ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B2301 Strojní inženýrství
Studijní zaměření: 2301R016 Dopravní a manipulační technika

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Manipulační kolejový vozík pro výrobní závod

Autor: **Dmytro BARNA**

Vedoucí práce: **Ing. Jiří KOŘÍNEK**

Akademický rok 2014/2015

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta strojní
Akademický rok: **2014/2015**

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Dmytro BARNA**
Osobní číslo:	**S12B0105P**
Studijní program:	**B2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor:	**Dopravní a manipulační technika**
Název tématu:	**Manipulační kolejový vozík pro výrobní závod**
Zadávající katedra:	**Katedra konstruování strojů**

Zásady pro vypracování:

Základní požadavky:
Vytvoření konstrukční dokumentace, včetně výběru vhodných nakupovaných komponent pro výrobu jednoduchého manipulačního vozíku o rozměrech 2500x5000 mm, nosnost 5000 kg, rozchod 1435 mm. Manipulace bude buď ruční, nebo pomocí vysokozdvižného vozíku. Zvážení možnosti instalace vřetenové brzdy.

Základní technické údaje:
Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Osnova bakalářské práce:

1. Úvod
2. Stav techniky
3. Řešení konstrukční úlohy
4. Zhodnoceni práce, závěr

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**

Rozsah pracovní zprávy: **30-40 stran A4**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J. *Příručka strojního inženýra 1*. **Brno: Computer Press, 1999**

DOSTÁL, J., HELLER, P. *Kolejová vozidla I*. **Plzeň: Západočeská univerzita , 2007**

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

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jiří Kořínek**
Katedra konstruování strojů

Konzultant bakalářské práce: **Ing. Ladislav Tříska**
Regionální technologický institut

Datum zadání bakalářské práce: **22. září 2014**

Termín odevzdání bakalářské práce: **26. června 2015**

Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.
děkan

L.S.

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

V Plzni dne 22. září 2014

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.
Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne: ……. . . . . . .
podpis autora

Poděkování

Tímto chci poděkovat vedoucímu mé práce panu Ing. Jiřímu Kořínkovi a zároveň konzultantovi panu Ing. Ladislavu Třískovi za cenné rady a informací, které mi v průběhu zpracování ochotně poskytovali. V neposlední řadě bych velice rád poděkoval mé rodině za podporu při studiu.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	**Příjmení** Barna	**Jméno** Dmytro
STUDIJNÍ OBOR	2301R016 „Dopravní a manipulační technika“	
VEDOUCÍ PRÁCE	**Příjmení (včetně titulů)** Ing. Kořínek	**Jméno** Jiří
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - KKS	

DRUH PRÁCE	~~**DIMPLOMOVÁ**~~	**BAKALÁŘSKÁ**	**Nehodící se škrtněte**
NÁZEV PRÁCE	Manipulační kolejový vozík pro výrobní závod		

FAKULTA	strojní		**KATEDRA**	KKS		**ROK ODEVZD.**	2015

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	58		**TEXTOVÁ ČÁST**	42		**GRAFICKÁ ČÁST**	16

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) **ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY**	Bakalářská práce obsahuje konstrukční návrh manipulačního kolejového vozíku, včetně vybraných nakupovaných komponent. Obsahuje také model vozíku, popis jednotlivých časti a vytvoření výkresové dokumentace. Přínosem této práce je vznik plně funkčního zařízení včetně jeho ceny.
KLÍČOVÁ SLOVA **ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE**	Kolejová doprava, kolejový vozík, rám, plošina, podvozek, nakupované komponenty, CAD.

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	**Surname** Barna	**Name** Dmytro	
FIELD OF STUDY	2301R016 "Transport and handling machinery"		
SUPERVISOR	**Surname (Inclusive of Degrees)** Ing. Kořínek	**Name** Jiří	
INSTITUTION	ZČU - FST - KKS		
TYPE OF WORK	~~**DIPLOMA**~~	**BACHELOR**	**Delete when not applicable**
TITLE OF THE WORK	Handling line truck for manufacturing plant		

FACULTY	Mechanical Engineering		**DEPARTMENT**	Machine Design		**SUBMITTED IN**	2015

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	58		**TEXT PART**	42		**GRAPHICAL PART**	16

BRIEF DESCRIPTION **TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS**	This bachelor work contains engineering design of handling line truck, including all purchased components. It also contains model of truck, description of individual parts and creation of drawing documentation. Benefit of this work is creation of a fully functional device, including price.
KEY WORDS	Rail transport, line truck, frame, platform, chassis, purchased components, CAD.

Obsah

1 Zkratky a symboly ... 1
2 Úvod ... 2
3 Stav techniky ... 2
3.1 Základní pojmy a rozdělení dopravy ... 2
3.2 Železniční doprava ... 5
3.3 Důležité časti a rozměry kolejové dopravy ... 7
3.4 Zhodnoceni ... 9
4 Konstrukční řešeni ... 10
4.1 Princip řešení úlohy ... 10
4.2 Varianty ... 12
4.2.1 Návrh plošiny ... 12
4.2.2 Návrh podvozku ... 13
4.2.3 Materiál, obrábění, svařovaní a úpravy ... 15
4.3 Vlastní návrh ... 16
4.4 Návrh plošiny ... 17
4.4.1 Základní rozměr rámu ... 17
4.4.2 Doplnění rámu ... 18
4.5 Návrh podvozku ... 24
4.5.1 Kola ... 25
4.5.2 Náprava ... 26
4.5.3 Ložiskový domek a víčko ... 29
4.5.4 Distanční kroužek ... 29
4.6 Spojovací součásti ... 30
4.7 Brzda ... 31
5 Závěr ... 32
Použita literatura ... 33
Internetové zdroje ... 33
Seznam obrázků ... 34
Seznam tabulek ... 35
Výkresová dokumentace ... 35

1 Zkratky a symboly

ČSN Česká státní norma

CAD Computer aided design (počítačová podpora konstruování)

DPH Daň z přidané hodnoty

MPa Jednotka tlaku

mm Jednotka délky

kg Jednotka hmotnosti

Kč Koruna česká

R_e Mez kluzu v tahu

R_m Mez pevnosti v tahu

N Jednotka sily

W_o Modul průřezu v ohybu

M_o Ohybový moment

σ Mechanické napěti

σ_{Do} Dovolené napěti v ohybu

KKS Katedra konstruování strojů

FST Fakulta strojní

ZČU Západočeská univerzita v Plzni

2 Úvod

Cílem bakalářské práce je vytvoření konstrukční dokumentace, včetně výběru vhodných nakupovaných komponent pro výrobu jednoduchého manipulačního vozíku o rozměrech 2500x5000 mm, nosnost 5000 kg, rozchod 1435 mm. Manipulace bude buď ruční, nebo pomocí vysokozdvižného vozíku. V práci se řeší pouze návrh kolejového vozíku dle rozměru. Neberou se v úvahu žádné vnější účinky jako je úprava kolejové tratě nebo drahá, po které vozík bude přemisťován. V kapitole stav techniky jsou popsány parametry, rozděleni a vlastnosti kolejových vozidel. Důraz je kladen na parametry, která ovlivňuji samotný návrh vozíku. Konstrukční návrh se zabývá návrhem variant pro rám a podvozek. Dále je vytvořen samotný konstrukční návrh vozíku s popisem a cenou jednotlivých komponent zpracovaných ve 3D modelu. Závěrečná část práce je soustředěna na popsání a zhodnoceni navrženého vozíku.

3 Stav techniky

3.1 Základní pojmy a rozdělení dopravy

Doprava – je úmyslný pohyb (jízda, plavba, let) dopravních prostředku po dopravních cestách nebo činnosti dopravních zařízeni. Hlavním úkolem je přemísťování hmotného materiálu a osob.

Rozdělení dopravy[5]

- Podle prostoru kde doprava probíhá:
  - Pozemní - silniční
    - železniční
    - nemotorová
  - Vodní - vnitrozemská
    - příbřežní
    - námořní
  - Letecká

- Podle předmětu a způsobu dopravy - osobní
  - nákladní

- Podle územního rozdělení přepravních potřeb - městská
  - regionální
  - mezinárodní

- Podle vztahu zdroje a cíle dopravy vzhledem k danému území: - vnitřní
  - vnější
  - tranzitní
- Podle realizace dopravy - ruční
  - částečnou mechanizaci
  - plnou mechanizací
  - částečnou automatizací
  - úplnou automatizací

Rozdělení závodové dopravy [5]

- vnější
- vnitřní - meziobjektová
  - vnitroobjektová - mezidílenská
    - dílenská

Dopravní cesta - technicky zabezpečená trasa pro dopravu hmotného materiálu a osob. Mimo jiné zahrnuje kromě vlastní trasy pro dopravu také soubor zařízení a opatření potřebných k zajištění provozu cesty a to pro potřeby dopravy v pohybu i v klidu.

Rozdělení cest [6]

- Pozemní komunikace - dopravní cesta určená k užití silničními a jinými vozidly a chodci, včetně pevných zařízení nutných pro zajištění tohoto užití a jeho bezpečnosti.
  - pozemní komunikace - dálnice
    - silnice
    - místní komunikace
    - účelové komunikace
- Dráhy - cesta určená k pohybu drážních vozidel včetně pevných zařízení potřebných k zajištění bezpečnosti a plynulosti drážní dopravy.
  - dráhy - železniční - celostátní
    - regionální
    - vlečka
    - speciální dráha
  - tramvajová
  - trolejbusová
  - lanová

- Vodní cesty - užívání povrchových vod k plavbě. Nesmí se poškozovat břehy, vodohospodářská díla a zařízení, zařízení pro chov ryb, porušovat práva a právem chráněné zájmy jiných. Vodní toky jsou vody trvale tekoucí po zemském povrchu mezi břehy.
    - Vodní toky - v korytě přirozeném popř. uměle upraveném
      - v korytě umělém

- Letiště - územně vymezená a vhodným způsobem upravená plocha, včetně souboru staveb a zařízení, trvale určená ke vzletům a přistávání letadel a k pohybům letadel s tím souvisejících.
    - Letiště - podle technických a provozních podmínek: - vnitrostátní
      - mezinárodní
      - podle okruhu uživatelů: - veřejná
      - neveřejná
      - vojenská

Dopravní prostředek - zařízení schopné pohybu umožňující dopravu nákladu nebo osob po dopravní cestě (zvíře, sáně, vozidlo, plavidlo, letadlo).

Rozděleni dopravních prostředku [6]

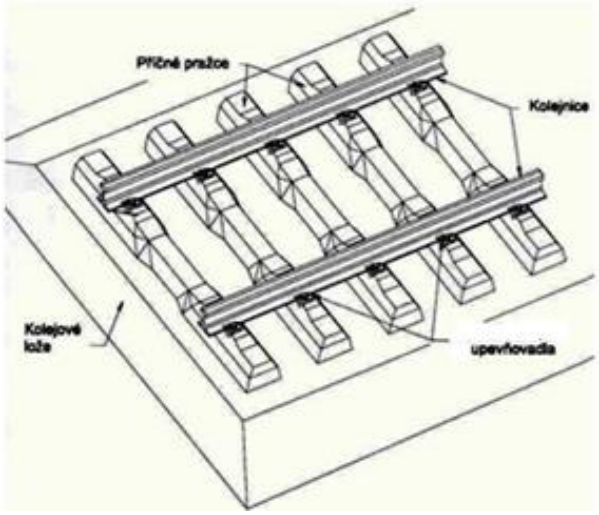
- Vozidla
- Plavidla
- Letadla
- Zdvihadla
- Produktovody

Rozdělení přepravovaného materiálu

- Podle jeho stavu: - tuhý
  - sypký
  - kapalný
- Podle snadnosti přepravy: - jednotlivé kusy
  - manipulační jednotky
  - volně loženy materiál

3.2 Železniční doprava

Vlastní jízdní dráhu pro železniční vozidlo tvoří kolej, která je sestavena ze dvou rovnoběžných kolejnicových pásů, upevněných v předepsané vzdálenosti rozchodu na podpory. Železniční svršek je část trati, jehož hlavní funkcí je bezpečné vedení a nesení drážních vozidel a přenášení dynamického zatížení na železniční spodek. U klasické konstrukce koleje je železniční svršek tvořen kolejnicemi, kolejnicovými podporami, upevňovadly a kolejovým ložem. Kolejnice se upevňují na podpory pomocí upevňovadel, která zajišťují stálou polohu kolejnic a rozchod koleje. K upevnění kolejnic se užívá drobné kolejivo (podkladnice, svěrky, spojky, podložky) a upevňovadla (hřeby, vrtule, spojkové a svěrkové šrouby, pružné kroužky). Konstrukce železničního svršku se navrhuje podle maximální dovolené hmotnosti železničních vozidel na nápravu, nejvyšší dovolené rychlosti jízdy a předpokládaného provozního zatížení trati a její důležitosti. Podle těchto charakteristik se volí druhy kolejnic, upevňovadel a podpor (pražců). [7]



Obrázek 1 Kolejová trať [7]

Rozděleni vlaku na hnací a tažená vozidla [8]

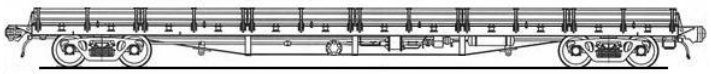
- Hnací vozidlo
  - Lokomotiva - elektrická vícesystémová
    - elektrická na stejnosměrný proud
    - elektrická na střídavý proud
    - akumulátorová
    - motorová
  - Hlavové hnací vozidlo
  - Hnací vůz - elektrický
    - motorový
    - akumulátorový
  - Jednotka - elektrická
    - motorová

- Tažené vozidlo (železniční vůz)
  - osobní vůz - vložený vůz
    - řídicí vůz
    - přípojný vůz
    - jídelní vůz
    - salonní vůz
    - zavazadlový vůz
    - poštovní vůz
  - nákladní vůz - krytý vůz
    - chladicí vůz
    - plošinový vůz
    - cisternový vůz
    - vůz s nádobami
    - hlubinný vůz

Rozdělení druhy plošinových vozů:

Téměř na každé plošině lze převážet jakýkoliv výrobek. Rozhodující je, zda plošina obsahuje pomocná zařízení pro uchycení, uskladnění a zajištěni polohy přepravované součásti.

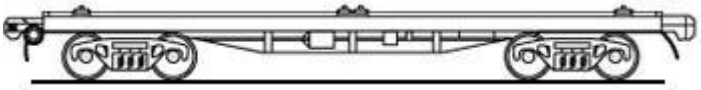
Typ A:



Obrázek 2 Plošina typ A [9]

Daná plošina je určena pro přepravu velkých zemědělských, silniční a stavební strojů. Vhodná pro převoz nadrozměrných nákladů (těžké nebo dlouhé). Jsou opatřeny popruhy.

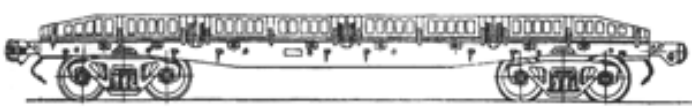
Typ B:



Obrázek 3 Plošina typ B [9]

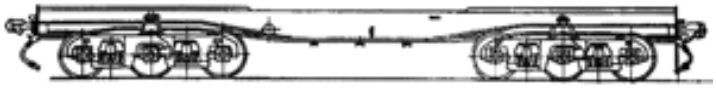
Plošina je vhodná pro převoz kontejneru a cisteren.

Typ C:



Obrázek 4 Plošina typ C [9]

Typ D:



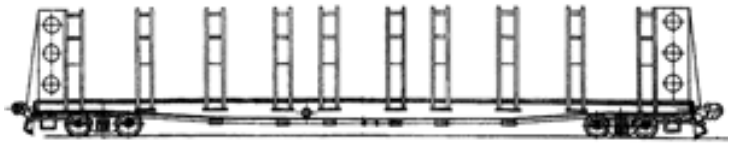
Obrázek 5 Plošina typ D [9]

Typ E

Obrázek 6 Plošina typ E [9]

Slouží pro převoz kontejneru. Plošina má doplňující zachycující mechanismy.

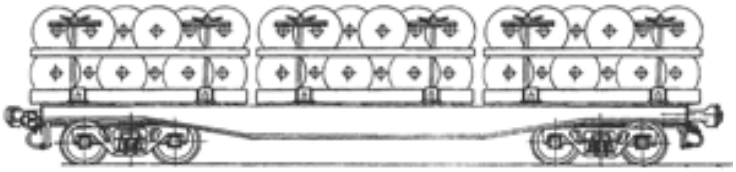
Typ F:



Obrázek 7 Plošina typ F [9]

Převoz velmi dlouhého materiálu především břemen, desek ale i ocelových tyči.

Typ G:



Obrázek 8 Plošina typ G [9]

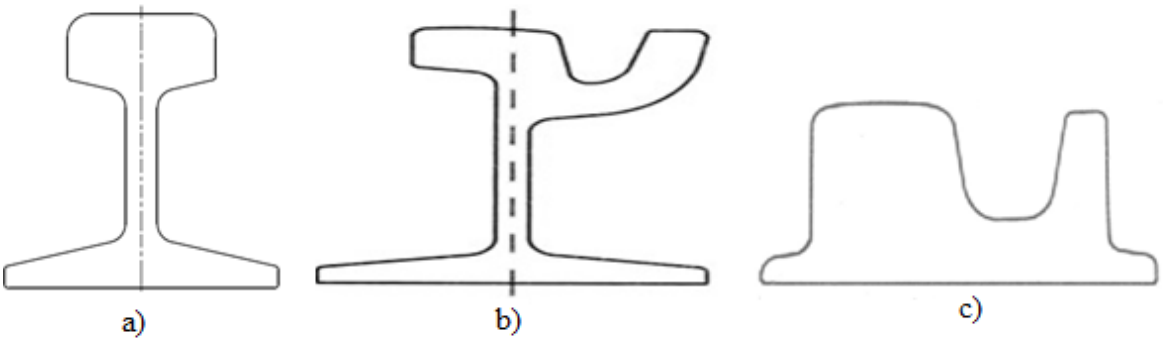
Pracovní plošina je určena pro přepravu dvojkolí.

3.3 Důležité časti a rozměry kolejové dopravy

Kolejnice je základní část železničního svršku, úkolem kolejnic je nést a vest kolejové vozidlo. Jsou v přímém dotyku s koly vozidla.

Druhy kolejnic:

- širokopatní - pro železniční svršek
- žlábková - pro tramvajové tratě
- bloková - pro tramvajové tratě, vetknuté ve speciálních panelech

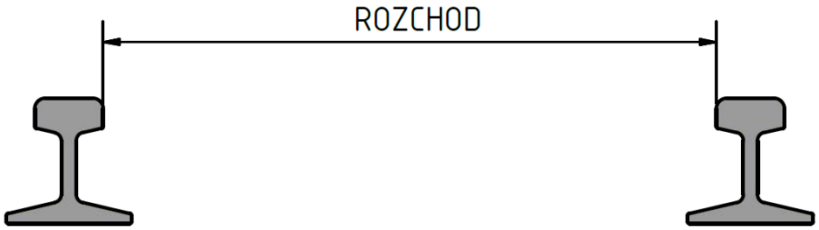


Obrázek 9 a) Širokopatní kolejnice b) Žlábkova kolejnice c) Blokova kolejnice

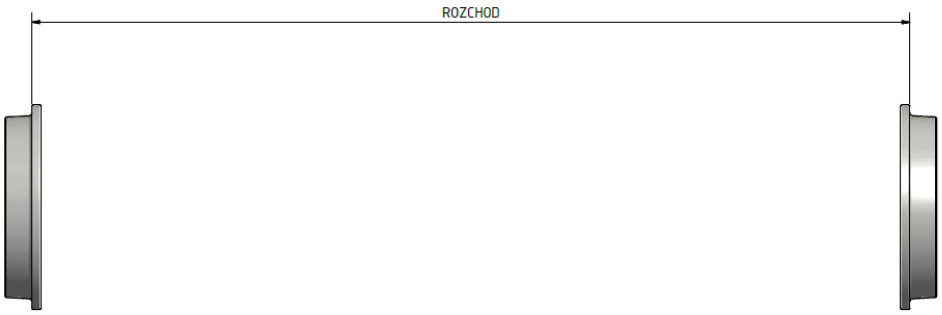
Rozchod je jeden z nejdůležitějších rozměru železniční dopravy. Rozchod koleje vyjadřuje vzdálenost mezi vnitřními hranami kolejnic. U kola je to vzdálenost mezi okolky kola.

Ve světě se používají tyto rozchody:

- Široké od 1520 do 3000 mm
- Normální 1435 mm, nejpoužívanější rozchod
- Úzké od 650 mm do 1200 mm
- Rozchody používané v průmyslových a polních drahách, rozchod menši než 600 mm



Obrázek 10 Rozchod kolejnic

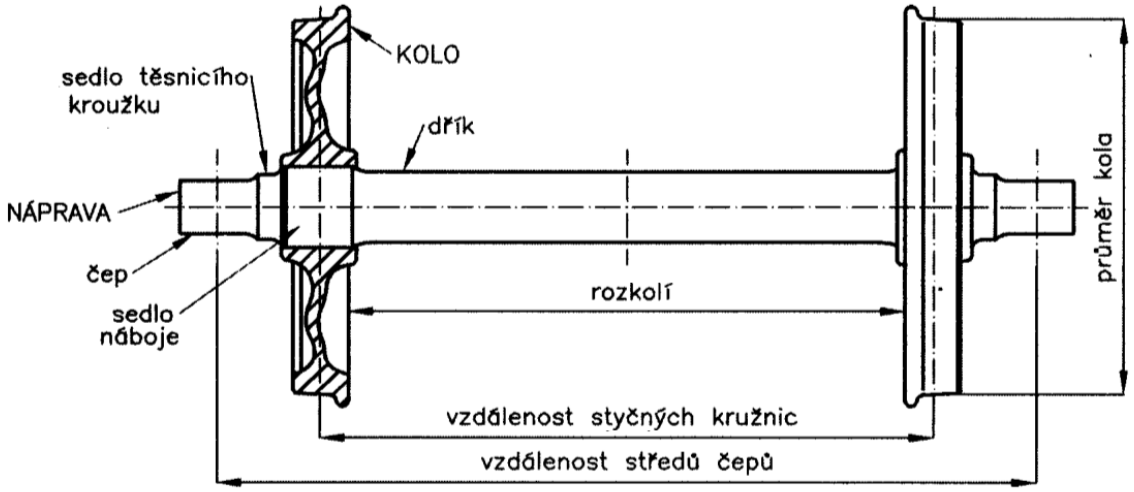


Obrázek 11 Rozchod kol

Kola kolejových vozidel jsou ve stálém dotyku s kolejnicí. Na jeho vlastnosti a konstrukci se kladou velké nároky. Obrys kola se nejčastěji používá UIC-ORE. Provedeni dělené nebo celistvé.

- Dvojkolí

Základní díl pojezdu železničních kolejových vozidel, který přenáší síly mezi vozidlem a jízdní dráhou - kolejí. Jsou to kola pevně nalisovaná na nápravách. Vzniklá dvojkolí nesou a vedou vozidlo po kolejnicích. Jízdní plocha kola se označuje jako nákolek. Plocha nákolku je tvarovaná (zkosená), aby byla umožněna jízda ve směrových obloucích. Okolek vede dvojkolí v koleji. Při provozu se nákolek i okolek značně opotřebovávají a jejich tvar se obnovuje soustružením.



Obrázek 12 Popis dvojkolí [10]

- Samostatná pojezdová kola

  Plní stejnou funkci jako kola dvojkolí. Nejsou umístěný na nápravě ale na čepu nebo ose.

3.4 Zhodnoceni

Z přečíslených rozděleni a parametru je úloha řešena pro:

Dopravu	- pozemní železniční
	- převoz nákladu
	- pohon ruční nebo plnou mechanizaci
	- doprava závodová vnitřní (meziobjektova)
Materiál	- není určeno
Vozidlo	- tažené, nákladní, plošinový
Parametry	- širokopatní kolejnice
	- rozchod 1435 mm

4 Konstrukční řešeni

4.1 Princip řešení úlohy

Danou úlohu lze rozdělit na dvě základní časti a to je rám a podvozek. V první části, bude řešen samotný rám vozíku. V dané úloze má rám sloužit pro převoz nákladu. Z tohoto důvodu se návrh bude týkat nákladního vozu. Vůz bude brán jako tažný, jelikož má byt přemisťován ručně nebo plnou mechanizací. Řešit se tedy bude nákladní tažný vůz. Z rozdělení nákladních vozů bude nejvhodněji navrhnout plošinový vůz, protože není známo o jaký typ a rozměr přepravovaného materiálu se jedná. Plošina je nejčastěji používaná pro přepravu tuhého matriálu jako jsou svařence, stroje, dřevo, trubky. Ale v případě vhodného zařízení lze přepravovat i sypký nebo kapalný materiál. Existuje velké množství typů plošinových vozů, které se liší především uchycením zařízením dle přepravované součásti nebo materiálu. V dané práci bude navržena pouze plocha plošiny, která bude opatřena oky pro případnou potřebu zajistit převáženou součást.

Obrázek 14: Plošina pro cisterny [11]

Obrázek 13: Plošina pro tyče [11]

Obrázek 16: Plošina pro sypky materiál [11]

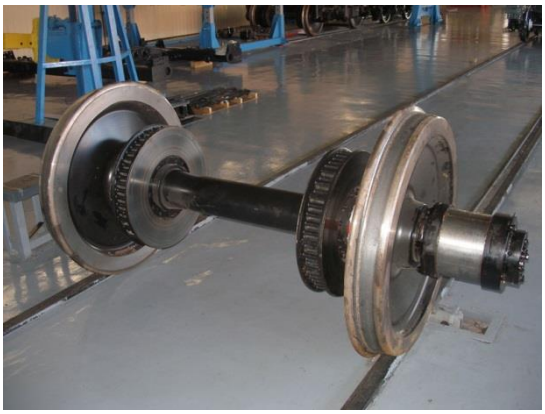
Obrázek 15: Plošina pro kontejner [11]

Obrázek 17: Plošina univerzální [11]

Požadavky na návrh plošiny:

- vytvořit plochu, která poskytne snadné nakládaní a vykládaní výrobku
- plocha nesmí poškodit výrobek a musí vydržet určité zatížení
- plošina musí zajistit bezpečný převoz součásti, tedy zajištění polohy přepravovaného výrobku
- výběr vhodného materiálu
- vhodné obráběcí nebo svařovací operace

V druhé části bude řešen podvozek vozíku. Podvozek slouží k pojíždění plošiny po kolejích. Nejčastěji se skládá z rámu, dvojkolí, ložisek, vypružení a brzdového ustrojí. Jako hlavní parametr bude brána nosnost kol. Samostatná kolečka nebo dvojkolí musí unést zatížení 5000 kg od převážené součásti a také tíhu rámu. U podvozku bude řešeno především připevnění k plošině a zajištění kol.



Obrázek 19 Samostatné dvojkolí [12]

Obrázek 18 Dvounápravový podvozek [12]

Obrázek 20 Manipulační přípravek se samostatnými koly [12]

Požadavky na návrh podvozku:

- hlavním požadavkem bude dodržení zadaného rozchodu 1435 mm
- dodrženi nosnosti přes 5 tun
- klidný chod
- bezproblémový projezd obloukem
- výběr vhodného materiálu
- vhodně obráběcí nebo svařovací operace

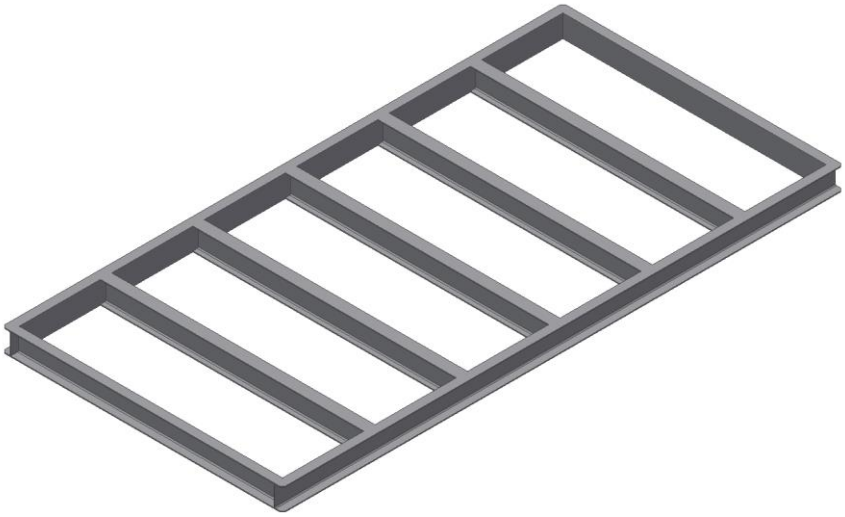
4.2 Varianty

4.2.1 Návrh plošiny

Hlavni části plošiny je rám. Je velké množství variant, jak může vypadat rám. Závisí pouze na typu, velikosti a rozmístěni profilu. Nejčastěji jsou používaný profily typu U, I a duté. Jsou výhodné kvůli jejich dostupnosti a rozměrové nabídce. Rám může obsahovat doplňky například oka, přípojná zařízeni pro hnací stroje a pomocná zajišťovací prvky. Další časti plošiny je pokrývka rámu. Ta muže byt tvořena dřevem, plechem, dřevotřískou nebo plastem. Plošinu je možno vytvořit mnoha způsoby, v prací jsou probraný tři možné varianty.

1) Plošina bez pokrývky

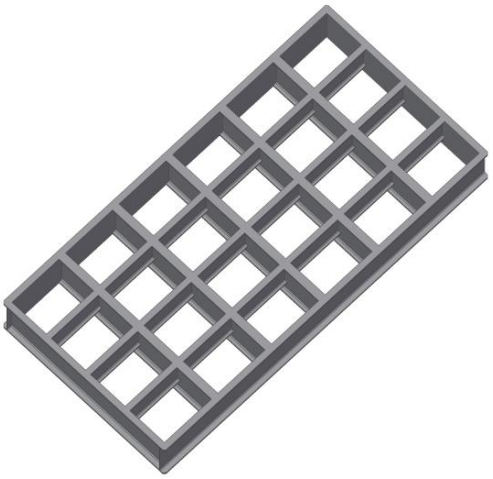
Plošina je tvořena pouze rámem bez pokrývky. Rám je svařován z U a I profilu. Na této plošině se dají převážet pouze velké součásti, které jsou položené na profilech rámu. Výhodou tohoto řešeni je možnost zajištěni polohy součásti pomoci lana přímo za profily. Tedy není potřeba žádných doplňujících zařízení. Obrys rámu je navržen tak aby byla dodržena pracovní plocha, následně vnitřní příčníky a podélníky se volí dle uvážení konstruktéra a potřebné tuhosti rámu.



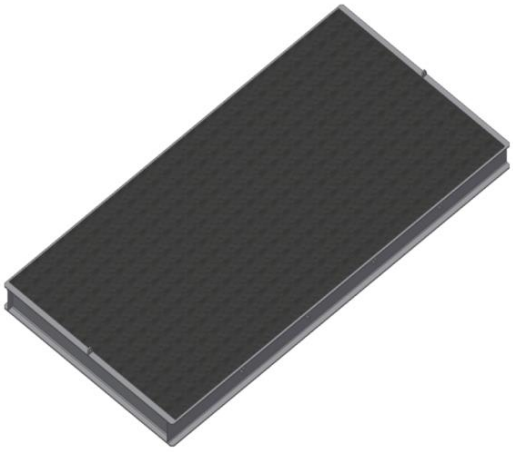
Obrázek 21 Ukázkový rám pouze z profilu

2) Plošina s plechovou pokrývkou

Rám je stejně jako u řešení bez pokrývky svařen z U a I profilu ale navíc je pokryt plechem o tloušťce 5 mm. Dany rám je opatřen vice profily, aby byl plech podepřen a nedošlo k jeho prohnutí. Tento rám muže byt použit i pro variantu bez pokrývky. Dané řešení umožňuje převoz menších součásti, které by propadli nepokrytou plochou při konstrukci rámu bez pokrývky. Naopak neumožní zajištění součásti přímo za profily. Proto je rám opatřen oky pro připevnění výrobku. Nevýhodou této pokrývky je možnost poškrabaní součásti při posouvaní po plošině a nutnost přivařit plech k rámu. V případě porušeni plechové pokrývky musí byt tato část odříznuta a následně přivařeny novy kus.



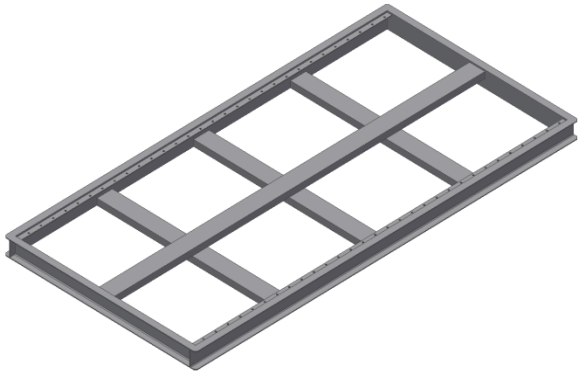
Obrázek 22 Rám pro plechové pokrýti



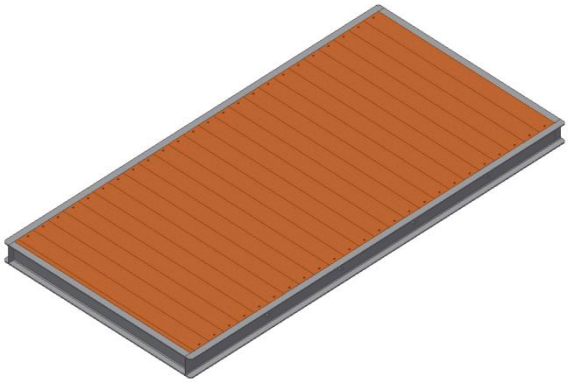
Obrázek 23 Plošina pokrytá plechem

3) Plošina s dřevěnou pokrývkou

Rám je svařen pouze z U profilu. Muže byt taky použit jako rám bez pokrývky. Navíc je opatřen děrovaným L profilem pro připojení pokrývky. Pokrývka rámu je z dřevěných desek, které jsou zakryty v rámu, aby při manipulaci se součástí nedocházelo k nárazu na desky. Dřevo na rozdíl od plechu nijak nepoškodí převáženou součást. Nevýhodou je nutnost přišroubovat desky k rámu. Rám je opatřen oky pro zajištění polohy převážené součásti. V případě poškození desek se pouze odšroubuje poškozena deska a nahradí novou.



Obrázek 25 Rám pro dřevěnou pokrývku

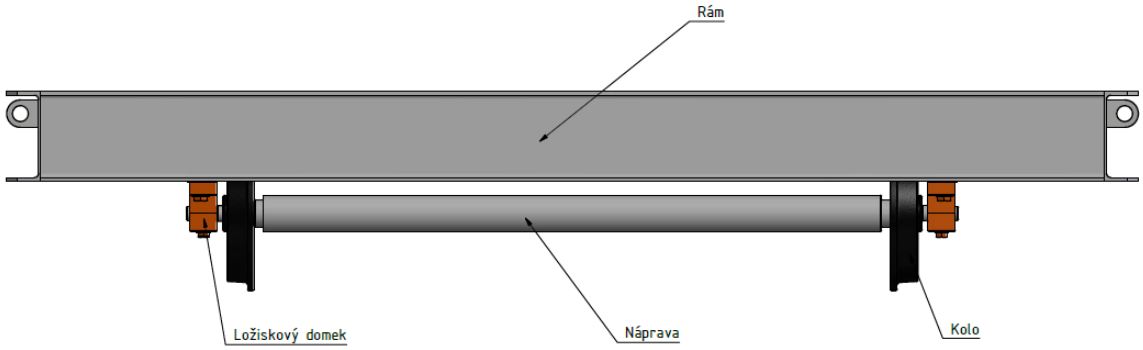


Obrázek 24 Rám pokryt dřevem

4.2.2 Návrh podvozku

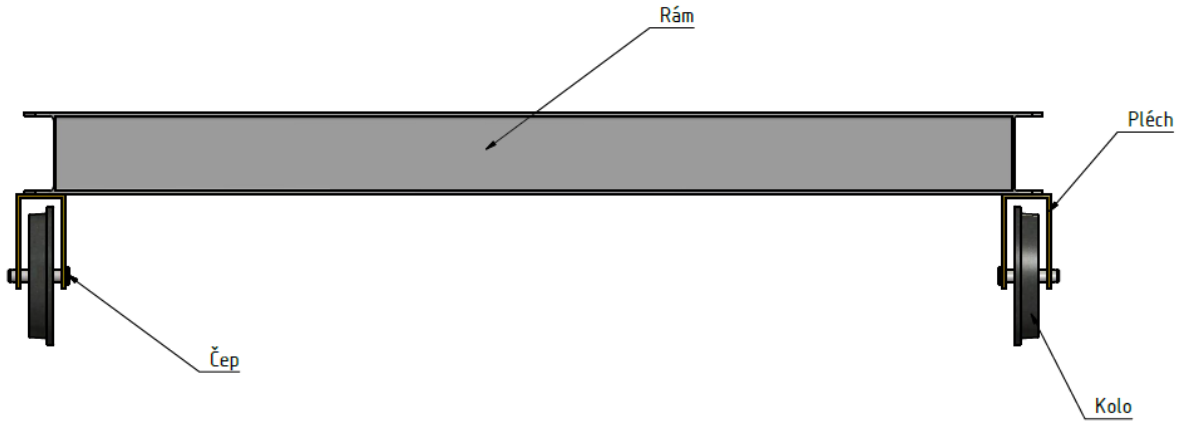
Jako první a nejpoužívanější způsob řešení podvozku pomoci dvojkolí. Parametry dvojkolí jsou popsány ve stavu techniky, skládá se s nápravy a dvou kol. Důležitým konstrukčním řešením je připojení dvojkolí k rámu a axiální zajištěni kol. V daném ukázkovém případě jsou pro připevnění k rámu použity ložiskové domky. Domky můžou byt k rámu přišroubované nebo přivařené. Pro axiální pojištění kola se nejčastěji používá opření o osazení nápravy z jedné strany. Z druhé strany například pomoci distančních kroužku, pojistných kroužku nebo rozpěrných kroužku.

Jde pouze o ukázku možné varianty, nejsou zde zobrazeny všechny potřebné prvky.



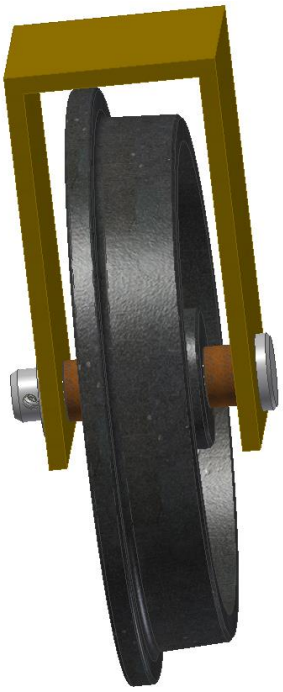
Obrázek 26 Ukázka podvozku s dvojkolí

Jako druhá varianta podvozku pomocí samostatných kolejových kol. U samostatných kol místo nápravy jsou používaný osy nebo čepy. Kolo je na čepu stejně jako na nápravě potřeba axiálně pojistit. Pojištěni závisí na typu čepu a proto může být jednostranné nebo oboustranné. Pro axiální pojištění se používají závlačky s podložkou nebo pojistné kroužky. Připevnění kola s čepem k rámu pomoci šroubu nebo svařováním. Důležité je připevnit kola tak, aby byl dodržen rozchod. U daného způsobu je dodržení rozchodu a souososti kol složitější než u dvojkolí. Často jsou kola již od výrobce opatřeny ložiskem. Nejčastěji se používají 4 kola. Stejně jako u varianty s dvojkolím jde pouze o ukázku možné varianty, nejsou zde zobrazeny všechny potřebné prvky pro funkčnost.



Obrázek 27 Ukázka podvozků se samostatnými koly

Ukázka nasazení kola na čepu s hlavou. Axiální pojištěni čepu pomocí závlačky a podložky. Axiální zajištěni kola pomocí dvou distančních trubek. Následně by došlo k přivaření plechu k rámu.



Obrázek 28 Ukázka kolo na čepu

4.2.3 Materiál, obrábění, svařovaní a úpravy

Firmy nabízejí profily I, U, L a tyče v různých jakostech. Nejčastěji v jakosti S235JR dle ČSN ocel 11 375.

Jedná se o nelegovanou konstrukční jakostní ocel. Na ploché a dlouhé výrobky válcované za tepla v tloušťkách do 250 mm, se zaručenou hodnotou nárazové práce pří +20 °C. Může být následně po dodání tvářeny za tepla nebo normalizačně žíhány. Žíhání k odstranění vnitřního pnutí je dovoleno. Vhodná pro použití ve svařovaných, šroubovaných a nýtovaných konstrukcích. Při svařitelnosti s rostoucí tloušťkou výrobku a rostoucí pevností se mohou vyskytnout trhliny za studena. Mez kluzu R_e = 235 MPa, mez pevnosti R_m = 360 MPa. [13]

Další jakostnější S355J2 dle ČSN ocel 11523.

Jedna se o nelegovanou jakostní konstrukční ocel. Vhodná ke svařování všemi obvykle používanými způsoby. S rostoucí tloušťkou výrobku a rostoucí hodnotou uhlíkového ekvivalentu se zvyšuje riziko výskytu trhlin za studena v oblasti sváru. Tváření za tepla Jsou-li dodané výrobky dále tvářené za tepla, splňují uvedené mechanické hodnoty pouze po následném normalizačním žíhání. Není vhodné ke tváření za studena. Mez kluzu R_e = 355 MPa, mez pevnosti R_m = 490 MPa. [13]

Obráběcí operace závisí především na možnosti výrobního závodu. Většinu komponent lze již od výrobce nakoupit v potřebných rozměrech. Pokud výrobce potřebný rozměr nenabízí je potřeba vyrobit tento díl samostatně.

Profily lze objednat již od výrobce dělený na potřebné rozměry. V případě nedodaní přesných rozměru lze dělením provést na pile. Pro rám s dřevěnou pokrývkou je potřeba vyvrtat otvory do L profilu a dřevěných desek. Další možnou obráběcí operaci je broušení svaru po svařovaní a úprava profilu pro svary.

Pro podvozek je potřeba především obrobit nápravu. Jako polotovar pro nápravu je použita tyč kruhová, proto nejvhodnější obráběcí operace je soustružení. Ložiskových domků nabízí firmy velké množství, proto nejvýhodnější je domek zakoupit. Pokud závod má možnost frézovaní, lze domek vyrobit z polotovaru tyče ploché nebo čtvercové. Distanční kroužky pro axiální pojištěni kola se musí nařezat.

Možné použiti obráběcích operaci pro manipulační vozík jsou řezaní, vrtaní, brouseni, soustruženi a frézovaní.

Celý rám je svařená konstrukce. Pro dílenské svařovaní je nejvhodnější svařovaní MIG/MAG nebo obalovanou elektrodou. Jako svary jsou pro daný umístění profilu nejvhodnější koutové a tupé.

K možným úpravám vozíku patří připojení podvozku k rámu pomocí šroubového spojení nebo svařováním. Přišroubovaní dřevěné pokrývky, plechová pokrývka by byla přivařena již při svařovacích operacích. Povrchová úprava rámu se provádí například pískováním s následným natřením. Vhodné je též vyznačit nosnost.

4.3 Vlastní návrh

Hlavni parametry, ze kterých vychází návrh:
- rozměr pracovní plochy 2500x5000 mm
- rozchod 1435 mm
- zatížení 5000 kg

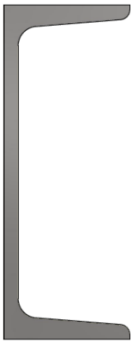
V první časti, je řešena plošina, tedy rám a pokrývka. Jak jíž bylo uvedeno v kapitole 4.1 není znám rozměr ani tvar výrobku. Proto plošina musí obsahovat pokrývku, aby bylo možno převážet součásti všech rozměrů. Dále není znám ani materiál převážené součásti, proto je zvolena dřevěná pokrývka. Dřevo svým povrchem nijak nepoškodí materiál i v případě jeho posuvu po dřevu.

4.4 Návrh plošiny

4.4.1 Základní rozměr rámu

Hlavní nosnou konstrukcí je rám. Většinu zatíženi budou přenášet podélníky. Příčníky budou plnit především spojovací funkci a mohou jen částečně přenášet zatížení. Pro daný rám jsou zvoleny UPE profily. Jedna se o vylepšené U profily. Tento profil je vybrán z důvodu odlehčení konstrukce, snadné šroubové připojení k pásnicím, široký rozsah rozměrů.

Rozdíl mezi U a UPE profilem:

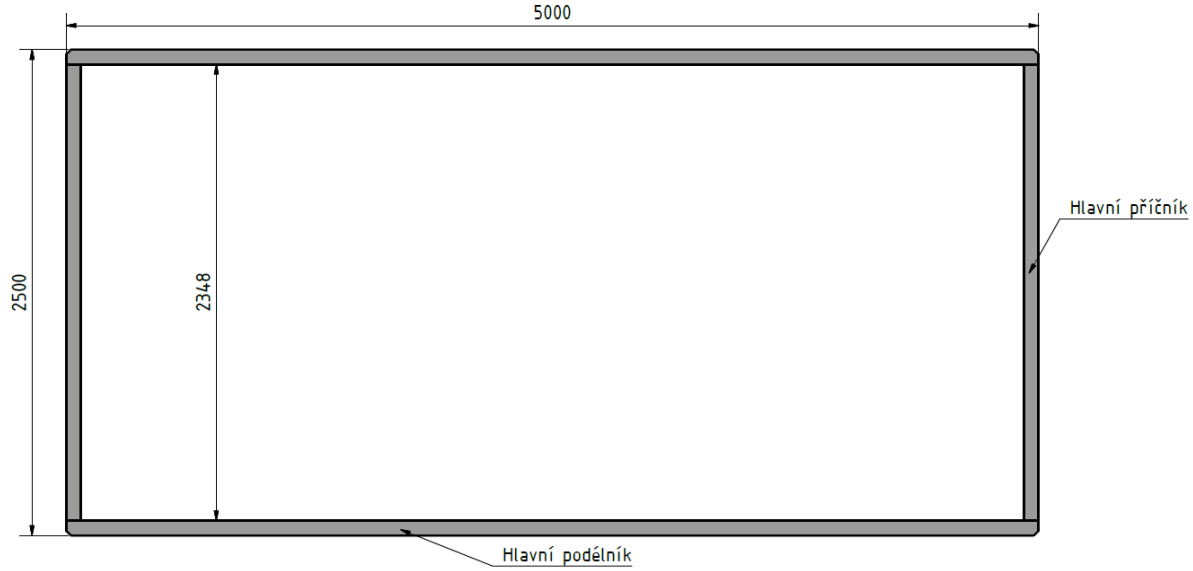


Obrázek 29 U profil

Obrázek 30 UPE profil

Hlavní výhoda UPE profilu jsou rovné pásnice, a tím zajištění snadného šroubového spojení.

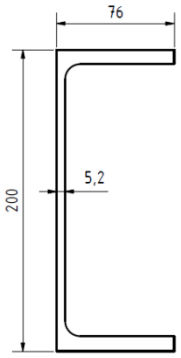
Prvním krokem jsou profily svařeny do základního tvaru obdélníku tak, aby byl dodržen rozměr pracovní plochy 2500x5000 mm. Jsou zde použité koutové a půl V svary. Hlavni podélník je dlouhý 5000 mm a hlavní příčník 2348 mm. Profil pro podélník a příčník jsou stejné, proto celková potřebná délka daného profilu profilů činí 14696 mm. Z bezpečnostního hlediska jsou rohy hlavních podélníků zkoseny.



Obrázek 31 Rám hlavní profily

Rozměry, cena a parametry zvoleného UPE profilu [14]

Název:	Hlavní podélník	Hlavní příčník
Materiál:	11 375 (S235)	11 375 (S235)
Značeni:	UPE 200x5000	UPE 200x2348
Norma:	ČSN 425572	ČSN 425572
Hmotnost:	18,5 kg/m	18,5 kg/m
Cena:	24,89 Kč/kg	24,89 Kč/kg
Počet kusu:	2	2



Obrázek 32 UPE hlavní profil

Jsou zvoleny UPE 200, které vydrží velké ohybové zatíženi. Daná cena je vztažena pro firmu Ferrum Plzeň s.r.o., která dodává profily již dělené na potřebný rozměr. Celková cena daného profilu potřebné délky 14969 mm je 6893 Kč.

Další firmy, které nabízí tento produkt v podobných jakostech a rozměrech jsou Ferona, Kondor.

4.4.2 Doplnění rámu

Za prvé jsou přidány dva podélníky, umístěny ve vzdálenosti 400 mm od kraje hlavního podélníku. Tato vzdálenost je navržena tak, aby byl dodržen rozchod kol 1435 mm. Protože k daným podélníkům je připojeno dvojkolí pomoci ložiskových domku. Domky jsou k profilu přišroubovaný, proto do jedné pásnice budou vyvrtané 4 díry, dvě pro každý domek. Díry jsou od hlavního příčníku ve vzdálenosti 480 mm. Tento rozměry je navrhnut tímto způsobem tak, aby vzdálenost osy dvojkolí od kraje rámu byla přes 600 mm. Rozteč mezi dírami je rovna 240 mm, tato vzdálenost se vztahuje k navrženým ložiskovým domkům. Navíc podélníky slouží pro spojení příčníků a taky jako podpěra dřevěných desek. Pro podélníky je zvolen profil UPE 160, kvůli vybraným dřevěným deskám, které jsou zakryté v rámu.

Rozměr, cena a parametry zvoleného UPE profilu [14]

Název: Podélník

Materiál: 11 375 (S235)

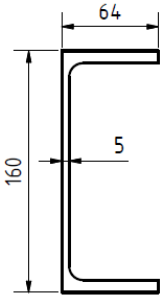
Značeni: UPE 160x4848

Norma: ČSN 425572

Hmotnost: 16,14 kg/m

Cena: 23,38 Kč/kg

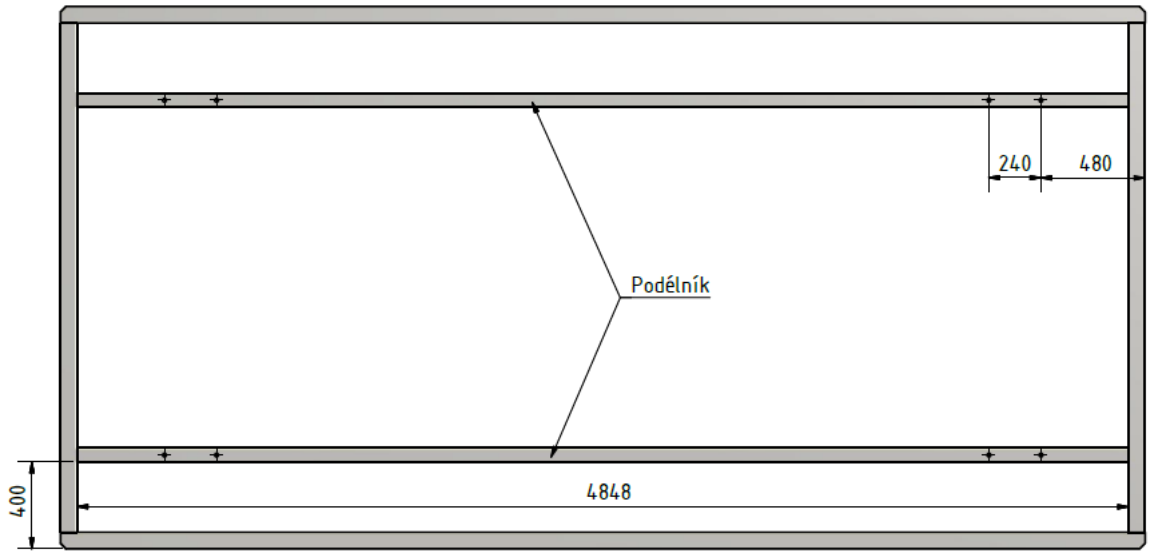
Počet kusu: 2



Obrázek 33 UPE profil vedlejší

Obráběcí operaci je zde pouze vyvrtaní 8 děr a následné vytvořeni zavitu M16. Podélníky jsou k hlavním příčníkům přivařeny pomoci kótových a V svaru. Celková potřebná délka daného profilu je 9696 mm, jejíž cena činí 3659 Kč.

Na obrázku je zobrazen spodek rámu, kde jsou na pásnicích vyvrtané díry.



Obrázek 34 Pomocné podélníky

Za druhé jsou mezi podélníky přidané dva příčníky ve vzdálenosti 1300 mm od hlavního příčníku. Dany profily je dlouhý 1572 mm a je přivařen k podélníkům pomoci koutového a V svaru. Příčník slouží pro lepší spojeni a tuhost rámu. Návrh vzdálenosti příčníků a počet příčníků není ničím ovlivněn. Profily UPE 200 jsou použity stejné jako u hlavních podélníků a příčníků. Celková délka dvou příčníku 3144 mm a cena je 1448 Kč. Profily není potřeba nijak obrábět.

Rozměr, cena a parametry zvoleného UPE profilu [14]

Název: Příčník

Materiál: 11 375 (S235)

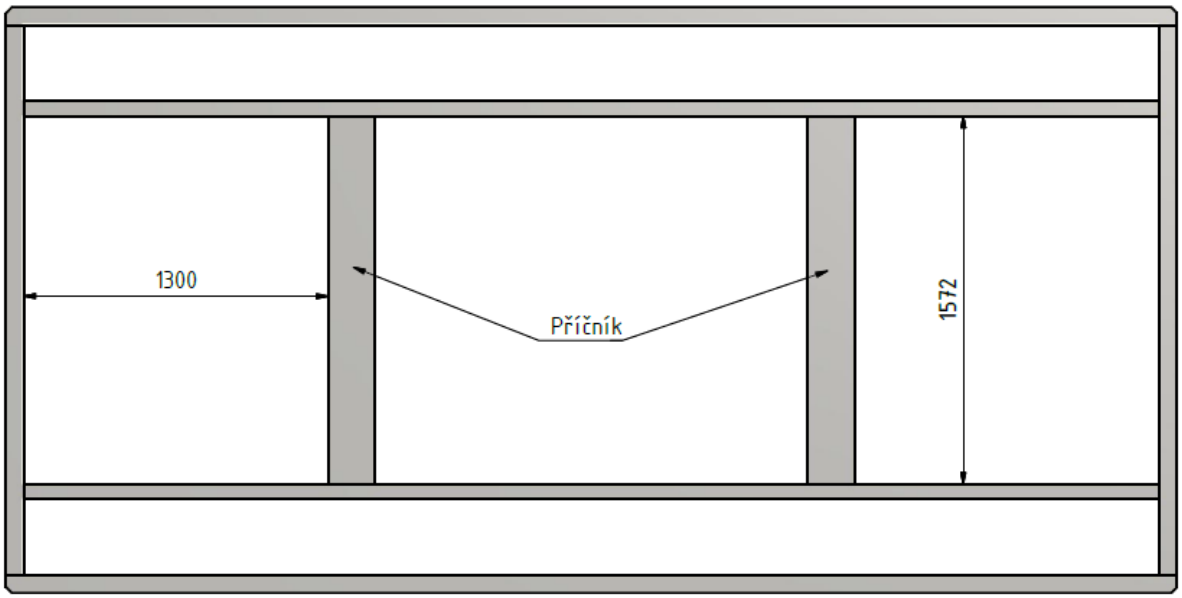
Značeni: UPE 200x1572

Norma: ČSN 425572

Hmotnost: 18,5 kg/m

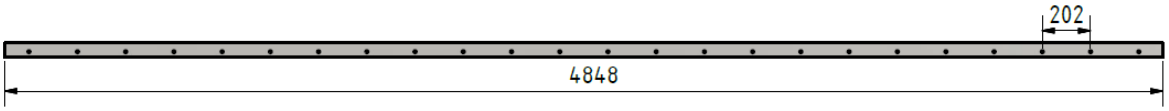
Cena: 24,89 Kč/kg

Počet kusu: 2



Obrázek 35 Pomocné příčníky

Za třetí jsou k hlavním podélníkům přivařeny L profily pro připevnění dřevěných desek k rámu. Použité jsou přerušované koutové a půl V svary. Délka profilu je 4848 mm, stejná jako u podélníků. Na profilech je vyvrtáno 24 otvorů o průměru 12 mm pro šrouby M10. Rozteč mezi otvory je 202 mm, o 2 mm větší, než je šířka desek a to z důvodu montáží vůle. Lišty jsou 40 mm odsazeny od pracovní plochy, aby přišroubované desky byli skryté v rámu. Rozteč a odsazeni úhelníku je daná šířkou a tloušťkou zvolených dřevěných desek. Celková potřebná délka daného profilu 9696 mm a jejich cena je 1235 Kč. Jedinou obráběcí operací je vrtaní.



Obrázek 36 Lišta

Rozměr, cena a parametry zvoleného L profilu [14]

Rozměr L profilu:

Název: Lišta

Materiál: 11 375 (S235)

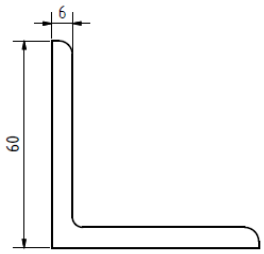
Značeni: L 60x6

Norma: ČSN 425541.01

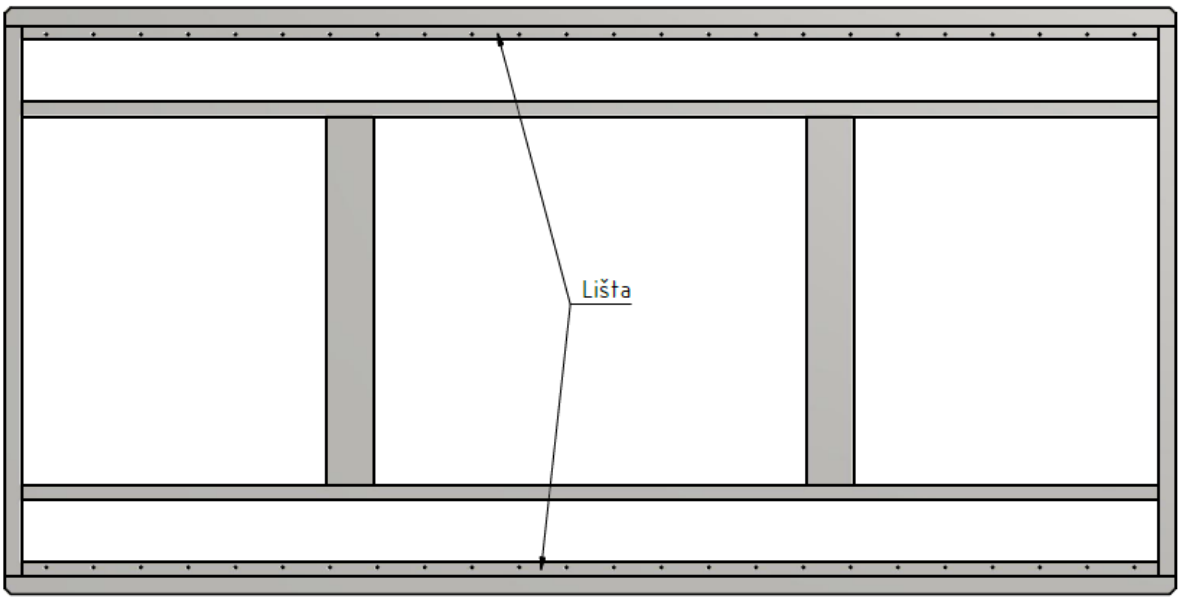
Hmotnost: 6,91 kg/m

Cena: 18,42 Kč/kg

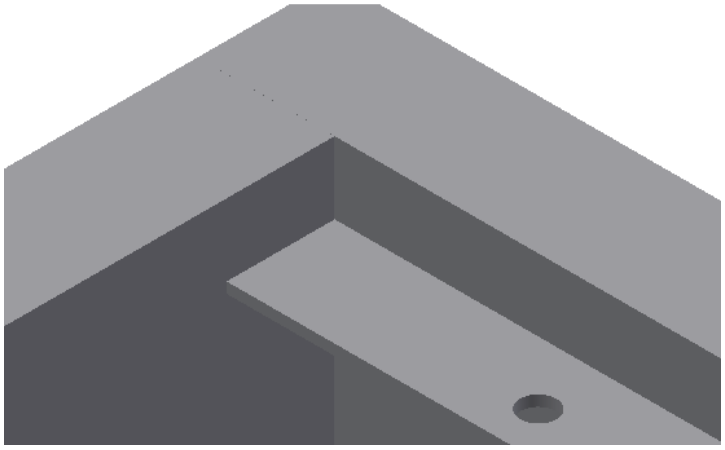
Počet kusu: 2



Obrázek 37 L profil



Obrázek 38 Rám s lištou



Obrázek 39 Odsazeni L profilu

Vozík má být přemisťován ručně nebo vysokozdvižným vozíkem. Pro ruční tažení nebo tlačení není rám nijak upraven.

Pro případ využiti tlačení manipulačního vozíku je rám opatřen doplňujícími komponentami. K hlavnímu příčníku je přivařen plech o tloušťce 10 mm. K plechu je přivařeno oko pomoci koutového svaru a vytvořeny dva závity pro šrouby M16. Šrouby slouží k přitlačení dřevěné desky vložené mezi pásnice hlavního příčníku ke stěně daného profilu. Rozmístění plechu s okem je navrženo tak aby mezi ně šlo umístit desku o délce 2000 mm. Vidlice vozíku mají rozpěti od 600 do 1300 mm. Použitá dřevěná deska o rozměrech 50x160 a délce 2000 mm pokryje jakékoliv rozpětí vidlic. Dřevo je zde použito, aby nedocházelo k nárazu vidlic vysokozdvižného vozíku a samotného rámu. Tedy zabránění poškrábání vidlic a rámu, snížení hluku. Po určité době dojde k opotřebení desky, a proto musí dojit k její výměně. Pro vyjmutí desky stačí povolit šrouby.

Dřevěná deska může být opatřena sražením, pro lepší dolehnutí na příčník. Sražení je vhodné kvůli vnitřnímu zaoblení UPE profilu. Plechy o tloušťce 10 mm se nejčastěji dodávají v tabulích. Je koupena jedna tabule o rozměrech 1000x2000 mm. Téměř celý polotovar je využit pro vypálení 12 ok, 4 plechu pro oka a 8 distančních podložek.

Daný rozměr a materiál nabízí firma Kondor [15]

Název: Plech s okem

Materiál: 11 375 (S235)

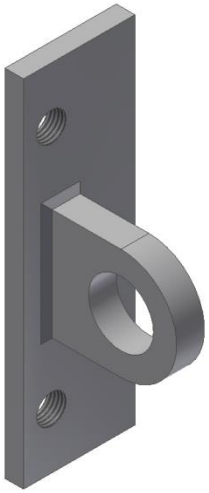
Značeni: P 10-1000x2000

Norma: ČSN 425308

Hmotnost: 160 kg/kus

Cena: 2791,94 Kč/kus

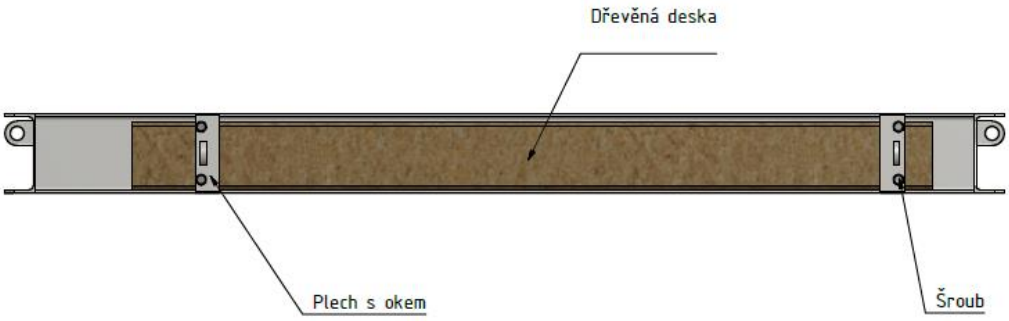
Počet kusu: 4



Obrázek 40 Plech s okem

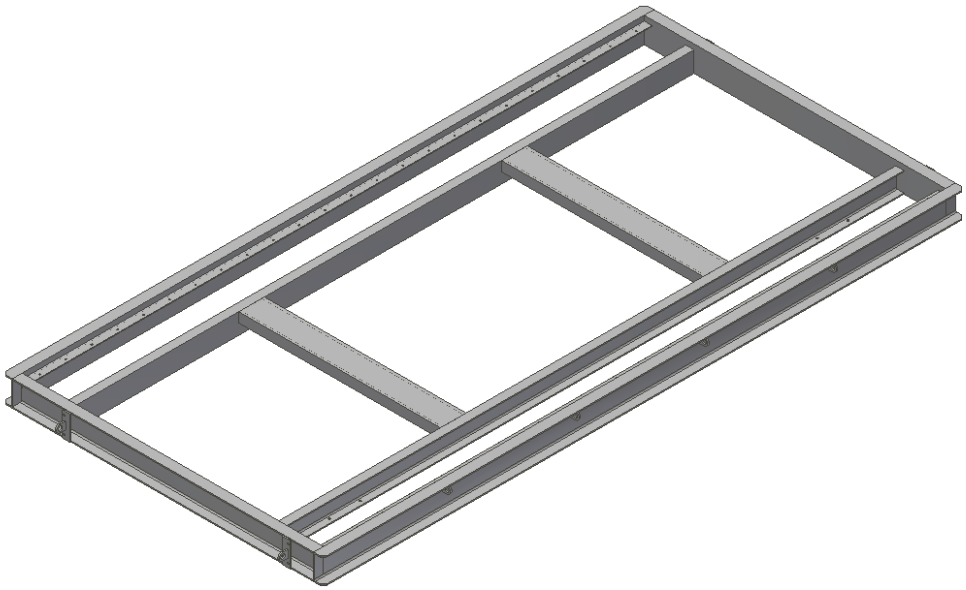
Na dřevo nejsou kladený žádný požadavky, a proto muže byt použit kterékoliv typ dřeva. V daném případě je zvolen smrk.

Obchod vsechnokolemdomu.cz nabízí rozměry 50x160x2000 mm. Cena za jeden kus dané desky je 123 Kč. Desky jsou potřeba dvě, proto celková cena tvoři 246 Kč. [16]



Obrázek 41 Zajištění dřevěné desky

Za páté jsou přidaný oka pro případnou potřebu zajistit převáženou součást. Na každém hlavním příčníků jsou dvě oka přivařena na plechu. Na každém hlavním podélníků jsou 4 oka. Celkově je rám opatřen 12 oky. Tento počet by měl byt postačující k zajištuji jakéhokoliv výrobku. Tímto krokem je rám hotov a zajištěn vším potřebným. Oka jsou vypalovaná z plechové tabule použité pro výrobu plechu s okem.



Obrázek 42 Výsledný rám

Posledním krokem při návrhu plošiny je pokrytí rámu. Jako pokrývka jsou vybraný dřevěné fošny. Tloušťka fošny je zvolena 40 mm a to z důvodu velkého zatížení. Nepokrytá plocha má délku 2348 mm, ale pro fošny je zvolena délka 2344 mm. Zmenšeni o 4 mm z důvodu montážní vůle. Před položením musí byt materiál nařezaný, opatřen otvory pro šrouby a zahloubením. Nakupovaný materiál má rozměr 40x200x5000. Desky o délce 5000 mm jsou děleny na dvě. Proto pro 24 děr je koupeno pouze 12 desek. Celková cena 12 desek činí 3576 Kč.

Cena a rozměry desek jsou použité z obchodu www.drevo-kaplan.cz [17]

Název: Dřevěná deska

Materiál: smrk

Značeni: 40x200x5000

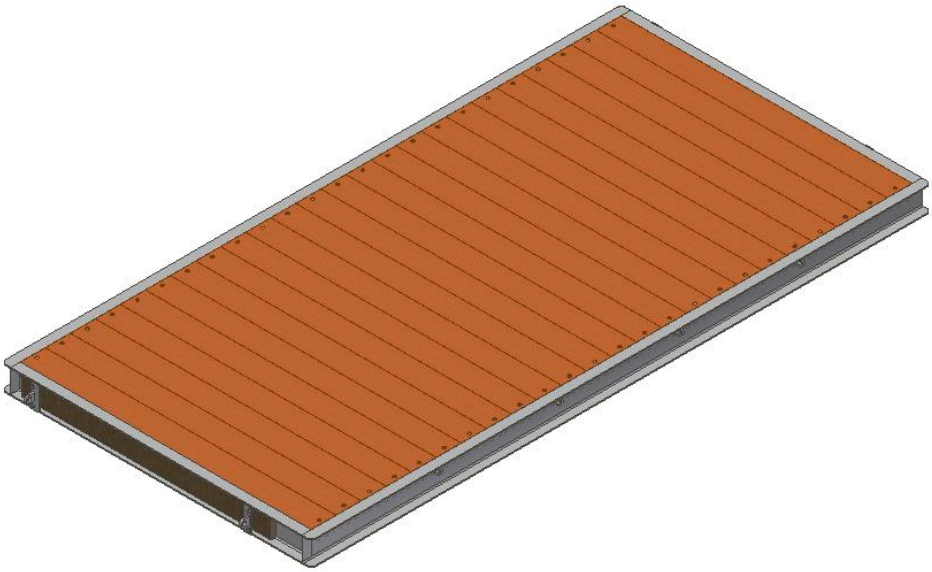
Hmotnost: 23,6 kg/kus

Cena: 298 Kč/kus

Počet kusu: 12

Obrázek 43 Dřevěná deska

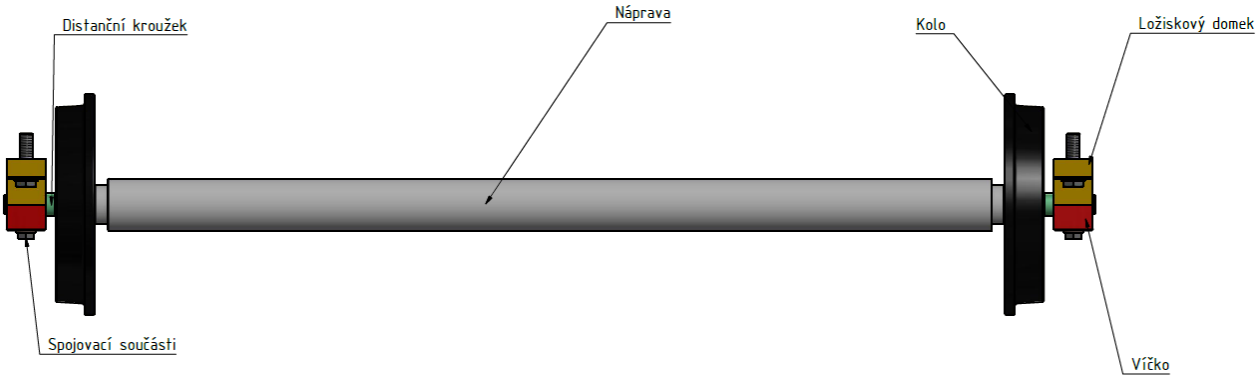
.



Obrázek 44 Výsledná plošina

4.5 Návrh podvozku

Ze dvou možných variant je podvozek navržen jako dvojkolí. Hlavním důvodem je snadnější zajištěni rozchodu a souososti. Nakupované kola zvolených rozměru jsou nasazeny na nápravě. Náprava je obrobená na potřebný rozměr, aby po nasazení a opřeni kol o osazení byl dodržen potřebný rozchod. Při návrh se samostatnými koly na čepech by docházelo ke složitým měřením a přesným dodržením rozměru. Souosost v případě varianty s nápravou je zajištěna, protože kola jsou nasazeny na jedné ose a pevně uložené do ložiskového domku. Podvozek se skládá z kol, nápravy, ložiskového domku, víčka, distančního kroužku, distanční podložky a spojovacích součásti.



4.5.1 Kola

Samostatná pojezdová kola s okolkem jsou nakoupena u firmy www.pojezdova-kola.cz. Firma nabízí tyto rozměry:

	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg
94K100ss-50-20	100	38	125	50	50	20	800
94K125ss-50-20	125	38	145	50	50	20	900
94K150ss-50-20	150	38	180	50	50	20	1 000
94K200ss-58-20	200	46	230	58	58	20	1 500
94K250ss-64-25	250	50	300	64	64	25	2 500
94K300ss-60-30	300	45	340	60	60	30	2 400
94K300ss-75-50	300	55	340	75	75	50	2 700
94K400ss-100-55	400	75	440	100	100	55	3 500

Obrázek 45 Parametry kol [18]

Pro zadané zatíženi 5000 kg a při uvážení tíhy rámu přibližně 1000 kg je potřeba nosnost minimálně 6000 kg. Tíha je rozložena mezi čtyři kola. Potřebná nosnost je splněna pro kolo 94K200ss-58-20 s nosnosti 1500 kg. Celková nosnost všech kol je 6000 kg. Jedná se o mezní stav, při manipulaci nakládání nebo vykládání výrobku muže zatížení překročit tuto nosnost. Proto v úvahu připadají další kola s nosností nad 2000 kg. Všechna kola přenesou potřebné zatížení. Proto rozhodujícím rozměrem je vnitřní průměr ložiska. Od něj se následně odvíjí návrh nápravy. Náprava je namáhaná na ohyb tíhou 5000 kg, průměr do 30 mm by toto zatížení nevydržel. Proto je zvoleno kolo 94K300ss-75-50 s vnitřním průměrem ložiska 50 mm. Celková nosnost je rovna 10800 kg a proto muže byt využito přetížení vozíku. Celková cena čtyř kol je 30498 Kč.

Zvoleny rozměr a parametry kola [18]

Název: Kolo

Materiál: litina

Značeni: 94K300ss-75-50

Hmotnost: 19,96 kg

Cena: 7 624,50Kč

Počet kusu: 4

Obrázek 46 Samostatné kolo [18]

Vlastnosti kola:

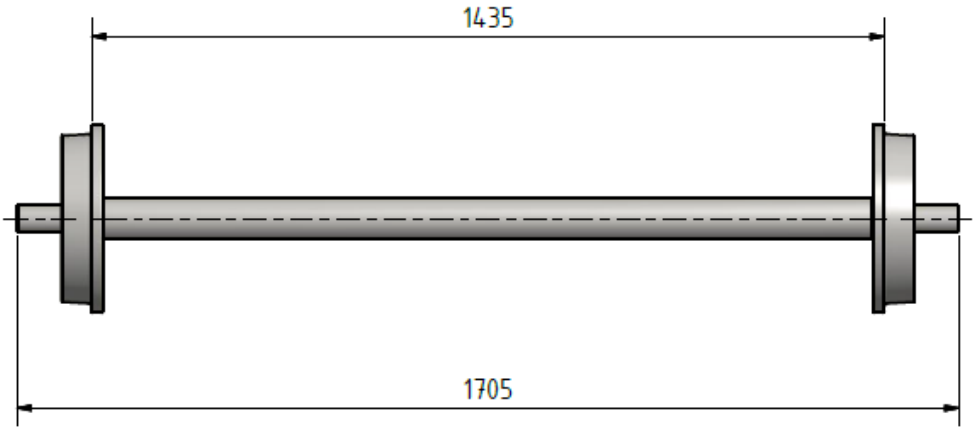
tvrdost		venkovní prostory	+	voda	-
pro teploty	-100°C/+600°C	vnitřní prostory	+	slaná voda	-
rychlost pojezdu	do 4 km/h	beton		aceton	+
lehkost pojezdu	+ +	dlažba		alkohol	+
tichost provozu	- -	asfalt		slabá kyselina	- -
tlumení vibrací	- -	ocelové třísky	+ +	silná kyselina	- -
otěruvzdornost	+ +	nerovný terén		slabé zásady	- -
šetrnost k podlaze		nezpevněný povrch		silné zásady	- -
odolnost proti trhání				rozpouštědla	-
tvarová stálost	+ +			ozón	+

Obrázek 47 Vlastnosti kola [18]

Disk i běhouny jsou vyrobené z litiny. Již od výrobce je opatřeno kuličkovým ložiskem s vnitřním průměrem 50 mm.

4.5.2 Náprava

Koupená kola jsou nasazena na nápravu. Nápravu je potřeba obrobit na soustruhu. Návrh průměrů se odvíjí od vnitřního průměru ložiska. Nejmenší průměr 48 mm je zvolen z důvodu snadnějšího nasazení kola na průměr 50 mm. Hlavní průměr 50 mm, na kterém je nasazeno kolo. Další odstupňovaný průměr 75 mm, o který je kolo opřeny. Od tohoto průměru se odvíjí nakupovaný polotovar. Návrh délky nápravy se odvíjí především od zadaného rozchodu. Prvky ovlivňující délku jsou šířka kola, šířka ložiskových domku, distanční kroužek, distanční podložky a vůle. Celková potřebná délka nápravy je rovna 1705 mm. Náprava je opatřena sražením pro lepší manipulaci a zaoblením pro ložiska. Koupená ocelová tyč je obrobena na potřebný rozměr dle výkresu. Celková potřebná délka tyče 3410 mm a její cena je 1506 Kč.



Obrázek 48 Náprava s koly

Rozměry, cena a parametry tyče [14]

Název: Náprava

Materiál: 11375 (S235)

Značeni: TYČ KRUHOVA 75x1710

Norma: ČSN 426510.11

Hmotnost: 34,70 kg/m

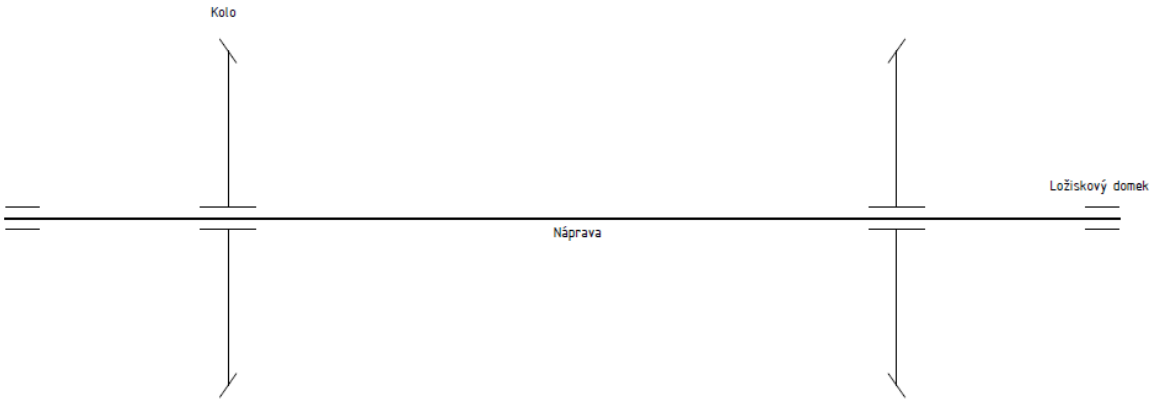
Cena: 25,38 Kč/kg

Počet kusu: 2

Obrázek 49 Náprava

Kontrola nápravy na ohyb

Vozík je zatížen 5000 kg. Daná tíha je rozložena na dvě nápravy, tedy jedna náprava přenáší 2500 kg. Na každý nápravě jsou 2 kola, proto zatížení 2500 kg je rozděleno mezi 2 kola po 1250 kg.

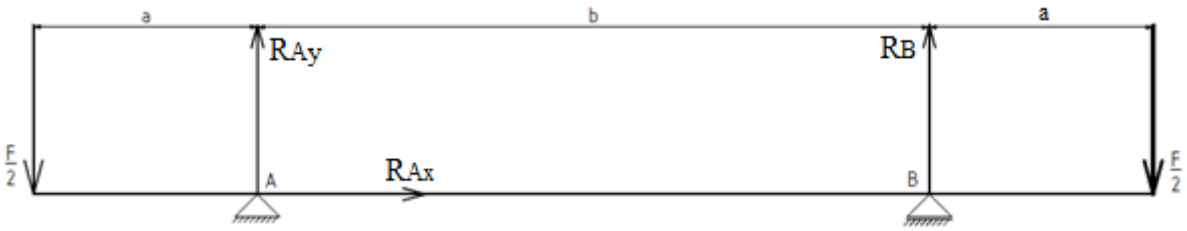


Obrázek 50 Schematicky nákres podvozku

Navržené vzdálenosti: a = 75 mm Známé hodnoty: m = 2500 kg

b = 1465 mm g = 9,81 m/s^2

Tíhová síla nákladu: F = m · g = 2500 · 9,81 = 24525 N



Obrázek 51 Vazby a silové účinky

Podmínky statické rovnováhy:

$$\sum F_x = 0\ N: R_{Ax} = 0$$

$$\sum F_y = 0\ N: -\frac{F}{2} + R_{Ay} + R_B - \frac{F}{2} = 0 \rightarrow R_{Ay} = \frac{F}{2} = 12262{,}5\ N$$

$$\sum F_x = 0\ N: -\frac{F}{2} \cdot a - R_B \cdot b + \frac{F}{2} \cdot (a+b) = 0 \rightarrow R_B = \frac{F}{2} = 12262{,}5\ N$$

Průběh vnitřních silových účinku

Interval x $\epsilon\ < 0; a >$ z levé strany:

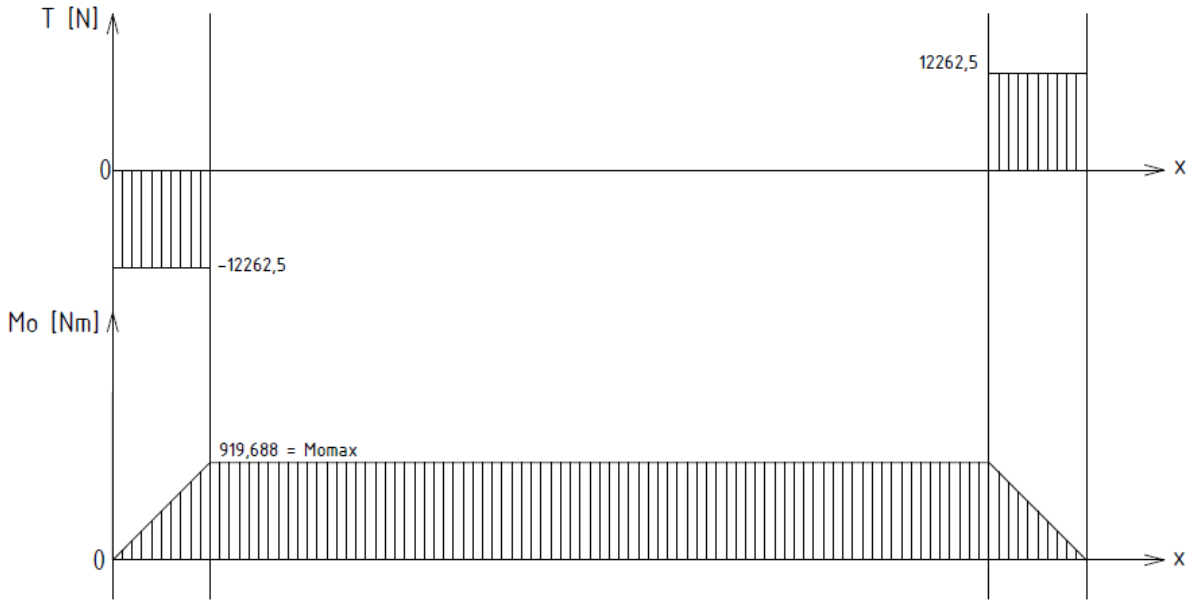
T (x) = $-\frac{F}{2} = -\frac{24525}{2}$ = - 12262,5 N

M (x) = $\frac{F}{2} \cdot x = \frac{F}{2} \cdot a = \frac{24525}{2} \cdot 0{,}075$ = 919,688 Nm

Interval x $\epsilon\ < 0; a >$ z pravé strany:

T(x) = $\frac{F}{2} = \frac{24525}{2}$ = 12262,5 N

M(x) = $\frac{F}{2} \cdot x = \frac{F}{2} \cdot a = \frac{24525}{2} \cdot 0{,}075$ = 919,688 Nm



Obrázek 52 Vnitřní účinky

Nejmenší zvolený průměr nápravy d = 50 mm. Dovolené napěti v ohybu pro zvolený materiál 11 375 se pohybuje v rozmezí σ_{Do} = (70÷105) MPa.

Maximální ohybový moment M_{omax} = 919, 688 Nm.

$$\sigma = \frac{M_{omax}}{W_o} = \frac{M_{omax}}{\frac{\pi \cdot d^3}{32}} = \frac{919{,}688}{\frac{\pi \cdot 0{,}05^3}{32}} = 74{,}943\ \text{MPa}$$

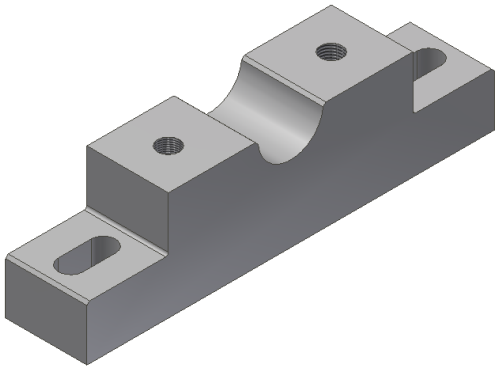
$\sigma \leq \sigma_{Do}$

74,943 MPa $\leq$ 100 MPa

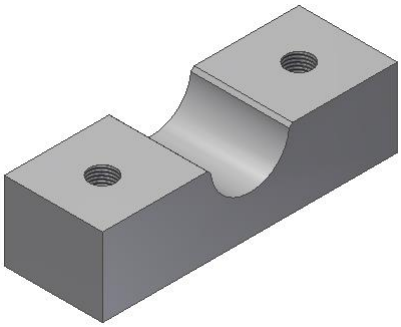
Náprava na ohyb vyhovuje.

4.5.3 Ložiskový domek a víčko

Náprava s koly je připevněna k rámu pomocí ložiskového domku a víčka. Domky jsou opatřeny dvěma otvory se závitem M16 pro připojení k víčku. Dva oválné otvory slouží k připojení domku k rámu a případný regulaci souososti kol. Připevnění je zajištěno pomocí šroubu, matice a podložek. Víčko je opatřeno dvěma dírami pro závit stejné jako domek. Obě komponenty jsou opatřeny zkosením a zaoblením. Po spojení domku a víčka je náprava uložena nehybně. Domek a víčko jsou obráběny z čtvercové tyče dle výkresu.



Obrázek 54 Ložiskový domek



Obrázek 53 Víčko

Rozměry a parametry zvoleného materiálu [14]

Název:	Ložiskový domek	Víčko
Materiál:	11 523.0 (S335)	11 523.0 (S235)
Značeni:	TYČ ČVERCOVA 80x80	TYČ ČVERCOVA 70x70
Norma:	ČSN 425520.11	ČSN 425520.11
Hmotnost:	50,24 kg/m	38,50 kg/m
Cena:	24,26 Kč/kg	23,79 Kč/kg
Počet kusu:	4	4

Z ohledu na délku ložiskového domku 300 mm je potřeba minimálně 1210 mm dlouhou čtvercovou tyč. Celková cena za polotovar pro ložiskový domek je 1475 Kč. Délka víčka je 180 mm, proto přibližná potřebná délka tyče je 720 mm. Cena polotovaru pro víčko je 660 Kč. Pro každý polotovar jsou přidány 10 mm přídavky na obrábění.

4.5.4 Distanční kroužek

Po nasazení a přitlačení kola k osazení nápravy je vzdálenost od kola k ložiskovému domku 15,5 mm. Tato vzdálenost musí byt kompenzovaná a pojištěna proti axiálnímu posunuti kola. Pro pojištění je zvolený distanční kroužku o délce 13 mm. Polotovar kroužku je použita trubka, která bude nasazena na nápravu. K distančním kroužkům jsou přidané 2 vypálené distanční podložky o tloušťce 1 mm pro lepší pojištěni a připadnou regulaci. Kvůli montážím je zde ponechaná vůle 0,5 mm. Je potřeba pořídit 8 podložek a 4 distanční kroužku.

Obrázek 55 Výsledný podvozek

4.6 Spojovací součásti

Spojeni rámu a ložiskového domku: ŠROUB M16X80 ČSN 021108
MATICE M16X1,5 ČSN 021401
PODLOŽKA A17 ČSN 021701

Spojeni ložiskového domku a víčka: ŠROUB M16X70 ČSN 021108
PODLOŽKA A17 ČSN 021701

Připojeni dřevěných desek k rámu: ŠROUB M10X60 ČSN 021146
MATICE M10X1,5 ČSN 021401
PODLOŽKA A11 ČSN 021701

Přidrženi dřevěné desky: ŠROUB M16X30 ČSN 021108

Spojovací materiál se nejčastěji prodává v baleních. Ale v dané práci je použita cena přímo za jednotlivé kusy a následně vynásobena počtem těchto kusu.

Cena spojovacích součásti je uvedena bez DPH z obchodu www.ochodprodilnu.cz [19]

Název	Značeni	Cena [Kč]	Počet [kus]	Celková cena [Kč]
Šroub	M16x80	14,75	8	118,00
	M16x70	13,14	8	105,12
	M16x30	7,12	8	56,96
	M10x60	4,33	48	207,84
Matice	M16	4,82	8	38,56
	M10	1,68	48	80,64
Podložka	11	0,55	48	26,40
	17	1,68	24	40,32
Celková cena za spojovací materiál				674

Tabulka 1 Cena spojovacího materiálu

4.7 Brzda

Brzdy kolejového vozidla slouží pro regulaci rychlosti jízdy nebo úplnému zastavení vozidla. Často jsou použity pro zajištění stojícího vozidla. Nejčastěji jsou používaný brzdy špalíkové, bubnové nebo kotoučové.

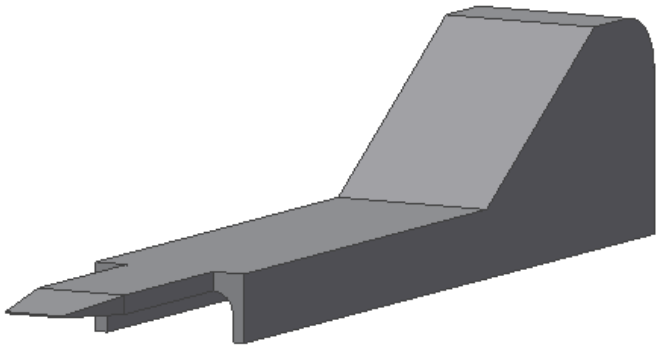
Navržený vozík dosahuje velmi nízkých rychlosti, jelikož je tlačen ručně nebo vysokozdvižným vozíkem. Při přemisťováni vozíku pomocí lidské síly musí být vozík také stejným způsobem i zpomalován. Při využiti vysokozdvižného vozíku je posouvaní snadnější, ale obsluha nijak nemůže zabrzdit vozík. Proto k bezpečnému přemisťování je potřeba vice osob.

Velmi důležitým je zabrzdění stojícího vozíku. Z bezpečnostního důvodu při nakládáni nebo vykládaní součásti musí byt vozík nehybný. Pro zajištění stojících kolejových vozidel proti samovolnému pohybu se požívají podkládací klínové podložky pokládané na obě kolejnice současně a pro lepší stabilitu můžou byt vzájemně spojeny. Tyto klíny mohou být vyrobeny ze dřeva nebo oceli.

Ukázka možné klínové dřevěné podložky s drážkou pro kolejnici.

Obrázek 56 Dřevěný klin

Ukázka brzdové zarážky, která slouží k zajištění stojícího vozidla ale také k zastavení dojiždicího vozidla.



Obrázek 57 Brzdová zarážka

5 Závěr

Je vytvořen ruční kolejový vozík, který slouží k přepravě potřebného materiálu po kolejích ve výrobním závodu. Jedná se o dopravní prostředek ovládaný lidskou silou nebo vysokozdvižným vozíkem, uzpůsobený pro jízdu po železničních kolejích s rozchodem 1435 mm, jehož nosnost je 5000 kg.

Vlastní konstrukce se skládá s úložné plošiny, ke které jsou připevněny dvě dvojkolí. Ložná plocha plošiny není opatřena žádnými přídavky, který by překáželi při manipulaci s převáženou součásti. Ve směru jízdy je vozík na obou stranách opatřen dřevěnou deskou pro tlačení pomoci vysokozdvižného vozíku. Deska je zajištěna dvěma plechy s okem, které navíc slouží pro zajištění převážené součásti. Boky vozíku jsou opatřeny 4-mi oky pro zajištění přepracovaného materiálu. Pro minimalizování valivého odporu jsou kola opatřeny kuličkovými ložisky.

Délka	5000 mm
Šířka	2500 mm
Výška	430 mm
Rozchod kol	1435 mm
Hmotnost	1120 kg
Nosnost	5000 kg
Průměr kola	300 mm

Tabulka 2 Technické údaje o vozíku

Cena je uvedena pouze pro možné nakupované komponenty a polotovary nezahrnuje žádné technologické operace. Uvedené nakupované komponenty v tabulce jsou vypočítané bez DPH. V české republice sazba DPH je 21%. Po přepočtu celková cena včetně DPH činí 65779 Kč.

Název komponent	Značeni	Cena [Kč]
Hlavní podélník a příčník	UPE 200	6893
Podélník	UPE 160	3659
Příčník	UPE 200	1148
Lišta	L 60x6	1235
Plech s okem	P 10-1000x2000	2792
Dřevěná deska	50x160x2000	246
Dřevěná fošna	40x200x5000	3576
Kola	94K300ss-75-50	30498
Náprava	Tyč kruhová 75x1710	1506
Ložiskový domek	Tyč čtvercová 80x80	1475
Víčko	Tyč čtvercová 70x70	660
Spojovací materiál	šroub, matice, podložka	674
Celková cena		54362

Tabulka 3 Celková cena komponent

Použita literatura

[1] HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J. *Příručka strojního inženýra 1*. Brno: Computer Press, 1999

[2] DOSTÁL, J., HELLER, P. *Kolejová vozidla I*. Plzeň: Západočeská univerzita 2007

[3] ŘASA, J., ŠVERCL, J. *Strojnické tabulky 1*. Praha: Scientia, spol. s.r.o. 2004

[4] ŘASA, J., ŠVERCL, J. *Strojnické tabulky 2*. Praha: Scientia, spol. s.r.o. 2007

Internetové zdroje

[5] BRŮHOVÁ-FOLTÝNOVÁ, Hana. Druhy dopravy [online]. 2015 [cit. 2015-06-21]. Dostupné z: http://www.enviwiki.cz/wiki/Druhy_dopravy

[6] MAHDALOVÁ, Ivana. Doprava a dopravní cesta [online]. 2001 [cit. 2015-06-21]. Dostupné z: http://fast10.vsb.cz/mahdalova/doprstav/pred01fs.pdf

[7] ŽIŽKA, Jan. Kolejnice a výhybky [online]. 2009 [cit. 2015-06-21]. Dostupné z: http://www.fd.cvut.cz/personal/zizkaja5/kolejnice_vyhybky.html

[8] ŠIROKÝ, Jaromír. Mechanika v dopravě 1: Kolejová vozidla [online]. 2003 [cit. 2015-06-21]. Dostupné z: http://homen.vsb.cz/~s1i95/mvd/Skr_MvD.pdf

[9] Velikosti železničních plošin [online]. 2014 [cit. 2015-06-21]. Dostupné z: http://infotransport.ru/page.php?id=130

[10] ŘEZÁČ, Miloslav. Dopravní a liniové stavby [online]. 2010 [cit. 2015-06-21]. Dostupné z: ttp://fast10.vsb.cz/rezac/download/dls/12_Dopravni_a_liniove_stavby.pdf

[11] Typy vagonů [online]. 2011 [cit. 2015-06-21]. Dostupné z: http://riatec.md/zh.d.-gruzoperevozki/zh.d.-vagonyi-galereya_ru.php

[12] Vozíky a dvojkolí [online]. 2006 [cit. 2015-06-21]. Dostupné z: http://www.ukr-prom.com/cat-transport/jeleznodorojnii-transport-zapchasti/9230/

[13] Popis materiálu [online]. 2005 [cit. 2015-06-21]. Dostupné z: http://www.kari-site-roxory.cz/hutni-material/eshop/5-1-U-profily

[14] Hutní materiál [online]. 2015 [cit. 2015-06-21]. Dostupné z: http://proxy.ferrum.cz/iSystem.NET/Produkty/ProduktyKategorie.aspx

[15] Prodej a děleni hutních materiálu [online]. 2015 [cit. 2015-06-21]. Dostupné z: http://www.kondor.cz/plech-cerny-10mm-1x2m/d-78222/

[16] Stavební dřevěné desky a fošny [online]. 2015 [cit. 2015-06-21]. Dostupné z: http://www.vsekolemdomu.cz/cz/e-shop/980945/c53462-stavebni-drevene-desky-fosny/fosna-50-x-160-x-2000-span-smrk-span.html

[17] Stavební a truhlářské řezivo [online]. 2015 [cit. 2015-06-21]. Dostupné z: http://www.drevo-kaplan.cz/fosna-40x200mm-smrk

[18] Samostatná kola [online]. 2015 [cit. 2015-06-21]. Dostupné z: http://www.pojezdova-kola.cz/detail/samostatna-pojezdova-kola-s-okolkem-94k300ss-60-30/

[19] Spojovací materiál, Šroubovina [online]. 2015 [cit. 2015-06-21]. Dostupné z: http://www.obchodprodilnu.cz/produkty/spojovaci-material-sroubovina.html

Seznam obrázků

Obrázek 1 Kolejová trať [7] 5
Obrázek 2 Plošina typ A [9] 6
Obrázek 3 Plošina typ B [9] 6
Obrázek 4 Plošina typ C [9] 6
Obrázek 5 Plošina typ D [9] 7
Obrázek 6 Plošina typ E [9] 7
Obrázek 7 Plošina typ F [9] 7
Obrázek 8 Plošina typ G [9] 7
Obrázek 9 a) Širokopatní kolejnice b) Žlábkova kolejnice c) Blokova kolejnice 8
Obrázek 10 Rozchod kolejnic 8
Obrázek 11 Rozchod kol 8
Obrázek 12 Popis dvojkolí [10] 9
Obrázek 13: Plošina pro tyče [11] 10
Obrázek 14: Plošina pro cisterny [11] 10
Obrázek 15: Plošina pro kontejner [11] 10
Obrázek 16: Plošina pro sypky materiál [11] 10
Obrázek 17: Plošina univerzální [11] 10
Obrázek 19 Samostatné dvojkolí [12] 11
Obrázek 18 Dvounápravový podvozek [12] 11
Obrázek 20 Manipulační přípravek se samostatnými koly [12] 11
Obrázek 21 Ukázkový rám pouze z profilu 12
Obrázek 22 Rám pro plechové pokrýti 13
Obrázek 23 Plošina pokrytá plechem 13
Obrázek 24 Rám pokryt dřevem 13
Obrázek 25 Rám pro dřevěnou pokrývku 13
Obrázek 26 Ukázka podvozku s dvojkolí 14
Obrázek 27 Ukázka podvozků se samostatnými koly 14
Obrázek 28 Ukázka kolo na čepu 15
Obrázek 29 U profil 17
Obrázek 30 UPE profil 17
Obrázek 31 Rám hlavní profily 17
Obrázek 32 UPE hlavní profil 18
Obrázek 33 UPE profil vedlejší 18
Obrázek 34 Pomocné podélníky 19
Obrázek 35 Pomocné příčníky 20
Obrázek 36 Lišta 20
Obrázek 37 L profil 20
Obrázek 38 Rám s lištou 21
Obrázek 39 Odsazeni L profilu 21
Obrázek 40 Plech s okem 22
Obrázek 41 Zajištění dřevěné desky 22
Obrázek 42 Výsledný rám 23
Obrázek 43 Dřevěná deska 23
Obrázek 44 Výsledná plošina 24
Obrázek 45 Parametry kol [18] 25
Obrázek 46 Samostatné kolo [18] 25

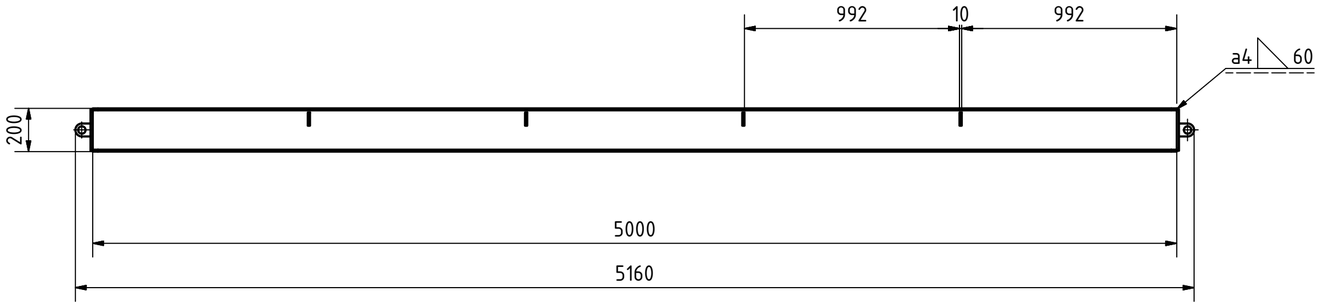
Obrázek 47 Vlastnosti kola [18] 26
Obrázek 48 Náprava s koly 26
Obrázek 49 Náprava 27
Obrázek 50 Schematicky nákres podvozku 27
Obrázek 51 Vazby a silové účinky 27
Obrázek 52 Vnitřní účinky 28
Obrázek 53 Víčko 29
Obrázek 54 Ložiskový domek 29
Obrázek 55 Výsledný podvozek 30
Obrázek 56 Dřevěný klin 31
Obrázek 57 Brzdová zarážka 31

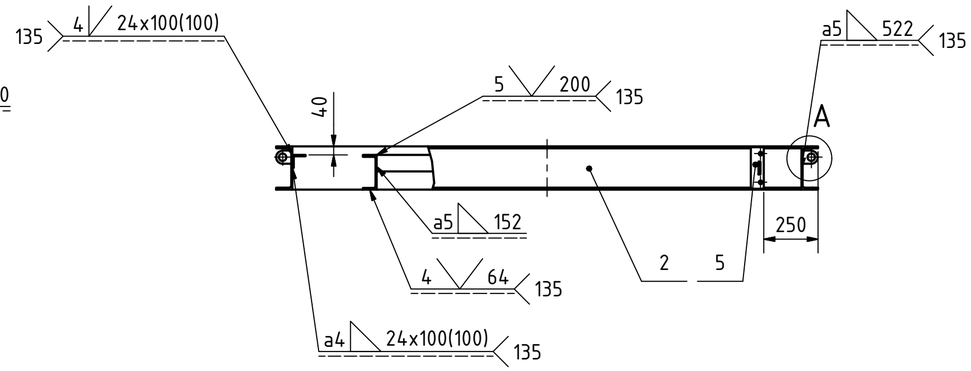
Seznam tabulek

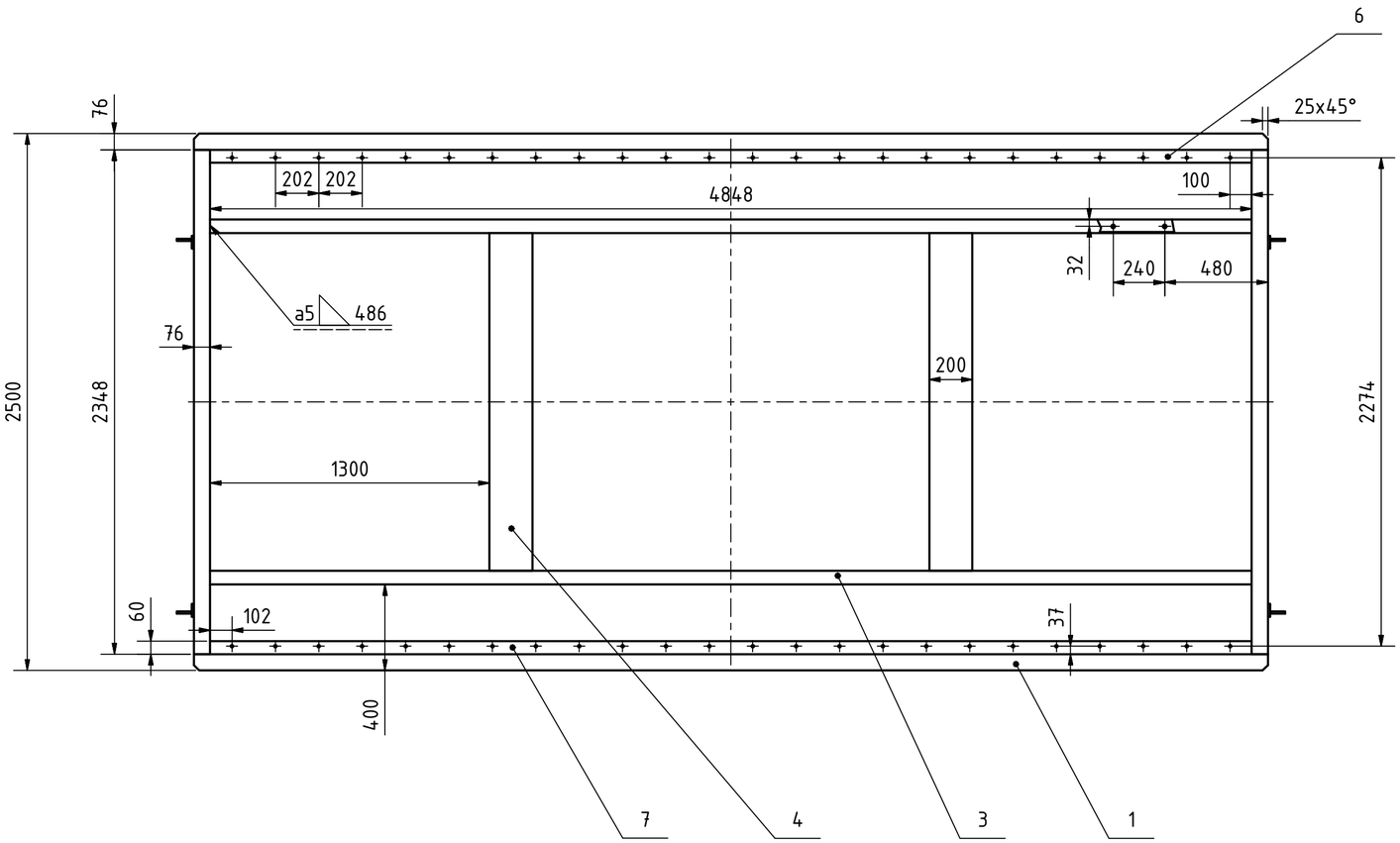
Tabulka 1 Cena spojovacího materiálu 30
Tabulka 2 Technické údaje o vozíku 32
Tabulka 3 Celková cena komponent 32

Výkresová dokumentace

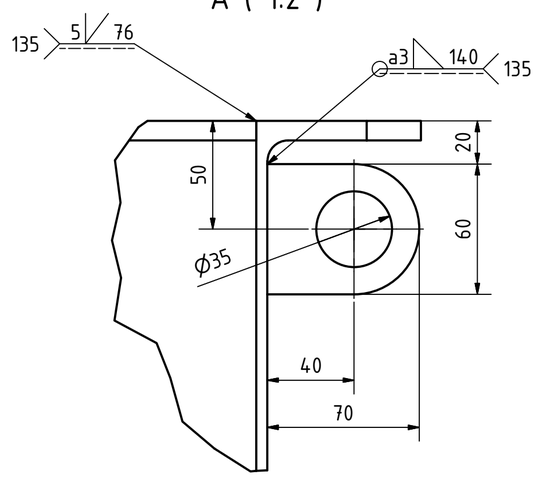
Výkres sestavy vozíku	0.000
Výkres sestavy rámu	1.000
Výrobní výkres plech s okem	1.001
Výrobní výkres víčka	0.001
Výrobní výkres ložiskového domku	0.002
Výrobní výkres nápravy	0.003







A (1:2)



Povrchova uprava – natěr RAL 5510, vyznačit nosnost 5000 kg
Poznamka 135 – obloukové svařování tavící se elektrodou v aktivním plynu (MAG)

Pozice	Název	Rozměr	Norma	Materiál	Počet	Hmotnost	Č. výkresu
7	Lišta 2	L 60x6	ČSN 425541.01	11375	1	33,5	
6	Lišta 1	L 60x6	ČSN 425541.01	11375	1	33,5	
5	Plech s okem	P 10-1000x2000	ČSN 425308	11375.1	4	1,1	1.001
4	Příčník	UPE 200x1552	ČSN 425572	11375	2	28,7	
3	Podélník	UPE 160x4848	ČSN 425572	11375	2	78,25	
2	Hlavní příčník	UPE 200x2348	ČSN 425572	11375	2	43,44	
1	Hlavní podélník	UPE 200x5000	ČSN 425572	11375	2	92,5	

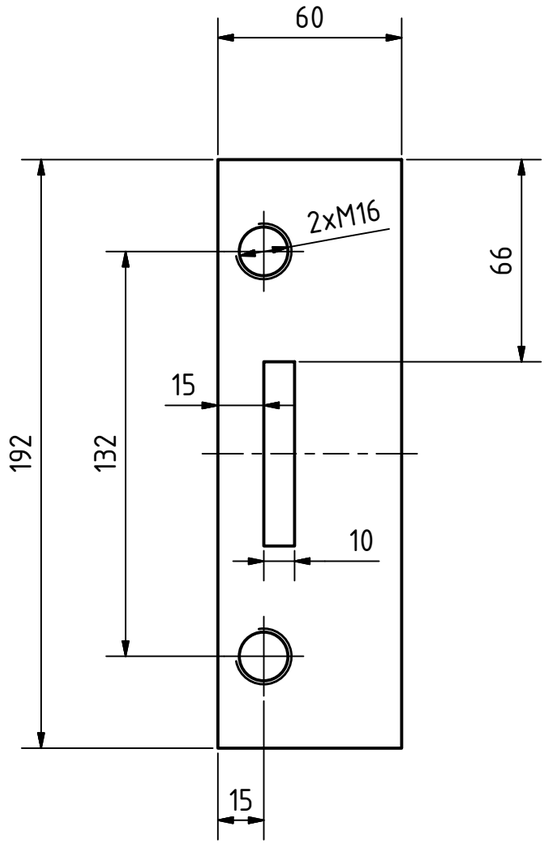
Měřítko 1:15	Hmotnost (kg) 557,18	Promítání	Formát A2

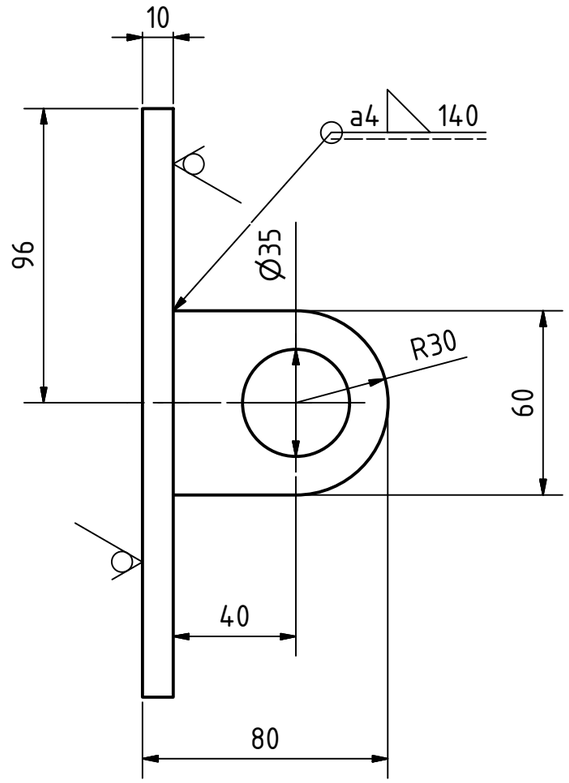
FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI

KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ

Kreslil Dmytro Barna
Datum 19.6.2015
Schválil
Datum
Druh dokumentu VÝKRES SESTAVY

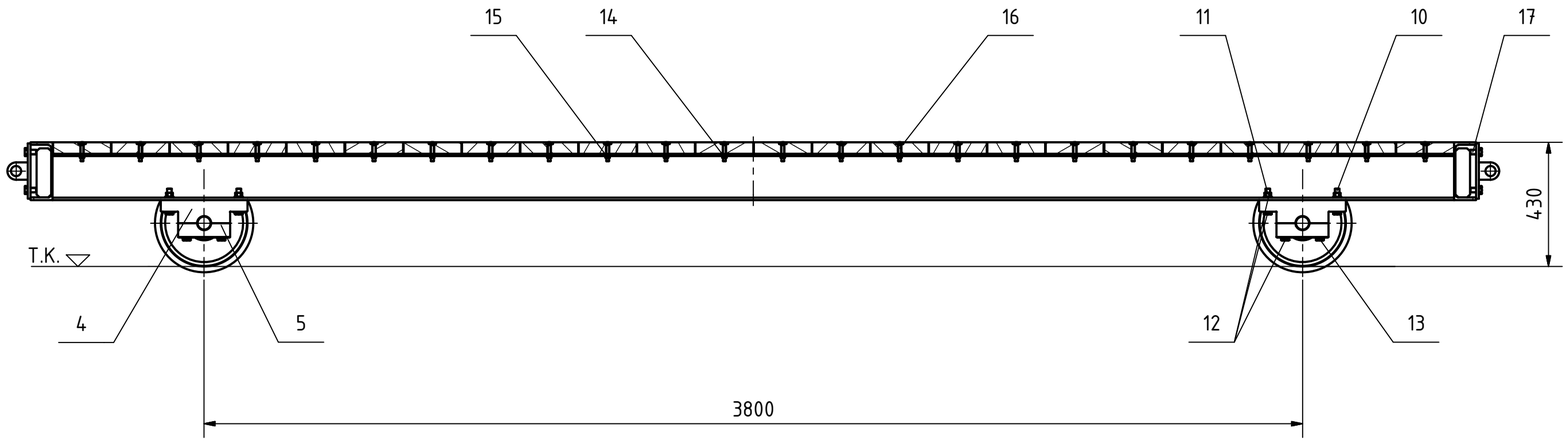
Název Rám
Číslo dokumentu 1.000
List 1 Listů 1

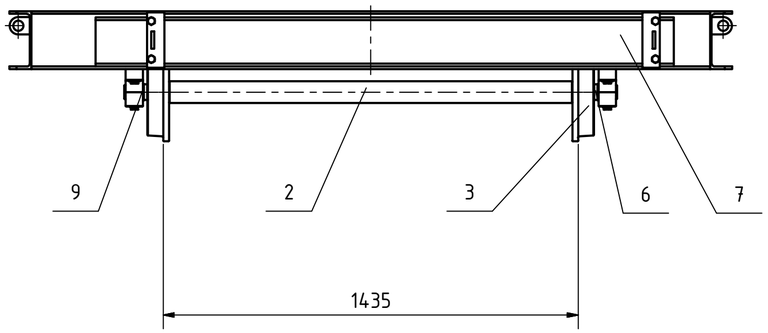


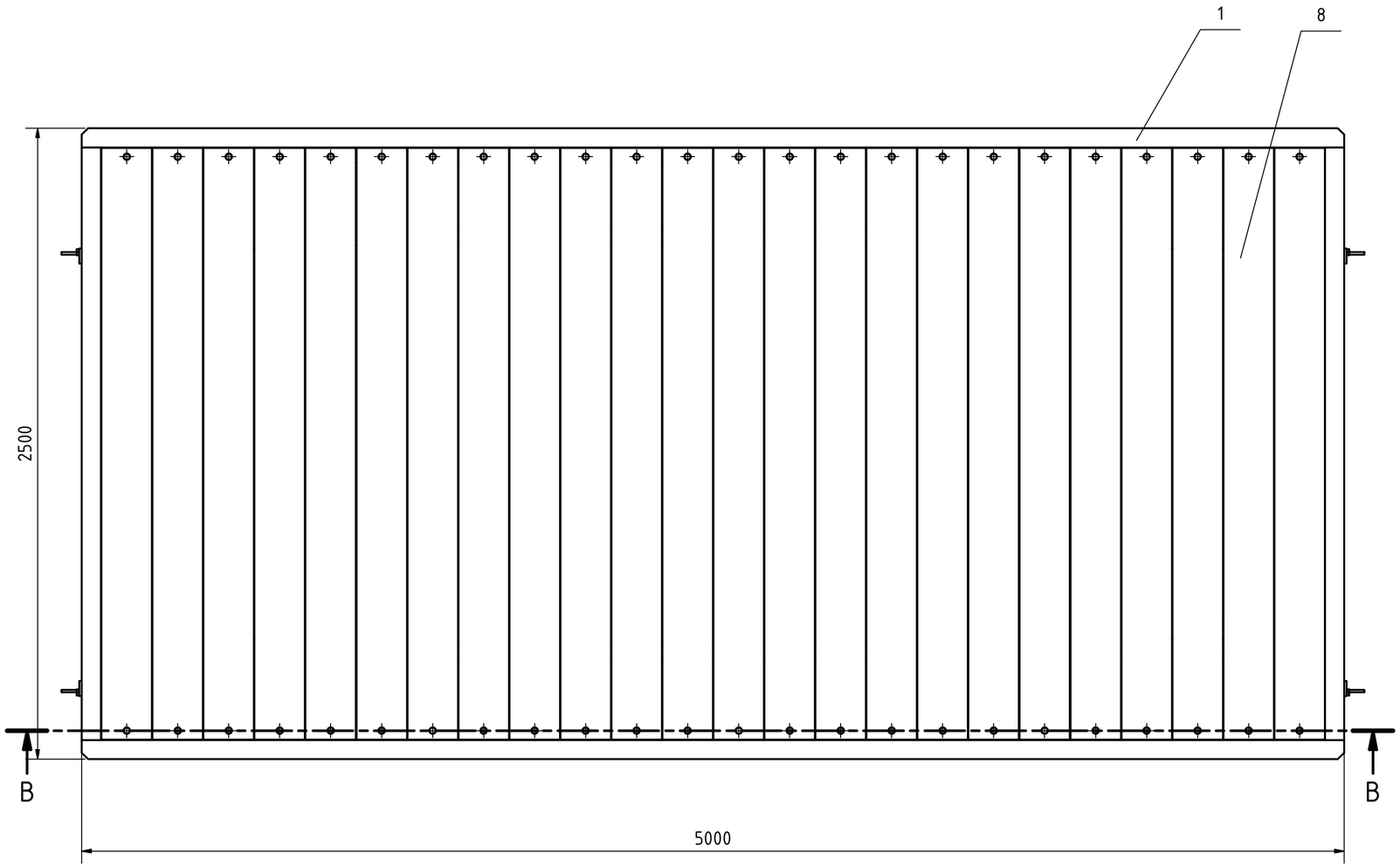


Textura povrchu: Ra 6,3	Hrany ISO 13715: −0,4 +0,4	Měřítko: 1:2	Přesnost: ISO 2768 – mK
		Hmotnost (kg): 1,1	Tolerování: ISO 8015
			Promítání:
Materiál – Polotovar: P 10–1000x2000 ČSN 425308			Formát: A3
FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil: Dmytro Barna Datum: 19.6.2015		Název: Plech s okem
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Schválil: Datum:		Číslo dokumentu: 1.001
	Druh dokumentu: VÝROBNÍ VÝKRES		List 1 Listů 1

B-B (1 : 15)







Pozice	Název	Rozměr	Norma	Materiál	Počet	Hmotnost	Č. výkresu
17		ŠROUB M16X30	ČSN 021108		8		
16		ŠROUB M10X60	ČSN 021146		48		
15		MATICE M10X1,5	ČSN 021401		48		
14		PODLOŽKA A11	ČSN 021701		48		
13		ŠROUB M16X70	ČSN 021108		8		
12		PODLOŽKA A17	ČSN 021701		24		
11		MATICE M16X1,5	ČSN 021401		8		
10		ŠROUB M16X80	ČSN 021108		8		
9	Distanční podložka	P 10-1000x2000	ČSN 425308		8	0,007	
8	Dřevěná fošna	40x200x5000		smrk	12	11,8	
7	Dřevěná deska	50x160x2000		smrk	2	9,8	
6	Distanční kroužek	Trubka 55x5	ČSN 5710		4	0,05	
5	Víčko	Tyč čvercova 70x70	ČSN 425520.11	11523	4	3,65	0.001
4	Ložiskový domek	Tyč čvercova 80x80	ČSN 425520.11	11523	4	8,05	0.002
3	Kolo	94K300ss-75-50		litina	4	19,96	
2	Náprava	Tyč kruhova 75x1710	ČSN 426510.11	11375	2	59,38	0.003
1	Rám			11375	1	557,2	1.000

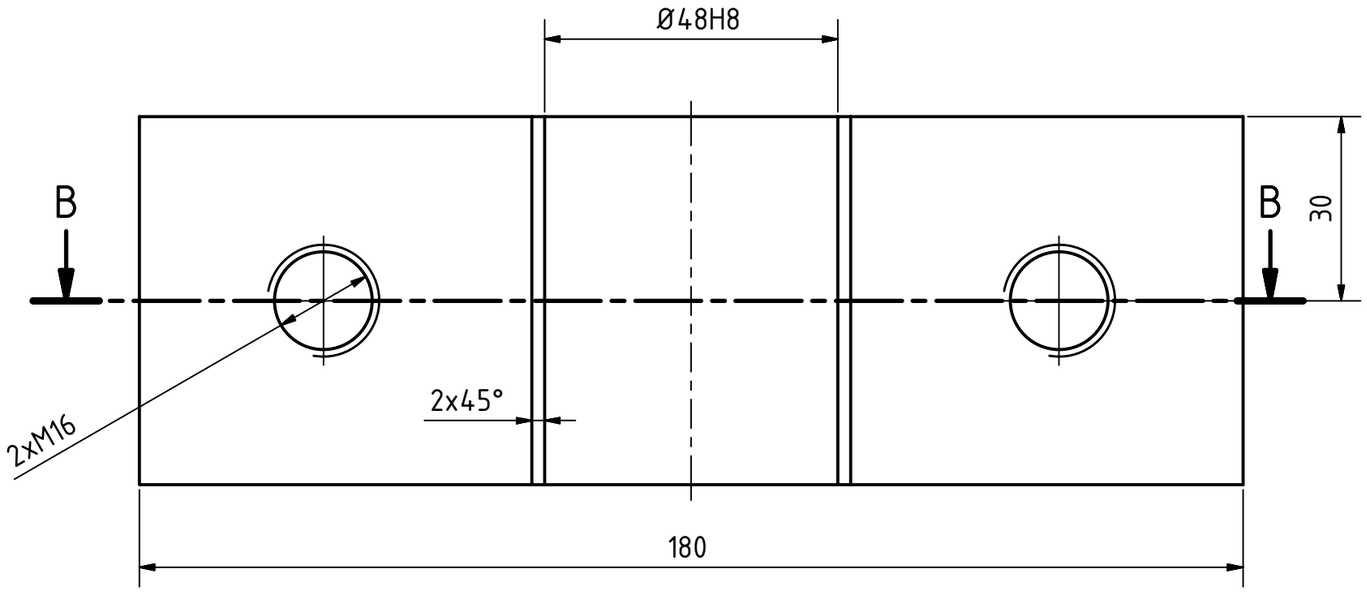
Měřítko	Hmotnost (kg)	Promítání	Formát
1:15	1120		A2

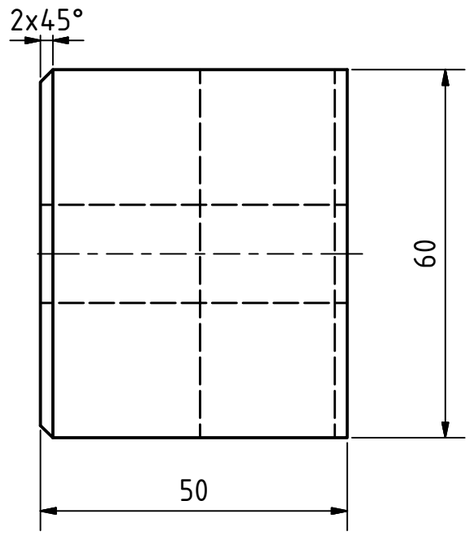
FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI

KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ

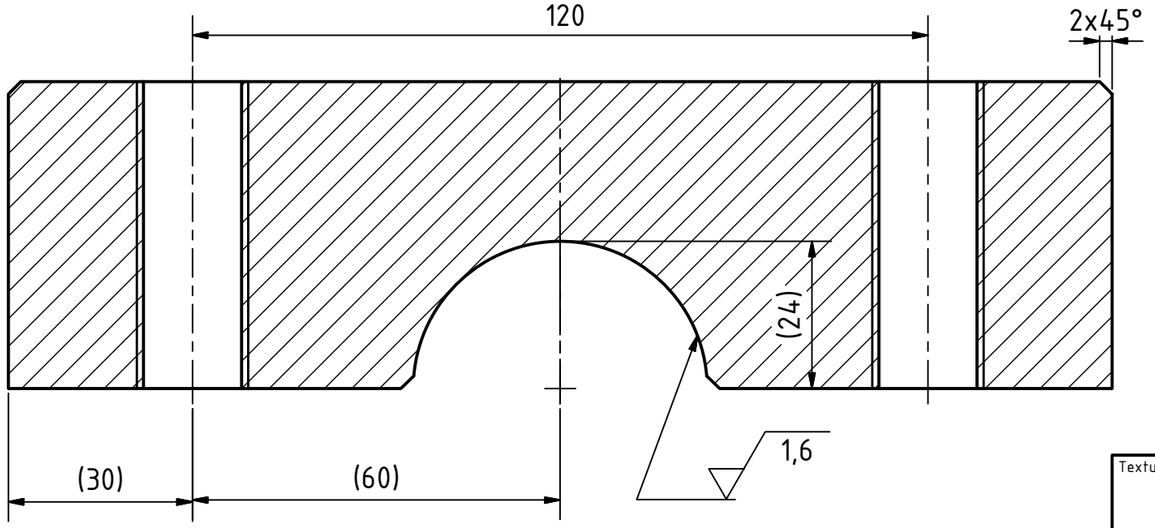
Kreslil: Dmytro Barna
Datum: 19.6.2015
Schválil:
Datum:
Druh dokumentu: VÝKRES SESTAVY

Název: Manipulační vozík
Číslo dokumentu: 0.000
List 1 Listů 1

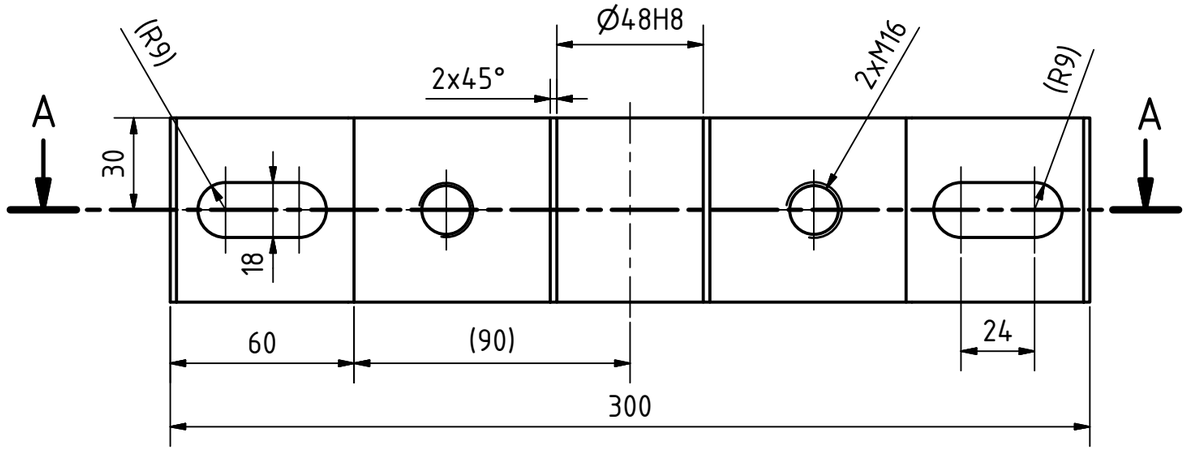




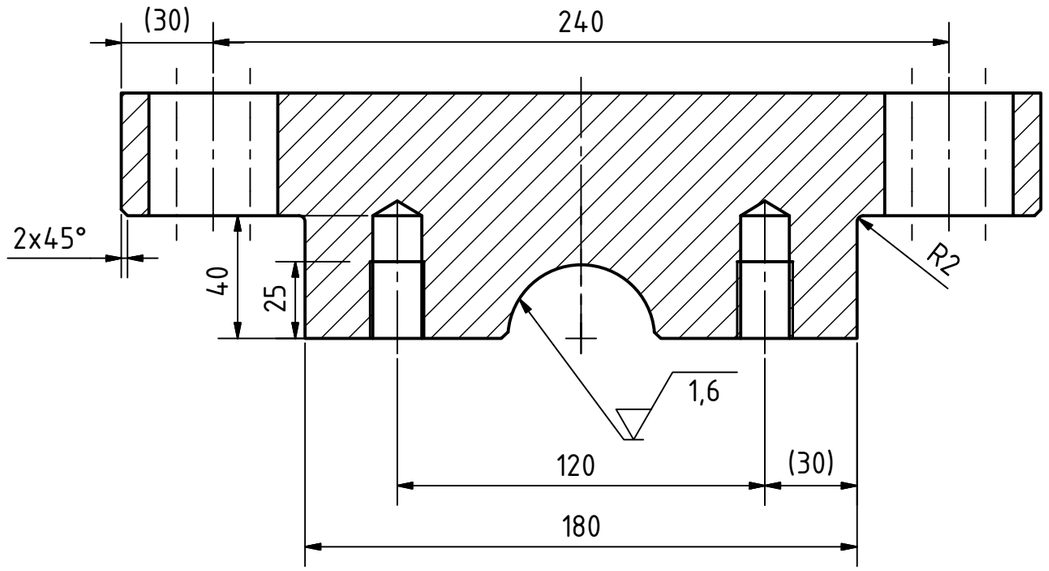
B-B (1 : 1)

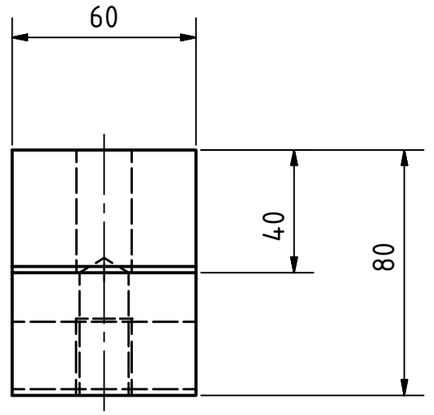


Textura povrchu: Ra 6,3 (✓)	Hrany ISO 13715: −0,4 +0,4	Měřítko: 1:1	Přesnost: ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg): 3,65	Tolerování: ISO 8015
			Promítání:
Materiál - Polotovar: TYČ ČVERCOVA 70X70 ČSN 425520.11			Formát: A3
FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil: Dmytro Barna Datum: 19.6.2015		Název: Víčko
	Schválil: Datum:		Číslo dokumentu: 0.001
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Druh dokumentu: VÝROBNÍ VÝKRES		List 1 Listů 1

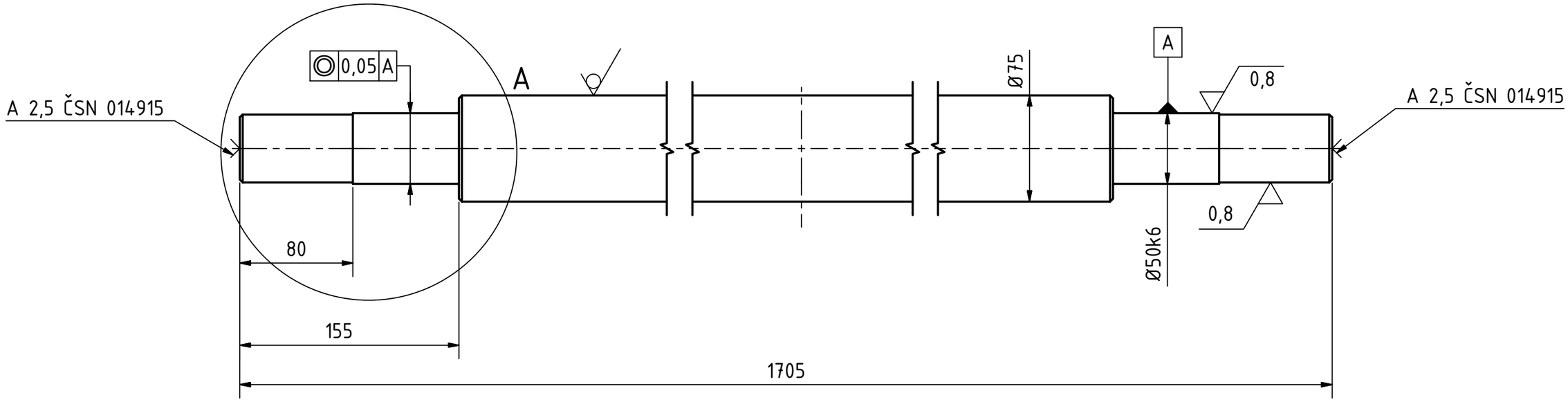


A-A (1 : 2)

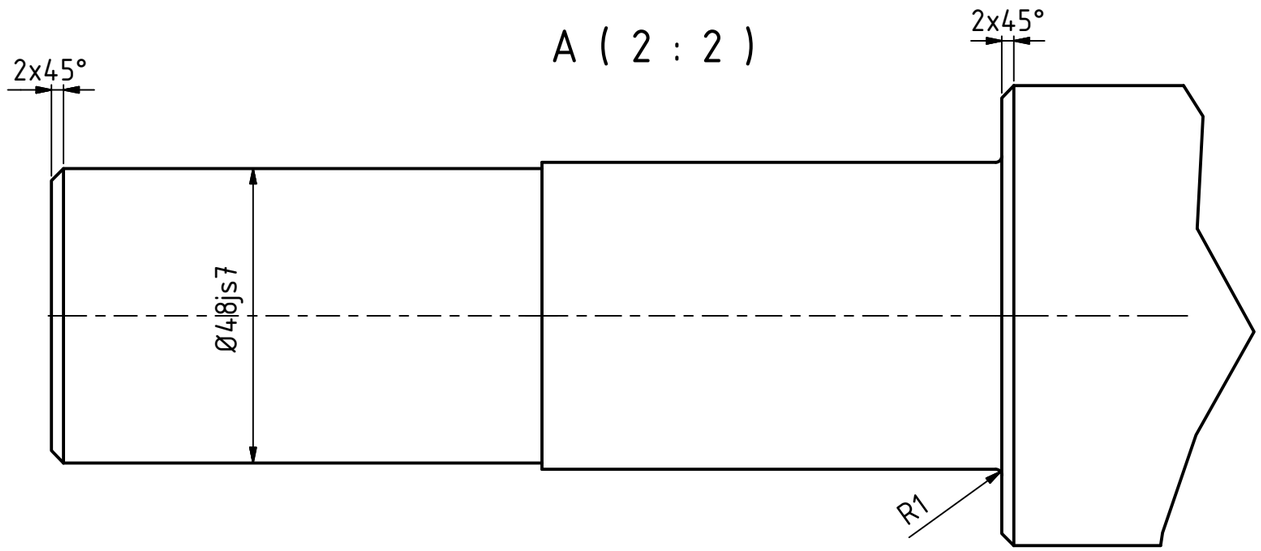




Textura povrchu: Ra 6,3 (✓)	Hrany ISO 13715: −0,4 +0,4	Měřítko: 1:2	Přesnost: ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg): 8,06	Tolerování: ISO 8015
			Promítání:
Materiál - Polotovar: TYČ ČVERCOVA 80X80 ČSN 425520.11			Formát: A3
FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil: Dmytro Barna	Název: Ložiskový domek	
	Datum: 19.6.2015		
	Schválil:		
	Datum:	Číslo dokumentu: 0.002	
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Druh dokumentu: VÝROBNÍ VÝKRES	List 1 Listů 1	



A (2 : 2)



Textura povrchu: Ra 6,3	Hrany ISO 13715: −0,4 / +0,4	Měřítko: 1:3	Přesnost: ISO 2768 – mK
		Hmotnost (kg): 59,38	Tolerování: ISO 8015
			Promítání:
Materiál – Polotovar: TYČ KRUHOVA 75x1710 ČSN 426510.11			Formát: A3
FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil: Dmytro Barna Datum: 19.6.2015		Název: Náprava
	Schválil: Datum:		Číslo dokumentu: 0.003
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Druh dokumentu: VÝROBNÍ VÝKRES		List 1 Listů 1