



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

ZAKÁZKOVÝ PROJEKT NA ZDVIHACÍ ZAŘÍZENÍ

CUSTOM DESIGN FOR LIFTING EQUIPMENT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Eva Matějčková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Milan Kalivoda

BRNO 2020

Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav strojírenské technologie
Studentka:	Bc. Eva Matějčíková
Studijní program:	Strojní inženýrství
Studijní obor:	Strojírenská technologie
Vedoucí práce:	Ing. Milan Kalivoda
Akademický rok:	2020/21

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Zakázkový projekt na zdvihací zařízení

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Zdvihací zařízení ve formě ramena na dodávkovém automobilu slouží na snadnější manipulaci s věcmi či břemeny ve firmě. Překonává se výškový rozdíl mezi zvýšenou cestou a přízemím budovy.

Cíle diplomové práce:

- Formulace požadavků firmy na zdvihací zařízení
- Základní teorie jeřábů
- Návrh konkrétního zařízení
- Podmínky pro realizaci projektu
- Posouzení úspěšnosti akce

Seznam doporučené literatury:

FOREJT, Milan a Miroslav PÍŠKA. Teorie obrábění, tváření a nástroje. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9.

JUROVÁ, Marie. Organizace přípravy výroby. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2009. 100 s. ISBN 978-8-214-3946-7.

LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky. 3. vyd. Úvaly: ALBRA, 2006. 914 s. ISBN 80-7361-033-7.

PÍŠKA, Miroslav et al. Speciální technologie obrábění. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2009. 252 s. ISBN 978-80-214-4025-8.

Příručka obrábění, kniha pro praktiky. 1. vyd. Praha: Sandvik CZ, s. r. o. a Scientia, s. r. o., 1997. 857 s. ISBN 91-972299-4-6.

SHAW, Milton Clayton. Metal Cutting Principles. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press, 2005.
P. 651. ISBN 0-19-514206-3.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato diplomová práce si klade za cíl navržení a výrobu zdvihacího zařízení do dodávkového automobilu Volkswagen Crafter long. V úvodu jsou zpracovány základní informace o zdvihacích zařízeních. Dále jsou uvedeny komerčně dostupné alternativy řešení zadaného projektu. Praktická část je zaměřená na návrh zdvihacího zařízení do dodávkového automobilu a technologické postupy pro výrobu jednotlivých dílů zdvihacího zařízení. Návrh zahrnuje volbu vhodných strojů, kontrolních pomůcek a obráběcích nástrojů, provedenou s ohledem na dostupné strojní vybavení. V závěru jsou vypracovány montážní postupy, zkouška, návrhy na vylepšení a zhodnocení zdvihacího zařízení.

Klíčová slova

zdvihací zařízení, jeřáb, technologický postup, dodávkový automobil, Volkswagen Crafter long

ABSTRACT

The aim of this thesis is to design and manufacture a lifting device to the Volkswagen Crafter long vehicle. In the first part, I present a simple descriptive overview of different lifting devices based on their principle and use. Next, commercially available alternative solutions to the given problem are shown and discussed. The main goals of the practical part are the design of the lifting device that fits to a carriage van according to given specifications and the description of the technological processes for the manufacturing of individual components of the device. The design includes selection of proper machines, measuring devices and working tools, which was carried out based on the available equipment. Finally, manufacturing, testing and evaluation are described and discussed together with the possibilities for future improvement.

Key words

lifting device, crane, technological process, carriage van, Volkswagen Crafter long

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

MATEJČKOVÁ, Eva. *Zakázkový projekt na zdvihací zařízení*. Brno, 2020, 53 s. 13 příloh. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/129596>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. Vedoucí práce Ing. Milan Kalivoda.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Zakázkový projekt na zdvihací zařízení vypracovala samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

11.9.2020

Datum

Bc. Eva Matějčková

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto panu Ing. Milanu Kalivodovi za cenné připomínky a rady, které mi poskytl při vypracování diplomové práce.

Tímto bych chtěla poděkovat celé své rodině a příteli za podporu během celého studia na vysoké škole a také při tvorbě této práce.

OBSAH

ÚVOD	9
1 ZDVIHACÍ ZAŘÍZENÍ	10
1.1 Jednoduchá zdvihadla	10
1.1.1 Zdviháky.....	10
1.1.2 Kladkostroje	11
1.1.3 Navijáky	11
1.2 Jeřáby	12
1.2.1. Mostové jeřáby	12
1.2.2. Portálové jeřáby	13
1.2.3. Konzolové jeřáby.....	13
1.2.4. Sloupové jeřáby	13
1.2.5. Věžové jeřáby	14
1.2.6. Lanový jeřáb	14
1.2.7. Automobilové jeřáby.....	15
1.2.8. Palubní jeřáb.....	15
1.3 Výtahy.....	16
2 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI A POŽADAVKY NA ZDVIHACÍ ZAŘÍZENÍ	17
2.1 Zadané parametry	18
3 KOMERČNĚ DOSTUPNÉ ALTERNATIVY	19
3.1 Mad easyload.....	19
3.2 Bär Vanlift.....	20
3.3 Swing Lift ML500	21
4 NÁVRH ZDVIHACÍHO ZAŘÍZENÍ DO DODÁVKOVÉHO AUTOMOBILU	22
4.1 Popis jednotlivých částí.....	22
4.2 Rozměry pracovního prostoru	27
5 VÝROBA JEDNOTLIVÝCH DÍLŮ	28
5.1. Příčnick	35
5.2. Podpěrná tyč	36
5.3. Patka.....	37
5.4. Kolejnice I.....	38
5.5. Kolejnice C.....	39
5.6. Vozík C	40
5.6.1. Hřídel	40
5.6.2. Střed vozíku.....	42
5.6.3. Kolečko	43

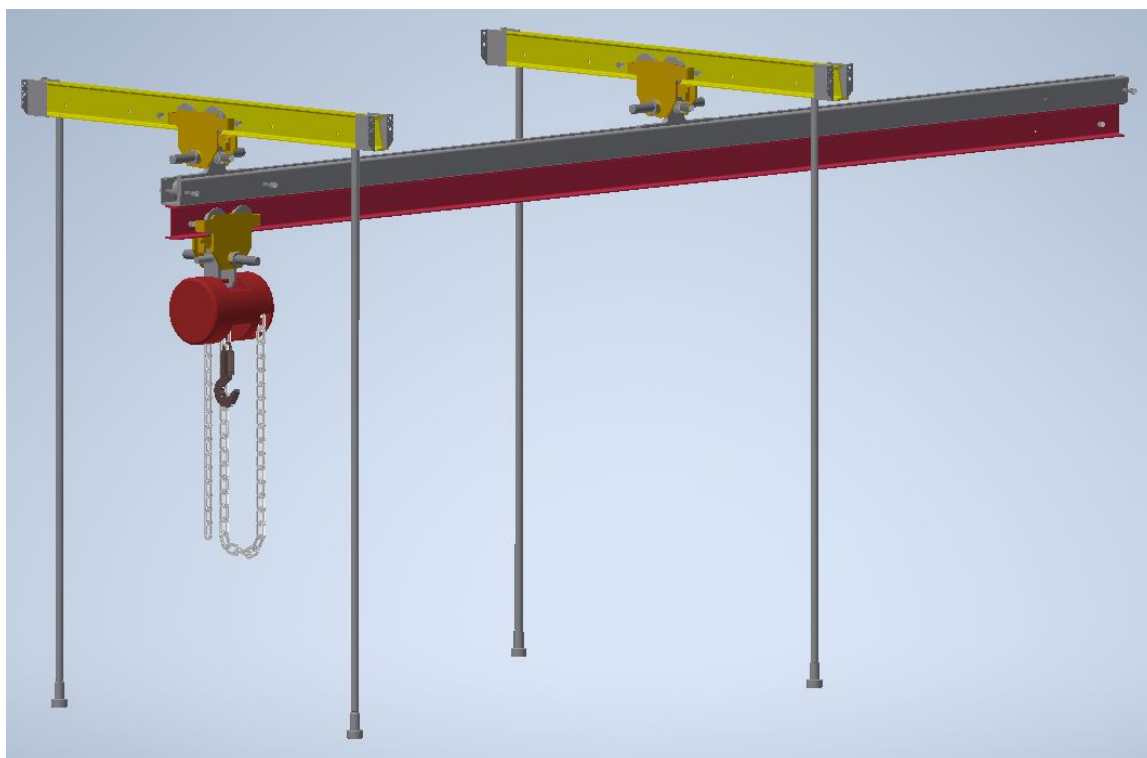
6	INSTALACE A ZKOUŠKA ZDVIHACÍHO ZAŘÍZENÍ	44
7	DISKUZE	47
7.1	Posouzení úspěšnosti akce.....	47
7.2	Zkušební podmínky	47
7.3	Srovnání s komerčně dostupnými alternativami	47
7.4	Návrhy na vylepšení	48
	ZÁVĚR	49
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	50
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	52
	SEZNAM PŘÍLOH.....	53

ÚVOD

V dnešní době jsou kladeny vysoké požadavky na kvalitu, kvantitu, přesnost výroby a nejnižší cenu výrobku. Minimalizaci výrobních nákladů lze docílit volbou vhodného materiálu, polotovaru, obráběcích strojů, nástrojů, technologického postupu a případně automatizací a optimalizací činností v rámci celého výrobního procesu. Jedním z příkladů optimalizace výrobního procesu, konkrétně odvozu kovových třísek vzniklých jako odpad při obrábění, je motivací pro tvorbu této diplomové práce, která vznikla ve spolupráci se společností ANI PRODUCTION s.r.o.

Hlavním cílem práce je zvýšení efektivity provozu zavedením zdvihacího zařízení (obr. 1) do dodávkového automobilu Volkswagen Crafter long a také usnadnění práce obsluhy tohoto automobilu. Cílem práce je vypracování návrhu zdvihacího zařízení, navržení technologie výroby, jeho samotná výroba a posouzení funkčnosti vyrobeného zařízení.

V první části diplomové práce jsou zpracovány základní informace o zdvihacích zařízeních. Zařízení jsou rozdělena na základě jejich konstrukce, principu a využití. Dále jsou uvedeny komerčně dostupné alternativy řešení k zadanému projektu. V další části je stručně představena společnost ANI PRODUCTION s.r.o., která je zadavatelem zpracovaného projektu, a zároveň jsou zde definovány požadavky firmy na zdvihací zařízení do dodávkového automobilu Volkswagen Crafter long. Následně je v diplomové práci popsán návrh zdvihacího zařízení do dodávkového automobilu s detailním popisem jednotlivých součástí zdvihacího zařízení. Pro vyrobené díly zdvihacího zařízení jsou vypracovány technologické postupy výroby. Jsou zde uvedeny použité stroje, nástroje pro výrobu a kontrolní pomůcky. Nakonec jsou uvedeny montážní postupy pro zdvihací zařízení do dodávkového automobilu a zkouška zdvihacího zařízení. Poslední kapitola je věnována posouzení úspěšnosti projektu, zkušebními podmínkami, srovnáním s dostupnými komerčními alternativami a návrhu na vylepšení.



Obr. 1 Model zdvihacího zařízení.

1 ZDVIHACÍ ZAŘÍZENÍ

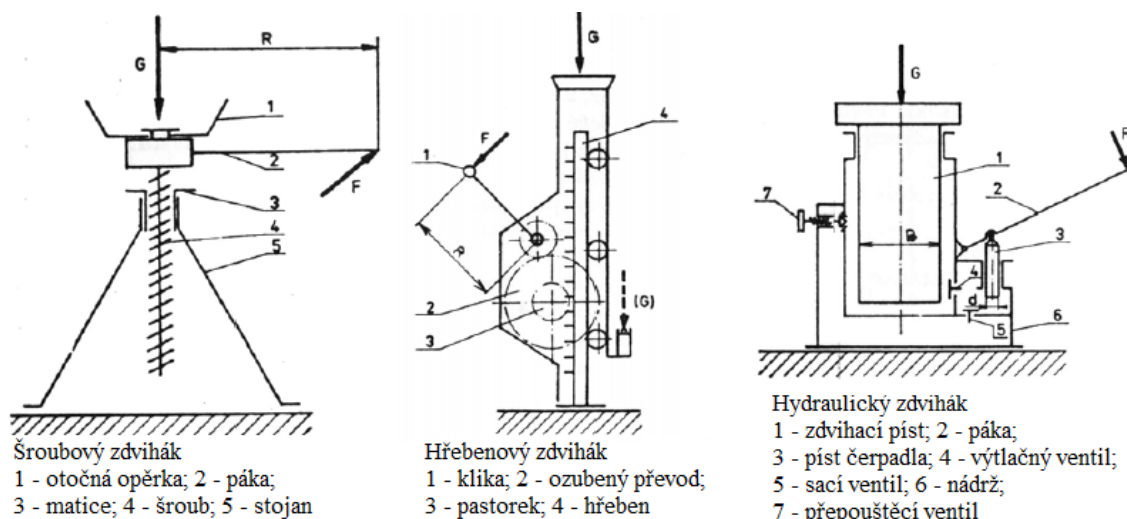
Zdvihací zařízení jsou souhrnem konstrukčních prvků a mechanismů sloužících k manipulaci těžkých materiálů nestejných rozměrů a hmotností, vertikálním i horizontálním směrem a jejich setrvání v požadované výšce. Pohony používané u zdvihacích zařízení lze dělit na ruční, elektrické, hydraulické, pneumatické a poháněné spalovacím motorem. Zdvihací zařízení se rozlišují na jednoduchá zdvihadla, jeřáby a výtahy. [1, 4, 5]

1.1 Jednoduchá zdvihadla

Jednoduchá zdvihadla jsou malá zařízení s co nejmenší hmotností, zajišťující jejich snadnou přenosnost. Nacházejí uplatnění při fyzicky náročných činnostech, ve kterých by bylo použití složitějších zařízení ekonomicky nevýhodné. Nejčastěji k jejich provozu stačí manuální pohon, který lze v případě potřeby vyššího výkonu nahradit elektrickým, hydraulickým nebo pneumatickým. Jednoduchá zdvihadla se rozdělují na zdviháky, kladkostroje a navijáky. [1, 2, 5]

1.1.1 Zdviháky

Zdvihané břemeno je podpíráno tuhým zdvihacím orgánem, který je součástí hlavního převodového ústrojí. Zdvihají břemeno do malých výšek. Podle typu mechanismu se rozlišují na šroubové, hřebenové a hydraulické zdviháky (obr. 2). [1, 2, 5]



Obr.2 Šroubový, hřebenový a hydraulický zdvihák. [6]

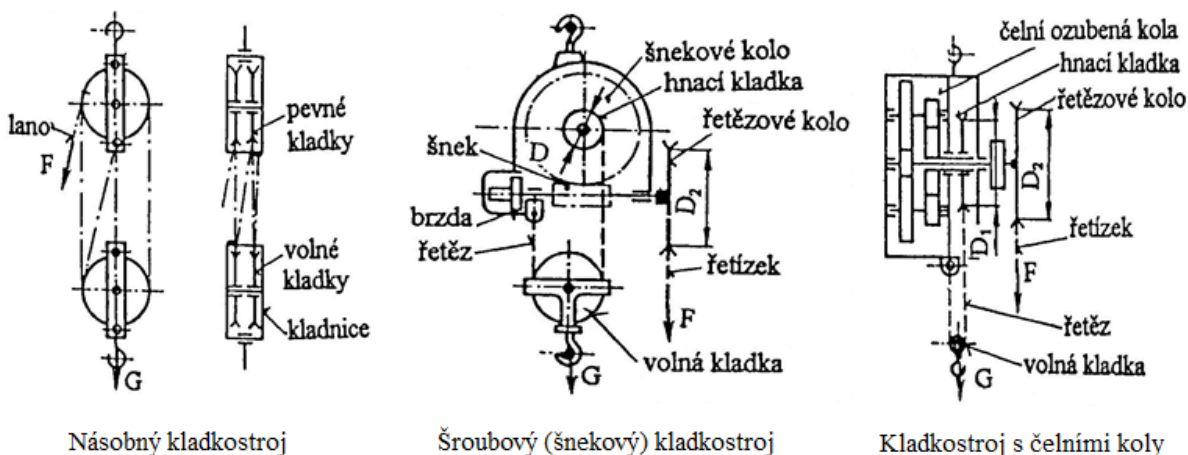
Šroubový zdvihák využívá posuvu šroubu v matici, která je pevně spojena se stojanem zvedáku. Závit šroubu je obvykle lichoběžníkový a kvůli zajištění polohy břemena musí být samosvorný. U elektromechanického zdviháku lze nastavit požadovanou výšku zdvihu s milimetrovou přesností. Nevýhodou šroubového zdviháku je jeho nízká účinnost a velké tření, kvůli němuž dochází k opotřebení a vzniku vůle.

Hřebenový zdvihák je tvořen ozubenou tyčí (tzv. hřeben), která je poháněna klikou přes několikanásobný ozubený převod. Polohu břemena zajišťuje západka a rohatka.

Hydraulický zdvihák je založen na principu Pascalova zákona (tlak v kapalině se šíří všemi směry rovnoměrně). Zdvihací orgán je píst, na který tlačí kapalina v nepohyblivém válci. Spouštění břemena je provedeno pomocí přepouštěcího ventilu. Hydraulický zdvihák má vysokou nosnost, až statisíce kilogramů. Avšak nevýhodou jsou náklady na údržbu a chod zařízení, tzn. spotřeba hydraulické kapaliny pro plnění válce. [1, 2, 5]

1.1.2 Kladkostroje

Kladkostroje jsou přenosná zařízení sestavená z kladek, mezi kterými je nataženo lano. Slouží k občasnému zvedání a spouštění menších a středních břemen do výšky několika metrů. Kladkostroj je zavěšen ocelovým hákem na pevnou konstrukci, visutou kočku nebo výložník otočného jeřábu. Zdvihacím orgánem je lano nebo řetěz. Pohon kladkostroje je ruční nebo elektrický. Kladkostroje mají nosnost do 10 000 kg a zdvihy do 10 m. Kladkostroje se dělí na násobné, šnekové a kladkostroje s čelními koly (obr. 3). [1, 2, 5]



Obr. 3 Násobný kladkostroj, šnekový kladkostroj a kladkostroj s čelními koly. [2]

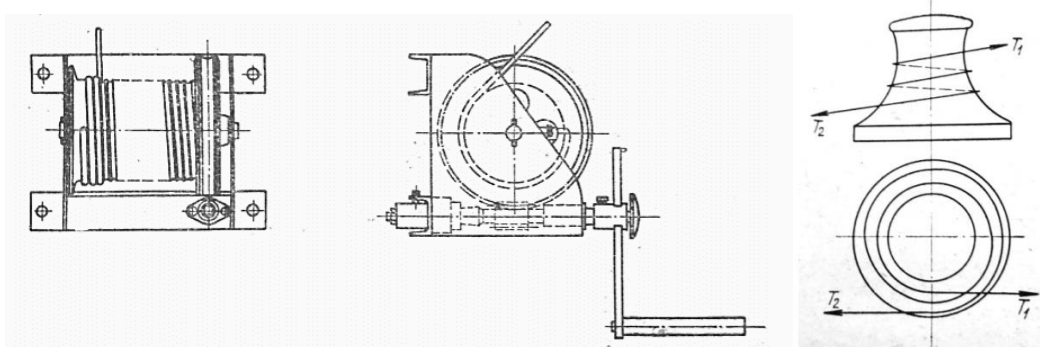
Kladkostroj násobný má jeden až tři páry pevných a volných kladek. Účinnost jedné kladky je 0,96 až 0,98, s větším počtem kladek účinnost klesá. Nevýhodou násobného kladkostroje je, že břemeno nelze fixovat v určité poloze bez tahu za zdvihací lano.

Šnekový kladkostroj má šnekový převod mezi kolem a hřídelí, na ni je připojeno řetězové kolo, po kterém se odvíjí řetěz se zavěšeným břemenem. Účinnost šnekových kladkostrojů je 0,55 až 0,7.

Kladkostroje s čelními koly mají dva až tři páry ozubených kol v převodovém ústrojí. Tyto kladkostroje mají brzdu s pomocným šroubem k samozadržení břemena. Účinnost těchto kladkostrojů je 0,75 až 0,85. [1, 2, 5]

1.1.3 Navijáky

Navijáky (vrátky) jsou určeny pro zdvihání břemen ocelovým lanem, které je navinuto na buben (obr. 4). Navijáky jsou poháněny ručně klikou nebo motorem. Zdvhají břemeno až do několika desítek metrů. Ruční vrátky mají nosnost 500-5 000 kg. [1, 2, 5]



Obr. 4 Klikový naviják a posunové vrátka. [2]

1.2 Jeřáby

Jeřáby jsou dopravní zařízení, která slouží ke zdvihání, spouštění, otáčení a dopravování těžkých břemen na požadované místa a vzdálenosti. Vykonání těchto úkonů lze v některých případech docílit pouze vlastním otáčením a nakláněním, kvůli velikému rozsahu manipulace však často i pojižděním celého jeřábu.

Hlavními parametry jeřábů jsou nosnost v kilogramech (tzn. největší hmotnost dovoleného břemene, která je předepsaná při zatěžující zkoušce), výška zdvihu (tzn. svislá vzdálenost mezi nejmenší a nejvyšší polohou háku), rozměry pracovního pole (dané konstrukcí a využitím konkrétního jeřábu), pracovní rychlosti (zvedací rychlost, pojízdná rychlost, výkon jeřábu – počet kg přeneseného materiálu za jednu hodinu do dané vzdálenosti), uchopení břemene (hákem, drapákem, magnetické uchopení, atd.)

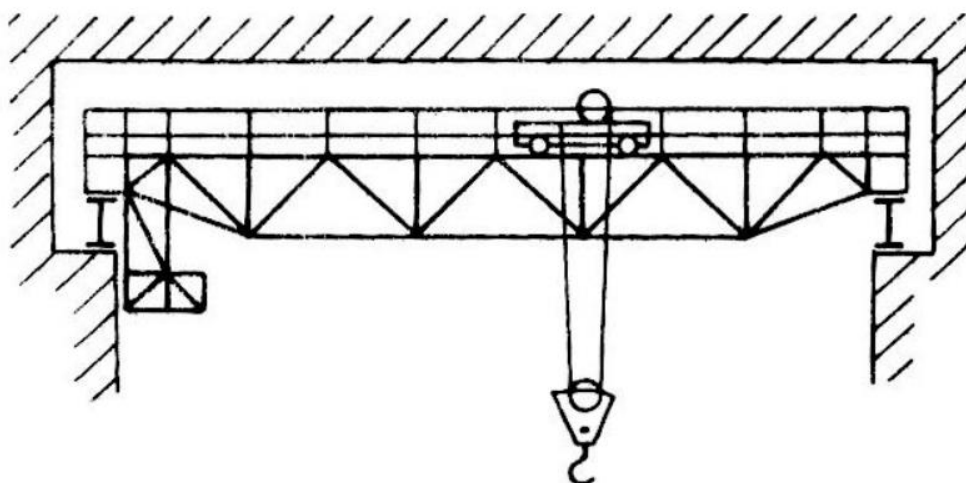
Jeřáby jsou složeny z těchto hlavních částí:

- nosné konstrukce (mosty a portály, výložníky a ramena, sloupy a věže),
- pohybové ústrojí (pojezdové, otáčecí, zdvihací),
- jeřábové kočky a kladkostroje,
- vázací a uchopovací prostředky.

Podle tvaru nosné konstrukce se jeřáby dělí na mostové, portálové a poloportálové, konzolové, sloupové a věžové, lanové, automobilové, palubní, železniční atd. [1, 2, 5]

1.2.1. Mostové jeřáby

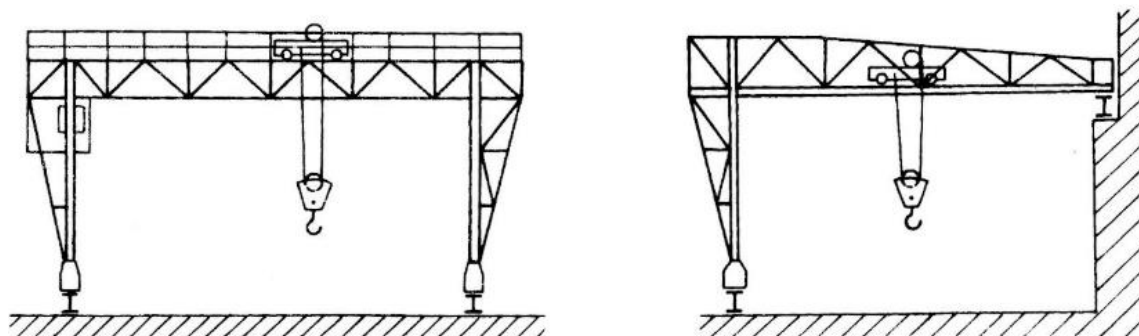
Mostové jeřáby jsou určeny pro manipulaci ve výrobních halách větších firem (obr. 5). Jeřáby jsou jednonosníkové nebo dvounosníkové. Nosnou ocelovou konstrukci tvoří jeřábový most, který pojíždí po jeřábové dráze. Největší výhodou této konstrukce je umístění nad pracovním manipulačním prostorem. Jako zdvihová jednotka je použita jeřábová kočka s lanovým kladkostrojem, která se pohybuje po nosníku. Ovládat tento jeřáb lze pomocí závěsného ovladače ze země nebo u větších jeřábů z řídicí kabiny umístěné na mostu. [1, 2, 5]



Obr. 5 Podstropní mostový jeřáb. [7]

1.2.2. Portálové jeřáby

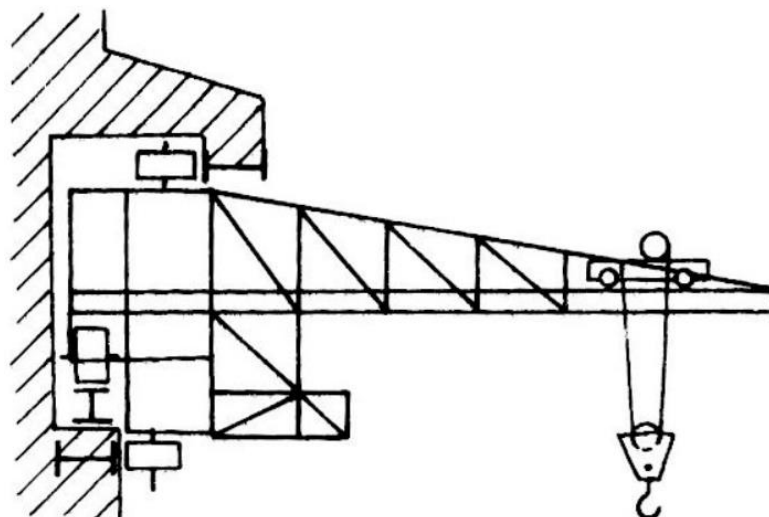
Portálové jeřáby slouží obvykle k překládání materiálu ve venkovních prostorech, např. lodní kontejnery v nákladních přístavech (obr. 6). Nosnou konstrukci tvoří jeřábový most, po kterém pojíždí jeřábová kočka se zdvihacím ústrojím a dvě podpěry – portál, jenž pojíždí po kolejích. Poloportálový most se liší tím, že má jednu podpěru opřenou o dráhu, která bývá zpravidla na zdi budovy. [1, 2, 5]



Obr. 6 Portálových a poloportálový jeřáb. [7]

1.2.3. Konzolové jeřáby

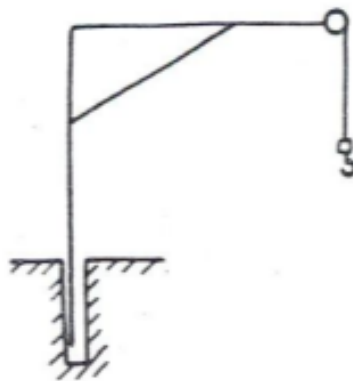
Konzolové jeřáby mohou být otočné (ukotveny např. na stěnu výrobní haly) nebo pojízdné (rameno jeřábu pojíždí po pojezdové dráze připevněné ke stěně haly) (obr. 7). Otáčení ramene je většinou ruční v rozsahu do 180°. Ovládání kočky s kladkostrojem může být buď manuální nebo elektrické. [1, 2, 5]



Obr. 7 Konzolový jeřáb. [7]

1.2.4. Sloupové jeřáby

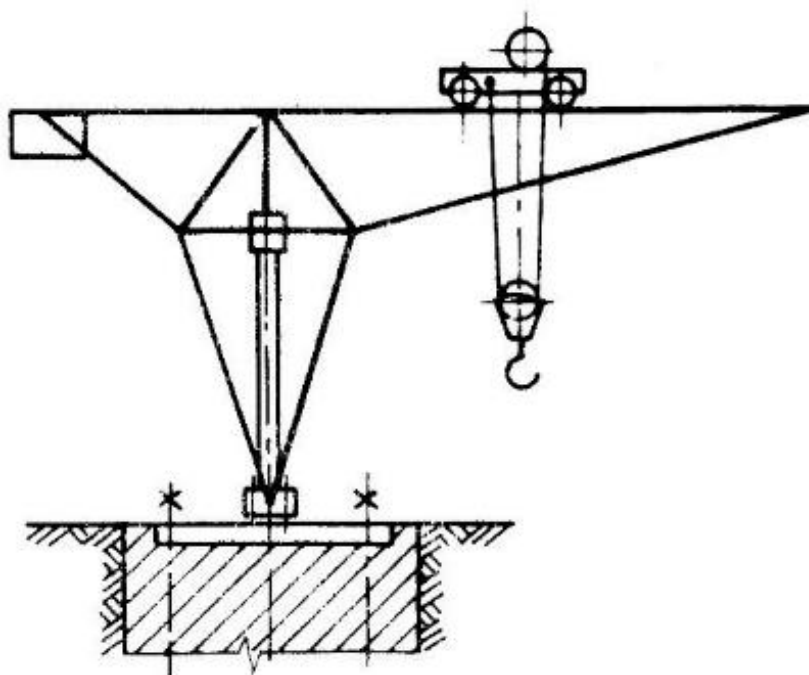
Sloupové jeřáby jsou tvořeny pevným sloupem ukotveným do betonového základu (obr. 8). Rozsah otáčení ramene je až 360°. Po rameni pojíždí kočka, aby bylo možné měnit vyložení jeřábu nebo je jeřáb kyvný, který lze sklápět či vztyčovat a tím měnit vyložení jeřábu. Ovládání je ruční nebo elektrické, které je buď pomocí ovladače posuvné podél ramene jeřábu nebo pevně uchycené na sloupu. [1, 2, 5]



Obr. 8 Sloupový jeřáb. [7]

1.2.5. Věžové jeřáby

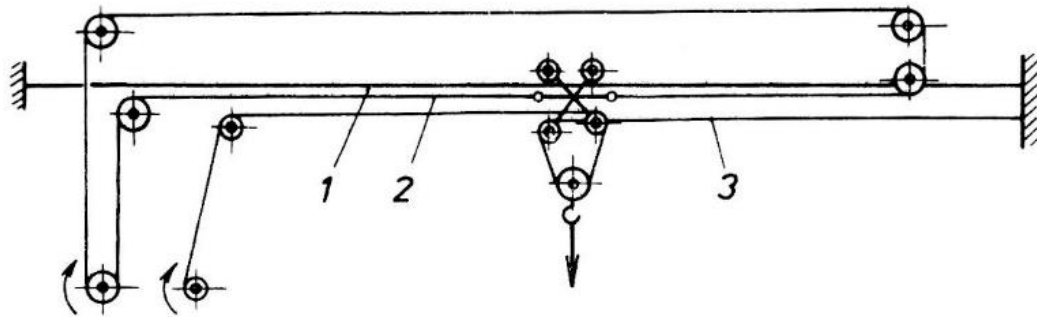
Hlavní část konstrukce věžového jeřábu se otáčí kolem svislé osy, klopné momenty jsou zachycovány věží, která je obvykle z příhradové konstrukce (obr. 9). Výložník s břemenem je vyvážen protizávažím, které tvoří betonové desky. S délkou vyložení se mění nosnost. Jeřáb je používán na volných prostranstvích, především na stavbách. Celou konstrukci lze složit a přepravit po silnici na potřebné místo. [1, 2, 5]



Obr. 9 Věžový jeřáb. [7]

1.2.6. Lanový jeřáb

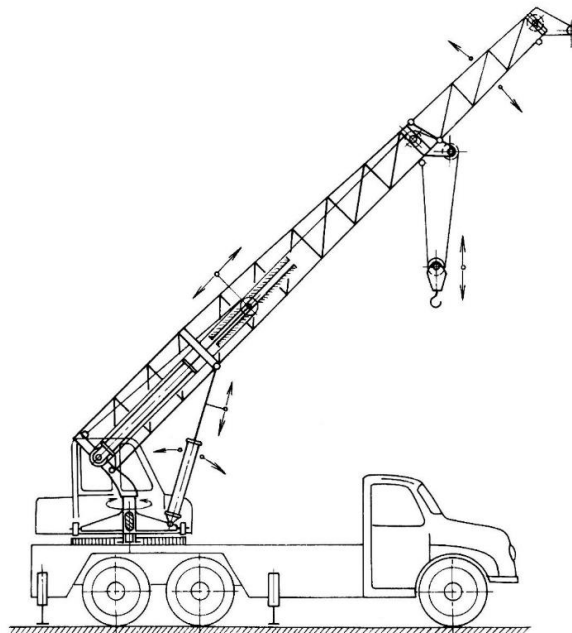
Lanový jeřáb je složen z nosného lana, po kterém je pohybována kočka s bezpečnostním hákem za pomoci tažného lana (obr. 10). Břemeno je zdviháno nebo spouštěno zdvihacím lanem, které je navíjeno na buben navijáku, jenž je součástí jeřábové kočky. Lanové jeřáby se díky svému velkému rozpětí využívají pro výstavbu mostů a přehrad. [1, 2, 5]



Obr. 10 Lanový jeřáb, 1- nosné lano, 2- pojezdové lano, 3- zdvihací lano.

1.2.7. Automobilové jeřáby

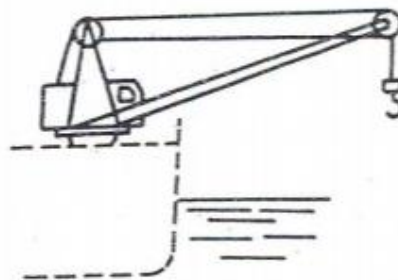
Automobilový jeřáb je umístěn na nosné plošině těžkého nákladního automobilu (obr. 11). Dnes je vyráběn převážně s teleskopickým výložníkem a lze s ním pracovat ve velmi krátkém čase po příjezdu na stavbu. Používá se při montážích a při přepravě těžkých břemen na stavbách. [1, 2, 5]



Obr. 11 Automobilový jeřáb.

1.2.8. Palubní jeřáb

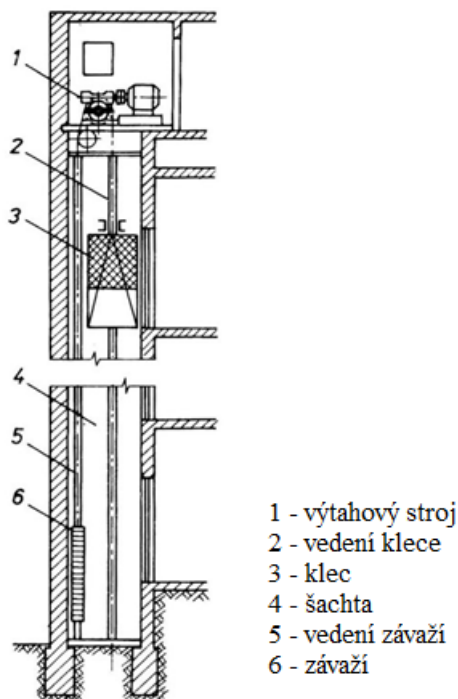
Palubní jeřáb je otočný jeřáb umístěný na palubě lodi, využívá se k nakládání a vykládání břemen na loď a z loď (obr. 12). Používá se také např. při vztyčování ropných plošin. [1, 2, 5]



Obr. 12 Palubní jeřáb.

1.3 Výtahy

Výtahy jsou strojní zařízení sloužící k prurušované nebo nepřetržité (paternoster) dopravě osob nebo nákladu ve svislém, popřípadě šikmém směru mezi stálými místy (obr. 13). Dráha výtahu je vymezena nepohyblivými vodítky. Břemeno je umístěno v kleci, na plošině nebo ve speciální nádobě.



Obr. 13 Výtah. [8]

Zvláště v případě osobních výtahů je nutné dbát na bezpečnost, a proto existují závazné předpisy pro konstrukci, výrobu a provoz výtahu. Zabezpečení výtahů se provádí pomocí dveřních spínačů, které umožňují pohyb výtahu pouze v případě, když jsou dveře kabiny (klece) zavřené. Podobně existují i jističe šachtových dveří, které nedovolují otevřít šachtové dveře, nestojí-li před nimi klec. Dalším bezpečnostním prvkem jsou zachycovače a omezovače rychlosti, které zajistí zastavení, respektive zpomalení výtahu pomocí tzv. brzdící botky. [1, 2, 5]

2 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI A POŽADAVKY NA ZDVIHACÍ ZAŘÍZENÍ

Společnost ANI PRODUCTION s.r.o. je česká firma se sídlem ve Vizovicích. Vyrábí hydraulická čerpadla, pojistné ventily (obr. 14) a další menší výrobky na zakázku. Tato společnost převzala technologii a výrobu společnosti HYDROSPOL a.s. založenou v roce 1991. Disponuje pestrým strojovým vybavením, zahrnující soustruhy, frézky, vrtačky, brusky, pásovou pilu a zkušebny na pojistné ventily a hydraulická čerpadla, což zajišťuje vysokou míru flexibility při výběru a realizaci nejrůznějších zakázek.



Obr. 14 Výrobky firmy – hydraulické čerpadlo H-7011-8320 s pojistným ventilem 7011-8310.

Společnost ANI PRODUCTION s.r.o. využívá k přepravě materiálů, příslušenství a pro odvoz kovového odpadu dodávkový automobil Volkswagen Crafter long. Technické parametry dodávkového automobilu Volkswagen Crafter long jsou uvedeny v příloze č.1. Pro efektivní transport produktů firmy z místa výroby k cílovému zákazníkovi je nezbytné, aby byl proces nakládání a vykládání výrobků rychlý a zároveň co nejméně závislý na externím vybavení a množství pracovníků. Vzhledem k vysoké hmotnosti břemen se v současnosti na tomto procesu podílejí nejméně dva lidé. Při vykládání je nutné půjčení vysokozdvizného nebo paletového vozíku, ke kterému se zboží z přední části nákladového prostoru musí manuálně odnést, což je fyzicky velice náročné. Obsluha automobilu si tak často musela požádat o pomoc zaměstnance zákaznické firmy.

Zefektivnění výše zmíněného procesu lze vyřešit vyzdvižením břemena do výše podlahy nákladového prostoru a jeho následný posun do přední části (ke kabině řidiče). Druhá část problému, což je vykládka, spočívá ve vyzvednutí, přesunutí mimo nákladový prostor a spuštění na podlahu, případně na vozík.

Konkrétním případem přenášeného břemena, podle kterého se odvíjí níže stanovené požadavky, je kovová ohradová paleta (obr. 15) plná kovových třísek. Technické parametry ohradové palety jsou vypsány v příloze č. 2.



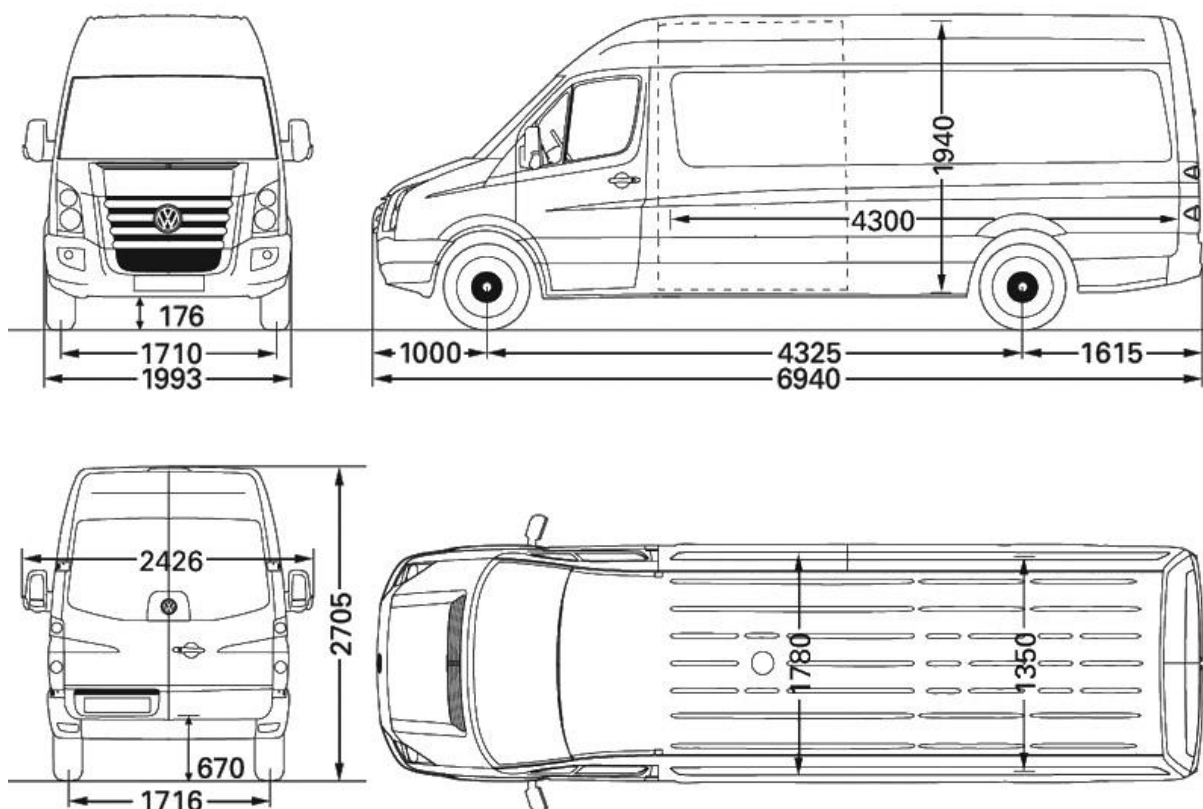
Obr. 15 Ohradová paleta.

2.1 Zadané parametry

Navržené zdvihací zařízení musí mít nosnost nejméně 500 kg, výšku zdvihu nejméně 575 mm. Zdvihací zařízení je dáno rozměry dodávkového automobilu Volkswagen Crafter long (obr. 16), který má nákladový prostor 14 m³. Zdvihací zařízení musí být schopné přesahovat nejméně 1000 mm do prostoru za dodávkový automobil (směrem od zadních dveří), umožňující tak nakládání a vykládání břemen, popsané v předchozím odstavci. Zdvih musí být více než 670 mm (výška podlahy dodávkového automobilu od země). Velmi zásadním kritériem je nejnižší pořizovací cena.

Důležité rozměry dodávkového automobilu Volkswagen Crafter long jsou:

- rozměry zadních křídlových dveří
- šířka 1565 mm,
- výška 1840 mm,
- největší rozměry nákladového prostoru
- šířka 1780 mm,
- výška 1940 mm,
- hloubka 4300 mm. [10]



Obr. 16 Rozměry dodávkového automobilu Volkswagen Crafter long. [10]

3 KOMERČNĚ DOSTUPNÉ ALTERNATIVY

Pro řešení zadaného problému existuje několik komerčně dostupných variant. Tři vybrané příklady řešení jsou představeny v následujících podkapitolách. Jejich hlavním nedostatkem z pohledu zadávající firmy je vysoká cena jejich realizace. Nicméně, tyto níže prezentované alternativy mohou být v budoucnosti využity v případě potenciálních investic firmy do inovací a rozvoje.

3.1 Mad easyload

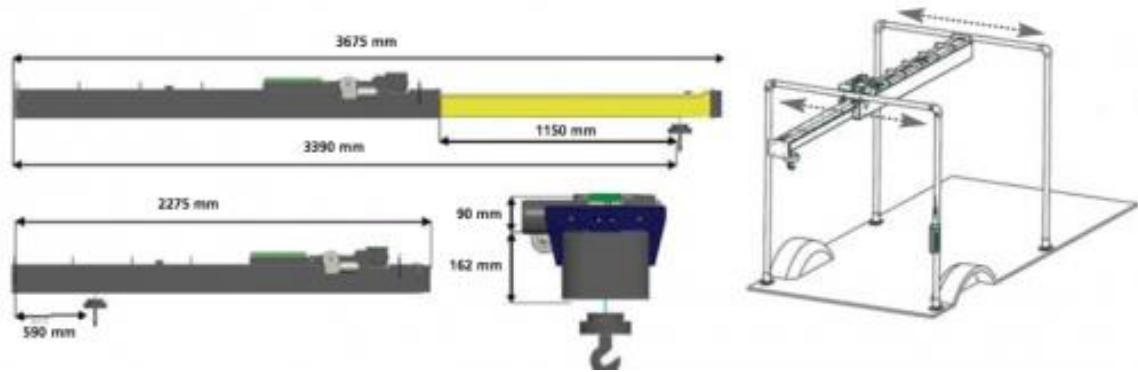
Mad easyload je vyráběn firmou MAD se sídlem v Nizozemsku. Mad easyload je palubní nakládací systém do dodávkového automobilu se zdvihací kapacitou 500 kg (obr. 17). Je ideálním řešením pro samoobslužné nakládání a vykládání. Montážní rám lze umístit do jakéhokoli dodávkového automobilu. Je elektrický pomocí kabelového ovládání, jen pojezd do stran je ruční. Mad easyload má bezpečnostní certifikáty CE, NEN-EN-14492-2. Další parametry zdvihacího zařízení Mad easyload jsou uvedené v tab. 1 a sěžejní rozměry na obrázku 18. Jediná nevýhoda tohoto zdvihacího zařízení je vysoká cena. [11]



Obr. 17 Mad Easyload zdvihací zařízení do dodávkového automobilu. [10]

Tab.1 Parametry Mad easyload. [10]

Mad easyload	
Maximální nosnost	500 kg
Prodloužená délka	3675 mm
Stažená délka	2275 mm
Hmotnost (bez montážního rámu)	125 kg
Hmotnost montážního rámu	75 kg
Napájení navijáku	12 V
Rychlost zdvihu:	6 m . min ⁻¹
Cena (přepočten na Kč)	113 429 Kč



Obr. 18 Rozměry Mad Easyload zdvihacího zařízení do dodávkového automobilu. [10]

3.2 Bär Vanlift

Další možností je zdvihací plošina Bär Vanlift, která je vhodná hlavně pro dopravu palet a kontejnerů na kolečkách (obr. 19). Bär Vanlift je vyráběn firmou Bear Cargolift se sídlem v Německu. Maximální zdvihací kapacita je 600 kg. Další parametry zdvihací plošiny Bär Vanlift jsou uvedeny v tab. 2. Pro zadávající firmu je toto řešení nevhodné, jelikož nevyužívá kontejnery na kolečkách. Náklad by tak museli nakládat pomocí paletového vozíku, což značně zmenšuje manipulační prostor při nakládání objemného nákladu. Další nevýhodou je, stejně jako v případě předchozího řešení, cena. [12]



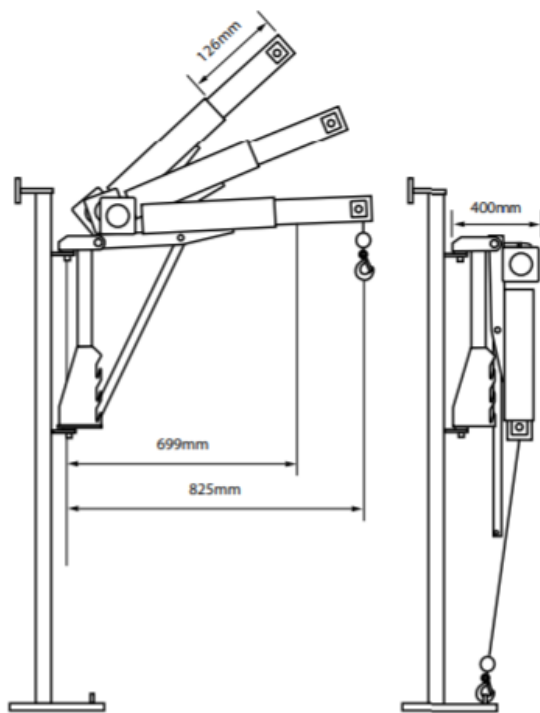
Obr. 19 Bär Vanlift zdvihací plošina. [12]

Tab.2 Parametry zdvihací plošiny Bär Vanlift. [12]

Bär Vanlift	
Maximální nosnost	600 kg
Šířka	1330 mm
Výška	1810 mm
Hmotnost	172 kg
Napájení	přídavná baterie
Cena (přepočet na Kč)	151 360 Kč

3.3 Swing Lift ML500

Swing Lift ML500 je sloupový jeřáb určený pro vozidla s plošinou, dodávkové automobily a vozy pick-up (obr. 20). Maximální nosnost v každé poloze ramene je 500 kg. Manuální prodloužení ramene s třemi různými stupni výšky ramene. Kompaktní konstrukce, která lze sklopit, zabírá pouze 400 mm na šířku. Elektrické řízení je ovládáno pomocí ovladače. Swing Lift ML500 má bezpečnostní certifikát CE. Další parametry sloupového jeřábu Swing Lift ML500 jsou uvedeny v tab. 3. Toto řešení je oproti předchozím podstatně levnější, ale hlavní nevýhodou je krátký rozsah ramene, který neumožňuje přesun nákladu do zadní části nákladového prostoru. [13, 14]



Obr. 20 Swing Lift ML500 sloupový jeřáb. [13, 14]

Tab. 3 Parametry sloupového jeřábu Swing Lift ML500. [13, 14]

Swing Lift ML500	
Maximální nosnost	500 kg
Prodloužená délka	825 mm
Stažená délka	699 mm
Hmotnost	48 kg
Napájení navijáku	12-24 V
Cena (přepočten na Kč)	67 585 Kč

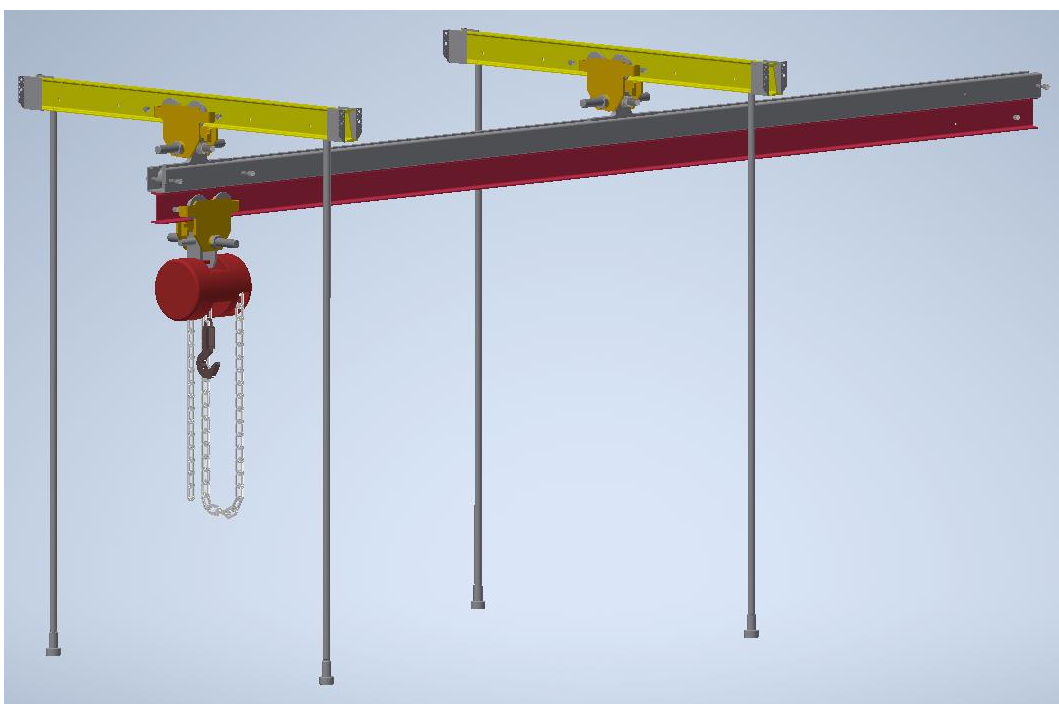
4 NÁVRH ZDVIHACÍHO ZAŘÍZENÍ DO DODÁVKOVÉHO AUTOMOBILU

Návrh zdvihacího zařízení do dodávkového automobilu Volkswagen Crafter long je vytvořen z vyrobených a nakoupených dílů. Je zobrazen ve výkresu sestavy (příloha 3) a součásti jsou vypsány zvlášť v seznamu položek (příloha 4)

Pro splnění kritéria nejnižší ceny bylo nutné použít materiály ze skladu společnosti ANI PRODUCTION s.r.o. a recyklovat materiály, které byly nepotřebné a zabíraly místo ve skladu.

4.1 Popis jednotlivých částí

Zdvihací zařízení (obr. 21) se skládá ze čtrnácti součástí viz. seznam položek (příloha 4). K výrobě byl použit nakoupený materiál: 6 m dlouhý ocelový profil C80x80 ČSN EN10162, 3 ks nosných vozíků Rotek LK 01000 050 220 a 8 ks třmenů. Ostatní součásti jsou použity ze zbytkového materiálu, tzn. materiálu pro výrobu součástí do hydraulických čerpadel, např. kruhové tyče o velikosti: Ø24 mm, Ø32 mm, Ø48 mm, Ø70 mm, ložiska, pojistné kroužky, šrouby a matice. Dále byl využit materiál, původně nakoupený pro zakázku, která nebyla realizována, a to konkrétně ocelový profil I100-6000, plech P20x300x300 EN 10051, kladkostroj Brano.



Obr. 21 Model zdvihacího zařízení.

Součásti, na kterých probíhalo obrábění:

- 2x příčnick (příloha 5),
- 4x podpěrná tyč (příloha 6),
- 4x patka (příloha 7),
- 1x kolejnice I (příloha 8),
- 1x kolejnice C (příloha 9),
- 2x vozík C (příloha 10)
- 4x hřídel (příloha 11),
- 2x střed vozíku (příloha 12),
- 8x kolečko (příloha 13).

Tyto součásti jsou více popsány v následující 5. kapitole.

Nosný vozík Rotek

Nosný vozík Rotek LK 01000 050 220 se čtyřmi kolečky je určen pro ruční pohyb na ocelovém nosníku I (obr. 22). Na velké nosné oko (30x36 mm) lze namontovat různé zvedací příslušenství (pásy, háky, karabiny atd.) Nosný vozík Rotek lze snadno přizpůsobit různým šířkám profilu I 50-220 mm, je tedy velmi univerzální. Vozík má nosnost do 1000 kg. Další technické specifikace jsou v tab 4. [15, 16]

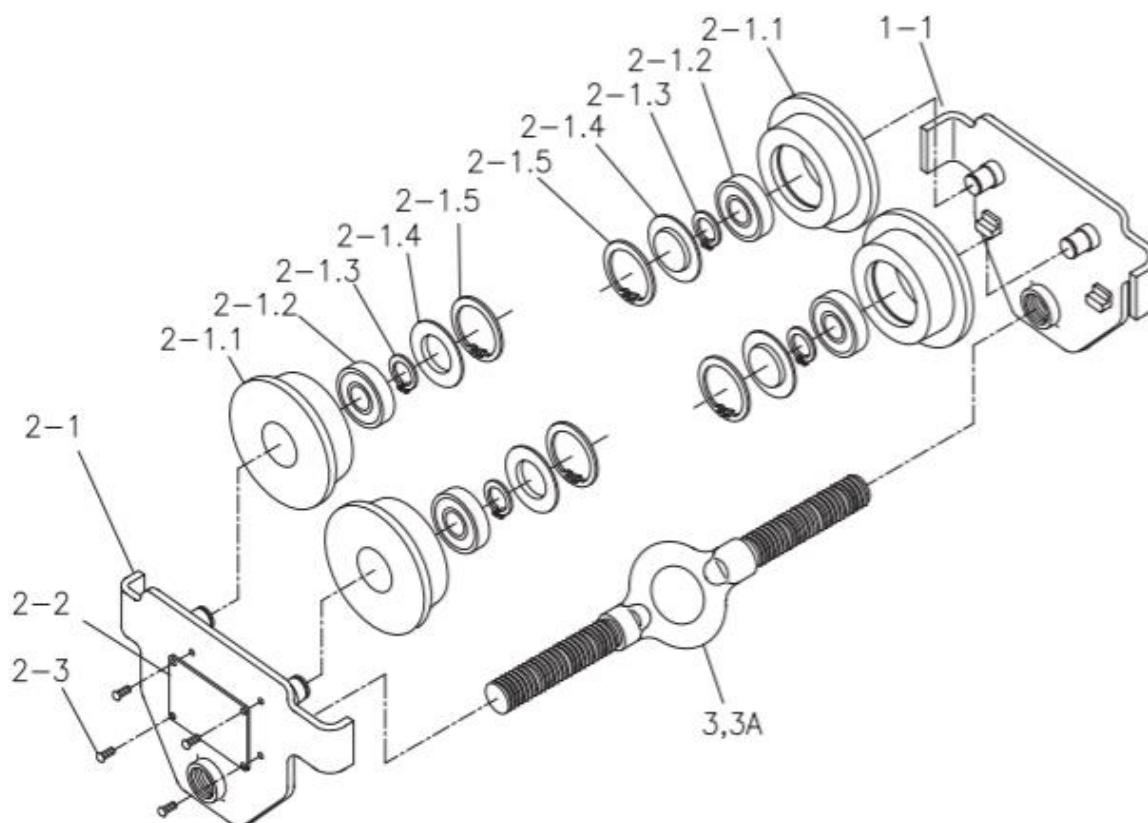


Obr. 22 Nosný vozík Rotek LK 01000 050 220. [15, 16]

Tab. 4 Parametry nosného vozíku Rotek. [15, 16]

Nosný vozík Rotek	LK-01000-050-220
Maximální nosnost	1000 kg
Zkušební zatížení	14710 N
Vhodné pro I-profilů šířka	50-220 mm
Oko na hřídeli (ŠxV)	30 x 36 mm
Celková délka	250 mm
Celková šířka	300 mm
Celková výška	170 mm
Celková váha	9 kg

Nosný vozík Rotek je součástí zdvihacího zařízení pro dodávkový automobil a je důležitou spojovací součástí na I-profilech, zajišťuje pohyb zdvihacího zařízení. Nachází se po jednom na dvou příčnicích, kde je spojen s vozíkem C pomocí nosného oka nosného vozíku Rotek a šroubu M24x2-120 DIN 933 upevněným dvěma maticemi M24x2 DIN 439. Tyto dva vozíky zajišťují pohyb do stran zdvihacího zařízení. Třetí vozík Rotek se pohybuje po kolejnici I, kde je spojen s kladkostrojem Brano pomocí nosného oka a řetězu. Tento vozík zajišťuje pohyb kladkostroje po kolejnici I pro manipulaci s těžkým nákladem do i uvnitř nakládacího prostoru dodávkového automobilu. Vozík je složen z deseti dílů (obr. 23). [15, 16]



Obr. 23 Nosný vozík Rotek LK 01000 050 220 – jednotlivé díly. [15, 16]

Tab. 5 Popis obr. 22. [15, 16]

Číslo	Popis dílu
1-1	Pravý boční panel
2-1	Levý boční panel
2-1.1	Hnací kolo
2-1.2	Kuličkové ložisko
2-1.3	Pojistný kroužek malý
2-1.4	Kryt ložiska
2-1.5	Pojistný kroužek velký
2-2	Popisový štítek
2-3	Nýt
3,3A	Hřídel s okem

Ložisko ZVL 3204

Ložisko ZVL 3204 (obr. 24) je dvouřadové kuličkové ložisko s kosouhlým stykem. 2 tyto ložiska jsou nalisována na hřídel o průměru 20 mm. Celkový počet ložisek ZVL 3204 je 8 ks na dvou vozících C. Největší průměr ložiska, na kterém je nalisováno kolečko, je 47 mm. Šířka ložiska je 20,6 mm. Základní únosnost ložiska je 13820 N. [17]



Obr. 24 Ložisko ZVL 3204. [18]

Třmen

8 ks třmenů (obr. 25) slouží k upevnění 2 příčníků tak, aby byl zamezen jejich pohyb do stran, např. při zabrzdění auta. Třmeny jsou upevněny vruty ke dřevěné desce, uchycené za kovovou konstrukci dodávkového automobilu, umožňující upevnění bez nutnosti vrtání přímo do automobilu (zadání firmy). Váha celé konstrukce zdvihacího zařízení je zajištěna podpěrnými tyčemi s patkami.

Třmen má tyto rozměry:

výška	–	120 mm
šířka	–	100 mm
hloubka	–	85 mm. []



Obr. 25 Třmen. [19]

Pojistný kroužek

Pojistný kroužek ČSN 02 2930 (obr. 26) o průměru 20 mm a šířce 1,2 mm slouží k upevnění ložiska na hřídeli. Celkový počet pojistných kroužků je 8 ks na dvou vozících C. [20]



Obr. 26 Pojistný kroužek ČSN 02 2930.

Šrouby a matice

Pohybové součásti jsou zajištěny proti pohybu pomocí šroubů M10-140 DIN 931 (3 ks), M10-65 DIN 933 (7 ks) a matic M10 DIN 934 (27 ks). Nosné vozíky Rotek a vozíky C jsou spojeny pomocí šroubů M24x2-120 DIN 933 (2 ks) a matic M24x2 DIN 439 (4 ks) (obr. 27). Na šroubech jsou nasazeny dvě matice, aby bylo zabráněno uvolnění matice. [21, 22, 23, 24]



Obr. 27 Šrouby a matice na zdvihacím zařízení. [21, 22, 23, 24]

Kladkostroj Brano

Ruční řetězový kladkostroj Brano typ 16-12 je určen pro zvedání a spouštění nákladu do dodávkového automobilu a také k udržení nákladu v určité výšce při manipulaci s nákladem (obr. 28). Nosnost řetězového kladkostroje Brano je 1000 kg. Zdvih řetězového kladkostroje je 10 m.



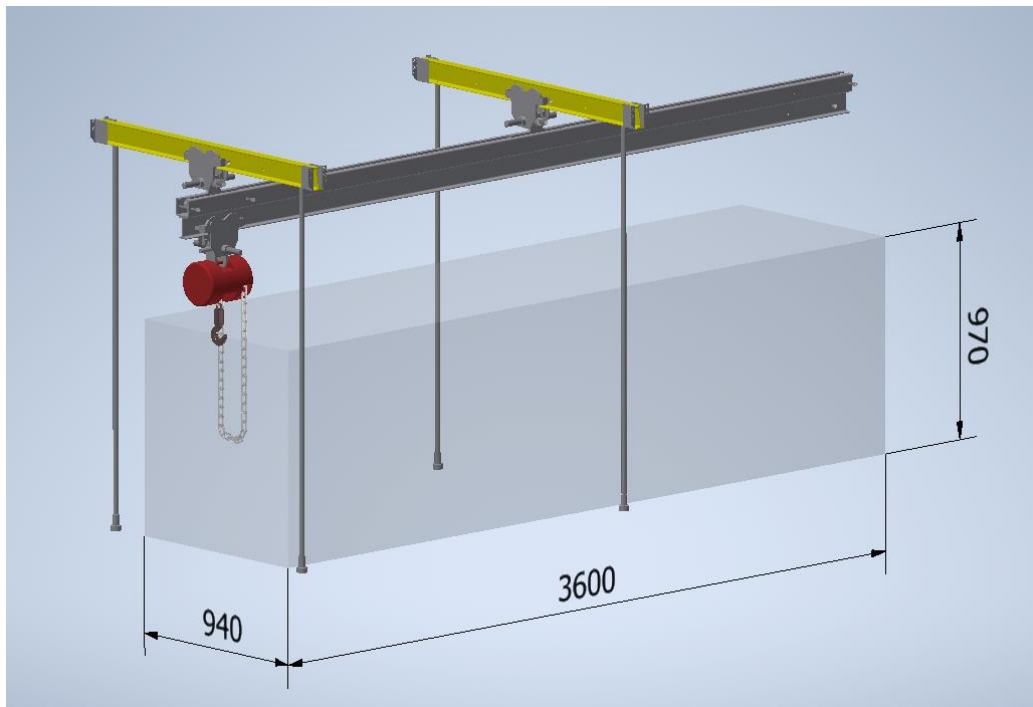
Obr. 28 Kladkostroj Brano 16-12.

Kladkostroj má velmi dlouhé řetězy (10 m), které jsou uloženy v košíku, pro snadnější manipulaci při zdvihání nebo spouštění nákladu.

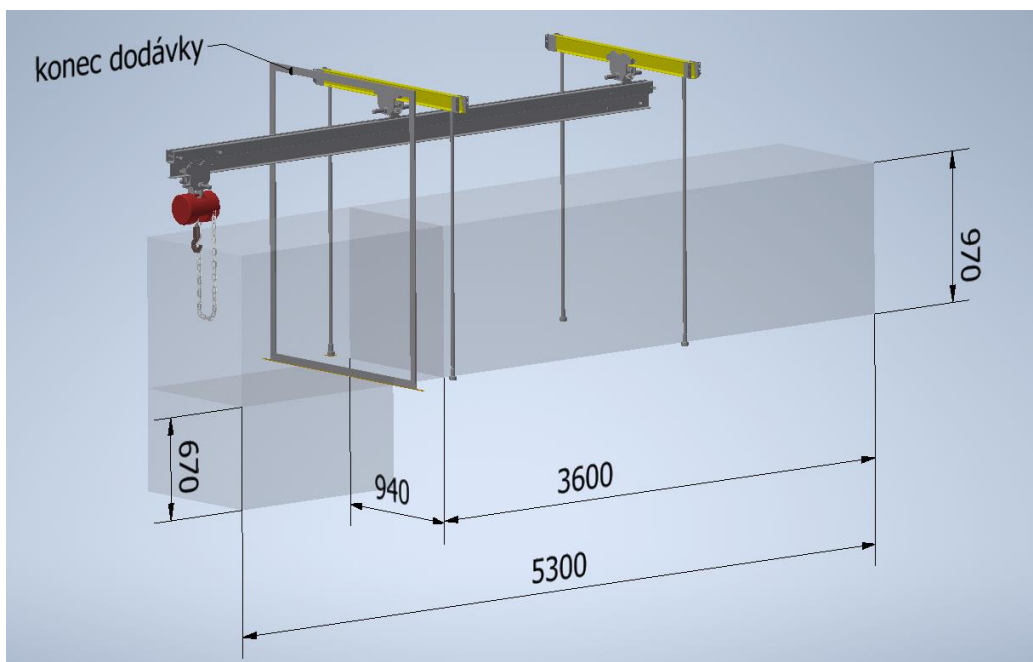
4.2 Rozměry pracovního prostoru

Pracovní prostor zdvihacího zařízení je omezen zarážkami v příčnicích, kde se pohybují 2 nosné vozíky Rotek směrem do stran tak, aby bylo zamezeno narážení kladkostroje do dodávkového automobilu, opěrných tyčí a zarážek v kolejnici C a v kolejnici I, kde se pohybují vozíky C a nosný vozík Rotek směrem dopředu a dozadu, aby se zamezilo vyjetí nosného vozíků Rotek z kolejnice I a vyjetí kolejnice z vozíků C.

Při zavřeném dodávkovém automobilu je pracovní prostor popsán rozměry 970x940x3600 mm (obr. 29). U otevřeného dodávkového automobilu je pracovní prostor rozšířen o výšku 670 mm a na délku o 1700 mm, šířka zůstává stejná (obr. 30).



Obr. 29 Pracovní prostor uzavřeného dodávkového automobilu.



Obr. 30 Pracovní prostor otevřeného dodávkového automobilu.

5 VÝROBA JEDNOTLIVÝCH DÍLŮ

Společnost ANI PRODUCTION s.r.o. má různorodé vybavení obrobny – soustruhy, frézky, vrtačky, brusky, pilu na kov a další pomůcky pro vyrábění různých součástek. Pro výrobu zdvihacího zařízení do dodávkového automobilu jsou stěžejní tyto stroje: hrotová bruska TOS Hostivař BUA 20 (obr. 31), konzolová frézka FGSQ 32 CNC B (obr. 32), CNC soustruh HAAS ST20 (obr. 33), sloupová vrtačka TOS VS32A (obr. 34), pásová pila (obr. 35). Parametry strojů jsou zahrnuty v tabulkách, kromě pásové pily, u které není čitelné označení ani značka.

Hrotová bruska TOS Hostivař BUA 20

Hrotová bruska TOS Hostivař BUA 20 (obr. 31) byla využita na dokončovací operace. Technické parametry hrotové brusky TOS Hostivař BUA 20 jsou uvedeny v tab. 6. [37]



Obr. 31 Hrotová bruska TOS Hostivař BUA 20. [37]

Tab. 6 Hrotová bruska TOS Hostivař BUA 20. [37]

Maximální průměr obrábění	200 mm
Vzdálenost hrotů	450 mm
Rozsah otáček vřetena	50-650 min ⁻¹
Rychlost stolu, plynule měnitelná	0,05-4,5 m . min ⁻¹
Posuvy příčné broušícího vřetena	0-5 mm . min ⁻¹
Elektromotor broušícího vřeteníku	2,7 kW
Půdorysná plocha stroje (délka x šířka)	2830 x 1530 mm
Hmotnost stroje	1700 kg

Konzolová frézka FGSQ 32 CNC B

U konzolové frézky FGSQ 32 CNC B (obr. 32) jsou vytvořeny CNC programy na počítači a poté nahrány do stroje. Technické parametry konzolové frézky FGSQ 32 CNC B jsou v tab. 7. [36]



Obr. 32 Konzolová frézka FGSQ 32 CNC B. [36]

Tab. 7 Parametry konzolové frézky FGSQ 32 CNC B. [36]

Upínací plocha	320 x 1000 mm
Maximální zatížení stolu	350 kg
Pracovní zdvih (podélný, příčný, svislý)	730 x 360 x 420 mm
Pracovní posuvy	2-5000 mm . min ⁻¹
Rychloposuv	15000 mm . min ⁻¹
Rozsah otáček vřetena	20-4000 min ⁻¹
Maximální počet nástrojů v zásobníku	10 ks
Maximální délka nástroje	250 mm
Maximální průměr nástroje	80 mm
Elektromotor výkon	7,5 kW
Půdorysná plocha stroje (délka x šířka)	2660 x 2950 mm
Výška stroje	1820 mm
Hmotnost stroje	3020 kg

CNC soustruh HAAS ST20

CNC soustruh HAAS ST20 (obr. 33) je nejnovější stroj ve firmě. Technické parametry CNC soustruhu HAAS ST20 jsou v tab. 8. [31]



Obr. 33 CNC soustruh HAAS ST20. [31]

Tab. 8 CNC soustruh HAAS ST20. [31]

Maximální průchod tyče vřetenem	51 mm
Maximální průměr obrábění	332 mm
Délka obrábění	533 mm
Maximální otáčky vřetena	4000 min ⁻¹
Maximální pojezd v ose x	236 mm
Maximální pojezd v ose z	533 mm
Počet nástrojů v revolverové hlavě	12
Výkon hlavního elektromotoru	14,9 kW
Půdorysná plocha stroje (délka x šířka)	(4064 x 1981) mm
Výška stroje	1956 mm
Hmotnost stroje	4100 kg
Množství chladicí kapaliny	208 l
Typ CNC	HAAS

Sloupová vrtačka TOS VS32A

Parametry sloupové vrtačky TOS VS32A (obr. 34) jsou uvedeny v tab. 9. [32, 33]



Obr. 34 Sloupová vrtačka TOS VS32A. [32, 33]

Tab. 9 Sloupová vrtačka TOS VS32A. [32, 33]

Maximální průměr vrtání	32 mm
Hloubka vrtání	200 mm
Upínací plocha stolu vodorovná	316 x 400 mm
Upínací plocha stolu svislá	200 x 500 mm
Elektromotor výkon	2,2 kW
Elektromotor otáčky	1430 min ⁻¹
Půdorysná plocha stroje (délka x šířka)	1140 x 620 mm
Výška stroje	2000 mm
Hmotnost stroje	635 kg

Pásová pila

U pásové pily (obr. 35) je maximální uchycení 305 mm. Pilový pás má rozměry 2600x27x0,9 mm.



Obr. 35 Pásová pila.

Pro obráběcí stroje jsou zvoleny obráběcí nástroje potřebné pro výrobu zdvihacího zařízení. Obráběcí nástroje jsou přehledně sepsány do nástrojového listu (tab. 10), jenž jim přiděluje označení, která jsou v souladu s technologickým postupem. Nástrojový list také obsahuje označení nástrojů, pod kterými lze dané nástroje u konkrétních obchodních partnerů objednat.

Nástroje jsou přednostně vybírány z katalogu od firmy M&V, což je velkoobchod s nástroji, nářadím, stroji a dalším příslušenstvím pro výrobu a také výrobce řezných nástrojů a měřidel. Nachází se blízko společnosti ANI PRODUCTION s.r.o. Břítové destičky ze slinutých karbidů jsou od značky Dormer Pramet nebo Iscar, k nim jsou odpovídající těla nožů. Vrtáky, frézy, středící vrtáky jsou kupovány od výrobce Stimzet nebo Dormer Pramet.

Materiál břítových destiček je zvolen dle materiálu obrobku. Ocel patří dle ISO značení do skupiny obrábění P. Značení materiálu je u každého výrobce odlišné. U každé destičky je vybírán materiál tak, aby byl co nejuniverzálnější a mohl se použít i u výroby jiných výrobků. Tvary VBD byly zvoleny podle obráběných ploch, dle možnosti přístupu k těmto plochám a optimální odolnosti proti plastické deformaci.

Tab. 10 Nástrojový list. [26, 27]

Č.	SCHEMA	NÁSTROJ	VBD	MATERIÁL	VÝROBCE
T1		Stranový nůž	WMNG060408E-FM	T9315	DORMER PRAMET
		PWLN2525M0604			
T2		Stranový nůž	DCMT 11T304E-RM	T8330	DORMER PRAMET
		PDJNR2525M15			
T3		Upichovací nůž	TAG N3C	IC830	ISCAR
		TGFH 32-3			
T4		Nůž na zápich	DGN 1402J	IC830	ISCAR
		DGFH 26-1.4			
T5		Vnitřní nůž	CCMT080304E-FM2	T9325	DORMER PRAMET
		S08K-SCKCR06			
T6		Vnitřní nůž	VCGT070204E-FF2	T8330	DORMER PRAMET
		A12K-SVXCR07			
T7		Vnější závitový nůž	TN16ER150M	T8030	DORMER PRAMET
		SER2525M16			
T8		Vnitřní závitový nůž	TN11NR150M	T8030	DORMER PRAMET
		SIR0013M11-1			
T9		Vrták Ø10 mm		HSSCo8	STIMZET
		DIN 338 RN			
T10		Vrták Ø24 mm		HSSCo5	STIMZET
		DIN 345 RN			
T11		Vrták Ø26 mm		HSSCo5	STIMZET
		DIN 345 RN			
T12		Vrták Ø29 mm		HSSCo5	STIMZET
		DIN 345 RN			
T13		Vrták Ø32 mm		HSSCo5	STIMZET
		DIN 345 RN			
T14		Fréza Ø15 mm		HSSCo8	M&V
		DIN 844			
T15		Výstružník Ø30 mm		HSS	STIMZET
		DIN 208			
T16		Korunkový vrták	R95018.0	HSS	DORMER PRAMET
		H85818.0			
T17		Korunkový vrták	R95025.0	HSS	DORMER PRAMET
		H85825.0			
T18		Středící vrták Ø4 mm		HSS	M&V
		DIN 333A			

Mimo nástrojů potřebných pro samotné obrábění je potřeba také pomůcky pro kontrolu předepsaných prvků. Pro měření průměrů, délek a hloubek je určeno digitální posuvné měřítko v rozsahu 0–150 mm. Funkční rozměry jsou kontrolovány pomocí mikrometru a dutinového mikrometru. Pro měření větších rozměrů je používán svinovací metr. Na dílech jsou odstraňovány ořepy pomocí trojhranného škrabáku. Tyto pomůcky jsou sepsány a očíslovány do tab. 11, jejich číslování je použito v technologických postupech.

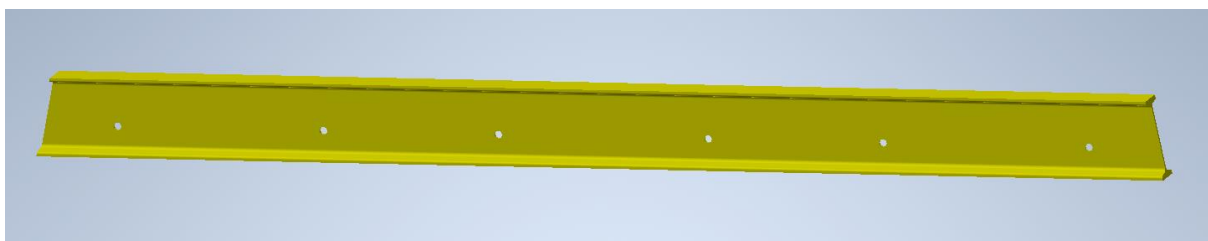
K netolerovaným rozměrům jsou přiřazeny tolerance podle normy ČSN ISO 2768–1. [25, 26, 30]

Tab. 11 Seznam pomůcek. [28, 29]

Číslo	Název pomůcky	Schéma	Výrobce	Rozsah měření [mm]	Dělení stupnice [mm]
M1	Svinovací metr		PROTECO	0-3000	1
M2	Posuvné měřítko digitální		SOMET	0-150	0,01
M3	Mikrometr		KINEX	0-25 25-50	0,01
M4	Dutinový mikrometr		KINEX	18-35	0,01
M5	Trojhranný škrabák		NOGA	-	-

5.1. Příčnick

Zdvihací zařízení má dva příčnick (příloha 5), které jsou součástí nosné konstrukce. Pomocí třmenů jsou ukotveny k dodávkovému automobilu. Příčnick (obr. 36) je vyroben z I-profilu o velikosti 100 mm z materiálu EN S235JR. Příčnick je dán tvarem dodávky, a proto je po stranách zkosen o 80° a je dlouhý 1450 mm. Na obou příčnicích se pohybuje nosný vozík Rotek. V příčnicku jsou vyvrtány díry Ø10 mm, které jsou od sebe vzdáleny 265 mm. Těchto 6 děr umožňuje upevnění nosného vozíku Rotek ve 3 polohách (dvě krajní a uprostřed) pomocí šroubů M10-65 DIN 933 a matic M10 ČSN 3128. Tyto díry jsou vyvrtány na sloupové vrtače TOS VS32A. Příčnick je vyroben podle technologického postupu uvedeného v tab.12.



Obr. 36 Příčnick.

Tab.12 Technologický postup – příčnick.

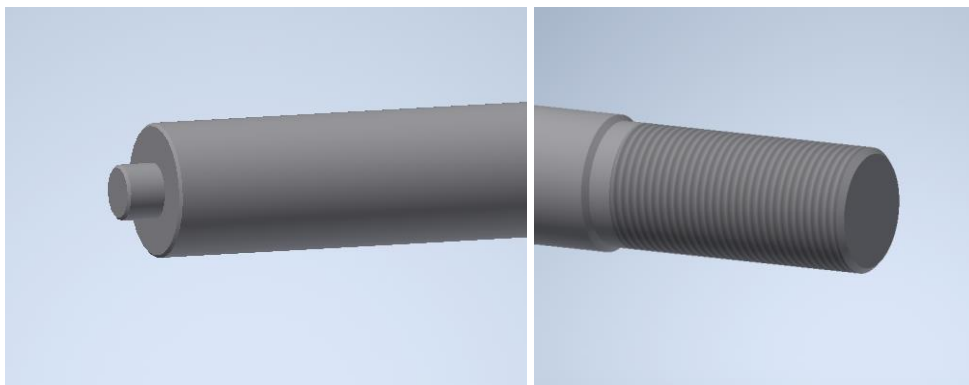
TECHNOLOGICKÝ POSTUP		Materiál:	Název součásti:	Datum:	Výkres:
		EN S235JR	PŘÍČNÍK	24.05.2020	102
Vyhotovila: Eva Matějčková			Polotovary: I100 - 6000 DIN 1025-1		
Číslo op.	Pracoviště	Stroj/třídící č.	Popis práce	Nástroj	
01/06	Obrobná	Pásová pila 05967	Řezat I-profil 100 na délku 1450±2 v úhlu 80°±1° 2. strana řezat v úhlu 80°±1°		
02/06	Ruční pracoviště	09863 09864	Odjehlit otřepy 0,2-0,4x45°	M5	
			Kontrolovat rozměr 1450±2 četnost 100%	M1	
03/06	Obrobná	Sloupová vrtačka TOS VS32A 24627	Upínat do svěráku za rozměr 100		
			Vrtat 6 průchozích děr Ø10+0,4 v rozměrech: 1. strana - 140, 405, 590 (±0,5) 2. strana - 190, 455, 590 (±0,5)	T9	
			Upínat do svěráku za rozměr 50		
			Vrtat 2 díry Ø10+0,4 do hloubky 7+0,4 v rozměrech: 1. strana - 115±0,3, 2. strana - 115±0,3	T9	
04/06	Ruční pracoviště	09863 09864	Odjehlit otřepy 0,2-0,4x45°	M5	
			Kontrolat rozměry: četnost 100% 1. strana - 115±0,3, 140, 405, 590 (±0,5) 2. strana - 115±0,3, 190, 455, 590 (±0,5)	M1	
05/06	Lakovna		odstranit rez		ocelový kartáč
06/06	Lakovna		nabarvit žlutou barvou		sprej

5.2. Podpěrná tyč

Další součástí nosné konstrukce zdvihacího zařízení jsou 4 podpěrné tyče (příloha 6). Podpěrná tyč (obr. 37) je vyrobena z materiálu ČSN 14 220 z kruhové tyče o průměru 24 mm. Podpěrná tyč je dlouhá 1728 mm. Na levé straně obrázku 38 je zobrazen detail jednoho z konců podpěrné tyče, který je zastrčen do vyvrtaných děr ze spodu příčníků (příloha 5). Tento výstupek je vysoustružen na $\text{Ø}10$ mm a délku 5 mm. Na pravé straně obrázku 38 je zobrazen detail druhého konce podpěrné tyče, na kterém je obroben závit $\text{M}22 \times 1,5$ v délce 45 mm. Tento konec podpěrné tyče je zašroubován do patky (příloha 7). Podpěrná tyč je vyrobena podle technologického postupu, který je uveden v tab. 13.



Obr.37 Podpěrná tyč.



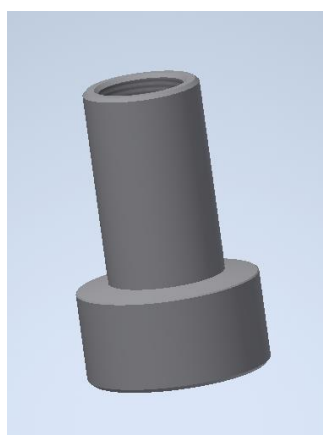
Obr. 38 Detaily konců podpěrné tyče.

Tab. 13 Technologický postup – podpěrná tyč

TECHNOLOGICKÝ POSTUP		Materiál:	Název součásti:	Datum:	Výkres:
		ČSN 14220	PODPĚRNÁ TYČ	24.05.2020	103
Vyhotovala: Eva Matějčíková		Polotovary: $\text{Ø}24 - 3000$ ČSN EN 10060			
Číslo op.	Pracoviště	Stroj/třídící č.	Popis práce	Nástroj	
01/03	Obrobná	Pásová pila 05967	Řezat tyč $\text{Ø}24$ na délku $1731 \pm 2,4$		
02/03	Obrobná	CNC soustruh HAAS ST20 54529	1.strana: Upnout do sklíčidel $\text{Ø}24$ za délku 60		
			Zarovnat čelo		T1
			Soustružit $\text{Ø}22 - 0,2$ v délce $50 \pm 0,3$		T1
			Srazit hrany $1 \pm 0,2 \times 45^\circ \pm 0'30''$ na $\text{Ø}22$ a $\text{Ø}24$		T1
			Kontrolovat rozměry: $\text{Ø}22 - 0,2$; $50 \pm 0,3$ četnost 25%		M1
			Vnější závit $\text{M}22 \times 1,5$ v délce $45 \pm 0,3$		T7
			Kontrolovat délkový rozměr četnost 25%		M2
			2. strana: Upnout do sklíčidel $\text{Ø}24$ za délku 15		
			Zarovnat čelo na délku $1728 \pm 0,5$		T1
Soustružit $\text{Ø}10 + 0,4$ v délce $5 \pm 0,1$		T1			
Srazit hrany $1 \pm 0,2 \times 45^\circ \pm 0'30''$ na $\text{Ø}10 + 0,4$ a $\text{Ø}24$		T1			
03/03	Ruční pracoviště	09863 09864	Kontrolovat rozměry: $\text{Ø}10 + 0,4$; $5 \pm 0,1$; $45 \pm 0,3$; $1728 \pm 0,5$; kontrola závitu $\text{M}22 \times 1,5$ četnost 25%		M1, M2

5.3. Patka

Poslední součást nosné konstrukce zdvihacího zařízení jsou 4 patky (příloha 7). Patka (obr. 39) je vyrobena z materiálu ČSN 14 220 z kruhové tyče o průměru 48 mm. Patka je dlouhá 75 mm. Pro odlehčení je část vysoustružena na $\text{Ø}30$ mm v délce 50 mm. Ze stejné strany je vyvrtána díra a poté vysoustružen závit M22x1,5 v délce 45 mm. Patka je našroubována na podpěrnou tyč (příloha 6) tak, aby byla vymezena vůle mezi příčnickem, podpěrnou tyčí a podlahou dodávkového automobilu. Patka je vyrobena podle technologického postupu uvedeného v tab. 14.



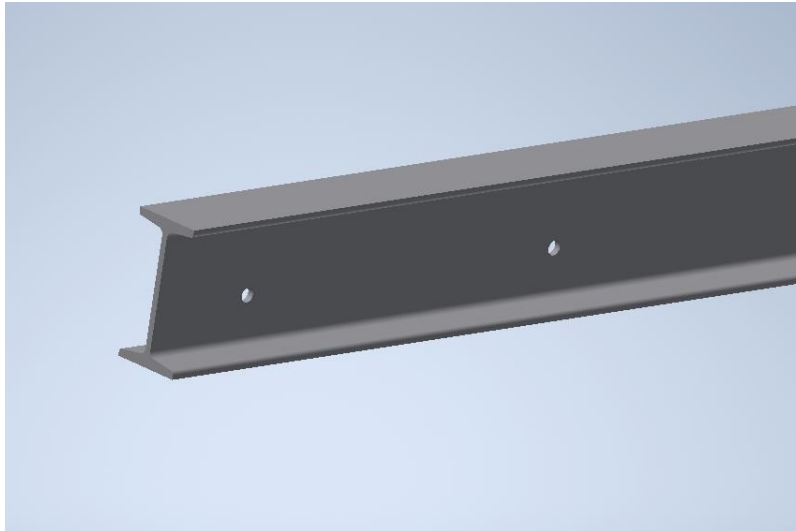
Obr. 39 Patka.

Tab. 14 Technologický postup – patka.

TECHNOLOGICKÝ POSTUP		Materiál:	Název součásti:	Datum:	Výkres:
		ČSN 14220	PATKA	24.05.2020	104
Vyhotovala: Eva Matějčíková		Polotovary: $\text{Ø}48 - 3000$ ČSN EN 10060			
Číslo op.	Pracoviště	Stroj/třídící č.	Popis práce	Nástroj	
01/03	Obrobna	Pásová pila 05967	Řezat tyč $\text{Ø}48$ na délku $78 \pm 0,8$		
02/03	Obrobna	CNC soustruh HAAS ST20 54529	1.strana: Upnout do sklíčidel $\text{Ø}48$ za délku 40		
			Zarovnat čelo		T1
			Soustružit $\text{Ø}47-0,6$ v délce $30 \pm 0,3$		T1
			Srazit hrany $1 \pm 0,2 \times 45^\circ \pm 0^\circ 30'$ na $\text{Ø}47$		T1
			Kontrolovat délkový rozměr četnost 25%		M2
			2. strana: Upnout do sklíčidel $\text{Ø}47$ za délku 55		
			Zarovnat čelo na délku $75 \pm 0,3$		T1
			Soustružit $\text{Ø}30-0,4$ v délce $50 \pm 0,3$		T1
			Srazit hranu $1 \pm 0,2 \times 45^\circ \pm 0^\circ 30'$ na $\text{Ø}30, \text{Ø}47$		T1
			Zkosit čelo $100^\circ \pm 0^\circ 30'$ z $\text{Ø}30$ na $\text{Ø}47$		T1
			Vrtat díru $\text{Ø}18+0,4$ do hloubky $50-0,6$		T16
			Soustružit díru $\text{Ø}20,5+0,3$ do hloubky $50 \pm 0,3$		T5
Srazit hranu $1 \times 45^\circ \pm 0^\circ 30'$ v díře na $\text{Ø}20,5$		T5			
Kontrolovat rozměr: $\text{Ø}20,5+0,3, 50 \pm 0,3$ četnost 25%		M2			
Vnitřní závit M22x1,5 v délce $45 \pm 0,3$		T8			
03/03	Ruční pracoviště	09863 09864	Kontrolovat rozměry: $\text{Ø}47-0,6; 30 \pm 0,3; \text{Ø}30-0,4; 75 \pm 0,3$ kontrola závitu M22x1,5 četnost 25%		M2

5.4. Kolejnice I

Kolejnice I (příloha 8) je součástí zdvihacího zařízení. Na kolejnici I (obr. 40) se pohybuje nosný vozík Rotek směrem ven a dovnitř dodávkového automobilu. Na obou stranách jsou vyvrtány 2 díry Ø10 mm. Slouží k upevnění nosného vozíku Rotek, aby nevyjel z kolejnice I, pomocí šroubů M10-65 DIN 933 a matic M10 DIN 934. Tyto díry jsou vyvrtány na sloupové vrtačce TOS VS32A. Kolejnice I je vyrobena z materiálu EN S235JR a je dlouhá 4000 mm. Tento rozměr je dán velikostí dodávkového automobilu. Kolejnice I je vyrobena podle technologického postupu uvedeného v tab.15.



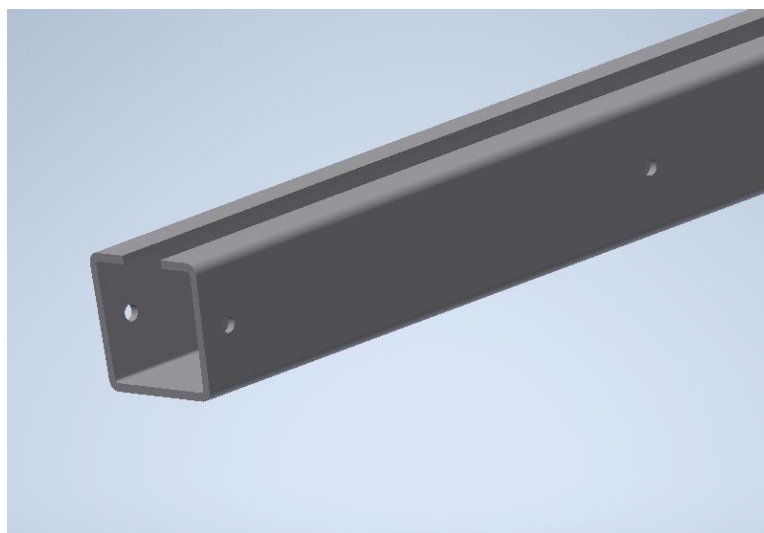
Obr. 40 Kolejnice I.

Tab. 15 Technologický postup – kolejnice I.

TECHNOLOGICKÝ POSTUP		Materiál:	Název součásti:	Datum:	Výkres:
		EN S235JR	KOLEJNICE I	24.05.2020	105
Vyhotovala: Eva Matějčíková		Polotovary: I100 - 6000 DIN 1025-1			
Číslo op.	Pracoviště	Stroj/trídící č.	Popis práce	Nástroj	
01/06	Obrobná	Pásová pila 05967	Řezat I-profil 100 na délku 4000+8		
02/06	Ruční pracoviště	09863 09864	Odjehlit ořepy 0,2-0,4x45°	M5	
			Kontrolovat rozměr 4000+8 četnost 100%	M1	
03/06	Obrobná	Sloupová vrtačka TOS VS32A 24627	1. strana: upnout do svěráku za rozměr 100		
			Vrtat 2 průchozí díry Ø10+0,4 v rozměrech: 80±0,3; 350±0,5	T9	
04/06	Ruční pracoviště	09863 09864	2. strana: upnout do svěráku za rozměr 100		
			Vrtat 2 průchozí díry Ø10+0,4 v rozměrech: 80±0,3; 350±0,5	T9	
04/06	Ruční pracoviště	09863 09864	Odjehlit ořepy 0,2-0,4x45°	M5	
			Kontrolovat rozměry: 1. strana - 80±0,3; 350±0,5 2.strana - 80±0,3; 350±0,5 četnost 100%	M1	
05/06	Lakovna		odstranit rez	ocelový kartáč	
06/06	Lakovna		nabarvit žlutou barvou	sprej	

5.5. Kolejnice C

Kolejnice C (příloha 9) je součástí zdvihacího zařízení. Kolejnice C (obr. 41) se pohybuje na vozíku C (příloha 10) směrem ven a dovnitř dodávkového automobilu. Na každé straně jsou vyvrtány 2 díry Ø10 mm. Slouží k upevnění vozíku C (příloha 10), aby kolejnice C nebylo možné vysunout úplně z vozíku C, pomocí šroubů M10-140 DIN 931 a matic M10 DIN 934. Tyto díry jsou vyvrtány na sloupové vrtače TOS VS32A. Kolejnice C je vyrobena z materiálu EN S235JR a je dlouhá 4000 mm. Tento rozměr je dán velikostí dodávkového automobilu. Kolejnice I je vyrobena podle technologického postupu uvedeného v tab.16.



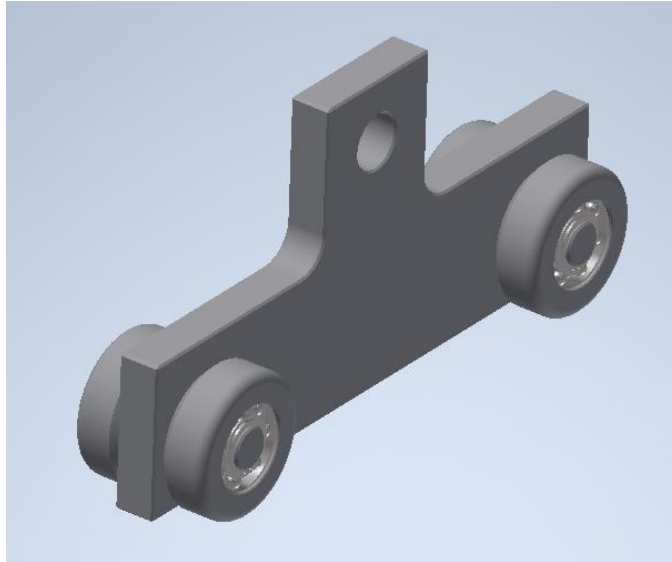
Obr. 41 Kolejnice C.

Tab. 16 Technologický postup – kolejnice C.

TECHNOLOGICKÝ POSTUP		Materiál: EN S235JR	Název součástí: KOLEJNICE C	Datum: 24.05.2020	Výkres: 106
Vyhotovala: Eva Matějčíková		Polotovár: C80x80 - 6000 EN 10162			
Číslo op.	Pracoviště	Stroj/třídící č.	Popis práce	Nástroj	
01/04	Obrobna	Pásová pila 05967	Řezat C-profil 80x80 mm na délku 4000+8		
02/04	Ruční pracoviště	09863 09864	Odjehlit ořepy 0,2-0,4x45°	M5	
			Kontrolovat rozměr 4000+8 četnost 100%	M1	
03/04	Obrobna	Sloupová vrtačka TOS VS32A 24627	1. strana: Upnout do svěráku za rozměr 80		
			Vrtat 2 průchozí díry ve 2 stěnách Ø10+0,4 v rozměrech: 20±0,2, 350±0,5	T9	
			2. strana: Upnout do svěráku za rozměr 80		
			Vrtat 2 průchozí díry ve 2 stěnách Ø10+0,4 v rozměrech: 20±0,2, 350±0,5	T9	
04/04	Ruční pracoviště	09863 09864	Odjehlit ořepy 0,2-0,4x45°	M5	
			Kontrolovat rozměry: 1. strana - 20±0,2; 350±0,5 2.strana -20±0,2; 350±0,5 četnost 100%	M1	

5.6. Vozík C

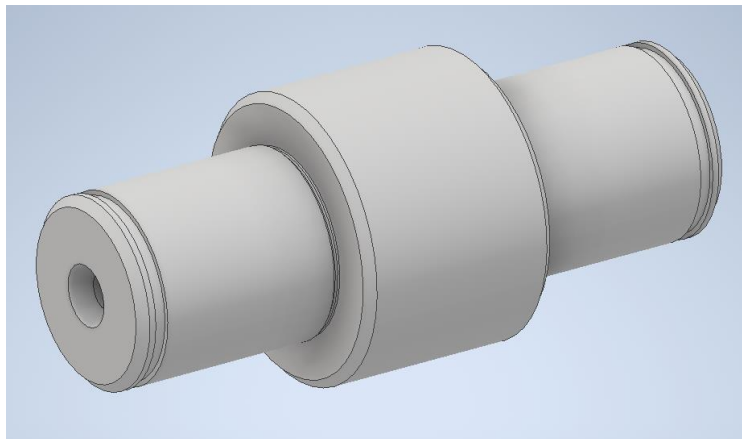
Vozík C (příloha 10) (obr. 42) je sestaven ze středu vozíku, ve kterém jsou zalisovány 2 hřídele. Na hřídelích jsou nalisována 4 ložiska, které jsou upevněna 4 pojistnými kroužky na hřídeli. Na ložiskách jsou nalisována 4 kolečka. V dalších podkapitolách je popsána výroba součástí vozíku C, a to hřídel, střed vozíku a kolečko.



Obr. 42 Vozík C.

5.6.1. Hřídel

Na zdvihacím zařízení jsou 4 hřídele (obr. 43). Hřídel (příloha 11) je vyrobena z materiálu ČSN 14 220. Hřídel je dlouhá 69 mm. Tento rozměr je dán šířkou kolejnice C (příloha 9). Na hřídeli jsou nalisována dvě ložiska na $\text{Ø}20$ mm. Hřídel je nalisována do středu vozíku (příloha 12). Proto je nutné dokončit broušením $\text{Ø}20 \times 6$ mm a $\text{Ø}30$ mm na hrotové brusce BUA 20. Kvůli broušení jsou navrtány středící důlky A4 ČSN 01 4915. Dále pro oddělení broušené plochy od čela $\text{Ø}30$ mm jsou vysoustruženy dva zápichy $\text{G}2,5 \times 0,3$ na $\text{Ø}20$ mm. Na hřídeli jsou dva zápichy na $\text{Ø}20$ mm o šířce 1,4 mm pro pojistné kroužky, aby bylo zabráněno pohybu ložiska na hřídeli. Hřídel je vyrobena podle technologického postupu uvedeného v tab.17.



Obr. 43 Hřídel.

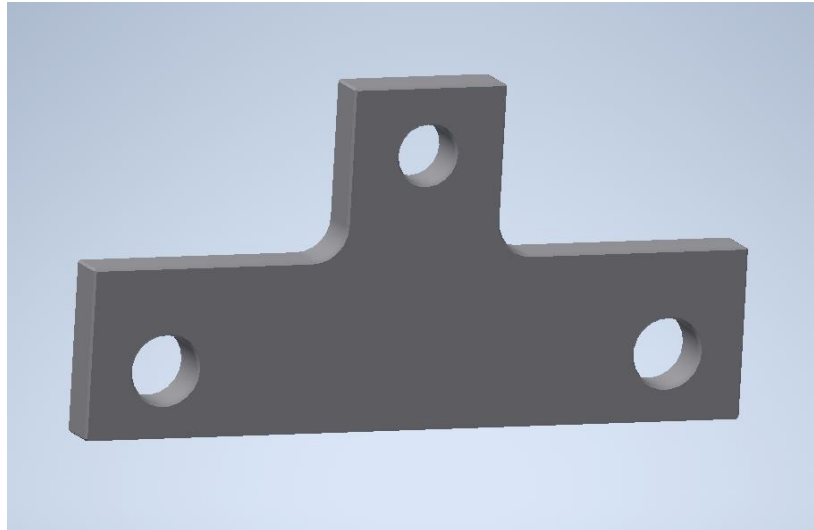
Tab. 17 Technologický postup – hřídel.

TECHNOLOGICKÝ POSTUP		Materiál:	Název součásti:	Datum:	Výkres:
		ČSN 14220	HŘÍDEL	24.05.2020	107-1
Vyhotovala: Eva Matějčíková		Polotovar: Ø32 - 3000 ČSN EN 10060			
Číslo op.	Pracoviště	Stroj/trídící č.	Popis práce	Nástroj	
01/05	Obrobná	Pásová pila 05967	Řezat tyč Ø32 na délku 73±0,3		
02/05	Obrobná	CNC soustruh HAAS ST20 54529	1.strana: Upnout do sklíčidel Ø32 za délku 49		
			Zarovnat čelo	T1	
			Soustružit Ø30,3-0,1 v délce 46+0,6	T1	
			Hrubovat Ø22±0,2 v délce 23,5±0,05	T1	
			Soustružit Ø20,3-0,1 v délce 23,5±0,05	T2	
			Srazit hrany 1±0,2x45°±0°30' na Ø20,3; Ø30,3	T2	
			Zápich G2,5x0,3	T2	
			Zápich 1,4 v délce 4+0,1	T4	
			Vrtat středící důlek Ø4+0,2 do hloubky 3,5+0,2	T18	
			Kontrolovat rozměry: Ø30,3-0,1; Ø20,3-0,1; 23,5±0,05 četnost 100%	M2	
			2. strana: Upnout do sklíčidel Ø20,3 za délku 23,5		
			Zarovnat čelo na délku 69±0,1	T1	
			Hrubovat Ø22±0,2 v délce 23,5±0,05	T1	
			Soustružit Ø20,3-0,1 v délce 23,5±0,05	T2	
			Srazit hrany 1±0,2x45°±0°30' na Ø20,3; Ø30,3	T2	
			Zápich G2,5x0,3	T2	
			Zápich 1,4 v délce 4+0,1	T4	
Vrtat středící důlek Ø4+0,2 do hloubky 3,5+0,2	T18				
Kontrolovat rozměry: Ø30,3-0,1; Ø20,3-0,1; 23,5±0,05 četnost 100%	M2				
03/05	Externí pracoviště		Cementovat, hloubka 0,6-0,8 mm		
			Kalit jádro $\sigma_{pt} = 800-1000$ MPa, povrch 60-64 HRC		
04/05	Obrobná	Hrotová bruska TOS BUA 20 35522	Upnout mezi hroty		
			Brousit Ø20p6 (-0,022; -0,035)		
			Brousit Ø30r6 (-0,028; -0,041)		
			Brousit Ø20p6 (-0,022; -0,035)		
05/05	Ruční pracoviště	09863	Kontrolovat rozměry: Ø30r6 (-0,028; -0,041)	M2, M3	
		09864	Ø20p6 (-0,035;-0,022), 69±0,1 četnost 100%		

Pro zvýšení tvrdosti je na hřídeli cementována vrstva o hloubce 0,6-0,8 mm a jádro je kaleno na mez pevnosti v tahu 800-1000 MPa. Je předepsána tvrdost 60-64 HRC. Po této povrchové úpravě následuje dokončení broušením.

5.6.2. Střed vozíku

Na zdvihacím zařízení jsou 2 středy vozíku (obr. 44). Střed vozíku (příloha 12) je obroben na frézce FGSQ 32 CNC B. Pro odlehčení vozíku C je vyfrézováno vybrání 115x75 mm. Jsou postupně vyvrtány a následně vystruženy dvě díry na Ø30 mm pro nalisování dvou hřídelí (příloha 11). Otvor Ø26 mm slouží k uchycení k nosnému vozíku Rotek pomocí šroubu M24x2-120 DIN 933 a dvou matic M24x2 DIN 439. Střed vozíku je vyroben podle technologického postupu uvedeného v tab.18.



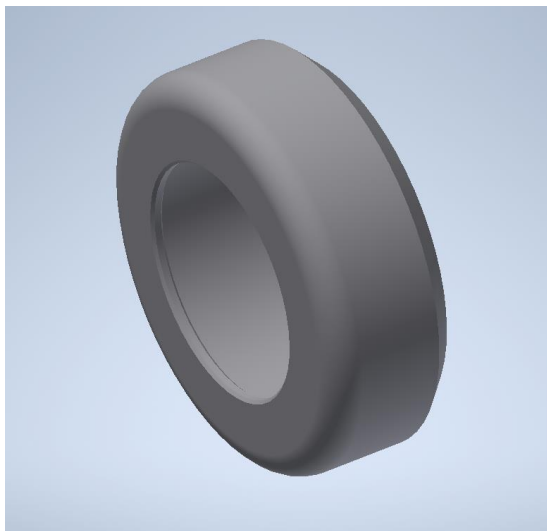
Obr. 44 Střed vozíku.

Tab.18 Technologický postup – střed vozíku.

TECHNOLOGICKÝ POSTUP		Materiál:	Název součásti:	Datum:	Výkres:
		ČSN 14220	STŘED VOZÍKU	24.05.2020	107-2
Vyhotovala: Eva Matějčíková		Polotovary: P20x300x300 EN 10051			
Číslo op.	Pracoviště	Stroj/třídící č.	Popis práce	Nástroj	
01/03	Obrobná	Pásová pila 05967	Uřezat plech délku 150±0,5		
			Kontrolovat rozměr 150±0,5	četnost 100%	M1
02/03	Obrobná	Konzolová frézka FGSQ 32 CNC B 45113	Upnout do svěráku za délku 150		
			Frézovat vybrání 115±0,3x75±0,3		T14
			Frézovat 2x R15±1		T14
			Vrtat 3 průchozí díry Ø10+1		T9
			Kontrolovat rozměry: 30±0,15; 35±0,15	četnost 100%	M2
			Vrtat 3 průchozí díry Ø24+1		T10
			Vrtat 2 krajní průchozí díry Ø29±0,2		T12
			Vrtat 1 prostřední průchozí díru Ø26+0,4		T11
			Srazit hrany u 2 děr Ø29 a Ø26		T13
			Kontrolovat rozměr Ø29±0,2	četnost 50%	M2
Vystružit 2 krajní průchozí díry Ø30H7 (+0,021)		T15			
03/03	Ruční pracoviště	09863 09864	Odjehlit otřepy 0,2-0,4x45°		M5
			Kontrolovat rozměry: 115±0,3, 75±0,3, Ø30H7 (+0,021), Ø26+0,4	četnost 100%	M2, M4

5.6.3. Kolečko

Na zdvihacím zařízení je osm koleček (obr. 45). Kolečka (příloha 13) jsou nalisována na ložiska ZVL 3204. Kolečko je vyrobeno z materiálu ČSN 14 220 a je dlouhé 23,5 mm. Tento rozměr je dán velikostí hřídele (příloha 11). Kolečko je obráběno na CNC soustruhu HAAS ST20. Kolečko je vyrobeno podle technologického postupu uvedeného v tab.19.



Obr. 45 Kolečko.

Tab. 19 Technologický postup – kolečko.

TECHNOLOGICKÝ POSTUP		Materiál:	Název součásti:	Datum:	Výkres:	
		ČSN 14220	KOLEČKO	24.05.2020	107-3	
Vyhotovala: Eva Matějčková		Polotovary: Ø70 - 500 ČSN EN 10060				
Číslo op.	Pracoviště	Stroj/třídící č.	Popis práce	Nástroj		
01/02	Obrobná	CNC soustruh HAAS ST20 54529	1.strana: Upnout do sklíčidel Ø32 za délku 30			
			Zarovnat čelo		T1	
			Soustružit na Ø68-0,6 v délce 27+0,4		T1	
			Srazit hranu 4±0,5x45°±0°30' na Ø68		T1	
			Vrtat díru Ø25+0,4 do hloubky 27+0,4		T17	
			Vrtat díru Ø32+0,4 do hloubky 27+0,4		T13	
			Vyhrubovat díru Ø40+0,6 do hloubky 24+0,4		T5	
			Soustružit díru Ø47 (+0,05; +0,01) do hl. 21,3±0,05		T6	
			Srazit hrany 1±0,2x45°±0°30' na Ø47		T6	
			Srazit hrany 0,5±0,2x45°±0°30' na Ø40		T6	
			Kontrolovat rozměry: Ø47 (+0,05; +0,01); 21,3±0,05		četnost 100%	M2, M4
			Zaoblit hranu R5±0,5 na Ø68			T3
Upíchnout na rozměr 23,5±0,05			T3			
02/02	Ruční pracoviště	09863 09864	Kontrolovat rozměry: 23,5±0,05; Ø40+0,6; 24+0,4; Ø68-0,6	četnost 50%	M2	

6 INSTALACE A ZKOUŠKA ZDVIHACÍHO ZAŘÍZENÍ

V kapitole je popsán montážní postup vozíku C (příloha 10) a montážní postup zdvihacího zařízení (příloha 3) v dodávkovém automobilu.

Lisování jednotlivých dílů je uskutečněno pomocí hydraulického montážního lisu Sklostroj Turnov CDC 2-7. Sváření je provedeno pomocí svářecího zařízení Triodyn Brumov smm 250-1. Pro montáž zdvihacího zařízení je použito náradí: kleště pro vnější pojistné kroužky, aku vrtačka Makita, sada očkoplochých klíčů.

Montážní postup vozíku C (příloha 10):

- na 1. hřídeli (příloha 11) na $\text{Ø}20\text{k}6$ mm je nalisováno ložisko ZVL 3204,
- ložisko ZVL 3204 je upevněno pomocí pojistného kroužku ČSN 02 2930 - 20x1,2 na 1. hřídeli pomocí kleští na vnější pojistné kroužky,
- 1. hřídel (příloha 11) za $\text{Ø}30$ mm je nalisována do středu vozíku (příloha 12) do díry o $\text{Ø}30$ mm,
- na 2. straně 1. hřídele (příloha 11) na $\text{Ø}20\text{k}6$ mm je nalisováno ložisko ZVL 3204,
- ložisko ZVL 3204 je upevněno pomocí pojistného kroužku ČSN 02 2930 - 20x1,2 na 1. hřídeli pomocí kleští na vnější pojistné kroužky,
- u 2. hřídele opakovat postup jako u 1. hřídele,
- 4 kolečka (příloha 13) jsou nalisována na 4 ložiska ZVL 3204.

Montážní postup zdvihacího zařízení (příloha 3):

- 2 příčníky (příloha 5) jsou ukotveny do 8 třmenů, které jsou pomocí 24 vrtů upevněny do dřevěných desek zasazených do stěn dodávkového automobilu,
- 4 podpěrné tyče (příloha 6) jsou zasunuty zespodu 2 příčníků (příloha 5) do díry $\text{Ø}10$ mm,
- na 4 podpěrné tyče (příloha 6) jsou našroubovány 4 patky (příloha 7), aby nevznikla vůle mezi příčníkem, podpěrnou tyčí a podlahou dodávkového automobilu,
- 2 nosné vozíky Rotek jsou nasazeny po jednom na 2 příčníky (příloha 5),
- 2 nosné vozíky Rotek jsou upevněny pomocí 4 šroubů M10-65 DIN 933 a 12-ti matic M10 DIN 934 do 2 vyvrtaných děr $\text{Ø}10$ mm na levé straně příčníků (příloha 5),
- montáž 2 vozíků C (příloha 10),
- 2 vozíky C (příloha 10) jsou uchyceny pomocí 2 šroubů M24x2-120 DIN 933 a 4 matic M24x2 DIN 439 k oku hřídele 2 nosných vozíků Rotek,
- kolejnice C (příloha 9) a kolejnice I (příloha 8) jsou svářeny k sobě pomocí 11-ti koutových svarů, které mají délku 90 mm. Jsou vzdáleny od sebe 300 mm. Svařování bylo provedeno pomocí metody MAG svářecím zařízením Triodyn Brumov smm 250-1 v poloze PB,
- kolejnice C (příloha 9), se svařenou kolejnicí I (příloha 8), je nasazena na 2 vozíky C (příloha 10),

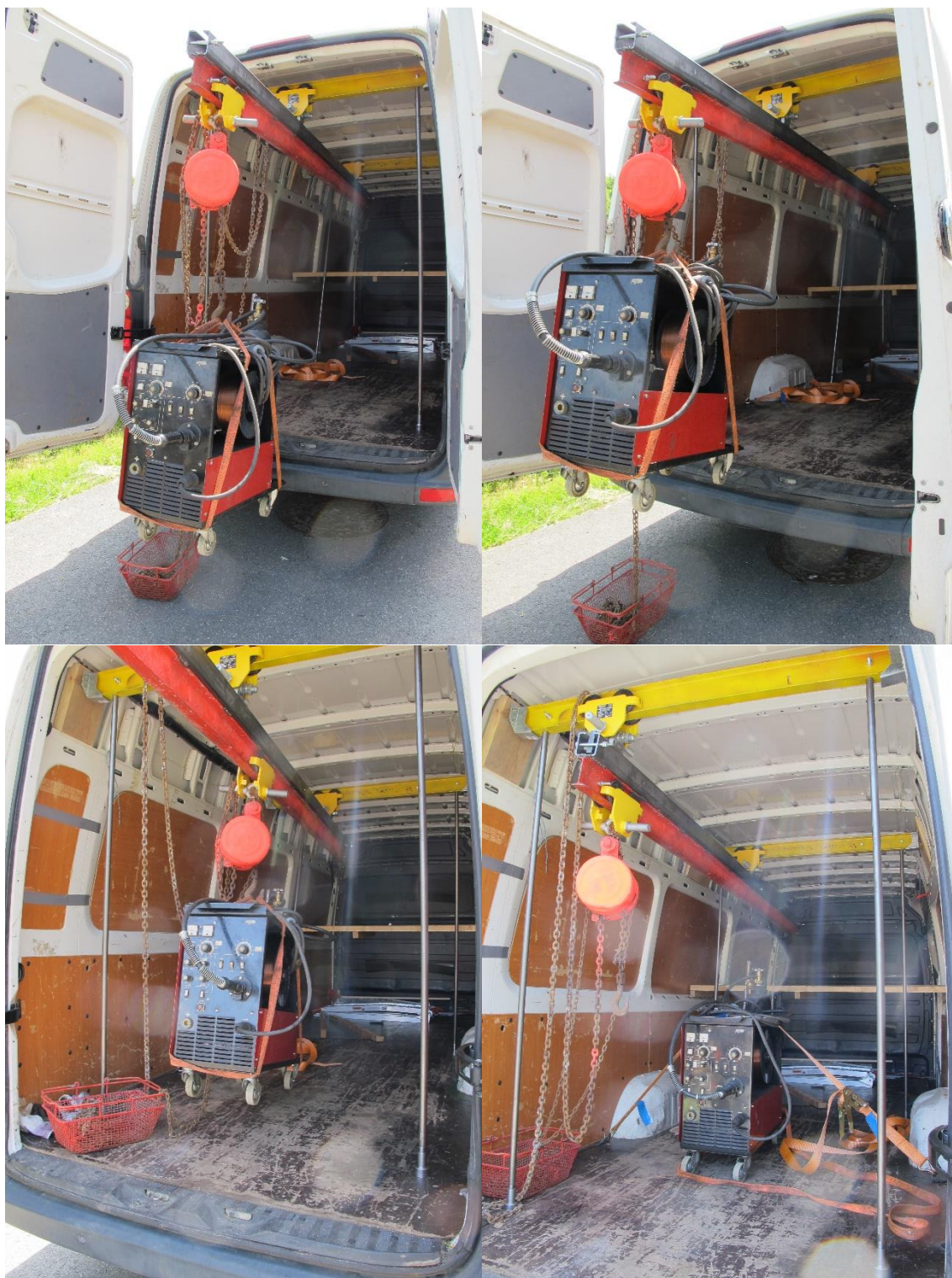
- v zadní části na kolejnici C (příloha 9) je zašroubován do díry o $\text{Ø}10$ mm šroub M10-140 DIN 931 upevněný 2 maticemi M10 DIN 934 (zamezení vyjetí kolejnice C z vozíků C),
- pro upevnění vozíku C (příloha 10) v přední části na kolejnici C (příloha 9) jsou zašroubovány do 2 děr o $\text{Ø}10$ mm 2 šrouby M10-140 DIN 931, které jsou upevněny 4-mi maticemi M10 DIN 934,
- na kolejnici I (příloha 8) je nasazen nosný vozík Rotek,
- pro upevnění nosného vozíku Rotek v přední části na kolejnici I (příloha 8) jsou zašroubovány do 2 děr o $\text{Ø}10$ mm pomocí 2 šroubů M10-65 DIN 933, které jsou upevněny 6-ti maticemi M10 DIN 934,
- v zadní části na kolejnici I (příloha 8) je zašroubován do díry o $\text{Ø}10$ mm šroub M10-65 DIN 933 upevněný 3-mi maticemi M10 DIN 934 (zamezení vyjetí nosného vozíku Rotek z kolejnice I),
- na nosný vozík Rotek je zavěšen kladkostroj Brano provizorně pomocí řetězu (později se musí svářená hřídel ke kladkostroji odřezat a místo ní vložit hřídel o průměru 29 mm, tak aby se ukotvila do oka hřídele nosného vozíku Rotek).

Na obrázku 46 je hotové zdvihací zařízení instalované pomocí montážních postupů a výkresů sestavy (příloha 3, 10) v dodávkovém automobilu Volkswagen Crafter long.



Obr. 46 Zdvihací zařízení v dodávkovém automobilu.

Na zkušební zvedání bylo vybráno svářecí zařízení Triodyn Brumov a.s., které má váhu 106 kg. Svářecí zařízení bylo zvednuto pomocí upínacího pásu, který byl zachycen za hák kladkostroje Brano. Na obr. 47 je zobrazeno vyzdvžení svářecího zařízení Triodyn Brumov a.s. a následně zasunutí pomocí nosného vozíku Rotek s kladkostrojem Brano do dodávkového automobilu. Dále spuštění svářecího zařízení Triodyn Brumov a.s. na podlahu dodávkového automobilu. Poté je svářecí zařízení Triodyn Brumov a.s. uchyceno pomocí upínacího pásu k dodávkovému automobilu tak, aby se nepohybovalo při jízdě dodávkového automobilu.



Obr. 47 Zkušební zvedání svářecího zařízení do dodávkového automobilu.

7 DISKUZE

Zdvihací zařízení bylo nainstalováno 1.6.2020 do dodávkovém automobilu Volkswagen Crafter long. Od této doby je pravidelně používáno, níže je provedeno zhodnocení tohoto zdvihacího zařízení.

7.1 Posouzení úspěšnosti akce

Budova, kde se nachází provozovna společnosti ANI PRODUCTION s.r.o., je postavena ve svahu. Vchod se nachází 1,3 m pod úrovní cesty, na které parkuje dodávkový automobil. Nakládání ohradové palety s kovovými třískami do dodávkového automobilu proto bylo fyzicky velmi náročné. Instalace výše popsaného zdvihového zařízení tento proces značně usnadnilo.

První použití bylo velmi úspěšné. Díky zařízení si obsluha dodávkového automobilu Volkswagen Crafter long mohla naložit a vyložit těžký náklad sama, bez pomoci dalších pracovníků. Instalované zařízení tak slouží nejen k usnadnění fyzické práce, ale zároveň představuje snížení ekonomických nákladů firmy zvýšením efektivity procesu.

Dodávkový automobil Volkswagen Crafter long se kromě převozu materiálu, výrobků a kovového odpadu používá i na jiné účely, při kterých je potřeba mít celý nákladový prostor prázdný. Rychlá a snadná demontáž instalovaného zařízení umožňuje zachování multifunkčnosti automobilu, což představuje nesmírnou výhodu z hlediska zákaznických požadavků.

7.2 Zkušební podmínky

Zařízení bylo instalováno 1.6.2020 a testováno v období od června do srpna. Obsluhování probíhalo jak při nižších ranních teplotách (cca 10 °C), tak při vysokých během dne (30 °C). Při obsluze za deštivých podmínek bylo kontaktu zařízení s vodou zabráněno pomocí plachty, přetažené přes otevřené zadní dveře dodávky. V budoucnu se doporučuje provést nátěr antikorozi barvou. Testování při teplotách blízko bodu mrazu proběhne v zimních měsících.

7.3 Srovnání s komerčně dostupnými alternativami

Oproti komerčně dostupným alternativám je největší výhodou výše popsaného řešení nízká pořizovací cena. Díky částečnému využití materiálu, původně určenému k jiným účelům, došlo nejen k úspoře finančních prostředků za nákup, ale také k uvolnění skladovacích prostor. Celkové náklady na zdvihací zařízení se skládají z použití strojů a nástrojů, cenu materiálů a komponentů na skladě, které se jinak využívají na výrobu hydraulických čerpadel a za kupované komponenty jako 6 m dlouhý ocelový profil C80x80 ČSN EN10162 a 3x nosný vozík Rotek LK 01000 050 220 a 4x třmen.

Další výhodou oproti komerčně dostupným alternativám je rychlé a jednoduché rozložení zdvihacího zařízení pro případ jiného využití dodávkového automobilu. Zařízení narozdíl od alternativ umožňuje manipulaci v celém prostoru dodávkového automobilu, díky jeho velkému manipulačnímu rozsahu. Zdvihací zařízení lze také dále vylepšovat, modifikovat bez nutnosti obav o ztrátu záruky, které by byly na místě v případě zakoupení alternativních řešení. Vypracovaný postup a technologie by také mohli být relativně snadno a flexibilně využity při konstrukci podobného zařízení v jiném typu automobilu.

Mezi nevýhody lze zařadit vyšší hmotnost zdvihacího zařízení v porovnání s komerčně dostupnými alternativami a manuální provoz, jenž je u konkurenčních řešeních nahrazen elektrickým pohonem. Další nevýhodou je, že zdvihací zařízení není v současnosti možné uvést na trh, protože nemá vyřízené bezpečnostní certifikáty.

7.4 Návrhy na vylepšení

Po několika použití zdvihacího zařízení byly nalezeny nedostatky, přičemž jejich odstranění usnadní jeho manipulaci.

Jedním z nedostatků byl odhalen v případě, kdy dodávkový automobil stál na nakloněné rovině. Při spouštění nákladu v prostřední části vozu docházelo k samovolnému rozpořbování nosného vozíku Rotek po kolejnici I (příloha 8) směrem k zadním dveřím. Tento problém lze snadno vyřešit použitím závěsů na nosník I (obr. 48). [39]



Obr. 48 Závěs na nosník. [39]

Pro zvýšení stability opěrných tyčí (příloha 6) je nutné zvětšit opěrnou plochu patek (příloha 7), což lze provést například svařením patky (příloha 7) ke čtvercovému plechu o velikosti strany 100-150 mm a tloušťce 5 mm.

V současném řešení je kladkostroj Brano upevněn pomocí řetězu k nosnému vozíku Rotek. Do budoucna by bylo vhodnější, kdyby se hřídel svařená ke kladkostroji odřezala a místo ní se vložila nová hřídel o průměru 29 mm, ukotvená do oka hřídele nosného vozíku Rotek.

ZÁVĚR

V diplomové práci je navrženo a vyrobeno zdvihací zařízení do dodávkového automobilu v rámci společnosti ANI PRODUCTION s.r.o. se sídlem ve Vizovicích. Design a konstrukce zařízení je provedena podle požadavků společnosti ANI PRODUCTION s.r.o., blíže specifikovaných vstupními parametry dodávkového automobilu Volkswagen Crafter, do kterého je instalováno. Kvůli nároku na nízkou cenu je návrh připravován s ohledem na dostupné materiály a komponenty. Návrh zahrnuje výkresovou dokumentaci, technologické postupy pro výrobu zdvihacího zařízení, volbu vhodných obráběcích strojů a nástrojů i kontrolních pomůcek z různorodého vybavení společnosti.

Podle montážních postupů a výkresů sestavy je zařízení instalováno do cílového automobilu. Na zdvihacím zařízení je provedena zkouška únosnosti přístroje na svařování Triodyn Brumov a.s., které má váhu 106 kg. Tato zkouška byla úspěšná.

Zdvihací zařízení je využíváno od data své instalace, tzn. 1.6.2020, pro odvoz kovových třísek v ohradové paletě. Obsluhování probíhalo jak při nižších ranních (cca 10 °C), tak při vysokých denních teplotách (30 °C). Při obsluze za deštivých podmínek bylo kontaktu zařízení s vodou zabráněno pomocí plachty. V budoucnu se doporučuje provést nátěr zařízení antikorozi barvou.

Další doporučení pro vylepšení zdvihacího zařízení jsou stabilizace opěrných tyčí navařením čtvercového plechu na patky, upevnění kladkostroje Brano k nosnému vozíku Rotek pomocí hřídele a umístění mobilních zarážek pro upevnění nosného vozíku Rotek na kolejnici I.

Navzdory několika nevýhodám oproti komerčně dostupným řešením, jako např. absence bezpečnostních certifikátů nebo elektrický pohon, poskytuje navržené řešení řadu výhod, jako je nízká pořizovací cena, rychlé a snadné rozložení a manipulace v celém nákladním prostoru. Tyto výhody dělají z navrhovaného zařízení důležitý prvek pro usnadnění práce obsluhy dodávkového automobilu, který výrazně zefektivňuje procesy zadávající firmy spojené s transportem výrobků a kovového odpadu v ohradových paletách.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. BIGOŠ, Peter. *Teória a stavba zdvíhacích a dopravných zariadení*. Košice: TU v Košiciach, Strojnícka fakulta, 2012, 356 s. ISBN 978-80-553-1187-6.
2. DRAŽAN, František a Ladislav KUPKA a kolektiv. *Transportní zařízení: vysokoškolská učebnice pro fakulty strojního inženýrství*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1966, 454 s. Řada strojírenské literatury.
3. DRAŽAN, František a Ladislav KUPKA a kolektiv. *Jeřáby: technický průvodce 13*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1968, 664 s.
4. JÍLEK, Vladimír, Vladimír LÍBAL a František REMTA. *Manipulace s materiálem*. 3. vyd. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1980, 232 s.
5. MYNÁŘ, Břetislav. *Dopravní a manipulační zařízení: pro posluchače bakalářského studia FSI VUT v Brně* [online]. Zpracování skript: Jaroslav Kašpárek. 126 s.
6. *Zdviháky* [online]. [cit. 2019-11-28]. Dostupné z: <http://strojirenstvi.studentske.cz/2010/11/17-zdvihadla-jeřaby.html>
7. *Jeřáby* [online]. [cit. 2020-02-20]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1921>
8. *Výtahy* [online]. [cit. 2020-02-20]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1922>
9. *Ohradová paleta* [online]. [cit. 2020-03-28]. Dostupné z: <https://www.manutan.cz/cs/mcz/ohradove-palety-plne>
10. *Volkswagen crafter* [online]. [cit. 2020-03-28]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/16526274-Technicka-data-platna-pro-modelovy-rok-2013-uzitkove-vozy-crafter.html>
11. *Mad easyload* [online]. [cit. 2020-04-01]. Dostupné z: <https://www.liftingequipmentstore.com/product/mad-easyload-van-and-lorry-crane-500kg>
12. *Bär Vanlift* [online]. [cit. 2020-04-01]. Dostupné z: <https://www.baer-cargolift.com/cs/produkty/vanlift-buslift>
13. *Swing Lift ML500* [online]. [cit. 2020-04-01]. Dostupné z: <https://www.pennyhydraulics.com/products/vehicle-mounted-lifting-equipment/cranes/swinglift-cranes/swinglift-ML500-SB-van/>
14. *Swing Lift ML500* [online]. [cit. 2020-04-01]. Dostupné z: <https://www.taillifts.cz/ml-500/>
15. *Nosný vozík Rotek LK 0100 050* [online]. [cit. 2020-04-15]. Dostupné z: https://www.rotek.at/a000/002/000002322_00_RT_A_de.html
16. *Nosný vozík Rotek LK 0100 050* [online]. [cit. 2020-04-15]. Dostupné z: https://media.rotek.at/a000/002/322/000002322_V000000_HAB_HIG_00_RT_A_de.pdf
17. *Ložisko ZVL 3204* [online]. [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: https://www.zvlbearing-catalog.sk/createpdf/pdf_sk_04.php?IDcis=70
18. *Ložisko ZVL 3204* [online]. [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.agrond.cz/3204-ZVL-d254.htm>

-
19. *Třmen* [online]. [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.artisan.cz/trmen-typ1-tramova-botka-100x120x2-0mm>
 20. *Pojistný kroužek ČSN 02 2930* [online]. [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://1url.cz/Wz4Qe>
 21. *Šroub DIN 933* [online]. [cit. 2020-07-20]. Dostupné z: <https://www.sroubyonline.cz/spojovaci-material/srouby/srouby-se-sestihrannou-hlavou/din-933-ocel-8-8-zinek-bily>
 22. *Šroub DIN 931* [online]. [cit. 2020-07-20]. Dostupné z: <https://www.sroubyonline.cz/spojovaci-material/srouby/srouby-se-sestihrannou-hlavou/din-931-ocel-8-8-zinek-bily>
 23. *Matice DIN 934* [online]. [cit. 2020-07-20]. Dostupné z: <https://www.sroubyonline.cz/standardni-matice-ocel-bily-zinek-6-din-934>
 24. *Šroub DIN 439* [online]. [cit. 2020-07-20]. Dostupné z: <https://www.sroubyonline.cz/spojovaci-material/matice/nizke-matice/din-439-ocel-5-zinek-bily-jemny-zavit>
 25. *M&V* [online]. [cit. 2020-06-21]. Dostupné z: <https://www.mav.cz/>
 26. *Domer Pramet katalog* [online]. [cit. 2020-06-21]. Dostupné z: https://www.mav.cz/data/katalog/ostatni/PRAMET_2019.pdf
 27. *M&V katalog* [online]. [cit. 2020-06-21]. Dostupné z: https://www.mav.cz/data/katalog/k_obrabeni_otvoru.pdf
 28. *Měřidla* [online]. [cit. 2020-06-21]. Dostupné z: https://www.mav.cz/data/katalog/k_meridla.pdf
 29. *Škrabák trojhranný* [online]. [cit. 2020-07-19]. Dostupné z: https://www.mav.cz/data/katalog/ostatni/NOGA_2015.pdf
 30. LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 3., dopl. vyd. Úvaly: Albra, 2006. ISBN 80-7361-033-7.
 31. *CNC soustruh HAAS ST20* [online]. [cit. 2020-08-15]. Dostupné z: <https://www.haascnc.com/cs/machines/lathes/st/models/standard/st-20.html>
 32. *Sloupová vrtačka VS 32A* [online]. [cit. 2020-08-15]. Dostupné z: <https://1url.cz/jz4QQ>
 33. *Sloupová vrtačka VS 32A* [online]. [cit. 2020-08-15]. Dostupné z: https://kks.zcu.cz/export/sites/kks/dokumenty_ISO/KKS_manualy/Manual_vrtacky_V20_VS20_VS32.pdf
 34. FOREJT, Milan a Miroslav PÍŠKA. *Teorie obrábění, tváření a nástroje*. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9.
 35. PÍŠKA, Miroslav et al. *Speciální technologie obrábění*. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2009. 252 s. ISBN 978-80-214-4025-8.
 36. SHAW, Milton Clayton. *Metal Cutting Principles*. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press, 2005. P. 651. ISBN 0-19-514206-3.
 37. *Konzolová frézka FGSQ 32 CNC B* [online]. [cit. 2020-08-15]. Dostupné z: <https://stroje.bazos.cz/inzerat/124699748/konzolova-frezka-se-souvislym-rizenim-fgsq-32-cnc-b.php>
 38. *Hrotová bruska TOS Hostivař BUA 20* [online]. [cit. 2020-08-15]. Dostupné z: <https://stroje.bazos.cz/inzerat/124964990/hrotova-bruska-tos-hostivar-bua-20.php>
-

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratka/Symbol	Jednotka	Popis
CNC	[-]	Computer numerical control – počítačem řízený obráběcí stroj
ČSN	[-]	Česká technická norma
DIN	[-]	Deutsche Industrie Norm – německá průmyslová norma
EN	[-]	Evropská norma
HSS	[-]	High speed steel - rychlořezná ocel
ISO	[-]	International Organization for Standardization – mezinárodní organizace pro normalizaci
s.r.o.	[-]	Společnost s ručením omezeným
VBD	[-]	Vyměnitelná břitová destička
σ_{pt}	[MPa]	Mez pevnosti v tahu

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	Technické parametry vozu Volkswagen Crafter
Příloha 2	Technické parametry ohradové palety
Příloha 3	Výkres 100 – zdvihací zařízení
Příloha 4	Seznam položek 101 zdvihacího zařízení
Příloha 5	Výkres 102 – příčník
Příloha 6	Výkres 103 – podpěrná tyč
Příloha 7	Výkres 104 – patka
Příloha 8	Výkres 105 – kolejnice I
Příloha 9	Výkres 106 – kolejnice C
Příloha 10	Výkres 107 – vozík C
Příloha 11	Výkres 1071 – hřídel
Příloha 12	Výkres 1072 – střed vozíku
Příloha 13	Výkres 1073 – kolečko

PŘÍLOHA 1

Technické parametry vozu Volkswagen Crafter [10]

TECHNICKÉ PARAMETRY	
Motor	2.0 TDI CR
Typ	přepínaný vznětový čtyřválec
Počet válců/ventilů	4/16
Objem válců (cm ³)	1968
Chlazení	kapalinou
Největší výkon (kW . min ⁻¹)	100/3500
Točivý moment (N . m . min ⁻¹)	340/1575
Převodovka	šestistupňová manuální
Spotřeba paliva (l/100 km)	10,1/7,8/8,6
Pohon	zadních kol
Emisní norma	Euro 5
D/š/v (mm)	5905/1993/2705
Rozvor (mm)	3665
Objem nákladového prostoru (m ³)	10,5
D/š/v náklad. prostoru (mm)	3265/1780/1940
Šířka mezi podběhy (mm)	1350
Výška nakládací hrany (mm)	670
Přední/zadní převis (mm)	1000/1469
Rozchod P/Z kol (mm)	1710/1716
Provozní hmotnost (kg)	1985
Celková hmotnost (kg)	3500
Hmotnost soupravy (kg)	7000
Světlná výška (mm)	176
Nejvyšší rychlost (km/h)	154
Objem nádrže paliva(l)	75



PŘÍLOHA 2

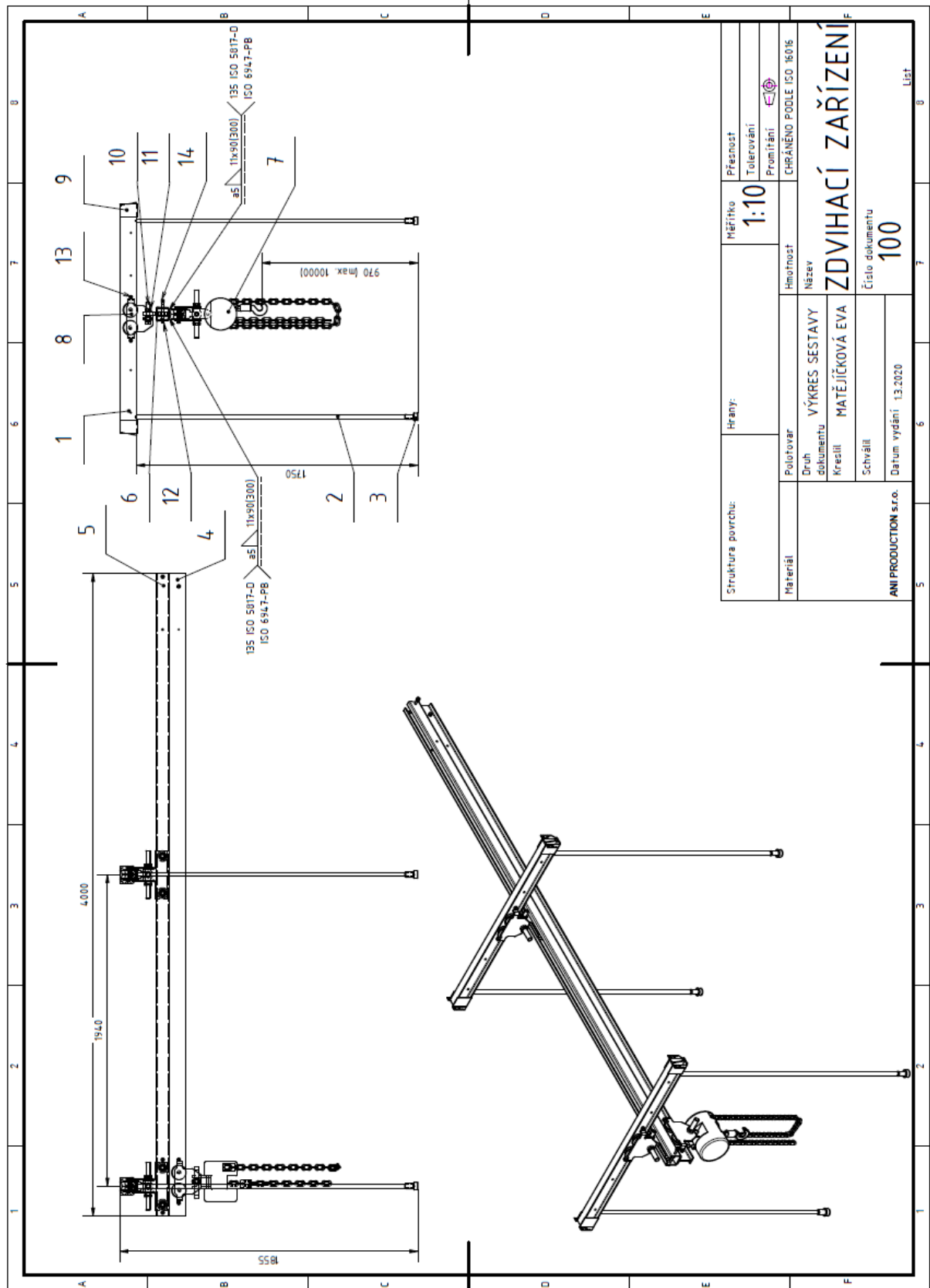
Technické parametry ohradové palety [9]

Technické parametry	Popis
Název produktu	Ohradová paleta, plná, 60 x 80 x 60 cm
Materiál	kov
Celková délka (mm)	600 mm
Celková šířka (mm)	800 mm
Celková výška (mm)	600 mm
Barva	MODRÁ
Hmotnost (kg)	37 kg
Max. dynamické zatížení (kg)	500 kg
Kapacita (L)	180 L
Max. statické zatížení	3000 kg



PŘÍLOHA 3

Výkres 100 – zdvihací zařízení



PŘÍLOHA 4

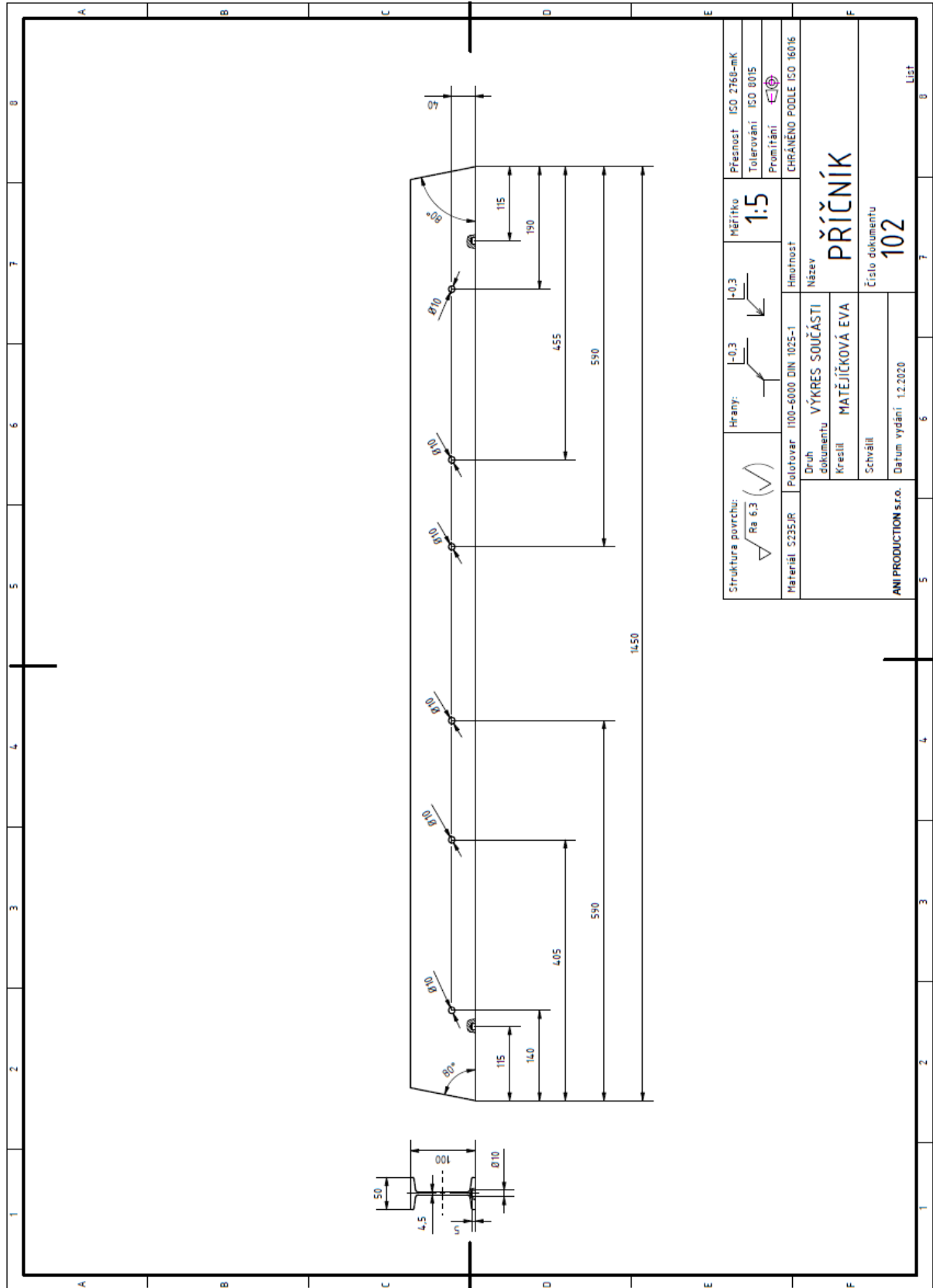
Seznam položek 101 zdvihacího zařízení

Číslo polož.	Název - označení	Polotovar	Hmot.	J	Množ.
	Výkres - norma	Materiál			
1	PŘÍČNÍK	I100-6000 DIN 1025-1	xx	kg	2
	102	S235JR			
2	PODPĚRNÁ TYČ	Ø24-3000 ČSN EN 10060	xx	kg	4
	103	ČSN 14220			
3	PATKA	Ø48-3000 ČSN EN 10060	xx	kg	4
	104	ČSN 14220			
4	KOLEJNICE I	I100-6000 DIN 1025-1	xx	kg	1
	105	S235JR			
5	KOLEJNICE C	C80x80-6000 ČSN EN 10162	xx	kg	1
	106	S235JR			
6	VOZÍK C		xx	kg	2
	107				
7	KLADKOSTROJ		xx	kg	1
	BRANO				
8	VOZÍK I		xx	kg	3
	Unterflansch Laufkatze				
9	TŘMEN		xx	kg	8
	100x120x80				
10	ŠROUB M24x2-120		xx	kg	2
	DIN 933				
11	MATICE M24x2		xx	kg	4
	DIN 439				
12	ŠROUB M10-140		xx	kg	3
	DIN 931				
13	ŠROUB M10-65		xx	kg	7
	DIN 933				
14	MATICE M10		xx	kg	21
	DIN 934				
15					
16					

ANI PRODUCTION s.r.o.	Druh dokumentu	SEZNAM POLOŽEK	Název	ZDVIHACÍ ZAŘÍZENÍ
	Kreslil	EVA MATĚJČKOVÁ	Číslo dokumentu	
	Schválil			List /
	Datum vydání	1.4.2020		

PŘÍLOHA 5

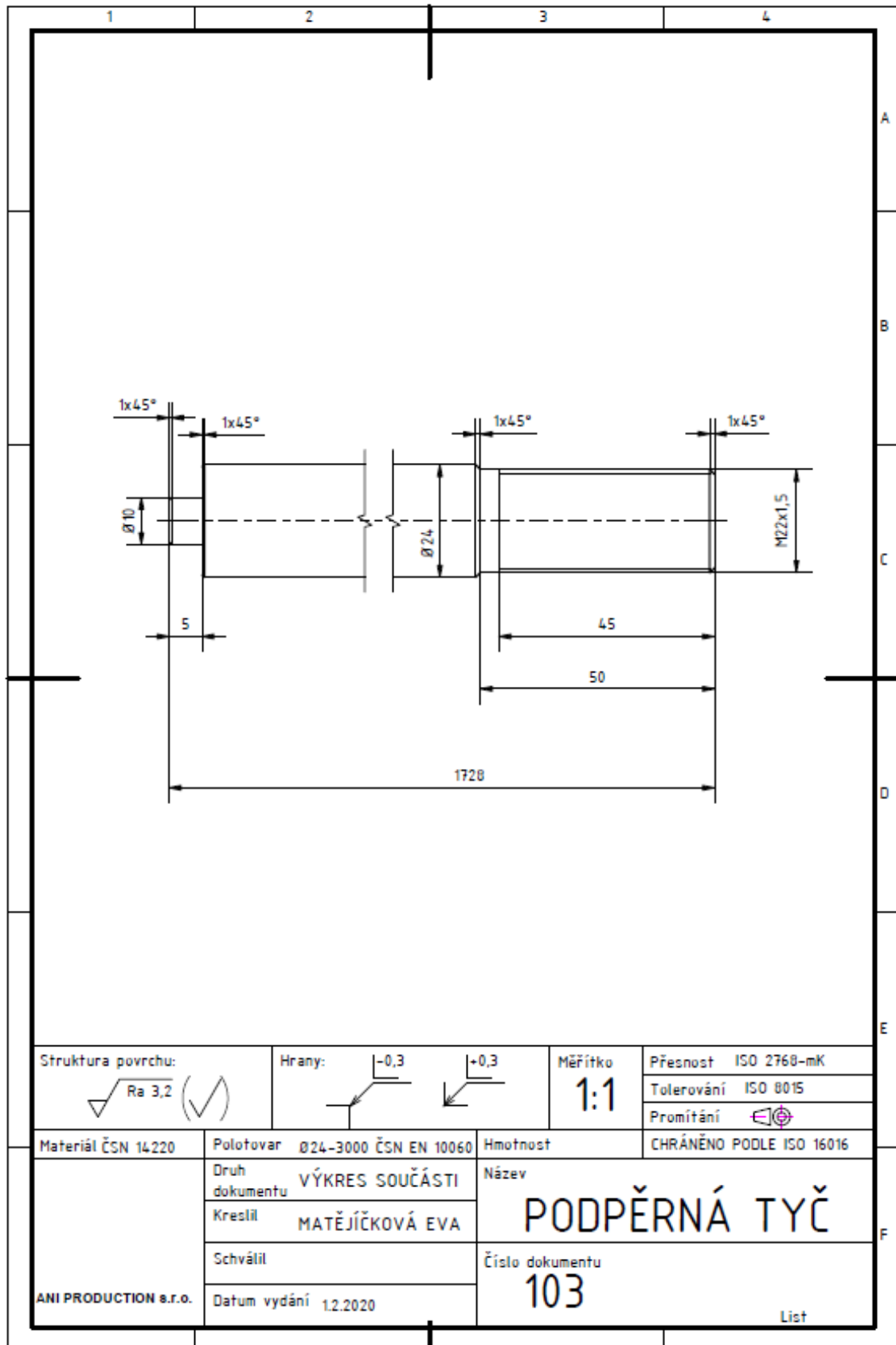
Výkres 102 – příčnick



Struktura povrchu: Ra 6.3 (✓)	Hrany: ±0.3	±0.3	Měřítko 1:5	Přesnost ISO 2768-mK Tolerovani ISO 0015 Promítání
Materiál: 5235JR	Pulstovar: 1100-6000 DIN 1025-1	Hmotnost	Název	CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016
Druh dokumentu Kreslil	VÝKRES SOUČÁSTI MATĚJČKOVÁ EVA	PŘÍČNÍK		
Schwäbll	Datum vydání: 1.2.2020	Číslo dokumentu	102	
ANI PRODUCTION s.r.o.				

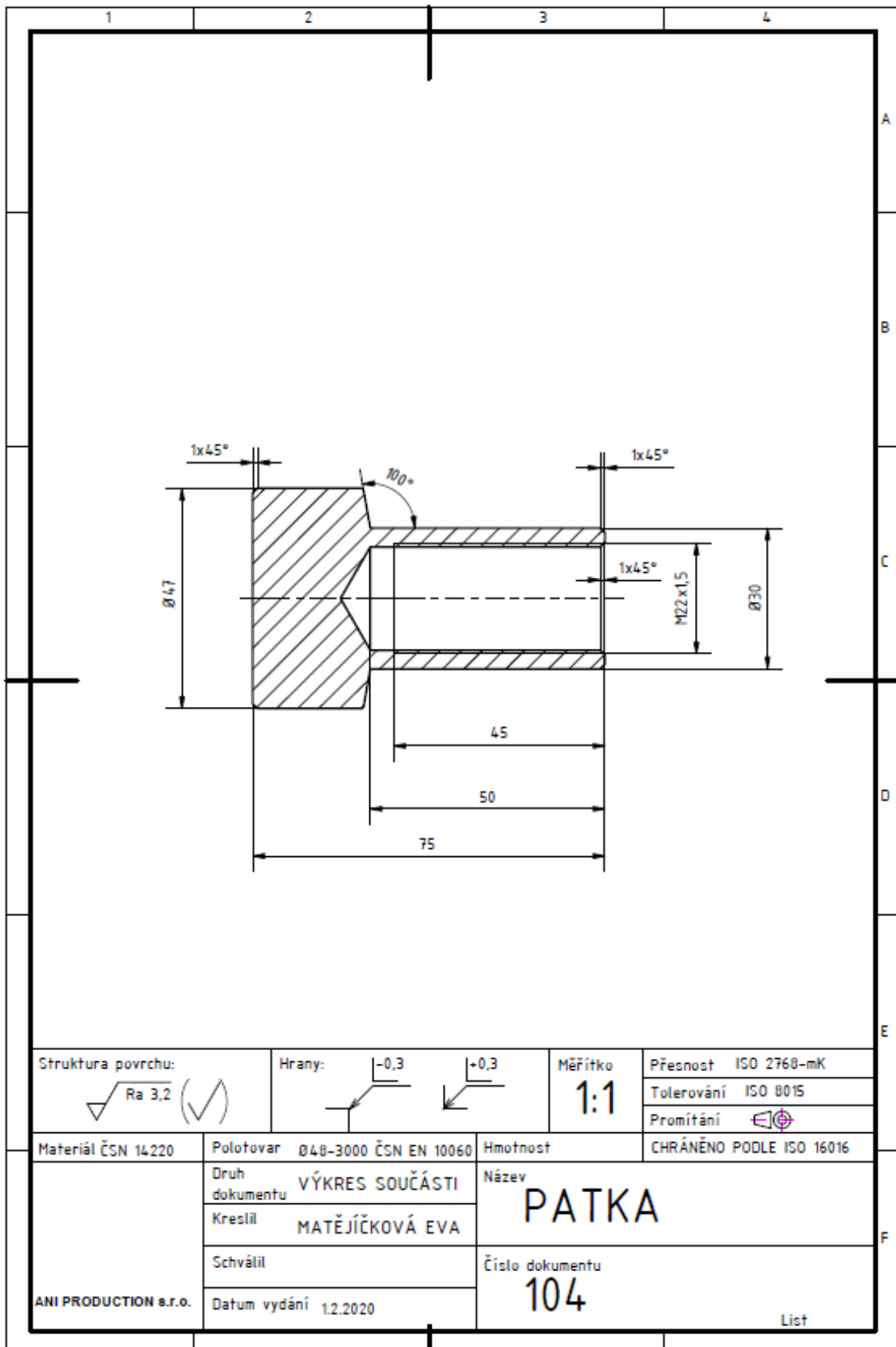
PŘÍLOHA 6

Výkres 103 – podpěrná tyč



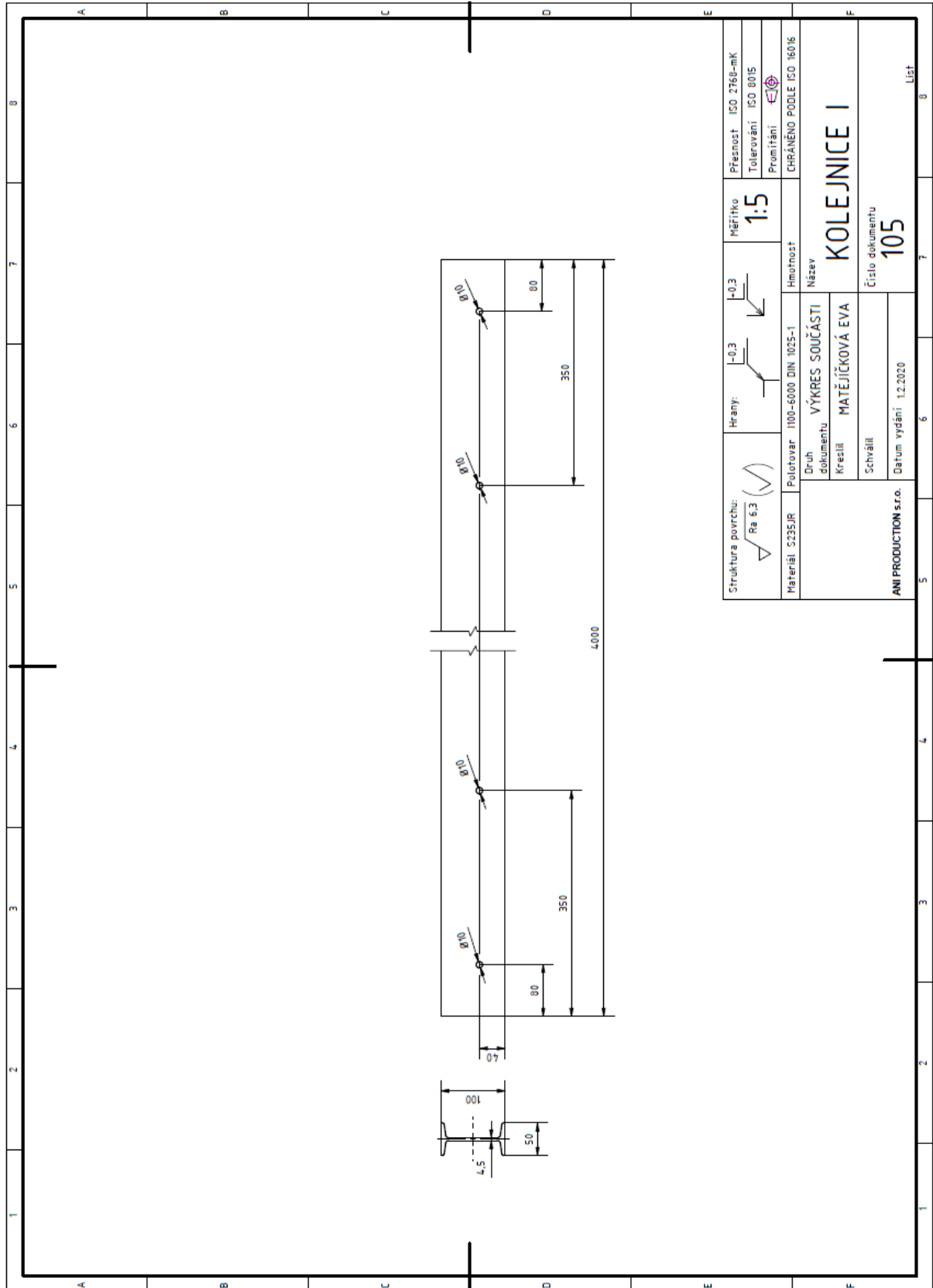
PŘÍLOHA 7

Výkres 104 – patka



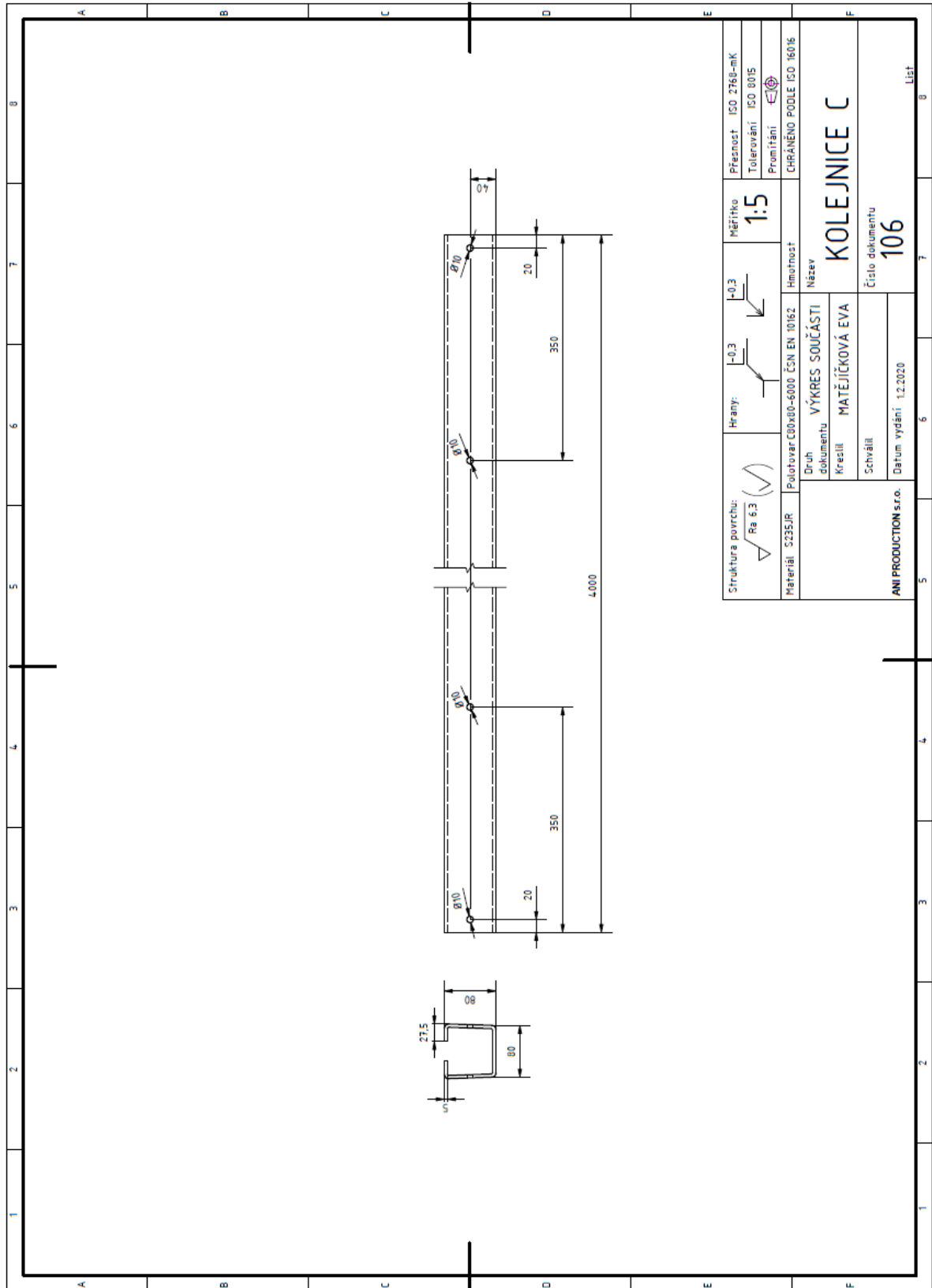
PŘÍLOHA 8

Výkres 105 – kolejnice I



PŘÍLOHA 9

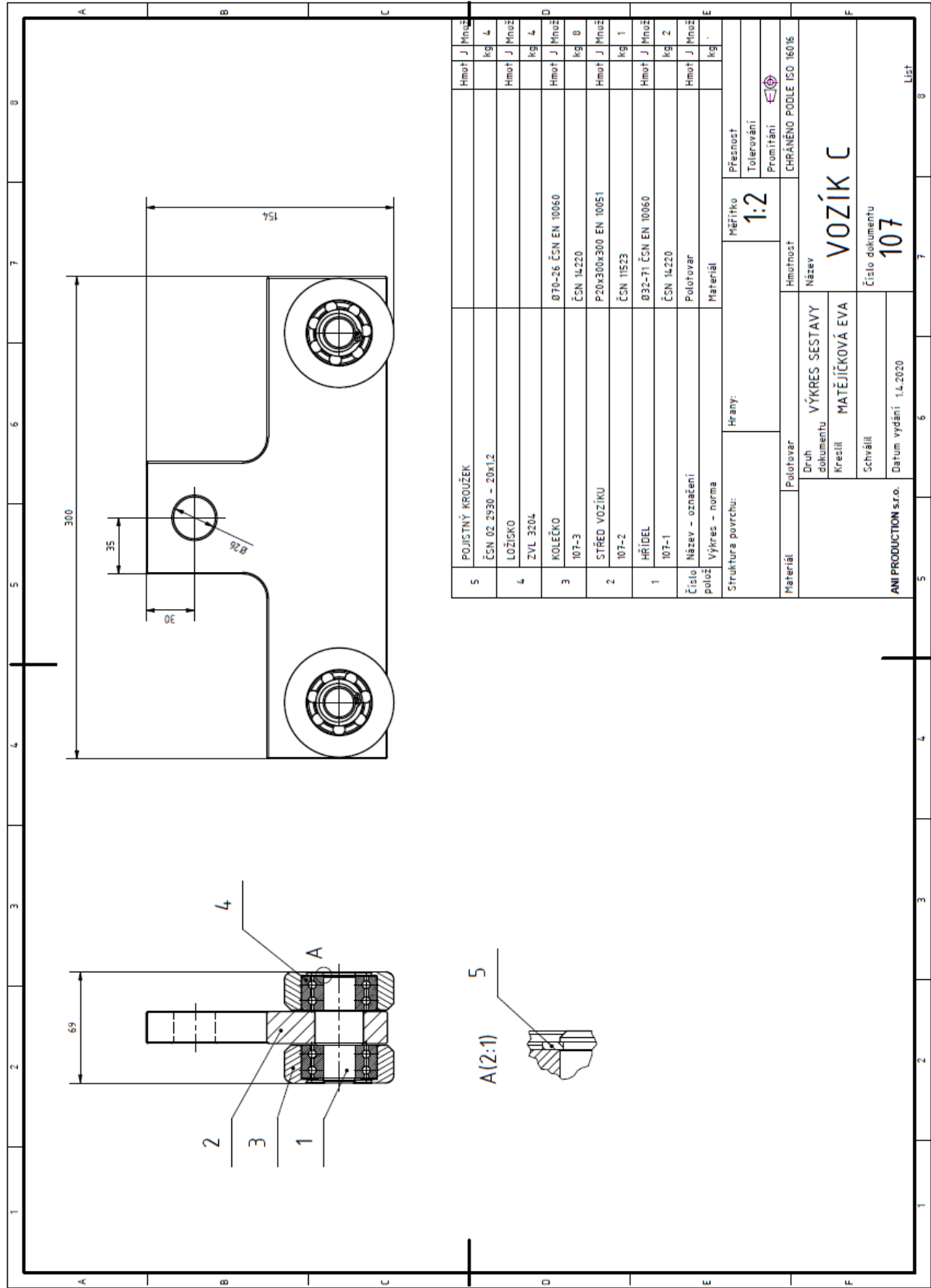
Výkres 106 – kolejnice C



Struktura povrchu: Ra 6.3 (✓)	Hrany: -0,3	-0,3	Měřítko 1:5	Přesnost ISO 2768-mK Tolerování ISO 8015 Průmítání
Materiál: S235JR	Polotovary: C00x80-6000 ČSN EN 10162	Hmotnost	CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016	
Druh dokumentu Kresla	VÝKRES SOUČÁSTI	Název	KOLEJNICE C	
Schválil	MATEJČKOVÁ EVA	Číslo dokumentu	106	
ANI PRODUCTION s.r.o.	Datum vydání: 1.2.2020	Líst	8	

PŘÍLOHA 10

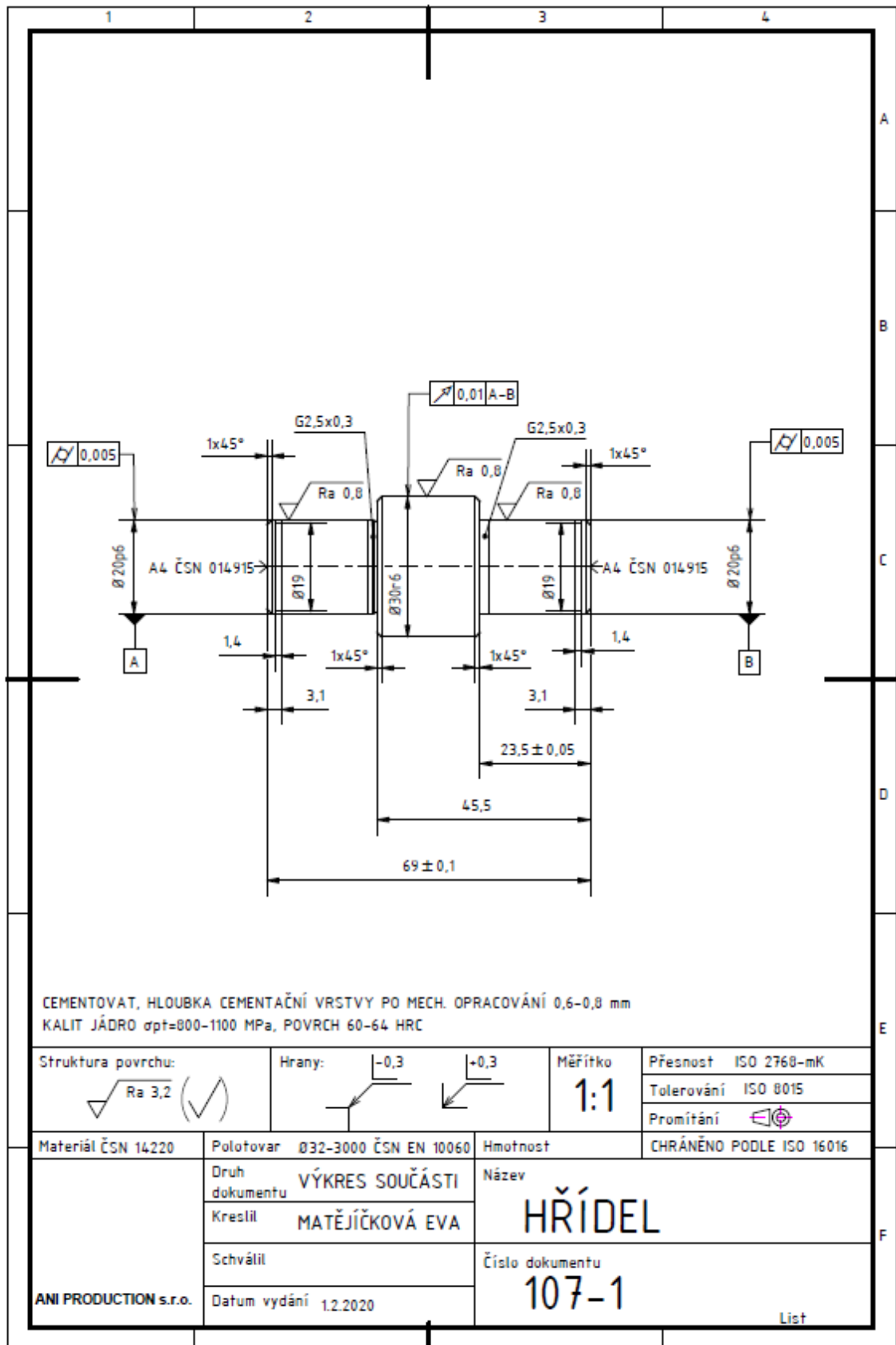
Výkres 107 – vozík C



5	POJISTNÝ KROUŽEK	Hmot.	J	Množ.
	ČSN 02 2930 - 20x12	kg	4	
4	LOŽISKO	Hmot.	J	Množ.
	ZVL 3204	kg	4	
3	KOLEČKO	Hmot.	J	Množ.
	Ø70-26 ČSN EN 10060	kg	8	
	ČSN 14220	kg	8	
2	STŘED VOZÍKU	Hmot.	J	Množ.
	P20x300x300 EN 10051	kg	1	
	ČSN 11523	kg	1	
1	HŘÍDEL	Hmot.	J	Množ.
	Ø32-71 ČSN EN 10060	kg	2	
	ČSN 14220	kg	2	
Číslo - Název - označení		Hmot. J Množ.		
polož. Výkres - norma		kg		
Struktura povrchu:		Měřítko		
Hrany:		Přesnost		
		Tolerování		
		Promítání		
Materiál		CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016		
Druh dokumentu		Hmotnost		
VÝKRES SESTAVY		Název		
Kreslil		VOZÍK C		
Schválil		Číslo dokumentu		
MATEJČKOVÁ EVA		107		
Datum vydání 1.4.2020		ANI PRODUCTION s.r.o.		

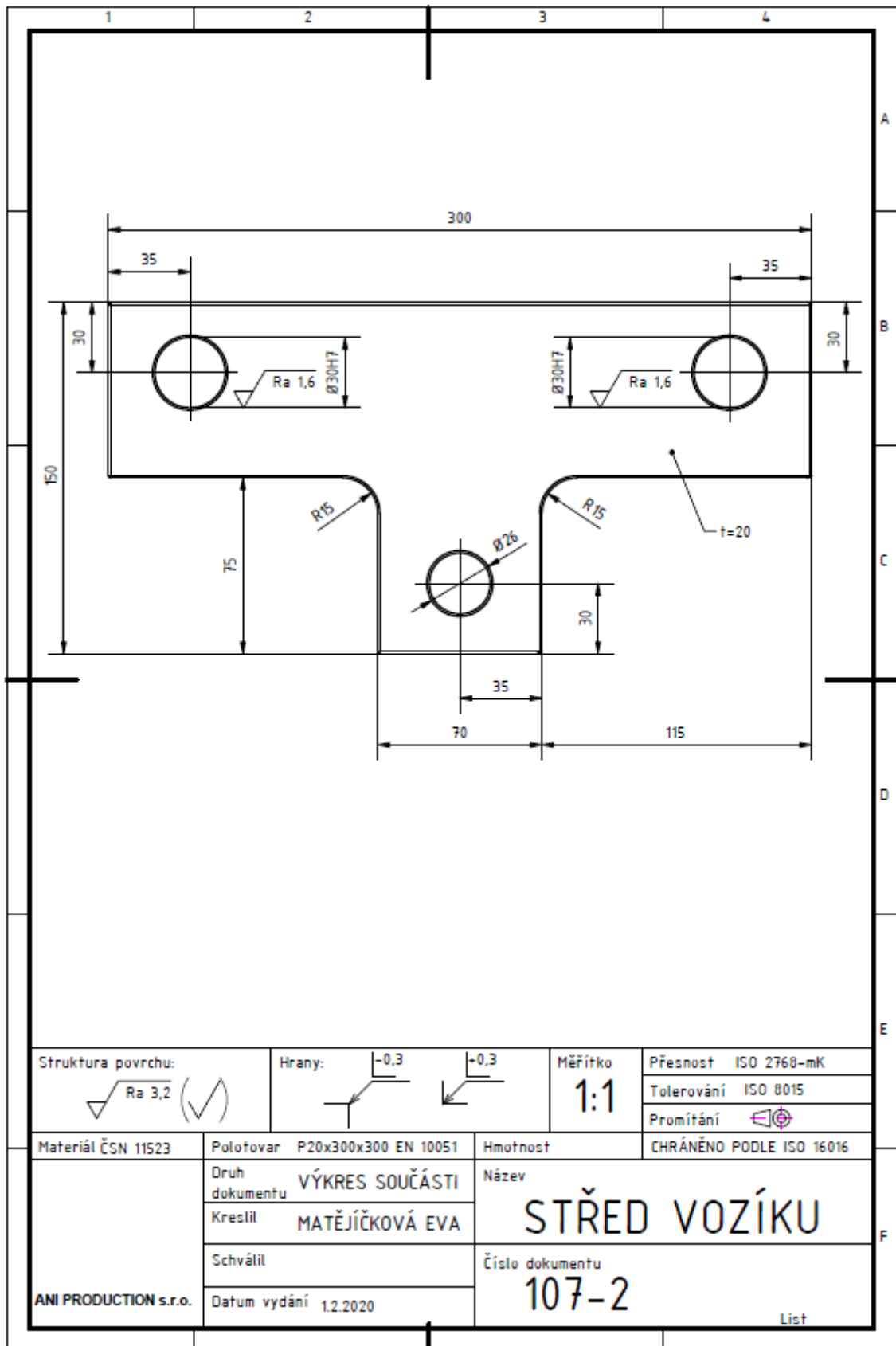
PŘÍLOHA 11

Výkres 1071 – hřídel



PŘÍLOHA 12

Výkres 1072 – střed vozíku



PŘÍLOHA 13

Výkres 1073 – kolečko

