmínky a síť

Deformační analýzou byla zjištěna nejvyšší hodnota posuvu součástí. Nejvyšší hodnota posunutí je 0,319 mm. Bylo zvoleno kritérium pro kontrolu největšího dovoleného průhybu konstrukce 1/700.

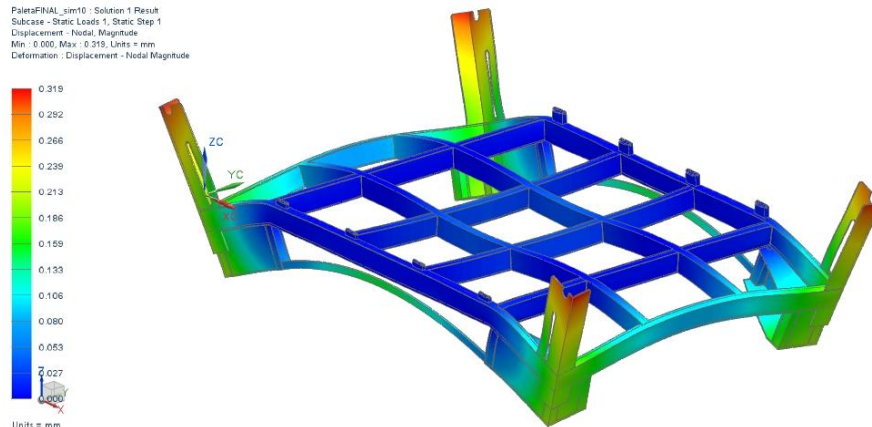
$$y_{dov} = \frac{l}{700} = \frac{813}{700} = 1,16 \text{ mm}$$

kde:

y_{max} maximální průhyb [mm]
 l délka [mm]

$$y_{max} < y_{dov}$$
$$0,319 \text{ mm} < 1,16 \text{ mm}$$

Hodnota 0,319 mm je lokalizována v horních rozích palety. Tato hodnota je v blízkosti vybrání pro zajištění kolmé polohy bočnice, vzhledem k montážním vůlím je tato hodnota zanedbatelná.



Obr. 4- 6 Deformace

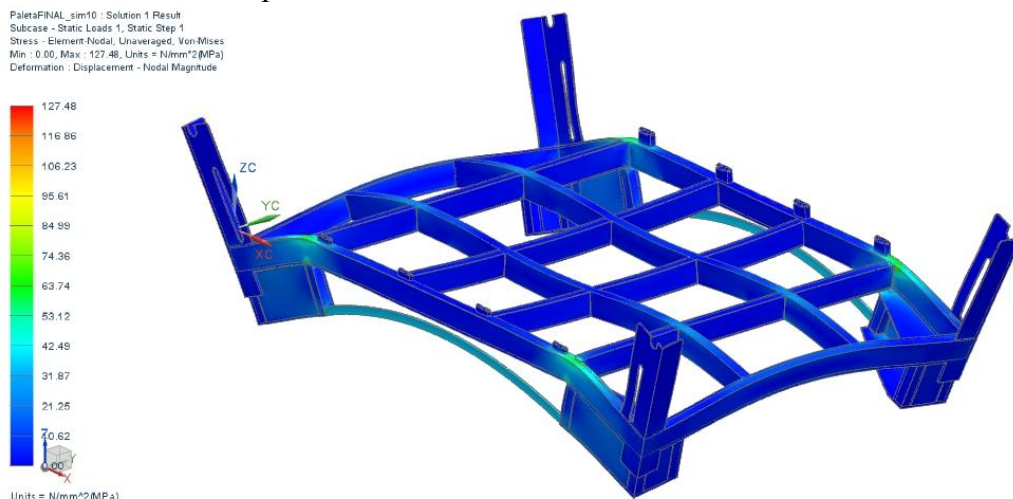
Při vyhodnocení napěťové analýzy byly zjištěny hodnoty redukovaného napětí podle hypotézy HMM. Maximální hodnota byla lokalizována v místech ohybu palety. Tato hodnota má velikost 127,48 N·mm⁻². Při porovnání této hodnoty s mezí kluzu vychází koeficient bezpečnosti 1,73 tato hodnota je vyhovující. Celkově se napětí v paletě pohybuje kolem 40 N·mm⁻².

$$\sigma_{red} = \frac{R_e}{k} \quad \rightarrow \quad k = \frac{R_e}{\sigma_{red}}$$

$$k = \frac{220}{127,48} = 1,73$$

kde:

R_e mez kluzu [N·mm⁻²]
 σ_{red} redukované napětí [N·mm⁻²]
 k koeficient bezpečnosti

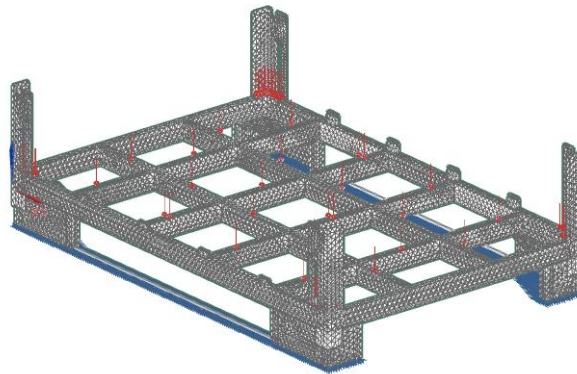


Obr. 4- 7 Redukované napětí

Druhý případ napěťové a deformační analýzy je proveden pro ověření její pevnosti při stohování 1+5. Kde je spodní paleta zatížena její nosností 750 kg, a dále hmotností od 5ti eurogitter boxů nad ní. Paleta stojí na rovném podkladu.

Okrajové podmínky:

Na spodní hranu nohou byla aplikována okrajová podmínka fixed constraint, která brání posuvům i rotacím ve všech osách x, y, z. Dále byla paleta zatížena silou od její nosnosti 7358 N, působící na plochu nosného roštu. Druhá síla od stohovaných eurogitter boxů byla umístěna do rohů palety o velikosti 40957 N. Pro zasít'ování byla zvolena 3D tetrahedral mesh o velikosti 14,5 mm.



Obr. 4- 8 Okrajové podmínky a síť

Při deformační analýze byla zjištěna největší hodnota posuvu 0,474 mm. Tato hodnota je v místě průhybu nosného roštu. Hodnota 0,474 mm je velmi malá a nemá žádný vliv na funkci funkčních ploch. Pro ověření dovoleného průhybu aplikujme vzorec pro maximální dovolený průhyb konstrukce. Pro zjištění dovolené deformace byla zvolena kratší strana palety o délce 813 mm.

$$y_{dov} = \frac{l}{700} = \frac{813}{700} = 1,16 \text{ mm}$$

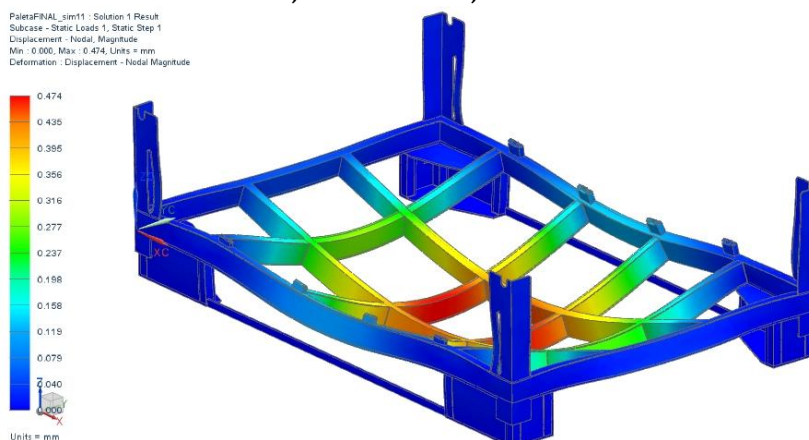
kde:

y_{max}
 l

maximální průhyb [mm]
délka [mm]

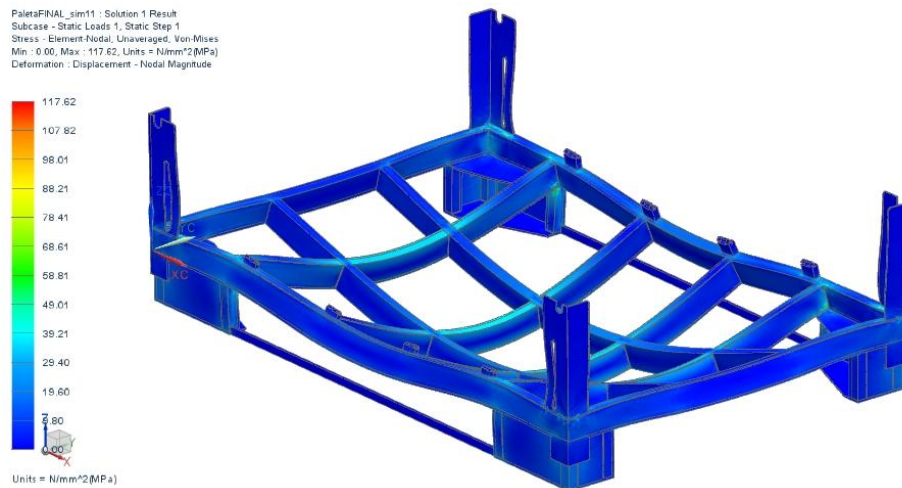
$$y_{max} < y_{dov}$$

$$0,474 \text{ mm} < 1,16 \text{ mm}$$



Obr. 4- 9 Deformace

Byla provedena analýza výpočtu stavu napjatosti podle hypotézy HMM, pomocí MKP. Maximální dovolené napětí podle zvoleného postupu je $117,62 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$. Toto maximální napětí je koncentrováno v místě označeném na Obr. 4-11. Toto napětí je koncentrováno symetricky u každé nohy. Na Obr. 4-11 je pro přesnější určení místa změněna stupnice barevné škály zobrazení napětí ($0 - 50 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$). Při porovnání hodnoty maximálního napětí s mezí kluzu materiálu, vychází koeficient bezpečnosti 1,87 což je pro zvolenou konstrukci vyhovující. Napětí ve zbytku konstrukce je rovnoměrně rozložené a pohybuje se kolem $45 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$.



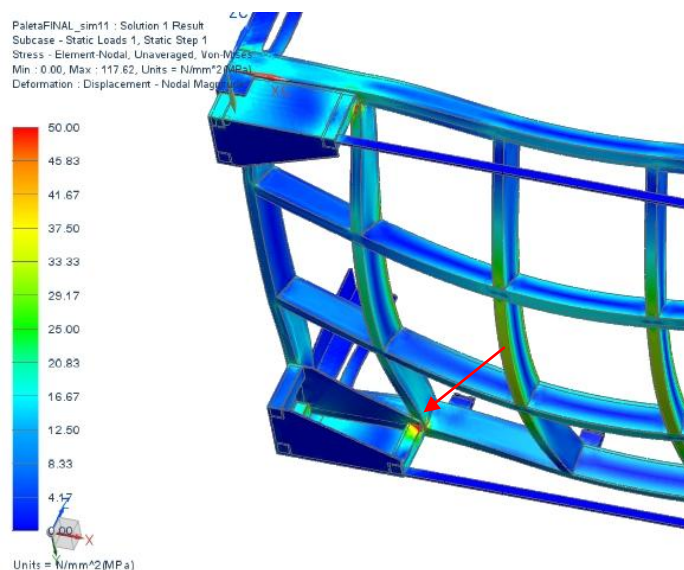
Obr. 4- 10 Redukované napětí

$$\sigma_{red} = \frac{R_e}{k} \rightarrow k = \frac{R_e}{\sigma_{red}}$$

$$k = \frac{220}{117,62} = 1,87$$

kde:

R_e mez kluzu [$\text{N}\cdot\text{mm}^{-2}$]
 σ_{red} redukované napětí [$\text{N}\cdot\text{mm}^{-2}$]
 k koeficient bezpečnosti



Obr. 4- 11 Detail napětí

4.2. Bočnice

4.2.1. Konstrukce bočnice

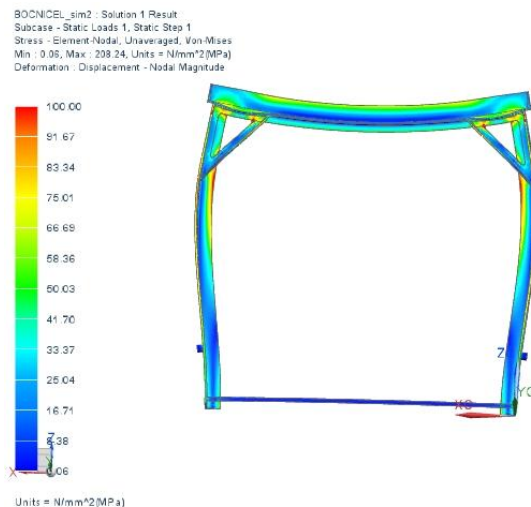
Boční stěna eurogitter boxu je svařenec. Hlavní pruty a jejich spojnice jsou tvořeny tyčí o průřezu nerovnoramenného L o rozměrech 50 x 30 x 5 mm, dle normy ČSN EN 10056. Na stojny je navařena tyč, také tvaru průřezu L o rozměrech 60 x 40 x 4 mm, od výrobce Korba [11]. Spojnice je na koncích uzavřena, aby nemohlo dojít k sesunu horního gitterboxu při stohování. Dále jsou hlavní stojny ve spodní části spojeny plochým profilem 14 x 5 mm, dle normy ČSN 42 5522.01. Výztuha s žebrem je navrhována z ploché tyče o rozměrech 14 x 5 mm a 30 x 5 mm, také dle normy ČSN 42 5522.01. Boky bočnice jsou osazeny tyčemi kruhového průřezu o průměrech 10 mm a 20 mm, dle normy DIN 670, které mají funkci zajištění kolmé polohy bočnice.

4.2.2. Napěťová a deformační analýza

Napěťová a deformační analýza byla provedena v softwaru Siemens NX 8, za pomoci řešiče NX Nastran. Byla provedena metodou konečných prvků. Stojna gitterboxu je zatížena od stohovatelnosti 1+5, bočnice je zatížena hmotností 2087,5 kg.

Okrajové podmínky:

Jako okrajová podmínka je použita funkce fixed constrain na spodních plochách stojny, čímž je zabráněn jakýkoli pohyb. Síla působí na plochu horní spojnice v místech, kde je předpokládán kontakt s horní paletou, ve velikosti 20478 N. Pro zasilování byla zvolena 3D tetrahedral mesh o velikosti 15,6 mm.



Obr. 4- 12 Redukované napětí

Výsledné redukované napětí dosahuje hodnoty 208,24 N·mm⁻². Při porovnání této hodnoty s mezí kluzu materiálu je zjištěn koeficient bezpečnosti 1,06 tato hodnota je nevyhovující.

$$k = \frac{220}{208,24} = 1,06$$

kde:

R_e mez kluzu [N·mm⁻²]
 σ_{red} redukované napětí [N·mm⁻²]
 k koeficient bezpečnosti

4.2.3. Optimalizace konstrukce

Při optimalizaci byla k bočnici přivařena vzpěra (plochá tyč 14 x 5 mm, dle normy ČSN 42 5522.01), která je umístěna ve dvou třetinách její výšky a zabraňuje nežádoucím deformacím a špičkám napětí v místech pod rohovými žebry. Horní rohy bočnice jsou vyplněny výpalkem plechu trojúhelníkového tvaru o tloušťce 3 mm, podle normy DIN 1543.



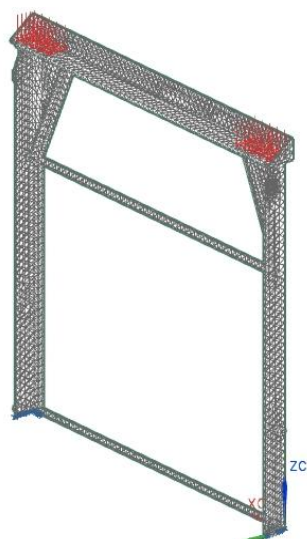
Obr. 4- 13 Bočnice

4.2.4. Napěťová a deformační analýza

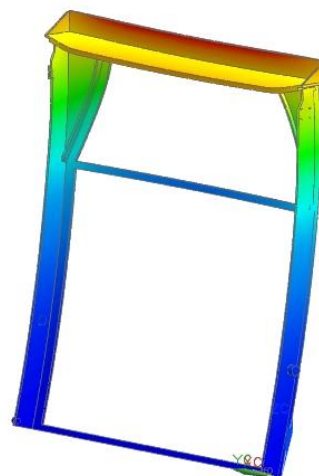
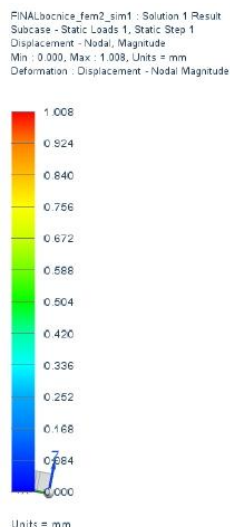
Napěťová a deformační analýza je opakována na optimalizované variantě.

Okrajové podmínky:

Jako okrajová podmínka je použita funkce fixed constrain na spodních plochách stojny, čímž je zabráněn jakýkoli pohyb. Síla působí na plochu horní spojnice v místech, kde je předpokládán kontakt s horní paletou, ve velikosti 20478 N. Pro zasiťování byla zvolena 3D tetrahedral mesh o velikosti 15,6 mm.



Obr. 4- 144 Okrajové podmínky a síť



Obr. 4- 15 Deformace

Dle výsledků deformační analýzy je největší hodnota posuvu bočnice 1,008 mm. Tato hodnota je zjištěna na okraji horní spojnice a nebrání její funkci. Pro zjištění dovolené deformace byla použita délka stojny 778 mm.

$$y_{dov} = \frac{l}{700} = \frac{778}{700} = 1,11 \text{ mm}$$

kde:

y_{max} maximální průhyb [mm]
 l délka [mm]

$$y_{max} < y_{dov}$$

$$1.008 \text{ mm} < 1,11 \text{ mm}$$

Nejvyšší zjištěná hodnota napětí podle hypotézy HMM je $146,54 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$, koeficient bezpečnosti je 1,5. Tato hodnota je vyhovující. Nejvyšší hodnota redukovaného napětí je indikována v horní části bočnice pod spojnici v místě zúžení stojny (Obr. 4-18). Pro lepší viditelnost výsledků je na tomto obrázku změněna stupnice barevné škály v rozsahu 0 -100 $\text{N}\cdot\text{mm}^{-2}$. Redukované napětí v bočnici je rovnoměrně rozložené a jeho hodnota se pohybuje kolem hodnoty $50 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$.

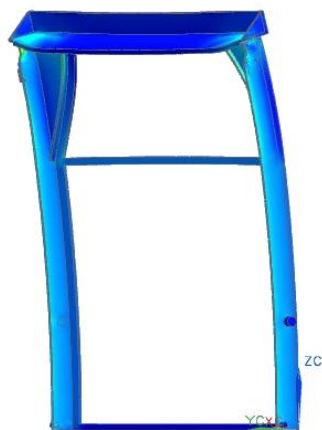
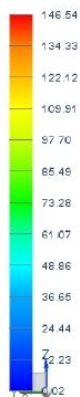
$$\sigma_{red} = \frac{R_e}{k} \rightarrow k = \frac{R_e}{\sigma_{red}}$$

$$k = \frac{220}{146,54} = 1,5$$

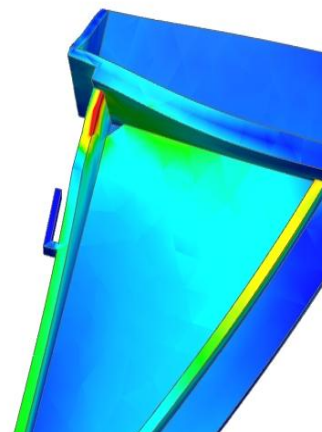
kde:

R_e mez kluzu [$\text{N}\cdot\text{mm}^{-2}$]
 σ_{red} redukované napětí [$\text{N}\cdot\text{mm}^{-2}$]
 k koeficient bezpečnosti

FINALbocnice_fem2_sim1 : Solution 1 Result
Subcase - Static Loads 1, Static Step 1
Stress - Element-Nodal, Unaveraged, Von-Mises
Min : 0.02, Max : 146.54, Units = N/mm^2 (MPa)
Deformation : Displacement - Nodal Magnitude



FINALbocnice_fem2_sim1 : Solution 1 Result
Subcase - Static Loads 1, Static Step 1
Stress - Element-Nodal, Unaveraged, Von-Mises
Min : 0.02, Max : 146.54, Units = N/mm^2 (MPa)
Deformation : Displacement - Nodal Magnitude



Obr. 4- 15 Redukované napětí

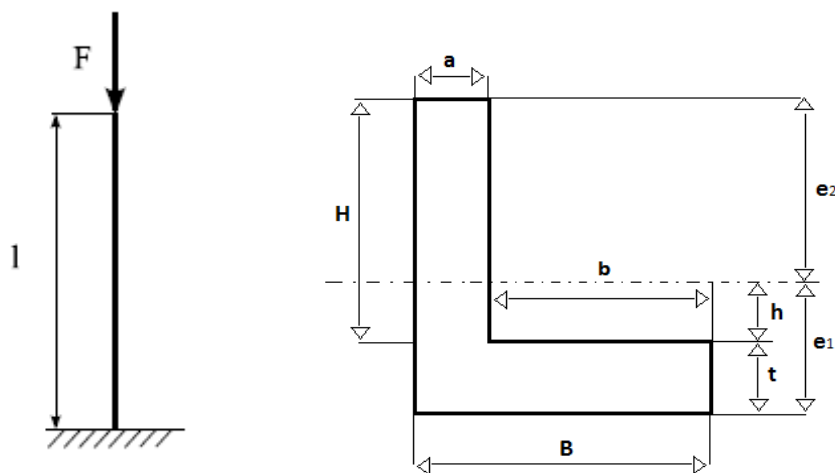
Obr. 4- 16 Detail

4.2.5. Kontrola bočnice na vzpěr

Pro tento výpočet musíme stojku boční stěny gitterboxu idealizovat. Považujeme ji za prut konstantního průřezu tvaru L o rozměrech 50 x 30 x 5 mm a délce 778 mm, dále předpokládáme, že je vetknut k nosné části palety. Pro zjištění kritické osové síly působící na stojku je použita Eulerova teorie vzpěru.

Předpoklady pro platnost Eulerovy teorie jsou:

Materiál prutu je lineárně elastický, zatěžování probíhá v oblasti platnosti Hookeova zákona $\sigma_{kr} < \sigma_u$, poměrné deformace, které mohou vznikat, jsou velmi malé $\varepsilon \ll 1$, vnější účinky mimo osových sil se neuvažují, prut je prizmatický. Pro výpočet použijeme I. případ vzpěru, kde je prut na jednom konci vetknut a na druhém volný.



Obr. 4- 178 Prut a průřez

Rozměry:

$$H = 0,045 \text{ m} \quad a = 0,005 \text{ m} \quad t = 0,005 \text{ m} \quad B = 0,03 \text{ m} \quad b = 0,025 \text{ m} \quad l = 0,78 \text{ m}$$

$$e_1 = \frac{aH^2 + bt^2}{2(aH + bt)} = \frac{0,005 \cdot 0,045^2 + 0,025 \cdot 0,005^2}{2(0,005 \cdot 0,045 + 0,025 \cdot 0,005)} = 0,01536 \text{ m}$$

$$e_2 = H - e_1 = 0,045 - 0,01536 = 0,02964 \text{ m}$$

$$h = e_1 - t = 0,01536 - 0,005 = 0,01036 \text{ m}$$

Síla působící na prut:

Hmotnost jednoho gitterboxu je max. 85 kg a nosnost 750 kg.

Síla:

$$F_1 = m \cdot g = (85 + 750) \cdot 9,81 = 8191,35 \text{ N}$$

Zadána stohovatelnost 1+5

Celková síla:

$$F_c = F_1 \cdot 5 = 8191,35 \cdot 5 = 40956,75 \text{ N}$$

Celková síla na jeden prut:

$$F = \frac{F_c}{4} = 10239,19 \text{ N}$$

kde:

m	celková hmotnost [kg]
g	gravitační zrychlení [$\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$]
F	síla [N]

$$F_{KR} = \frac{n\pi^2 EJ_{min}}{l^2} = \frac{\pi^2 \cdot 2.1 \cdot 10^{11} \cdot 7,037 \cdot 10^{-8}}{4 \cdot 0,778^2} = 60240,34 \text{ N}$$

kde :

n	koeficient pro I. případ vzpěru je hodnota $n = \frac{1}{4}$
E	modul pružnosti v tahu [Pa]
J_{min}	kvadratický moment průřezu [m^4]

$$J_{min} = \frac{1}{3}(Be_1^3 - bh^3 + ae_2^3) = \frac{1}{3}(0,03 \cdot 0,01536^3 - 0,025 \cdot 0,01036^3 + 0,005 \cdot 0,02964^3) \\ = 7,037 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$$

Podmínka:

Osová síla vynásobena koeficientem bezpečnosti ($k = 1,5$) působící na prut, musí být menší než vypočtená kritická síla.

$$F \cdot k \leq F_{KR}$$

$$10239,19 \text{ N} \cdot 1.5 \leq 60240,34 \text{ N}$$

$$15358,8 \text{ N} \leq 60240,34 \text{ N}$$

Vyhovuje.

Kritické napětí:

$$\sigma_{KR} = \frac{F_{KR}}{S} = \frac{60240,34}{3.5 \cdot 10^{-4}} = 172115257 \text{ Pa} \cong 172,12 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2}$$

Kde:

S průřez prutu [m^2]

$$S = aH + bt = 0.005 \cdot 0.045 + 0.005 \cdot 0.025 = 3,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\sigma_{kr} < \sigma_u$$

$$172,12 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2} < 200 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2}$$

Mez úměrnosti materiálu je $\sigma_u = 200 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2}$, platí Hookeův zákon, veškeré deformace jsou elastické.

Štíhlostní poměr λ :

$$\lambda = \frac{l}{i_{min}} = \frac{l}{\sqrt{\frac{J_{min}}{S}}} = \frac{0,778}{\sqrt{\frac{7,037 \cdot 10^{-8}}{3,5 \cdot 10^{-4}}}} = 54,87$$

$$i_{min}^2 = \frac{J_{min}}{S}$$

Kde:

i_{min} poloměr setrvačnosti [m^4]

$$\lambda_{mez} = \pi \cdot \sqrt{\frac{nE}{\sigma_u}} = \pi \cdot \sqrt{\frac{0,25 \cdot 210000}{200}} = 50,9$$

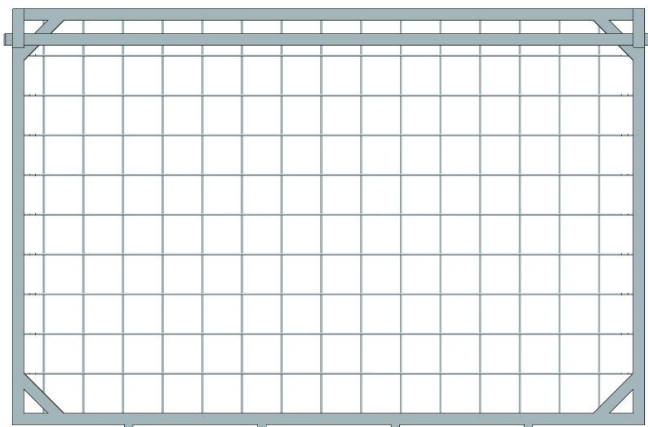
$$\lambda \geq \lambda_{mez}$$

$$54,87 \geq 50,9$$

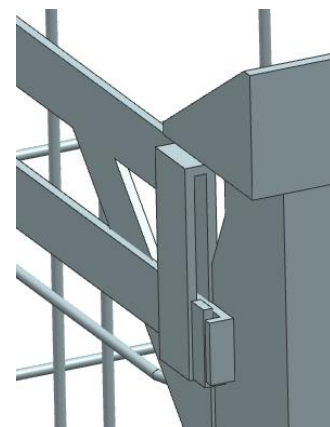
Podmínka $\lambda \geq \lambda_{mez}$ je splněna, bylo možné použít Eulerovu teorii pružného vzpěru.

4.3. Zadní stěna

Hlavní rám zadní stěny eurogitter boxu tvoří tyč plochá o rozměru 3 x 20 mm, dle normy ČSN EN 10058. Výztuhy v rozích slouží pro zpevnění a stabilitu. V horní části zadní stěny jsou oka pro vedení aretační tyče, která se v nich může pohybovat vertikálně. V spodní části jsou k zadní stěně eurogitter boxu přivařeny panty.



Obr. 4- 19 Zadní stěna s aretační tyčí



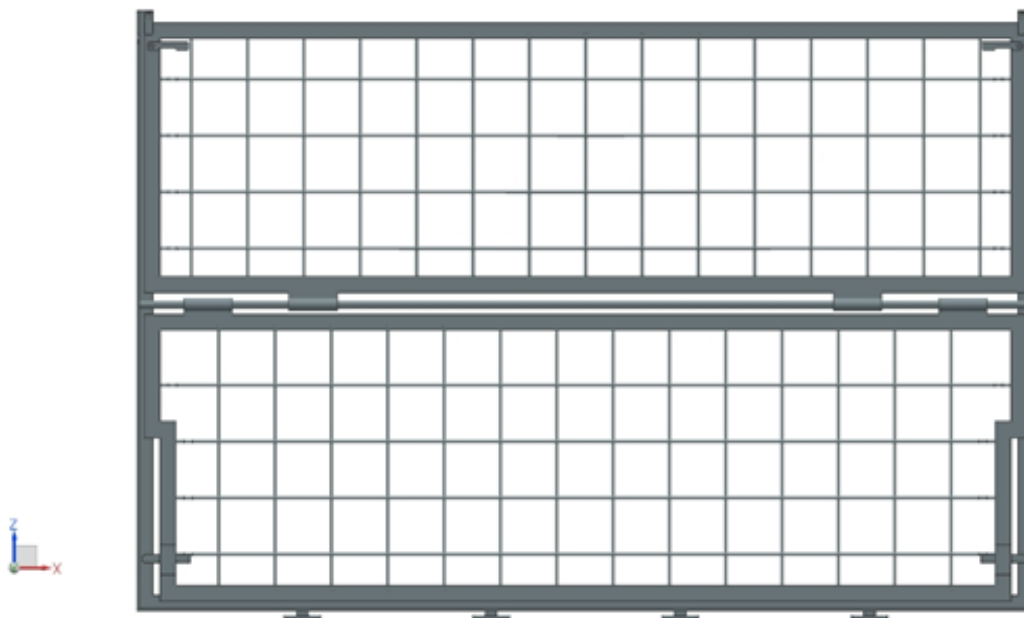
Obr. 4- 20 Detail zajištění

Ukázka zajištěné polohy zadní stěny v zavřené poloze (Obr. 4-18). Zajištění je provedeno pohybem aretační tyče, jejíž konec je zasunut do vybrání bočnice. V této poloze je možné zadní stěnu sklopit.

4.4. Přední stěna

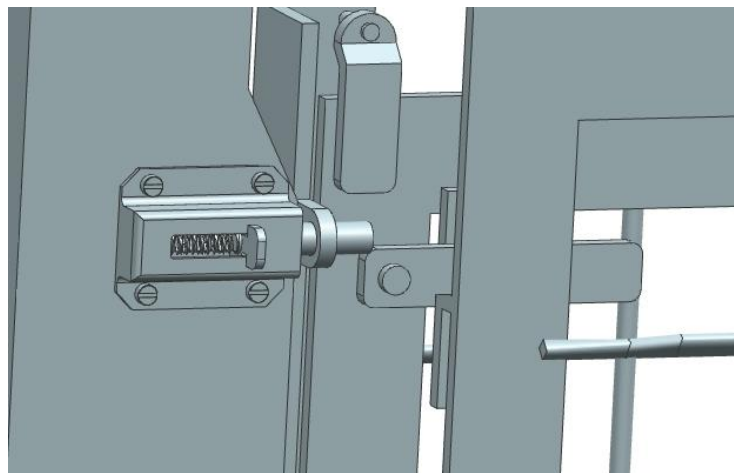
Přední stěna eurogitter boxu je tvořena z tří částí. Hlavní část je rám, tvořen z rovnoramenného L o rozměru 20 x 20 x 3 mm, dle normy ČSN EN 10162. V prostřední části rámu je tyč kruhového průřezu o průměru 10 mm, dle normy DIN 670, na které jsou připevněna horní a spodní dvířka. Ve spodní části nosného rámu jsou přivařeny čtyři panty.

Horní a dolní dvířka jsou k přední části palety upevněna pomocí otočných pantů. Ty jsou navrženy z skruženého plechu o délce 60 mm, dle normy ČSN 42 5332.1. Rámy dvířek jsou navrženy z ploché tyče o rozměru 3 x 20 mm, dle normy ČSN EN 10058. Horní dvířka mají obdélníkový tvar a spodní dvířka mají po stranách vybrání kvůli zvýšeným rohům palety.



Obr. 4- 21 Přední stěna

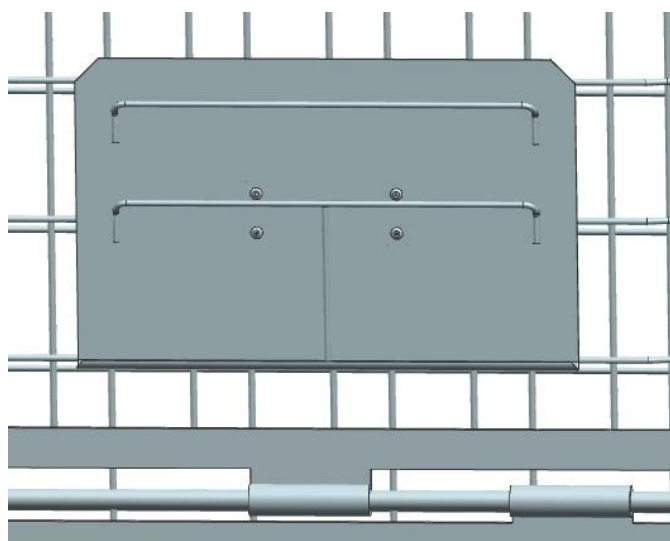
Zajištění přední části gitterboxu v kolmé poloze je zajištěno pružinovými zarážkami (Obr. 4-22). Pružinová zarážka je neustále ve vysunutě poloze a zapadá do ok přední stěny gitterboxu. Pružinová zarážka je k bočnici gitterboxu připevněna čtyřmi šrouby s malou válcovou hlavou M3 x 10 ČSN 02 1130.20 a maticí M3 ČSN EN 24034 s podložkou 3 ČSN 02 1702. Horní dvířka v uzavřeném stavu zajišťuje páková zarážka. Na spodních dvířkách jsou přivařeny zarážky z plechu ve tvaru T. Do těchto zarážek zapadají zajišťovací páky s vybráním. Horní poloha dvířek je zajištěna také pákou s vybráním, která jako v předchozím případě zapadá do zarážky ale z druhé strany (Obr. 4-20).



Obr. 4- 22 Aretace

4.5. Držák dokumentů

Držák dokumentů je konstruován dle rozměrových požadavků pro dokumenty o velikosti A5 (148 x 210 mm). Je vyroben z plechu o tloušťce 1 mm, dle normy ČSN EN 10143. Ve spodní části je kruhově skružen o 190°. Dále je držák osazen tvarovanou tyčí o průřezu 3 mm, dle normy DIN 670. Držák dokumentů je k horním dvířkům přinýtován přes objímky čtyřmi nýty.



Obr. 4- 23 Držák dokumentů

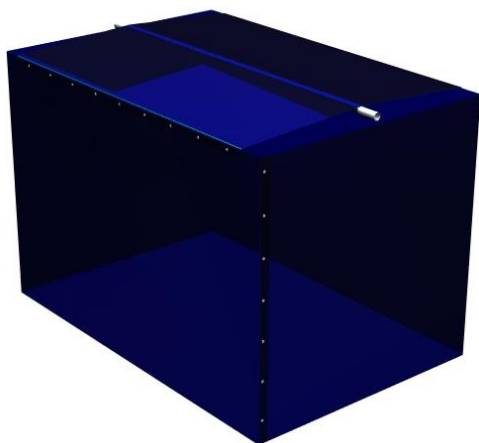
4.6. Zakrytování

Pro navržený eurogitter box byly zvoleny dvě možnosti zakrytování. První možností zakrytování je za pomoci plastových desek, které jsou nařezány na požadovaný rozměr, po jejichž obvodu jsou vyvrtány díry. Pomocí stahovacích pásek jsou desky připevněny na sít'ové stěny eurogitter boxu. Montáž a demontáž desek je pracná, každá deska je připevněna nejméně šesti páskami, aby při manipulaci nedošlo k jejich stržení či odpadnutí. Pomocí desek není zajištěno horní zakrytování gitterboxu a obsah gitterboxu není z horní strany chráněn.

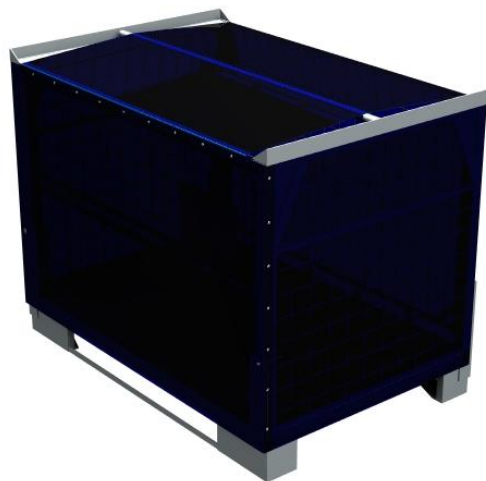
Druhá varianta zakrytování je navržena z folie vyrobené ze směsi polyvinylchloridu (PVC) [9]. Hlavní výhodou celistvého zakrytování je rychlá montáž a demontáž a také celkové

zakrytování. Plachtová folie je vystřížena do požadovaného tvaru (Obr. 4-24). Po délce přesahu víka a bočního přesahu je nalepen suchý zip a patentky pro rychlé a snadné spojení. V prostřední části horního víka je do plachtoviny zatavena tyč kruhového průřezu pro zajištění vyvýšení prostřední části pro případný odtok vody.

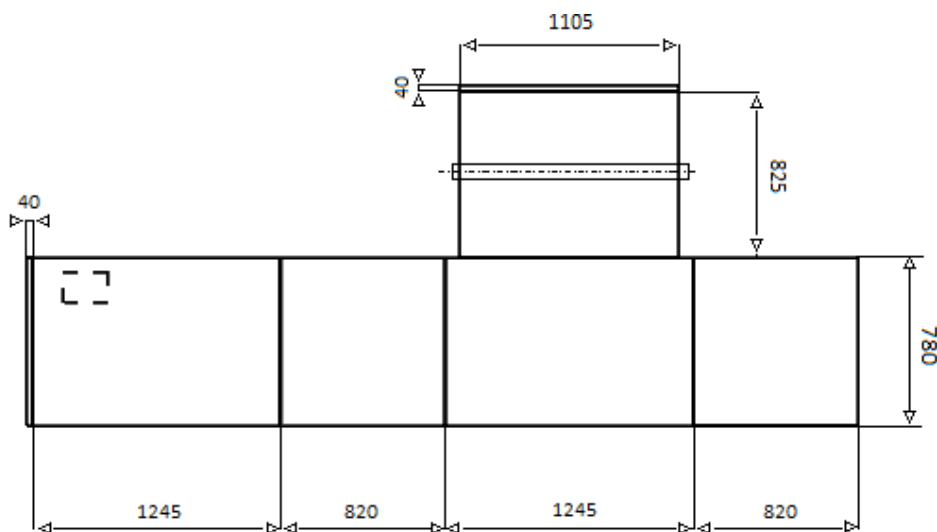
Jednoduchá montáž zakrytování se provede nejprve po obvodu gitterboxu, kde se na jedné straně zajistí spojení konců folie za pomoci páru suchých zipů a patentek. Dále se přetáhne horní víko a provede se jeho spojení s obvodovou částí folie. Foliové zakrytování může být opatřeno kapsou na dokumenty, nebo průhledným okýnkem pro možnost nahlédnutí.



Obr. 4- 24 Zakrytování



Obr. 4- 25 Eurogitterbox se zakrytáváním



Obr. 4- 26 Rozvin zakrytování

4.7. Popis funkčnosti

Navržený eurogitter box je o rozměru 1240 x 835 mm a výšce 973 mm. Držák na dokumenty je umístěn na horních dvířkách, kde je přinýtován. Držák dokumentů je navržen pro

tiskoviny o velikosti papíru A5. Jednotlivé díly je možné lakovat podle požadavků zákazníka libovolným odstínem barvy. Spodní a horní dvířka na přední stěně eurogitter boxu jsou otvíratelná. Horní dvířka jsou v zavěšené poloze zajištěna otočnou zarážkou, v otevřené poloze aretace není potřebná. Spodní dvířka jsou zajištěna v zavěšené i otevřené poloze za pomoci otočných zarážek s vybráním, které zapadají do jisticích plíšků na spodních dvířkách.



Obr. 4- 27 Otevřená horní dvířka



Obr. 4- 28 Otevřená spodní dvířka

Složení eurogitter boxu je snadné a rychlé. Spodní a horní dvířka na přední stěně musí být v zavěšené poloze. Přední stěna eurogitter boxu je zajištěna pružinovými zarážkami. Při skládání gitterboxu se uvolní pružinová zarážka a celá přední stěna se sklopí na podlahu gitterboxu. Zadní stěna je zajištěna plochou tyčí, která se nadzvedne. Mimo nadzvednutou polohu není možné aretační tyč protáhnout mezi bočnicemi, to je možné pouze v poloze kde se na bočnici nachází vybrání.



Obr. 4- 29 Sklopená přední stěna



Obr. 4- 30 Sklopená přední i zadní stěna

Po složení zadní stěny je možné přejít ke sklopení bočních stěn. Nadzvednutím bočnice se uvolní čep, který zajišťuje kolmou polohu. Dále už je možno bočnice sklopit na již sklopené stěny eurogitter boxu. Složený eurogitter box má výšku 377 mm.



Obr. 4- 31 Složený eurogitterbox I



Obr. 4- 32 Složený eurogitterbox II

4.8. Stohovatelnost

V rozloženém stavu dosedají nohy horního eurogitter boxu na horní lištu spodního boxu. Ve složené podobě je dosedací plocha spodního složeného boxu v rozích palety. Horní paleta se zasune do spodní palety. Vymezení prostoru pro složené stěny spodního boxu je provedeno rozšířením vnějších stěn nohou.



Obr. 4- 33 Stohované složené gitterboxy



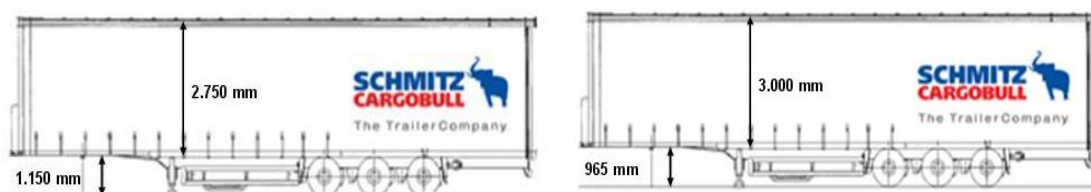
Obr. 4- 34 Stohované rozložené gitterboxy

5. Modulární složení eurogitterboxu do návěsu

Úkolem modulárního uložení eurogitter boxů do zvoleného návěsu je najít optimální naložení gitterboxu o různých velikostech. V první řadě jde o gitterbox standardních rozměrů, dále o gitterbox dvojnásobné velikosti a o gitterbox se zachováním standardní šířky, jehož délka je oproti standardu poloviční. Dále bylo zadavatelem požadováno najít nejvhodnější velikost gitterboxu se zachovaným poměrem stran pro přepravu ve zvoleném návěsu.

Pro zadanou úlohu byl vybrán návěs firmy Schmitz Cargobull.

Pro modulární složení gitterboxu byla použita nástavba s nastavitelnou výškou plachty VARIOS®. U této plachtové nástavby lze snadno přenastavit vnitřní výšku návěsu z 2750 mm na 3000 mm. Přitom je zachována maximální celková výška návěsu 4000 mm. Touto úpravou je získáno komfortních 3050 mm boční nakládací výšky po celé délce návěsu. Oproti standardním návěsům je možno naložit až 3 eurogitterboxy na sebe.



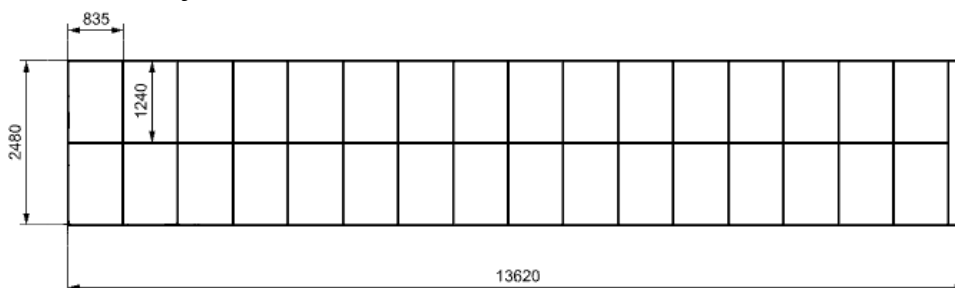
Obr. 5- 1 Změna výšky návěsu[1]

Základní parametry:

Varianta A	Ložná plocha [mm]	Gitterbox [mm]
Délka	L = 13620	l = 1240
Šířka	B = 2480	b= 835
Výška	V = 3000	v= 973

Tab. 5 Modulárnost A

Eurogitter boxy jsou loženy svou délkou kolmo na osu návěsu, dva vedle sebe. Na délku návěsu je možno uložit 16 boxů vedle sebe. Stohovatelnost 1+2.



Obr. 5- 2 Modulárnost A

Počet kusů na délku návěsu:

$$L \div b = 13620 \div 835 = 16,31 \rightarrow 16$$

Zbytek v [mm]: 260

Počet kusů na šířku návěsu:

$$B \div l = 2480 \div 1240 = 2$$

Počet kusů na výšku návěsu:

$$V \div v = 3000 \div 973 = 3,08$$

n - celkový počet eurogitter boxů:

$$n = 2 \cdot 3 \cdot 16 = 96$$

Nevyužitá ložná plocha návěsu S:

$$S = 2,48 \cdot 0,26 = 0,6448 \text{ m}^2$$

Celkem je na návěs možno naložit 96 eurogitterboxů.

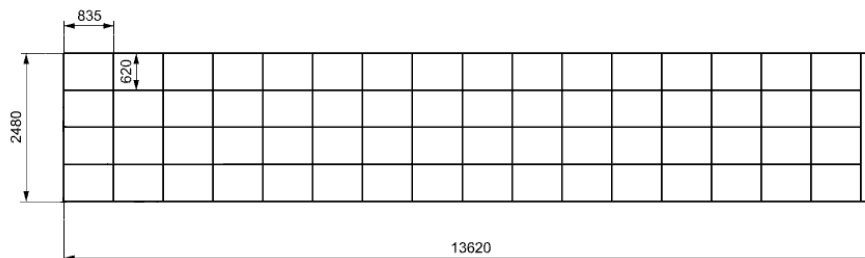
Maximální zatížení eurogitter boxu je 750 kg, jeho vlastní hmotnost je 85 kg. Celkem tedy 835 kg. Při jeho maximálním hmotnostním využití je hmotnost 96 boxů 80160 kg. Tato hmotnost přesahuje maximální možné naložení návěsu, které je 39 t. Bylo by tedy možné naložit zhruba 46 eurogitter boxů.

Stanovení počtu gitterboxů s poloviční délkou delší strany, výška zachována.

Varianta B	Ložná plocha [mm]	Gitterbox [mm]
Délka	L= 13620	l = 620
Šířka	B= 2480	b= 835
Výška	V= 3000	v= 973

Tab. 6 Modulárnost B

Gitterboxy jsou loženy svou délkou kolmo na osu návěsu, čtyři vedle sebe. Na délku návěsu je možno uložit 16 boxů vedle sebe. Stohovatelnost 1+2.



Obr. 5- 3 Modulárnost B

Počet kusů na délku návěsu:

$$L \div b = 13620 \div 835 = 16,31 \rightarrow 16$$

Zbytek v [mm]: 260

Počet kusů na šířku návěsu:

$$B \div l = 2480 \div 620 = 4$$

Počet kusů na výšku návěsu:

$$V \div v = 3000 \div 973 = 3,08 \rightarrow 3$$

n -celkový počet eurogitterboxů:

$$n = 4 \cdot 3 \cdot 16 = 192$$

Nevyužitá ložná plocha v návěsu S:

$$S = 2,48 \cdot 0,26 = 0,6448 \text{ m}^2$$

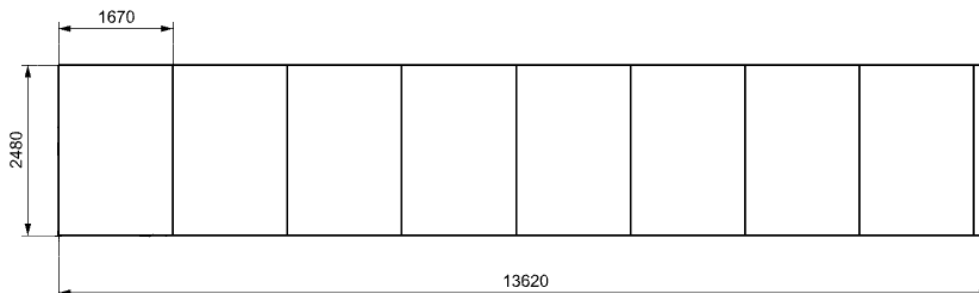
Celkem na návěs je možno naložit 192 gitterboxů.

Stanovení počtu gitterboxů o s dvojnásobnými rozměry

Varianta C	Ložná plocha [mm]	Gitterbox [mm]
Délka	L= 13620	l = 2480
Šířka	B= 2480	b= 1670
Výška	V= 3000	v= 973

Tab. 7 Modulárnost C

Gitterbox je ložen svou délkou kolmo na osu návěsu. Na délku návěsu je možno uložit 8 boxů vedle sebe. Stohovatelnost 1+2.



Obr. 5- 4 Modulárnost C

Počet kusů na délku návěsu:

$$L \div b = 13620 \div 1670 = 8,16 \rightarrow 8$$

Zbytek v [mm]: 260

Počet kusů na šířku návěsu:

$$B \div l = 2480 \div 2480 = 1$$

Počet kusů na výšku návěsu:

$$V \div v = 3000 \div 973 = 3,08 \rightarrow 3$$

n -celkový počet eurogitterboxů:

$$n = 1 \cdot 3 \cdot 8 = 24$$

Nevyužitá ložná plocha v návěsu S:

$$S = 2,48 \cdot 0,26 = 0,6448 \text{ m}^2$$

Celkem je možno na návěs naložit 24 gitterboxů.

Stanovení počtu gitterboxu

Volba rozměrů: Rozměry vychází z konfigurace uložení tří boxů na šířku návěsu.

$$\frac{B}{b} = \frac{2480}{835} \cong 3 \qquad \frac{2480}{3} = 826,666 \rightarrow 826 \text{ mm}$$

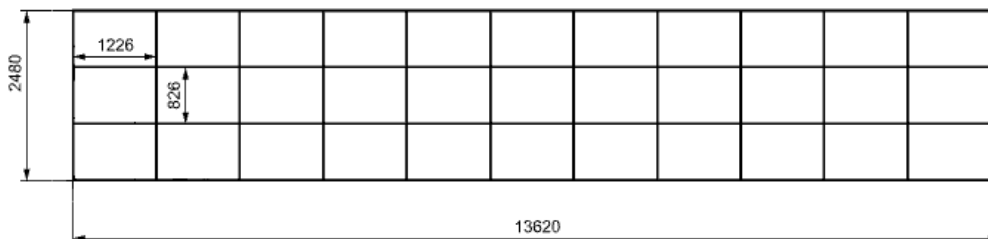
Šířka boxu:
835.....100 %
826..... x %
x = 98,92 %

Délka boxu:
1240.....100 %
y.....98,92 %
y \cong 1226

Varianta D	Ložná plocha [mm]	Gitterbox [mm]
Délka	L= 13620	l = 1226
Šířka	B= 2480	b= 826
Výška	V= 3000	v= 973

Tab. 8 Modulárnost D

Gitterboxy jsou loženy svou šířkou kolmo na osu návěsu, tři gitterbox. Na délku návěsu je možno uložit 11 boxů vedle sebe. Stohovatelnost 1+2.



Obr. 5- 5 Modulárnost D

Počet kusů na délku návěsu:

$$L \div b = 13620 \div 1226 = 11,1 \rightarrow 11$$

Zbytek v [mm]: 134

Počet kusů na šířku návěsu:

$$B \div l = 2480 \div 826 = 3,002 \rightarrow 3$$

Zbytek v [mm]: 2

Počet kusů na výšku návěsu:

$$V \div v = 3000 \div 973 = 3,08 \rightarrow 3$$

n -celkový počet eurogitterboxů:

$$n = 3 \cdot 3 \cdot 11 = 99$$

Nevyužitá ložná plocha v návěsu S:

$$\begin{aligned} S_1 &= 2,48 \cdot 0.134 = 0,332 \text{ m}^2 \\ S_2 &= 13.62 \cdot 0.002 = 0,0272 \text{ m}^2 \\ S &= 0.332 + 0.0272 = 0,3592 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Celkem na návěs je možno naložit 99 gitterboxů.

5.1. Vyhodnocení

Varianta	Rozměr[mm]	Nevyužitá plocha [m ²]	Počet boxů
A	1240x835x973	0,6448	96
B	620x835x973	0,6448	192
C	2480x1670x973	0,6448	24
D	1226x826x973	0,3592	99

Tab. 9 Vyhodnocení

Nejdůležitějším kritériem pro přepravu je hmotnost nákladu. Hmotnost zadaného gitterboxu při jeho plném zatížení je 835 kg, proto by bylo možné do zvoleného návěsu naložit necelých 50 kusů. Z tohoto důvodu byla úloha řešena z pohledu přepravního objemu (plochy).

Pro vyhodnocení zadání není výsledný počet gitterboxů, ale spíše nevyužitá přepravní plocha. Počty přepravovaných eurogitter boxů se liší o velké hodnoty. Důležité je, kolik nákladu je možno přepravit, aby nedocházelo ke zbytečně přepravované hmotnosti robustní konstrukce gitterboxů na úkor objemu nákladu. Stejně tak objemné boxy jsou neskladné a je s nimi horší manipulace. Proto je důležité zvolit optimální velikost přepravního boxu s ohledem na přepravovaný objem a hmotnost nákladu a najít optimální řešení pro daný přepravovaný náklad.

Z pohledu objemu nákladu je pro zvolenou variantu ideální rozměr 1226 x 826 x 973 mm, kde byly standardní rozměry eurogitter boxu zmenšeny o 1,08 % a tím je možné na šířku ložné plochy návěsu umístit 3 boxy vedle sebe a po délce návěsu je možné umístit 11 gitterboxů. V této variantě je nejmenší nevyužitá ložná plocha 0,3592 m². Počet boxů se oproti variantě se standardními rozměry zvýšil o 3 kusy.

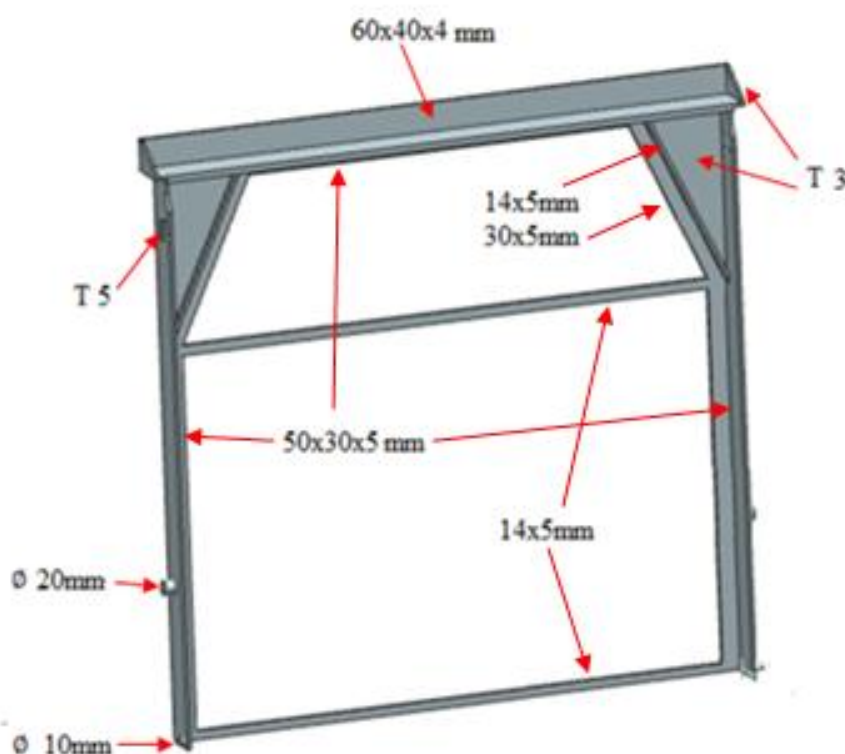
Pro bezpečnost při přepravě je důležité, aby se stohované boxy vzájemně dotýkaly a zajistily se hodným a bezpečným způsobem. Samostatně stojící bez vzájemného kontaktu a upevnění by byly při jízdě velmi nestabilní.

6. Technologický postup výroby


Technologický postup výroby je proveden na boční stěně eurogitter boxu. Jedná se o svařenec, který je vyroben z nakupovaných polotovarů. Technologický postup se bude skládat převážně z kompletace jednotlivých profilů a jejich délkové přípravy. Spojení profilů se provede svařování v ochranné atmosféře CO₂. Jelikož se jedná o výrobu více kusů, bylo by vhodné svařovací stolicí osadit vhodnými upínacími prvky, které zjednoduší výrobní postup.

6.1. Popis součásti

Hlavní pruty a jejich spojnice jsou vyrobeny z profilu L 50 x 30 x 5 mm, ČSN EN 10056. Na spojnici je přivařena lišta tvaru L 60 x 40 x 4 mm, výrobce Korba [11]. Lišta je na koncích uzavřena plechem o tloušťce 3mm, tímto plechem jsou také uzavřeny horní rohy bočnice. Hlavní stojny jsou spojeny na dvou místech plochým profilem 14 x 5 mm, dle normy ČSN 42 5522.01. Tímto profilem jsou také vytvořena žebra. Rohová výztuha je z ploché tyče 30 x 5 mm ČSN 42 5522.01. Na boky stojen jsou přivařeny tyče kruhového průřezu o průměru 10 mm a 20 mm, DIN 670. Na jedné straně přivařen háček z pechu o tloušťce 5mm a na druhé jsou vyvrtány 4 díry Ø 3,6 mm. Plocha bočnice je vyplněna sítí o velikosti od 70 x 70 mm s průřezem drátu 3,5 mm.



Obr. 6- 1 Bočnice

 Západočeská univerzita v Plzni Fakulta strojí		Technologický postup		Číslo výkresu: KKS-DP-03	
		Název součástí: Bočnice		Materiál:	Polotovar:
				Hmotnost: 11,8 kg	Dávka/rok:
Č. op.	č. prac.	Popis operace	Typ stroje	Spec. nást.,přídavky	
1	5	Uříznout 2x délka 778mm 1x úhel 45° L 50x30x5mm ČSN EN 10056	Pásová pila		
2	5	Vyříznout 2x vybrání dle výkresu L 50x30x5mm ČSN EN 10056	Pásová pila		
3	5	Uříznout 804mm 2x45° L 50x30x5mm ČSN EN 10056	Pásová pila		
4	5	Uříznout na délku 835mm 60x40x4mm [11]	Pásová pila		
5	5	Uříznout 2x na délku 744mm 14x5mm ČSN 42 5522.01	Pásová pila		
6	5	Uříznout 2x dle výkresu 14x5mm ČSN 42 5522.01	Pásová pila		
7	5	Uříznou 2x dle výkresu 30x5mm ČSN 42 5522.01	Pásová pila		
8	5	Uříznout na délku 2x7mm Ø10mm DIN 670	Pásová pila		
9	5	Uříznout na délku 2x15mm Ø20 mm DIN 670	Pásová pila		
10	5	Vypálit 2x dle výkresu T3 ČSN 42 5332.1	Laser		
11	5	Vypálit 2x dle výkresu T3 ČSN 42 5332.1	Laser		
12	5	Vypálit 1x dle výkresu T5 DIN 1543	Laser		
13	7	Uříznout dle výkresu Síť 70x70x3,5mm	Hydraulické tab. nůžky		
14	7	Ohnout dle výkresu Síť 70x70x3,5mm	Ohýbačka		
15	7	Ohnout 1x dle výkresu T5 DIN 1543	Ohýbačka		
16	9	Přibodovat hlavní rám	Svařovací stolice		
17	9	Přibodovat rozpěrky	Svařovací stolice		
18	9	Kontrola úhlů, rovnání			
19	9	Přivařit hlavní rám a rozpěrky	Svařovací stolice		
20	9	Kontrola úhlů, rozměrů	Svařovací stolice		
21	9	Přivařit žebra	Svařovací stolice		
22	9	Přivařit lištu	Svařovací stolice		
23	9	Přivařit plechy	Svařovací stolice		
24	9	Přivařit síť	Svařovací stolice		
25	9	Kontrola rozměrů, svarů			
26	11	Očištění, odmaštění			
27	11	Základní lakování	Práš. kabina		
28	11	Finální lakování	Práš. kabina		
29	8	Vrtat 4x díra Ø3,6mm	Vrtačka		

Tab. 10 Technologický postup

7. Technicko-ekonomické hodnocení

Cílem diplomové práce bylo navrhnout takový technický systém, který bude technicky funkční, trvanlivý a ekonomicky konkurenceschopný. Všechny hodnocené aspekty je schopen konstruktér ovlivnit. Při konstrukci je důležité vybírat konstrukční prvky, které budou vycházet z normalizovaných dílů a z jednoduchého technického provedení. Vlastní náklady výroby jsou závislé na ceně nakupovaného materiálu a náročnosti výrobních operací. Prodejní cena je ovlivněna správní a odbytovou režii, ziskem a rabatem. Z ekonomického pohledu musí být technický systém cenově konkurenceschopný a firma za jeho prodej musí získat zisk. Hotový výrobek by neměl koncového zákazníka zaujmout pouze svou prodejní cenou, ale také dalšími nízkými náklady na příslušenství a případné opravy.

7.1. Ekonomické hodnocení

Ke zjištění ceny výrobku bylo provedeno kalkulační schéma s procentní přírážkovou sazbou. V tomto případě je kalkulováno s výrobou jednoho kusu. Se zvyšováním objemu výroby by prodejní cena jednoho kusu klesala. Při nákupu přímého materiálu ve větším množství se cena přímého materiálu snižuje.

Ceny přímého materiálu jsou konzultovány s firmou Stauner, pro kalkulační sazbu jsou použity studijní materiály a před výrobou by byla nutná konzultace s ekonomickým oddělením firmy.

Kalkulační schéma:

Přímý materiál
+ Ostatní přímé náklady
= Materiál celkem
+ Přímé mzdy
+ Výrobní režie
= Vlastní náklady výroby
+ Správní a odbytová režie
= Úplné vlastní náklady
+ Zisk
= Cena při prodeji za hotové
+ Rabat
Prodejní cena

Přímý materiál:

	Položka	Jednotka	Počet	Cena za jednotku [Kč]	Celková cena [Kč]
1.	Jäckl 50x20x3	m	4,1	21,63	88,683
2.	Jäckl 50x20x2	m	2,2	17,75	39,05
3.	Jäckl 25x25x3	m	0,9	11,26	10,134
4.	L 50x50x5	m	0,2	34,42	6,884
5.	L 50x30x5	m	4,8	23,01	110,448
6.	L 60x40x4	m	1,7	16,79	28,543
7.	L 75x52x3	m	1,2	12,32	14,784
8.	L 20x20x3	m	2,6	8,85	23,01
9.	14x5	m	3,7	10,35	38,295
10.	16x5	m	1,6	12,75	20,4
11.	20x3	m	13,7	10,32	141,384
12.	30x5	m	0,7	11,27	7,889
13.	Tyč Ø3	m	0,7	1,36	0,952
14.	Trubka Ø 10	m	1,1	4,65	5,115
15.	Tyč Ø 10	m	0,3	6,07	1,821
16.	Tyč Ø20	m	0,06	22,85	1,371
17.	Plech T1	m ²	0,05	77,8	3,89
18.	Plech T1,25	m ²	1.1	83,42	91,762
19.	Plech T3	m ²	0,3	203,5	61,05
20.	Sít 70x70x3,5	m ²	2,6	38,82	100,932
21.	Nýty Ø4	ks	30	0,18	5,4
22.	Panty	ks	8	29,37	234,96
23.	Pružinová zarážka	ks	2	27	54
24.	Zarážka	ks	2	7,25	14,5
25.	Zarážka s vybráním	ks	4	8,64	34,56
26.	Šroub M 3	ks	8	0,77	6,16
27.	Matice M 3	ks	8	0,24	1,92
28.	Podložka 3	ks	8	0,09	0,72
CELKEM					1148,617

Přímé mzdy:

	Kalkulační základna	Sazba [%]	Částka
Přímé mzdy	Přímý materiál	100	1148,617

Ostatní přímé náklady:

	Kalkulační základna	Sazba [%]	Částka
Povrchová úprava	Přímý materiál	7	80,40
Režijní materiál	Přímý materiál	5	57,43
Celkem			137,83

Výrobní režie:

	Kalkulační základna	Sazba [%]	Částka
Výrobní režie	Přímé mzdy	110	1263,48

Správní a odbytová režie:

	Kalkulační základna	Sazba [%]	Částka
Správní a odbytová režie	Vlastní náklady výroby	33,3	1220,52

Zisk:

	Kalkulační základna	Sazba [%]	Částka
Zisk	Úplné vlastní náklady	12,5	614,88

Rabat:

	Kalkulační základna	Sazba [%]	Částka
Rabat	Cena (prodej za hotové)	20	1106,79

Přímý materiál	1148,617
+ Ostatní přímé náklady	137,83
= Materiál celkem	1286,447
+ Přímé mzdy	1148,617
+ Výrobní režie	1263,48
= Vlastní náklady výroby	3698,544
+ Správní a odbytová režie	1220,52
= Úplné vlastní náklady	4919,06
+ Zisk	614,88
= Cena při prodeji za hotové	5533,94
+ Rabat	1106,79
Prodejní cena	6640,73

7.1.1. Zhodnocení

Nejdůležitějším výsledkem ekonomického hodnocení je výsledná cena produktu. Prodejní cena navrženého eurogitter boxu je 6641 Kč, tato cenu musí být konkurenceschopná. Snížení ceny produktu by se dosáhlo výrobou více kusů, kde by se snížila cena přímého materiálu a tím následně prodejní cena produktu.

7.2. Technické hodnocení

Výsledná konstrukce se skládá ze svařenců. Je kalkulováno s tím, že svary jsou dokonale provedeny pracovníkem s příslušným svářeckým průkazem a pevnost svarů odpovídá pevnosti materiálu součásti. Jednotlivé díly jsou vyrobitelné v zázemí firmy Stauner. Drobné díly, zářezky a spojovací materiál jsou nakupovány. Nosné prvky konstrukce jsou početně ověřeny pro dané dovolené zatížení, skládací mechanismus je funkční, stohovatelnost zajištěna. Všechny kontrolované díly mají koeficient bezpečnosti větší než 1,5 a tím splňují pevnostní kritéria. Hmotnost navrženého eurogitter boxu bez zakrytování je 83,8 kg. Povrchová úprava nemá vliv na pevnost konstrukce, pouze chrání povrch a tím prodlužuje jeho životnost. Dynamické účinky na konstrukci eurogitterboxu byly zcela zanedbány. Při přepravě jsou eurogitter boxy o sebe zájemně opřeny a bezpečně připevněny, tím jsou dynamické účinky anulovány. Při manipulaci na vysokozdvizném vozíku je třeba dbát zvýšené opatrnosti. Vzniklé dynamické účinky vznikající při bezpečné manipulaci jsou zanedbatelné. Povrchová úprava konstrukce je provedena práškovým lakováním. Práškové lakování je provedeno v práškovací kabině ve dvou vrstvách.



Obr. 7- 1 Eurogitter box

8. Závěr

Úkolem diplomové práce bylo navrhnout skládací eurogitter box podle zadaných požadavků. Nejdříve byla v souladu se zadáním vytvořena rešerše dopravních prostředků přepravujících kovové palety. Tato rešerše byla nápomocná při získu poznatků o manipulaci s paletami. V návaznosti na předešlou kapitolu byl dále vyhotoven přehled jednotlivých druhů palet určených pro transport. Z nich konstrukčně eurogitter box vychází.

Dále byly sestaveny tři varianty konstrukčního řešení eurogitter boxu. Ty byly popsány a následně porovnávány metodou morfologické matice. Konstrukční návrh, který vzešel z porovnávání jako nejvhodnější, byl dále rozpracován v konstrukční části práce.

Řešený eurogitter boxu byl navržen v souladu se všemi požadavky, které byly stanovené zadáním. Ve všech sledovaných parametrech je výsledný technický systém vyhovující. Toto tvrzení je podloženo provedenými MKP výpočty. Na výsledném produktu byly dodrženy požadované rozměry, skladová kompatibilita, vzájemná stohovatelnost ve složeném stavu, i hmotnost, která nepřevyšuje zadáním stanovených 85 kg – hmotnost výsledného gitterboxu je 83,8 kg. Stohovatelnost 1+5, při zatížení každého z boxů hmotností 750 kg, je též dodržena a podložena výpočty MKP.

Počítačové pevnostní analýzy byly provedeny na všech nosných dílech technického systému a pevnost hlavních prvků konstrukce byla ověřena i početně. Koeficient bezpečnosti kontrolovaných prvků není v žádném z případů menší než 1,5 a je vztažen k mezi kluzu použité oceli 11 373. Vzhledem k požadované životnosti technického systému 7 let je konstrukce pokryta kvalitním práškovým lakem ve dvou vrstvách.

Závěrem práce bylo sestaveno technicko-ekonomické hodnocení celého technického systému, jehož výsledek lze považovat za upokojivý s ohledem na ceny materiálu, které byly pro výpočet použity. V praxi by byl materiál nakupován ve větším množství najednou, a tudíž by jeho cena zcela jistě dosáhla i nižší úrovně.

9. Seznam zdrojů

9.1. Knižní publikace

- [I.] DRAŽAN, F., JEŘÁBEK, K.: *Manipulace s materiálem*. Praha: SNTL, 1979.
- [II.] HOSNEDL, S.: *Systémové navrhování technických produktů*. Plzeň: ZČU, 2004.
- [III.] HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J.: *Příručka strojního inženýra 1*. Brno: Computer Press, 1999.
- [IV.] HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J.: *Příručka strojního inženýra 2*. Brno: Computer Press, 2000.
- [V.] KLEINOVÁ, J.: *Ekonomické hodnocení výrobních procesů*. Plzeň: ZČU, 2009.
- [VI.] LEINVEBER, J., VÁVRA, P.: *Strojnické tabulky*. Úvaly: ALBRA, 2003.

9.2. Internetové zdroje

- [1] automobilrevue.cz [online]. ---- [cit. 2014-01-13]. Dostupný z WWW:
< http://www.automobilrevue.cz/rubriky/truck-bus/predstavujeme/nastavby-a-navesy-pripojna-technika-schmitz-cargobull_42723.html >.
- [2] autopalety.com [online]. ---- [cit. 2013-11-22]. Dostupný z WWW:
< www.autopalety.com/fotoalbum/gitterbox-vykres/gitterbox-vykres/ >.
- [3] avextrade.cz [online]. ---- [cit. 2013-11-22]. Dostupný z WWW:
< <http://www.avextrade.cz/cz/kategorie/cz/kategorie/kovove-palety-pro-jaderny-a-chemicky-prumysl.aspx> >.
- [4] czferrosteel.cz [online]. ---- [cit. 2014-02-14]. Dostupný z WWW:
< <http://www.czferrosteel.cz/pdf/tyce-11373.pdf> >.
- [5] emporo.cz [online]. ---- [cit. 2014-02-14]. Dostupný z WWW:
< <http://www.emporo.cz/> >.
- [6] eshop.normservis.cz [online]. ---- [cit. 2013-12-14]. Dostupný z WWW:
< <http://eshop.normservis.cz/norma/csn/269128/1.2.1993> >.
- [7] ferona.cz [online]. ---- [cit. 2014-02-01]. Dostupný z WWW:
< <http://www.ferona.cz> >.
- [8] gitterbox.cz [online]. ---- [cit. 2014-02-01]. Dostupný z WWW:
< <http://www.gitterbox.cz> >.

- [9] gumex.cz [online]. ---- [cit. 2014-04-21]. Dostupný z WWW:
< <http://www.gumex.cz/folie-912-30104.html>>.
- [10] kme.zcu.cz [online]. ---- [cit. 2014-04-05]. Dostupný z WWW:
< <http://www.kme.zcu.cz/kmet/pp2/vzper-primych-prutu/shrnuti.pdf>>.
- [11] kobra-tr.cz [online]. ---- [cit. 2014-02-18]. Dostupný z WWW:
< <http://www.kobra-tr.cz/hutni-material-otevreny-nerovnoramenny-1.html>>.
- [12] obchod.belet.cz [online]. ---- [cit. 2013-10-07]. Dostupný z WWW:
<<http://obchod.belet.cz/qx20>>.
- [13] paletovevoziky.com [online]. ---- [cit. 2013-10-07]. Dostupný z WWW:
<<http://www.paletovevoziky.com/rucni-vysokozdvizne-voziky/Novy-rucni-vysokozdvizny-vozik-MF10-25.html>>.
- [14] poziadavka.sk [online]. ---- [cit. 2013-10-18]. Dostupný z WWW:
< <http://www.poziadavka.sk/ponuky/ponuka-199469/Gitterbox-palety>>.
- [15] pujcovnavzv.cz [online]. ---- [cit. 2013-10-07]. Dostupný z WWW:
<<http://www.pujcovnavzv.cz/cz/voziky-k-zapujceni/terenni-voziky-4x4>>.
- [16] sidoniuspalety.cz [online]. ---- [cit. 2013-10-18]. Dostupný z WWW:
< <http://www.sidoniuspalety.cz/produkty.html>>.
- [17] stauner.cz [online]. ---- [cit. 2013-10-05]. Dostupný z WWW:
< <http://www.stauner.cz/index.asp?idmenu=2>>.
- [18] vtm.e15.cz [online]. ---- [cit. 2013-10-25]. Dostupný z WWW:
< <http://vtm.e15.cz/transportni-fenomen-jmenem-europaleta>>.
- [19] wikipedia.org [online]. ---- [cit. 2013-10-25]. Dostupný z WWW:
< <http://cs.wikipedia.org/wiki/Europaleta>>.
- [20] 8106.cz [online]. ---- [cit. 2013-10-25]. Dostupný z WWW:
< <http://8106.cz.all.biz/nasazovaci-ram-gitterbox-kv-303-800x1200-ih850-g51656>>.