

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2301 Strojní inženýrství
Studijní zaměření: Stavba výrobních strojů a zařízení

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Konstrukční návrh výukové automatizované linky

Autor: **Martin KRATOCHVÍL**
Vedoucí práce: **Ing. Jan KUTLWAŠER**

Akademický rok 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martin KRATOCHVÍL**
Osobní číslo: **S09B0349P**
Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Stavba výrobních strojů a zařízení**
Název tématu: **Konstrukční návrh výukové automatizované linky**
Zadávací katedra: **Katedra konstruování strojů**

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

Základní požadavky:

Cílem práce je provést konstrukční návrh třídící linky pro výukové účely. Požadovaným výstupem práce je CAD model vybrané varianty linky a jeho rozpracování do výkresové dokumentace.

Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Osnova bakalářské práce:

1. Analýza problému
2. Návrh variant řešení
3. Vypracování 3D CAD modelu a výkresové dokumentace
4. Zhodnocení a závěr



[Handwritten signature]

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

JÍLEK, V., LÍBAL, V., REMTA, F. Manipulace s materiálem. Praha: SNTL, 1980

GAJDŮŠEK, J., ŠKOPÁN, M. Teorie dopravních a manipulačních zařízení. Brno: VUT, 1988

JANČÍK, L., ZÝMA, J. Části a mechanismy strojů. Praha: ČVUT, 2004

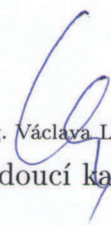
Podkladový materiál, výkresy, katalogy, apod. poskytnuté zadavatelem úkolu.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jan Kutlwašer**
Katedra konstruování strojů
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Ladislav Tříška**
Výzkumné centrum kolejových vozidel

Datum zadání bakalářské práce: **24. září 2012**
Termín odevzdání bakalářské práce: **28. června 2013**


Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.
děkan




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

V Plzni dne 24. září 2012

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

Děkuji vedoucímu své bakalářské práce, Ing. Janu Kutlwašerovi, za trpělivost, ochotu a cenné rady, které mi poskytl při konzultacích.

Děkuji své rodině za podporu během psaní této práce.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Kratochvíl	Jméno Martin		
STUDIJNÍ OBOR	2301R016 „Stavba výrobních strojů a zařízení“			
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Kutlwašer	Jméno Jan		
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KKS			
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ		Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Konstrukční návrh výukové automatizované linky			

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KKS	ROK ODEVZD.	2013
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	54	TEXTOVÁ ČÁST	35	GRAFICKÁ ČÁST	19
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	<p>Bakalářská práce obsahuje návrh konstrukce výukové třídící linky po potřebě praktické výuky měření a automatizace. Cílem práce je tuto linku sestavit na základě pásového dopravníku s využitím hliníkového konstrukčního systému. Těžištěm celé práce je konstrukční návrh manipulátoru. Práce analyzuje a zjišťuje požadavky na konstrukční návrh a předkládá varianty včetně jejich vyhodnocení. Poté následuje konstrukční návrh linky s popisem celého řešení.</p>
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	<p>Třídící linka, pásový dopravník, hliníkový profil</p>

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Kratochvíl	Name Martin	
FIELD OF STUDY	2301R016 “Design of Manufacturing Machines and Equipment“		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Kutlwašer	Name Jan	
INSTITUTION	ZČU - FST - KKS		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Design of small automatic line for education purposes		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Machine Design	SUBMITTED IN	2013
----------------	---------------------------	-------------------	-------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	54	TEXT PART	35	GRAPHICAL PART	19
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The bachelor thesis contains a sorting line construction design for practical use of measurement and automatization. The aim of this work is to assembly the line on the basis of a conveyor belt with the use of an aluminium assembly system. The emphasis is on a construction design of a manipulator. The whole work analyses and evaluates requirements for the construction design and brings up various alternatives including their evaluations. Following upon is the construction design of the line with a description of the complete solution.
KEY WORDS	Sorting line, conveyor belt, aluminium extrusion

OBSAH

Přehled použitých zkratk	8
1 Úvod	9
1.1 Cíle práce	10
1.2 Struktura bakalářské práce	10
2 Analýza zadání	11
2.1 Požadavky zadavatele	11
2.2 Třídící linka	12
2.3 Pásový dopravník	12
2.4 Výuková třídící linka	13
2.5 Popis práce linky	14
2.5.1 Proces třídění	14
2.5.2 Komponenty potřebné k realizaci procesu třídění	16
2.6 Popis prostorového uspořádání pásu	16
2.7 Příčný pohyb předmětů	17
2.8 Způsoby třídění	17
2.8.1 Pád z konce pásu	17
2.8.2 Pád ze strany dopravníku	18
2.8.3 Vztah mezi popisovanými způsoby třídění	18
2.9 Požadavky na konstrukci třídící linky	19
3 Manipulátor	20
3.1 Síly	20
3.2 Návrh manipulátoru	20
3.3 Výběr vhodné varianty manipulátoru	26
3.4 Krokový motor	28
3.4.1 Popis krokového motoru	28
3.5 Pohon manipulátoru	29
4 Konstrukční prvky systému Alutec	30
4.1 Hliníkové profily	30
4.2 Spoje a spojovací prvky	31
4.3 Upevňovací deska	32
4.4 Napínák	32
5 Konstrukce třídící linky	33
5.1 Pásový dopravník	33
5.1.1 Pásový dopravník Alutec	33
5.1.2 Stanovení rozměrů	34
5.2 Konstrukční návrh manipulátoru	35
5.2.1 Návrh desky manipulátoru	35
5.2.2 Návrh spojky	36
5.2.3 Úchyt manipulátoru	36
5.3 Rám třídící linky	37
5.3.1 Usměrňovače	37
5.4 Cenová kalkulace	39
5.4.1 Srovnání ceny s nabídkami jiných dodavatelů	39
6 Závěr	41
Doporučení pro další pokračování práce	42
Seznam použité literatury, zdroje	43
Seznam obrázků	43
Seznam tabulek	44
Použitý software	44
Seznam příloh	44

Přehled použitých zkratk

PC osobní počítač (Personal Computer)

PLC programovatelný logický automat (Programmable Logic Controller)

1 Úvod

Rychlý pokrok v oblasti výpočetní techniky v posledních desetiletích zásadně změnil konstrukci mnoha strojů, které člověk za několik posledních století vytvořil. Tato technika postupně pronikla i do oblasti řízení strojů. Automaticky řízené stroje mohou pracovat i bez lidské obsluhy. Člověk však musí veškerou činnost těchto strojů popsat ve strojovém kódu, podle kterého řídicí systém stroj ovládá.

Strojové kódy jsou vytvářeny programátory. Jeden z problémů, se kterými se programátor musí vypořádat, je fungování kódu v reálném světě. Ten je totiž, na rozdíl od abstraktního matematického světa, velice rozmanitý a nahodilý. Začínající programátor si proto musí osvojit nejen mnoho teoretických, ale i praktických znalostí.

Výuka na průmyslových strojích a zařízeních však pro začínající programátory není vhodná. Tyto stroje jsou pro začátečníky příliš složité, proto se pro výuku nehodí. Navíc je jejich provoz zpravidla nákladný a nezkušený programátor je může špatně napsaným kódem poškodit. Lepší je v začátcích výuky používat jednoduché stroje navržené přímo pro tyto potřeby. Školní stroje provádějí podobné úlohy jako stroje používané v průmyslu, avšak mnohem jednodušeji.

Jedním z těchto školních strojů by měla být i výuková třídící linka. Tato linka bude sloužit k provádění experimentů v předmětech zabývajících se výukou automatizace a měření. Třídění zde bude řízeno automaticky, veškeré informace bude řídicí systém získávat prostřednictvím senzorů. Začínající programátoři si tak osvojí jak praktické zkušenosti s programováním strojů, tak i s měřicí technikou a zpracováním dat.

Bakalářská práce se zabývá návrhem výukové třídící linky. Osnova zadání ukládá provést v bakalářské práci analýzu problému, navrhnout varianty řešení, vybrat nejvhodnější variantu a poté vypracovat 3D CAD model včetně výkresové dokumentace. V práci bude nejprve navržen proces, který určí, jak bude linka pracovat. Následně bude provedena analýza tohoto procesu za účelem zjištění požadavků na konstrukci třídící linky. Poté bude navrženo několik variant a následně vybrána ta nejvhodnější. V poslední části práce bude vypracována konstrukce třídící linky včetně finanční kalkulace a požadovaných výstupů.

1.1 Cíle práce

- Návrh třídící linky
- Vypracování 3D CAD modelu
- Výkresy sestav a výrobní výkresy komponent manipulátoru
- Cenová kalkulace
- Splnění všech požadavků zadavatele

1.2 Struktura bakalářské práce

Osnova bakalářské práce ukládá provést analýzu problému, navrhnout varianty řešení, vypracovat CAD model včetně požadovaných výstupů a nakonec provést finanční vyhodnocení a závěr.

První kapitola obsahuje úvod a formulaci hlavních cílů bakalářské práce. Ve druhé kapitole jsou pomocí analýzy zjištěny všechny poznatky potřebné pro vypracování konstrukčního návrhu. Třetí kapitola předkládá několik variant řešení včetně výběru té nejvhodnější. Ve čtvrté kapitole jsou popsány důležité prvky konstrukčního systému Alutec. V páté kapitole je popsána konstrukce třídící linky a provedeno finanční vyhodnocení. Šestá kapitola provádí v závěru celkové zhodnocení a konec práce je vyhrazen několika doporučením pro další práci s třídící linkou. Přílohy obsahují cenové nabídky několika oslovených společností a technickou dokumentaci v požadovaném rozsahu.

2 Analýza zadání

2.1 Požadavky zadavatele

Výuková třídící linka musí splnit následující požadavky:

1. Základ linky tvoří pásový dopravník
2. Využití hliníkového konstrukčního systému
3. Vyhadzování nesmí být realizováno tekutinovým mechanismem
4. Návrh musí umožnit automatické řízení (PC, PLC, atd.)
5. Cena nejvýše 40000 Kč

Cílem bakalářské práce je konstrukční návrh pásového dopravníku, rámu třídící linky a vyhadzovacího mechanismu. V práci bude proveden návrh procesu třídění a analýza požadavků tohoto procesu na konstrukci linky. Na základě těchto požadavků bude předloženo několik variant řešení, ze kterých bude vybrána nejvhodnější varianta. Poté bude vypracován konstrukční návrh v podobě 3D modelu a cenová kalkulace. Na závěr bude vyhodnoceno splnění všech cílů práce.

Naopak cílem práce není návrh řídicího systému, výběr konkrétních typů senzorů a řešení pohonu pásu. Těmito záležitostmi se bude zabývat jiný projekt.

Maximální rozměry nesmí být více než 800×800 mm. Tento rozměr je stanoven s ohledem na fakt, že linka bude provozována na stole nebo školní lavici. Rám linky musí umožnit spojení se základovou deskou, která bude položena na stole.

Třídící linka musí třídít předměty do dvou skupin. Referenční tříděný předmět je ocelová krychle s hranou délky 25 mm. Konstrukce bude navržena na bázi hliníkového konstrukčního systému. Konstrukci je nutno vymyslet tak, aby bylo možno zakoupit co nejvíce dílů. Ostatní části musí být snadno vyrobitelné ve školní laboratoři nebo lépe vybavené dílně.

2.2 Třídící linka

Třídící linka rozděljuje předměty do skupin podle námi požadovaných vlastností. Mohou to být např. konkrétní rozměr, hmotnost, ale také dobrý nebo špatný výrobek. Třídící linky se používají k třídění a transportu předmětů v mnoha oborech lidské činnosti. Jsou využívány zejména v průmyslu, logistice a zpracování různých druhů materiálu. Konstrukce třídících linek zpravidla využívá dopravníky (pásový, článkový, korečkový) a další jednoduché konstrukční prvky (otočné válce, skluzavky). Součástí třídících linek mohou být další zařízení související s tříděním, např. značkovače a balicí stroje. Třídící linka může být samostatné zařízení nebo součást většího technického celku.



Obrázek 1: Třídící linka kulatiny v obci Věšín [3]

Před návrhem třídící linky je třeba znát zejména:

- Množství přetříděných předmětů za jednotku času
- Velikost a tvar tříděných předmětů
- Vlastnosti, podle kterých se třídí
- Počet tříděných skupin
- Množství finančních zdrojů určených na pořízení linky a její provoz

2.3 Pásový dopravník

Pásový dopravník je zařízení sloužící k transportu předmětů. Předměty jsou dopravovány plynule a nepřetržitě, protože pás obíhá v uzavřeném okruhu. [1]

Hlavní části pásového dopravníku jsou válce, pás a pomocná konstrukce. Pás slouží k dopravě předmětů, předměty jsou jím unášeny. Přenos sil zajišťuje tření mezi pásem a na něm položeným předmětem. Pásky se obvykle vyrábějí kombinací více vhodných materiálů (textilní tkanina, plasty, ocel). Válce slouží k podpírání a napínání pásu. Alespoň jeden válec je hnací. Měli byt plocha pásu rovná, vkládá se pod pás místo válců hladký plech. Pomocná konstrukce závisí na velikosti dopravníku a tříděném materiálu. Může to být například být rám tvořený

kovovými profily, jednotlivé kladky připevněné k zemi atd. Pás je obvykle poháněn elektrickým motorem. [1]

Výhody pásových dopravníků [1]:

- Vysoký přepravní výkon
- Možnost přepravy na prakticky libovolnou vzdálenost
- Konstrukce z typizovaných prvků

Nevýhody pásových dopravníků [1]:

- Omezená možnost sklonu při přepravě

Pásové dopravníky jsou používány v mnoha aplikacích. Použití nalézají zejména v průmyslu, výrobě materiálů a těžbě surovin. Jsou vhodné i do čistého prostředí (např. potravinářství, farmaceutický průmysl). Mohou být součástí výrobních, třídících a jiných linek. [1]

2.4 Výuková třídící linka

Výuková třídící linka bude sloužit jako výuková pomůcka pro praktickou výuku předmětů Měřicí technika (KKS/MT) a Automatické řízení výrobní techniky (KKS/ARVT). Požadavky kladené na výukovou pomůcku jsou však odlišné od požadavků na pracovní stroj. Například kapacita třídění není při výuce příliš důležitá. Postačí přetřídit několik kusů za minutu. Konstrukce musí být levná, použití ověřeného (ale drahého) průmyslového řešení je pro výuku zbytečné. Nízké požadavky na parametry třídění umožňují použít jednoduché metody třídění. Tomu budou odpovídat i použité konstrukční prvky.

Na třídící lince, třídící stejné předměty jako výuková třídící linka, se k manipulaci obvykle používají manipulátory s přenosem energie pomocí stlačeného vzduchu. Toto řešení vyžaduje zpravidla kompresor s tlakovým zásobníkem, čištění vzduchu a tlakové rozvody. Z pohledu výuky je toto řešení drahé, pravděpodobně hlučné, neskladné a nemá dostatečnou mobilitu.

Z těchto důvodů bude manipulátor výukové třídící linky poháněn elektrickou energií. Spojení vhodné mechanické části a elektrického motoru je levné a dostatečně splní potřeby výuky. Elektromotor musí mít takovou konstrukci a řízení, aby byl schopen nastavení libovolné polohy s dostatečnou přesností a silou. Tuto polohu musí být schopen s dostatečnou silou i udržet.

Výuková třídící linka bude řízena automaticky (PC, PLC, ...). Jediná činnost prováděná člověkem může být vkládání předmětů na pás. I vkládání lze řešit tak, aby do něj obsluha nezasahovala, to však není součástí tohoto projektu. Návrh tedy počítá s přítomností člověka na vstupu linky.

Automatické řízení třídící linky umožní libovolně měnit algoritmus třídění a rychle optimalizovat kód v reálném prostředí. Díky tomu bude možné demonstrovat různé vlivy a nedokonalosti, které je třeba vzít v úvahu při programování průmyslových linek.

Tříděné předměty budou z linky vypadávat do krabic. Konstrukce proto musí vytvořit dostatečný prostor pro vložení alespoň části krabic pod pásový dopravník. Jedná se nejen o vzdálenost mezi pásem a základovou deskou, ale i o počet a rozmístění profilů držících konstrukci linky nad základovou deskou.

Ačkoliv součástí práce není řešení pohonu pásového dopravníku, je třeba při konstrukci zajistit dostatečný prostor pro konstrukci pohonu pásu. Protože dopředu není jasné, jak bude konstrukce pohonu řešena, bude nechán dostatek prostoru na základové desce i na konstrukci třídící linky. Navíc bude muset být spojení profilů dostatečně pevné, ať již bude motor umístěn na základové desce nebo na některém z hliníkových profilů. Pevnost konstrukce a uchytení bude zajištěna spojením pomocí fixačních úhelníků.

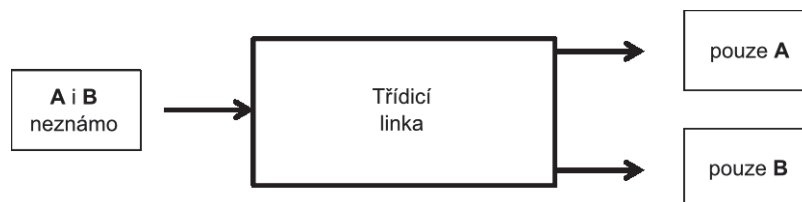
Další požadavky na výukovou třídící linku:

- Pro výuku je nejdůležitější možnost co nejvíce měnit linku tak, aby mohly být zkoušeny různé způsoby třídění a řízení a typy pohonů a senzorů. Důraz je kladen zejména na změny rámu linky a polohy senzorů. Díky tomu bude možno měnit parametry třídění a experimentovat se senzory.
- Návrh linky musí vzít ohled na potřeby řízení počítačem. Při návrhu je třeba omezit možnost poškození linky chybou v algoritmu.

2.5 Popis práce linky

2.5.1 Proces třídění

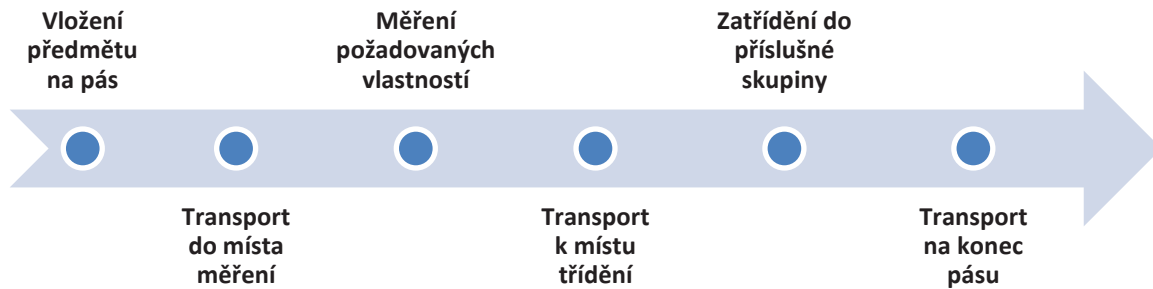
Před návrhem samotné linky je třeba vytvořit proces třídění. Tento proces obecně definuje a popisuje postup třídění předmětů. Na jeho základě budou vytvářeny algoritmy, které budou rozhodovat o vykonávání konkrétních činností (např. za jakých podmínek a jak se bude manipulátor pohybovat). Definice tohoto procesu je důležitá i pro to, že je zároveň podkladem pro konstrukční návrh třídící linky. Konstrukční návrh bude vypracován tak, aby byla třídící linka schopna tento proces třídění vykonávat.



Obrázek 2: Schéma třídění

Třídění lze popsat jako proces, kdy se z jedné skupiny berou předměty a zařazují se podle určitých vlastností do dvou nebo více skupin (obr. 2). Pásový dopravník může předměty vozit jedním nebo druhým směrem. Uvnitř třídící linky však bude pásový dopravník vozit předměty vždy jen jedním směrem (od skupiny nezatříděných k zatříděným). Nejprve je třeba prostřednictvím senzorů získat dostatek informací o tříděném předmětu. Poté následuje vyhodnocení řídicím systémem a nakonec zatřídění do příslušné skupiny. Pro splnění této posloupnosti je třeba, aby se předmět nejdříve setkal se senzorem a až poté s manipulátorem. Vzhledem k jednosměrnému pohybu z toho plyne, jak bude linka uspořádána. Senzor bude na rám linky upevněn blíže ke vstupu než manipulátor a tříděné předměty bude mezi nimi vozit pásový dopravník. Pás bude v případě potřeb řídicím systémem zastaven. Zastavení může být vyžadováno například při vkládání předmětů na pás, měření nebo manipulaci.

Nejjednodušší bude popsat proces třídění z pohledu tříděného předmětu. K popisu procesu třídění jsou připojeny požadavky toho, co má dělat řídicí systém, aby proces třídění proběhl správně. Jedná se pouze o nejnútnější úkony, které bude muset řídicí systém provádět. Proces třídění je popsán kompletně se všemi možnostmi. Pokud je to třeba, mohou být některé kroky z procesu třídění vypuštěny. Pokud bude například manipulátor schopen zatřídit předmět z místa pod senzorem, nebude již třeba transportovat předmět od senzoru k manipulátoru.



Obrázek 3: Proces třídění

Nyní následuje popis procesu třídění. V navržené variantě uvažujeme, že se pás v okamžiku vložení předmětu nepohybuje. Každý krok procesu třídění je očíslován, požadavky na řídicí systém jsou vyznačeny odrážkami a zvýrazněny kurzívou:

- *Pás stojí a není na něm žádný předmět, řídicí systém čeká na vložení předmětu.*
- 1 Vložení předmětu na pás.
 - *Řídicí systém zaregistroval vložení předmětu na pás a spouští posuv pásu.*
 - 2 Transport do místa měření.
 - *Řídicí systém může v místě měření pohyb pásu zpomalit nebo zastavit.*
 - 3 Měření požadovaných vlastností.
 - *Řídicí systém zpracuje požadované vlastnosti a rozhodne o zatřídění podle požadovaných vlastností. Poté nastaví manipulátor do takové výchozí polohy, ze které bude manipulátor schopen zatřídit předmět do skupiny určené řídicím systémem. Následuje povel k transportu předmětu k místu zatřídění.*
 - 4 Transport k místu manipulace.
 - *Pokud je to třeba, začne řídicí systém provádět manipulaci s předmětem. Přitom může pohyb pásu zpomalit nebo zastavit.*
 - 5 Zatřídění do příslušné skupiny.
 - *Po zatřídění předmětu závisí další pohyb pásu na tom, jakým způsobem byl předmět tříděn. Pokud má předmět vypadnout na konci pásu, spustí řídicí systém posuv pásu.*
 - 6 Transport na konec pásu.
 - *Řídicí systém rozhodne, že předmět již není na pásu a zastaví pás.*

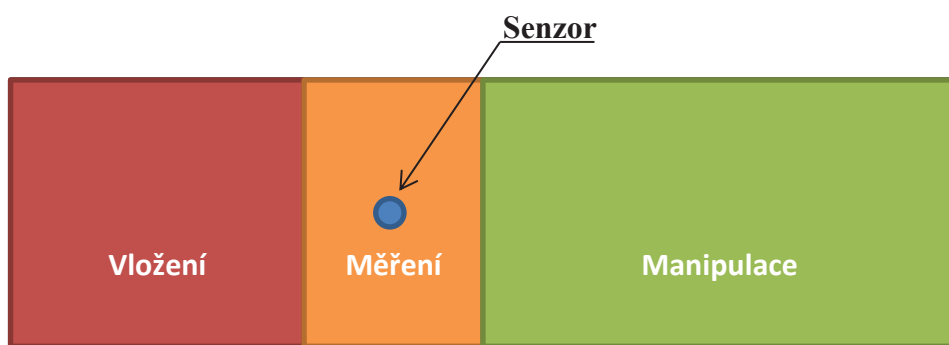
Procesem třídění projde každý tříděný předmět postupně. To, v jaké části procesu třídění se předmět nachází, záleží na jeho poloze uvnitř třídící linky (resp. na pásu). Proces třídění se vždy váže na konkrétní předmět. Proto pokud by na pásu bylo více předmětů najednou, bude zároveň probíhat několik procesů třídění. Teoreticky je možné, aby na pásu bylo několik předmětů najednou. V praxi je nutné zajistit stejný rozestup mezi stanovišti. Dále musí být zajištěno, aby stejný rozestup měly předměty na pásu a na všech stanovištích trvala práce nejlépe stejnou dobu. Budou-li dodrženy rozestupy a shodná doba všech operací, pak dojde k nárůstu produktivity nejen třídící, ale jakékoliv linky.

Samotný program řídicí třídící linku však bude mnohem složitější a komplexnější než výše popsaný proces. Například bude muset přesně popsat činnosti všech řízených částí třídící linky. Také bude muset ošetřit chyby, které se při třídění na lince mohou vyskytnout.

2.5.2 Komponenty potřebné k realizaci procesu třídění

- Pásový dopravník – zajištění pohybu tříděných předmětů uvnitř třídící linky
- Rám třídící linky – spojí v jeden celek pásový dopravník, manipulátor, senzory a optické závory
- Senzory – měření požadovaných vlastností tříděných předmětů, kontrola polohy tříděných předmětů
- Řídicí systém – vyhodnocování informací a řízení linky

2.6 Popis prostorového uspořádání pásu



Obrázek 4: Barevné vyznačení částí plochy pásu

Plocha celého pásu se v kontextu procesu třídění skládá ze tří menších částí. Na každé části plochy a prostoru nad ní se odehrává odpovídající krok procesu třídění. První (červená) část plochy je místo, kam se budou vkládat předměty. Tato plocha musí být dostatečně velká, aby bylo možno tříděný předmět bezpečně vložit na pás. Na této ploše také dojde k usměrnění předmětů tak, aby se od konce této plochy do vhodné polohy vůči senzoru dostaly pouze přímočarým pohybem pásu.

Prostřední (oranžová) část plochy pásu je místem, kde budou senzory získávat informace potřebné pro správné zatřídění předmětů. Tato plocha bude o něco větší, než velikost měřeného předmětu. Bude vymezena všemi možnými polohami, ve kterých může být předmět měřen s dostatečnou přesností včetně celé šířky pásu. V prostoru nad touto částí plochy pásu mohou

být umístěny senzory. Proto do tohoto prostoru nesmí zasahovat konstrukce rámu třídící linky.

V poslední (zelené) části plochy pásu bude probíhat manipulace s předmětem. Tato plocha bude ze všech částí největší. Jedná se o zbytek plochy pásu. Její minimální velikost závisí na způsobu třídění a konstrukci manipulátoru. Každý manipulátor totiž vyžaduje určitý prostor, aby mohl správně pracovat. Nedostatek prostoru může zapříčinit kolizi a jeho poškození.

2.7 Příčný pohyb předmětů

Pásový dopravník zajišťuje pohyb předmětů jen v podélném směru po přímce. Předmět je však třeba posouvat i v příčném směru.

Je tomu tak ze dvou důvodů:

1. Předměty lze v místě určeném pro vložení vkládat prakticky libovolně v podélném i příčném směru. Pás bude podstatně širší než tříděné předměty. Pak by ale mohl některý z tříděných předmětů minout senzor a nemohl by být správně zatříděn.
2. Předměty by se mohly vkládat do určitého koridoru tak, aby bezpečně projely pod senzorem a mohly být zatříděny manipulátorem. Předměty by do tohoto prostoru vkládal člověk, to je však nespolehlivé. Například některé senzory jsou schopny měřit jen velmi malý prostor.

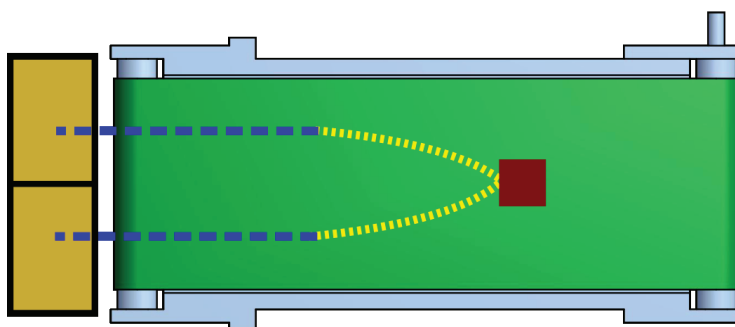
Řešením obou výše uvedených bodů je navrhnout třídící linku tak, aby byly předměty nasměrovány konstrukcí linky. Příčný pohyb budou během transportu předmětů skrz linku zajišťovat usměrňovače. Experimentátor si nastaví výchozí parametry linky a během třídění budou předměty usměrňovány třídící linkou.

2.8 Způsoby třídění

Vlastní třídění předmětů bude prováděno pomocí manipulátoru. Manipulátor předměty zatřídí jejich vhodným posouváním po pásovém dopravníku v příčném směru. Posouvání je zvoleno proto, že konstrukce manipulátoru schopného posouvat předměty není technicky ani finančně příliš náročná. Zároveň bude možné takový manipulátor pohánět pouze jedním motorem. Po zatřídění manipulátorem by měl být předmět jednoznačně nasměrován do správné krabice. Nabízejí se dva způsoby třídění předmětu podle míst, odkud mohou přetříděné předměty vypadat – z konce pásu, nebo z boků dopravníku.

2.8.1 Pád z konce pásu

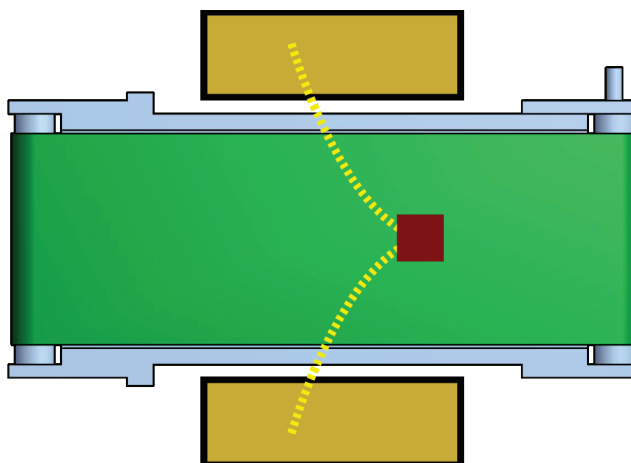
Při tomto způsobu třídění musí manipulátor posouvat předmětem po pásu tak, aby se předmět v příčném směru dostal na vhodnou pozici vůči správné krabici umístěné pod koncem pásu. Po manipulaci musí být předmět unášen pásem tak dlouho, dokud nedojede na konec pásu a nepadne do krabice. Protože tříděný předmět bude neustále na pásu, může manipulátor předmětem posouvat sám, nebo v součinnosti s pohybem pásu. Počet skupin tříděných tímto způsobem by měl odpovídat šířce pásu. Výhodou tohoto způsobu třídění je, že manipulátor pracuje přímo nad pásem a nemusí mít velký rozsah pohybu. Také je méně náročný na pracovní prostor. Toto řešení má menší nároky nejen na konstrukci manipulátoru, ale i rámu třídící linky. Třídění z konce pásu je schematicky znázorněno na obr. 5, kde žlutou tečkovanou čarou je vyznačena manipulace a modrou posuv předmětu pásem včetně pádu do příslušné krabice.



Obrázek 5: Třídění pádem z konce dopravníku

2.8.2 Pád ze strany dopravníku

Předměty budou manipulátorem shazovány z bočních stran pásového dopravníku. Protože předměty musí být posouvány i přes místa bez pásu, nelze pro manipulaci využít pohybu pásu jako u předchozího způsobu třídění. Manipulátor musí být schopen přejet napříč nejen celý pás, ale celý pásový dopravník. Tento způsob třídění může vyžadovat v závislosti na výšce pásu úpravu rámu pásového dopravníku tak, aby jej mohly předměty přejít bez rizika zaseknutí o hrany profilů. Výhodou tohoto způsobu třídění je možnost třídít na více skupin při stejné šířce pásu, než jakou nabízí třídění pádem z konce pásu. Nevýhodou naopak je, že linka musí být sestavena tak, aby měl manipulátor dostatečný prostor pro svoji práci. Manipulace a následný pád do příslušné krabice jsou na obr. 6 vyznačeny žlutou tečkovanou čarou.



Obrázek 6: Třídění pádem ze strany dopravníku

2.8.3 Vztah mezi popisovanými způsoby třídění

Třídění z konce pásu je třeba chápat jako podmnožinu třídění z boků dopravníku. Většina manipulátorů schopná posunout předmět přes celý pásový dopravník bude schopná jej posouvat pouze po pásu. Je proto výhodné nechat vždy alespoň jednu skupinu předmětů padat z konce pásu.

2.9 Požadavky na konstrukci třídící linky

Pásový dopravník nemůže být za chodu položen přímo na základové desce. Je tomu tak proto, že pás přesahuje rám dopravníku na délku a na výšku. Dostatek prostoru je třeba vytvořit i pro krabice, do kterých budou padat přetříděné předměty. Tyto krabice musejí být umístěny pod pásovým dopravníkem. Toho lze dosáhnout jen tím, že bude pásový dopravník umístěn ve vhodné výšce nad těmito krabicemi. Krabice budou umístěny v prostoru mezi základovou deskou a pásem.

Řešením je pásový dopravník umístit do určité výšky nad základovou deskou. Dopravník bude uchycen na nohy z hliníkových profilů. Protože horní a spodní plochu profilů tvořících rám pásového dopravníku zakrývá pás, je nutno nohy uchytit na volné boční strany pásového dopravníku. Důležité je nohy umístit tak, aby nebránily manipulaci s napínáky. Nevýhodou tohoto uchycení je rozšíření třídící linky a zakrytí části rámu pásového dopravníku. Výhodou je naopak možnost nohy dále prodloužit a uchytit k nim další části konstrukce třídící linky.

Vzdálenost mezi spodní větví pásu pásového dopravníku a základovou deskou byla zvolena 150 mm. Výška byla zvolena tak, aby na sobě mohly stát čtyři tříděné předměty (max. 100 mm). Zbytek prostoru připadne na dno krabic (několik milimetrů) a na mezeru mezi horní hranou krabice a spodní větví pásu.

Třídící linka by měla nabídnout možnost umístit senzory i nad pás třídící linky. Podle potřeby by zde mohl být nad pásem uchycen i manipulátor. Konstrukce, ke které budou uchyceny senzory a manipulátor, by měla být alespoň výškově nastavitelná.

Nad pásem budou umístěny nosníky z hliníkových profilů. Nosníky budou uchyceny k prodlouženým částem noh třídící linky. Drážka hliníkového profilu zajistí příčný pohyb senzorů i manipulátoru. Každý nosník bude k nohám na obou stranách uchycen pomocí fixačních úhelníků. Fixační úhelníky umožní rychlou a jednoduchou změnu výšky každého nosníku.

K třídící lince je třeba upevnit i usměřovače. První, který bude směřovat předměty pod senzor, proto musí být umístěn v dostatečné vzdálenosti před senzorem. Uchycen bude také k prodloužené části nohou. Pokud je to třeba, lze použít ještě jeden usměřovač pro lepší nasměrování přetříděných předmětů do krabic pod pásem.

Z důvodu třídění předmětů pouze do dvou skupin a jejich maximální velikosti (krychle o hraně 25 mm) byla zvolena šířka pásu v rozsahu od 120 mm do 150 mm. Tato šířka by měla být dostatečná jak pro třídění shazováním předmětů z konce pásu, tak i pro shazování předmětů z boků pásového dopravníku.

Třídící linka se tedy bude skládat z:

- Pásového dopravníku – posun předmětů po pásu
- Manipulátoru – zatřídění předmětů posuvem
- Rámu třídící linky – spojí v jeden celek pásový dopravník, manipulátor, senzory, usměřovače

3 Manipulátor

Manipulátor má za úkol pohybovat s tříděným předmětem tak, aby se tento předmět dostal do správné krabice nebo polohy vůči ní. Manipulátor proto musí vyvodit dostatečnou sílu, aby mohl s předmětem pohybovat. Musí být schopen manipulace s dostatečnou přesností a rychlostí. Tyto požadavky musí manipulátor splnit v požadovaném rozsahu manipulace s předmětem.

Manipulátor nebude fungovat na bázi tekutinového mechanismu. Díky tomu nebude muset být použit kompresor, ušetří se peníze a provoz třídící linky se zjednoduší. Namísto kompresoru bude pohon manipulátoru obstarávat elektromotor. Ten by měl být schopen vyvinout dostatečnou sílu v kombinaci požadovanou přesností.

Je však důležité si uvědomit, že manipulátor vznikne až spojením určitého předmětu nebo soustavy předmětů s motorem jistých vlastností. Tento motor musí vyvodit nejen dostatečný krouticí moment, ale musí být schopen najet s požadovanou přesností do správné polohy a udržet ji. Tyto vlastnosti dostatečně splňuje krokový motor a jsou vysvětleny v části 3.4 Krokový motor.

3.1 Síly

Pro návrh manipulátoru je důležité určit sílu potřebnou k manipulaci s předmětem. Manipulátor musí překonat veškeré třecí síly působící na tříděný předmět a navíc tento předmět rozpo-
hybovat. Předměty, které bude linka třídít, jsou krychle o hraně 25 mm. Předpoklad je, že materiálem s největší hustotou, z jakého budou tříděné předměty tvořeny, je ocel. Ocel má hustotu 7850 kg/m^3 . Nejtěžší předmět bude proto vážit maximálně 0,125 kg. Maximální hmotnost tříděných předmětů je důležitá k určení síly, kterou má manipulátor působit na tříděný předmět. Tíha nejtěžšího možného předmětu je nejvýše 1,25 N.

Třecí síla závisí na normálové síle a součiniteli tření. Normálová síla je v tomto případě totožná s tíhovou silou. Součinitel tření závisí na dvojici třoucích se materiálů a na tom, zda se třoucí se předměty během tření vůči sobě pohybují nebo ne. Hodnotu součinitele tření je třeba určit experimentálně pro každou kombinaci materiálů. Tato hodnota se zpravidla pohybuje v rozsahu 0 až 1. Velikost třecí síly je rovna součinu velikosti normálové síly a koeficientu tření. V případě třídící linky však není známo, jaké kombinace materiálu pásu a materiálu tříděného předmětu se na lince vyskytnou. Při návrhu manipulátoru proto uvažujeme, že součinitel tření nebude větší než 1. Největší možná třecí síla bude vždy nejvíce 1,25 N. Během manipulace budou kromě statických sil působit i síly dynamické. Proto bude manipulátor dimenzován tak, aby byl schopen na předmět působit silou nejméně 2,5 N (tj. dvojnásobek) největší možné třecí síly.

3.2 Návrh manipulátoru

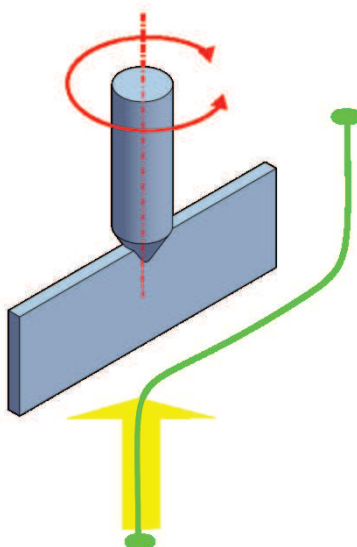
V následující stati je navrženo několik variant vhodné mechanické části manipulátoru. Tato část se skládá vždy z jednoho nebo více vzájemně spojených prvků. Každý manipulátor však může mít jiné požadavky na konstrukci rámu třídící linky. Proto každé variantě manipulátoru přísluší i návrh vhodného rámu třídící linky. Varianty se od sebe proto liší jak různými způsoby posunu tříděných předmětů a konstrukce, tak odlišnou konstrukcí rámu třídící linky a uchycením manipulátoru. Všechny návrhy však splňují požadavky kladené na výukovou třídící linku.

Rám pásového dopravníku každé varianty řeší požadavky na něj kladené v předchozí kapitole. Nohy jsou umístěné po stranách a umožňují výškové nastavení pásového dopravníku a nosníků nad pásem. Umístěny jsou v dostatečné vzdálenosti od upevňovacích desek hnaného válce, aby byl dostatek místa pro napnutí pásu a napínáků. Fixační úhelník umožňuje podélný posun nohou při montáži pásového dopravníku. Nosníky z hliníkových profilů jsou nezávisle uchycené. Díky tomu může být každý nosník umístěn přesně podle požadavků manipulátoru a senzoru. Nosníky v podélném směru linky mohou být použity pro uchycení dalších senzorů nebo příčných nosníků. Díky tomu mohou senzory a manipulátor zaujmout prakticky libovolnou polohu. Také je možné přidat další příčný nosník pro uchycení více senzorů. Tato koncepce nabízí dostatek volných ploch a drážek pro případnou montáž usměrňovačů.

Všechny obrázky v této stati mají za úkol demonstrovat funkci příslušné mechanické části manipulátoru a ukázat rozložení základních prvků navržených rámců. Nejedná se proto o detailně propracované návrhy. U každé varianty manipulátoru je nejprve uveden obrázek činné části manipulátoru (bez motoru a uchycení). Na druhém obrázku je navrženo vhodné uspořádání třídící linky. V obrázku činné části je červenou čerchovanou čarou vyznačena osa otáčení hřídele motoru a červenou šipkou rozsah otáčení. Žlutě je vyznačen směr posuvu pásu (a tedy směr přijíždějících tříděných předmětů) a zeleně dráha pohybu během třídění.

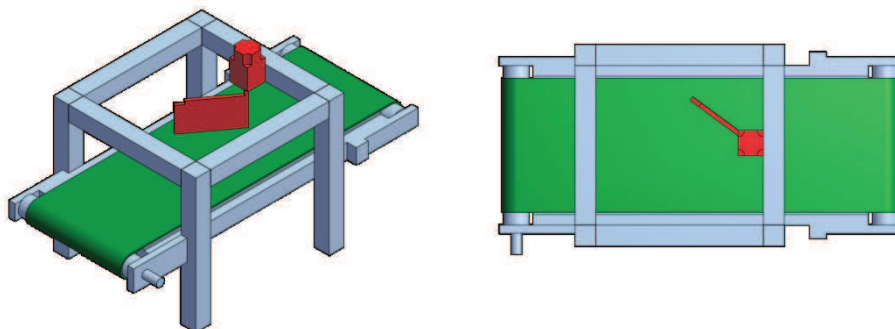
Deskový manipulátor

Činnou částí deskového manipulátoru je deska otáčející se okolo pevné osy. Tento manipulátor pracuje v součinnosti s pásovým dopravníkem. Třídění probíhá tak, že se nejprve deska manipulátoru vhodně natočí ještě před dotykem tříděného předmětu. Pohybující se pás přiveze tříděný předmět a začne jej tlačit na desku manipulátoru. Při dotyku tříděného předmětu s deskou může dojít ve styku pásu a předmětu k prokluzu. Předmět během třídění sklouzne podél plochy natočené desky na vhodnou stranu pásového dopravníku. Odtud pak může dalším pohybem pásu pokračovat do vybrané krabice. Důsledkem využití pohybu dopravníku je, že deskový manipulátor se nedá použít k vyhazování předmětů z boků dopravníku.



Obrázek 7: Činná část deskového manipulátoru

Pro manipulátor je navržena konstrukce znázorněná na obr. 8. Třídící linka se skládá z pásového dopravníku, nohou a čtyř nezávisle uložených nosníků. Na příčné nosníky jsou uchyceny motor a senzor, na podélné lze uchytit další senzory. Manipulátor natáčením předměty odklání do stran za současného běhu pásu. Tím se předměty příčně posouvají, aby na konci vypadly do beden. Manipulátor je třeba z důvodu skluzu mezi předmětem a pásem doplnit vhodným senzorem.



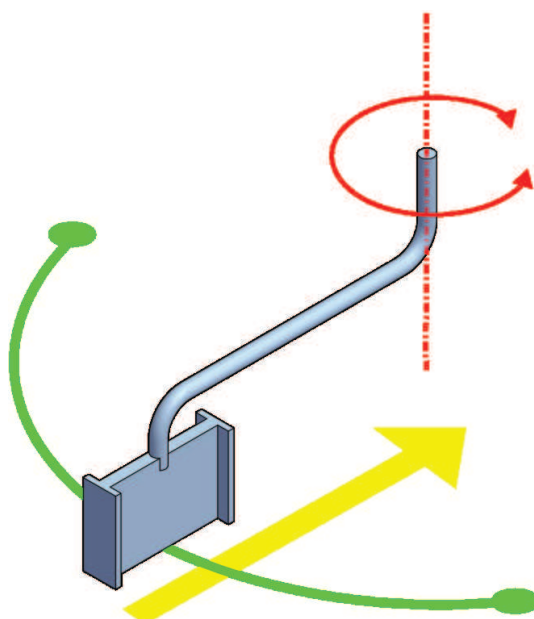
Obrázek 8: Třídící linka s deskovým manipulátorem

Výhody: Jednoduchá konstrukce

Nevýhody: není vhodný pro třídění do více než 2 skupin

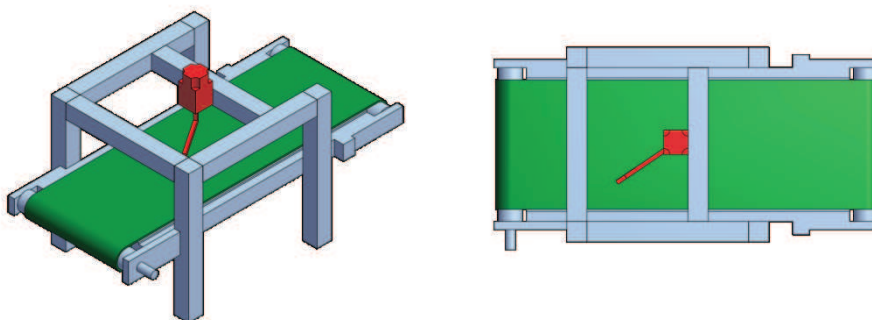
Pákový manipulátor

Pákový manipulátor pohybuje předměty prostřednictvím páky. Páka posunuje předměty po kruhové dráze. Na rozdíl od deskového manipulátoru nepotřebuje pákový manipulátor ke své práci pohyb pásu. S dostatečně dlouhým ramenem může pákový manipulátor vyhazovat přetříděné předměty z boků dopravníku. Dráha, o kterou manipulátor posune předmět, je přímo úměrná počtu kroků vykonaných motorem. Nevýhodou je, že s prodlužujícím se ramenem klesá síla a přesnost manipulace.



Obrázek 9: Činná část pákového manipulátoru

Pákový manipulátor nabízí na rozdíl od otočné desky více možností manipulace. Konstrukce ze čtyř nosníků umístěná nad pásem však umožňuje ještě efektivnější způsob manipulace. Podstatou je posunout nosník s manipulátorem přibližně doprostřed horní konstrukce. Manipulátor se díky tomuto umístění může otáčet v celém prostoru mezi nohami. Toto řešení umožňuje manipulátoru po správném nastavení projíždět i místem, kde se měří tříděné předměty. Díky tomu je možné odstranit posuv mezi místem měření a manipulace. Důsledkem toho je zkrácení doby potřebné pro zatřídění předmětů. Linka však musí být dostatečně dlouhá, aby se mohl manipulátor otáčet v plném rozsahu. Bez možnosti libovolného natočení nelze tuto variantu použít. Manipulátor by totiž nemohl najet do výchozí polohy bez kolize s předmětem, který se již bude nacházet pod senzorem. Tato poloha je totiž známa až po naměření příslušných veličin. Jinak by se tříděný předmět musel přemístit mimo dosah manipulátoru a pak se vrátit zpět. Vzhledem k tomu, že dráha manipulátoru přejíždí nad pásem na dvou místech, je nutno dodržet zásadu, že na pásu je vždy nejvýše jeden předmět.



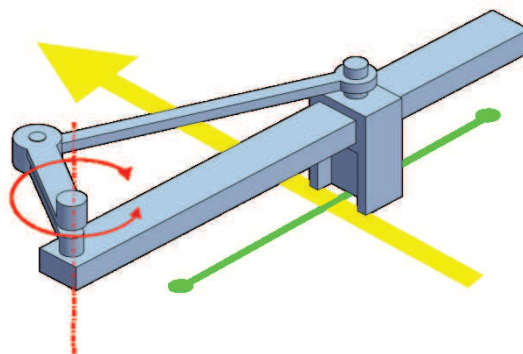
Obrázek 10: Rám s pákovým manipulátorem

Výhody: mnoho možností manipulace, možnost zkrácení procesu třídění, jednoduchá konstrukce

Nevýhody: vyžaduje dlouhou linku

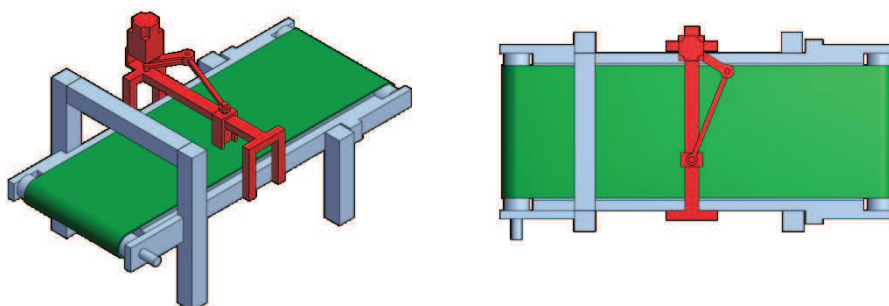
Klikový manipulátor

Klikový manipulátor využívá k transformaci pohybu a sil z motoru na tříděný předmět klikový mechanismus. Ten v případě klikového manipulátoru mění rotační pohyb na přímočarý vratný pohyb. V jiných aplikacích tohoto mechanismu je možné pohyb transformovat i z přímočarého vratného na rotační. Průběh přímočarého pohybu v závislosti na rotačním je nelineární. Největší sílu vyvodí mechanismus v okolí horní a dolní úvrati. Naopak největší rychlost a nejmenší sílu vyvodí klikový mechanismus přibližně v polovině zdvihu mezi úvratěmi. Přímočaře se pohybující část mechanismu vyžaduje boční vedení k zachycení normálové složky síly. Aby mohl mechanismus pracovat, je třeba vyhradit dostatek místa pro rotaci kliky. Z tohoto důvodu může v navržené variantě mechanismus obsloužit pouze polovinu pásu. Vyhazování předmětů z boku pásového dopravníku je možné jen na jedné straně. Větší rozsah pohybu by vyžadoval, aby byla osa kliky více vzdálená od pásového dopravníku. Pak by se však klika po více než polovinu zdvihu nacházela v prostoru mimo třídící linku, což je nežádoucí z důvodu ohrožení blízkého okolí linky.



Obrázek 11: Činná část klikového manipulátoru

Konstrukce rámu linky pro klikový mechanismus používá pouze jeden nosník pro uchycení senzoru. Důvodem jsou značné prostorové nároky rotující kliky. Klikový manipulátor má v navržené variantě omezený rozsah rotace kliky tak, aby klika příliš nezasahovala do prostoru okolo linky.



Obrázek 12: Třídící linka s klikovým manipulátorem

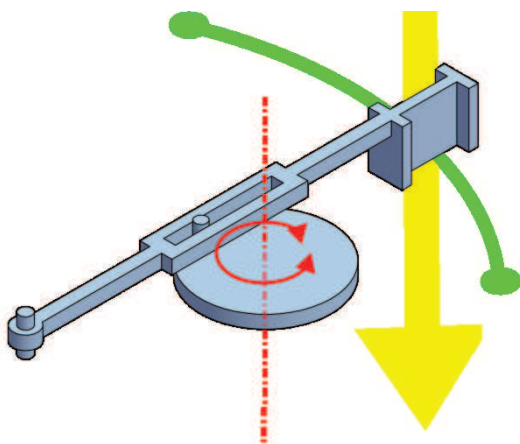
Výhody: v případě využití jen části zdvihu mechanismu bude vyvozena značná síla

Nevýhody: náročné na konstrukci a výrobu, vyšší cena, velké prostorové nároky rotující kliky

Kulisový manipulátor

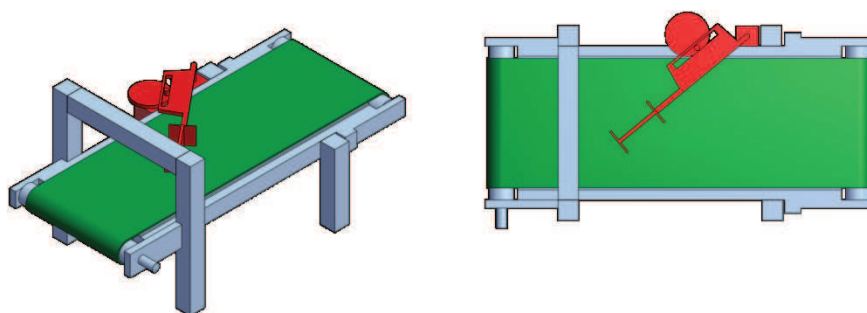
Činnou částí kulisového manipulátoru je kulisový mechanismus. Tento mechanismus transformuje rotační pohyb hřídele motoru na kývavý pohyb vahadla (pohyb po krátkém úseku kružnice). Transformaci pohybu zajišťuje kámen pohybující se v kulise vahadla. Kámen při pohybu kulisového mechanismu koná pohyb po kružnici. Krajiní polohy mechanismu jsou dány tečnami vahadla ke kružnici opisované kamenem. Body v místech dotyku tečen rozdělují kružnici na dva různě dlouhé úseky. Proto při konstantních otáčkách kamene trvá pohyb vahadla mezi krajními polohami v každém směru jinou dobu. Navíc se zdvih, při kterém opisuje kámen delší část kružnice, přibližuje lineární závislosti natočení vahadla na pootočení kamene. Těchto vlastností kulisového mechanismu lze v praxi využít tak, že delší část zdvihu slouží jako pracovní, naopak kratší část jako rychlý přejezd do výchozí polohy. Kulisový

mechanismus je schopen předměty posouvat v podobném rozsahu jako výše uvedený klikový mechanismus.



Obrázek 13: Činná část kulisového manipulátoru

Podobně jako klikový mechanismus má i kulisový mechanismus značné nároky na pracovní prostor. Vahadlo mechanismu znemožňuje na tu stranu, kde je uložen kulisový manipulátor, uchytit další součásti. Proto je v příslušné variantě třídící linky přítomen jen jeden nosník pro uchycení senzorů nad pásem.



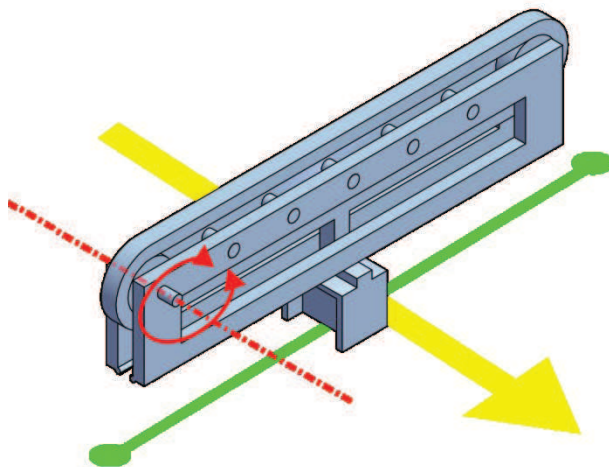
Obrázek 14: Třídící linka s klikovým manipulátorem

Výhody: v části zdvihu pohyb blíží se lineární závislosti

Nevýhody: náročné na konstrukci, vyšší cena, prostorové nároky vahadla (dlouhé)

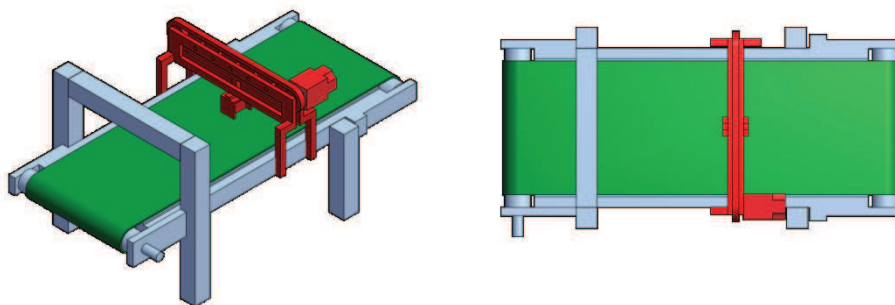
Řemenový manipulátor

Řemenový manipulátor se skládá z vedení vozíku, vozíku, řemenic, řemene a rámu. Rotační pohyb se z řemenice přenáší na napnutý řemen. Tím dojde k transformaci rotačního pohybu na přímočarý pohyb. Ke spodní větvi řemenu je přichycen vozík, který se tak může pohybovat spolu s řemenem. Přímocharý pohyb vozíku je tak přímo úměrný otáčení hnací řemenice. S přesahem alespoň poloviny řemenice přes hranu dopravníku lze tímto manipulátorem vyházet předměty z boku dopravníku. Nevýhodou je vyšší technická a finanční náročnost. Řídicí systém musí být navržen tak, aby vozík nevyjel z napnuté větve pásu na tu část, kde se řemen stýká s řemenicí. Proto je třeba koncové polohy osadit vhodnými senzory. Pokud by vozík vjel do řemenice, mohlo by dojít k poškození manipulátoru.



Obrázek 15: Činná část řemenového manipulátoru

Rám je navržen pouze s jedním nosníkem. Lze realizovat i verzi se čtyřmi nosníky, řemenový manipulátor je však příliš vysoký a příčné nosníky by musely být uloženy nad něj. Nebo by pásový dopravník musel být dostatečně dlouhý.



Obrázek 16: Třídící linka s řemenovým manipulátorem

Výhody: vynikající možnosti třídění, lineární závislost posuvu vozíku na otáčkách motoru

Nevýhody: drahé, celkově náročné na realizaci, riziko poškození

3.3 Výběr vhodné varianty manipulátoru

Varianty uvedené v předchozí stati budou ohodnoceny podle následujících kritérií:

Možnosti třídění

Parametr možnosti třídění vyjadřuje schopnost manipulátoru třídít. Čím větší možnosti třídění, tím více skupin lze třídít.

Bere v úvahu:

- počet možností, jak třídít
- schopnost pracovat s různou šířkou pásu a linky
- tvar dráhy, po které je posunován tříděný předmět

- závislost změny polohy činné plochy manipulátoru na změně natočení hřídele motoru

Prostorová náročnost

Prostorová náročnost vyjadřuje nároky mechanismu na prostor potřebný pro jeho práci. Tento prostor musí být volný, nesmí se v něm nacházet žádná část konstrukce linky. To znamená, že prostorově náročný mechanismus může vyžadovat zbytečně dlouhou nebo širokou linku. Pokud pohyblivé části manipulátoru vyčnívají z třídící linky, hrozí nebezpečí úrazu.

Hodnotící kritéria:

- Prostor zabraný pohybem členů manipulátoru uvnitř linky
- Prostor zabraný pohybem členů manipulátoru vně linky

Cena

Parametr cena vychází z cenového odhadu jednotlivých variant, který je sestaven na základě:

- odhadu cen zakoupených dílů
- odhadu cen materiálu a práce na výrobu dílů ve školní laboratoři

Technická náročnost

Parametr technická náročnost posuzuje technické nároky na zhotovení manipulátoru. Technická náročnost závisí na:

- počtu členů, ze kterých se mechanismus skládá
- počtu a druhu vazeb, nárocích těchto vazeb na konstrukci

Variabilita rámu

Parametr variabilita rámu je tím větší, čím je více možností měnit vzájemnou polohu dílů rámu.

Tento parametr bere v úvahu zejména:

- množství ploch vhodné pro připevnění senzorů
- možnosti posuvu nosníků vůči rámu třídící linky

Posouzení variant je provedeno bodovací metodou. Body jsou přidělovány na základě odhadu vycházejícího ze známých skutečností (počty členů, druhy vazeb, apod.). Tato metoda spočívá v tom, že se parametry jednotlivých variant obodují podle toho, jak dobře jsou schopny jednotlivé varianty tyto parametry plnit. Bodování probíhá v rozsahu 0 (nejhůře) až 10 (nejlépe). Při analýze uvažujeme, že parametry jsou si navzájem rovnocenné. Výsledek proto dostaneme prostým součtem bodů všech parametrů u každé varianty a vzájemným porovnáním těchto součtů. Nejlepší varianta je ta, která získá největší celkový počet bodů. [2]

Manipulátor	Cena	Technická náročnost	Prostorová náročnost	Možnosti třídění	Variabilita rámu	Celkový počet bodů	Pořadí
Deskový	10	9	10	4	9	42	1
Pákový	9	7	7	9	8	40	2
Klíkový	4	3	1	5	5	18	5
Kulisový	4	2	5	5	4	20	4
Řemenový	1	4	9	9	5	28	3

Tabulka 1: Výběr vhodné varianty

Nejlepší hodnocení získal deskový manipulátor. Zadání výukové třídící linky požaduje třídění předmětů do dvou skupin. To splňují všechny manipulátory. Nabízí se třídění buď jen z konce pásu, nebo jen z boků dopravníku nebo kombinace obou. Realizace shazování předmětů z boku pásového dopravníku však vyžaduje úpravy vodicích profilů, aby bylo možné předměty přesunout z pásu. Z toho plyne, že dvě skupiny předmětů je výhodné třídít jen z konce pásu. Pro tuto variantu je však ze souboru navržených manipulátorů vhodný jen manipulátor deskový nebo pásový. Ostatní manipulátory jsou finančně a technicky náročné. Deskový manipulátor si u většiny parametrů vede lépe než pákový, proto je v celkovém součtu nejvhodnější variantou.

Na základě srovnání se jako nejvhodnější jeví postavit manipulátor s otočnou deskou. Ačkoli se jedná o manipulátor s nejmenšími možnostmi třídění, je tento manipulátor schopen plně uspokojit všechny požadavky zadavatele. Vzhledem k tomu, že mezní šířka pásu byla stanovena na 150 mm, bude maximální délka ramene desky také omezena 150 mm. Ve skutečnosti bude rameno kratší, aby mohl manipulátor pracovat bez rizika kolize s rámem třídící linky. Omezení délky ramene je nutno stanovit, aby mohl být vybrán vhodný typ motoru.

3.4 Krokový motor

K pohonu manipulátoru třídící linky bude použit krokový motor. Krokový motor umožňuje natočení hřídele na libovolnou polohu a je schopen tuto polohu silově udržet. Díky těmto vlastnostem je krokový motor vhodný pro pohon deskového manipulátoru třídící linky. Řízení motoru je však poměrně složité a je třeba zvolit vhodný způsob řízení. Krokový motor totiž není možno přetěžovat, jinak dojde k nekontrolovatelnému přeskokování kroků. Tím vznikne rozdíl mezi polohou, která je nastavena v řídicím systému motoru a skutečnou polohou rotoru. Bude-li tento rozdíl dostatečně veliký, nebude manipulátor pracovat správně a linka začne špatně třídít. Při výběru motoru je třeba zvolit dostatečně silný motor, aby k přeskokování kroků nedocházelo. [5]

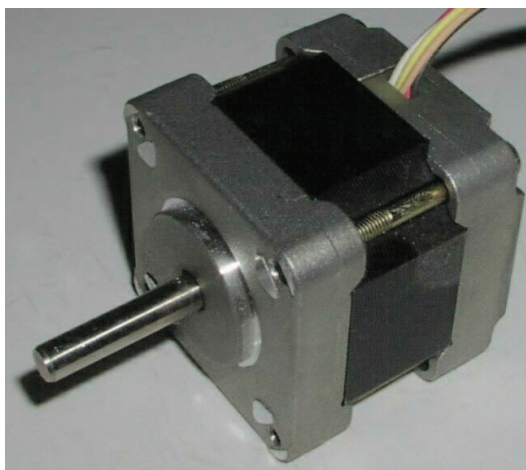
3.4.1 Popis krokového motoru

Jedná se o impulzně napájený motor s nespojitým točivým pohybem. To znamená, že motor vykonává pohyb pouze kroky o určité velikosti. Velikost kroku je dána určitým úhlem, o který se rotor krokového motoru natočí. Velikost úhlu natočení pak záleží na konstrukci motoru a způsobu ovládání motoru. [4]

Polohy, mezi kterými se rotor otáčí, jsou vymezeny rozložením magnetického pole uvnitř motoru. Pole se mění v závislosti na buzení fází uvnitř motoru. Se změnou pole pak dochází k natáčení rotoru, který se snaží dostat vůči magnetickému poli do určité polohy. Tato poloha

se nazývá magnetická klidová poloha a vyskytuje se v nabuzeném motoru. Magnetická klidová poloha závisí na rozložení magnetického pole uvnitř motoru a zatížení hřídele motoru. [4]

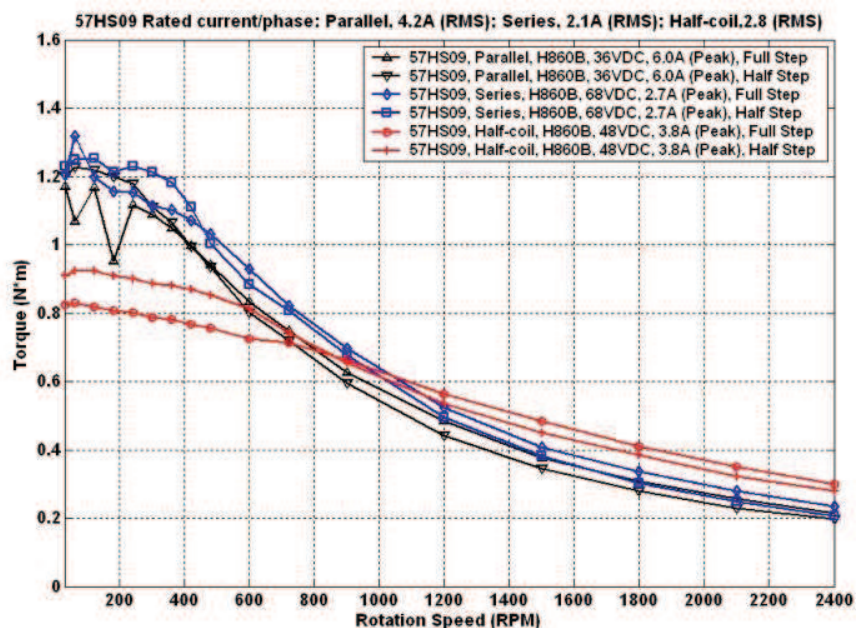
Důležitým parametrem je momentová charakteristika motoru (obr. 18). Na základě této charakteristiky lze vybrat vhodný motor a druh řízení. Tato charakteristika udává závislost momentu nabuzeného motoru na frekvenci zatěžovacích kroků při otáčení rotoru. Někdy se také udává závislost momentu přímo na otáčkách rotoru. U momentové charakteristiky je třeba uvést druh řízení. [4]



Obrázek 17: Krokový motor [5]

3.5 Pohon manipulátoru

Pro pohon manipulátoru byl vybrán krokový motor 57HS09 od společnosti Leadshine technology Co., Ltd. Jedná se o dvoufázový motor s krouticím momentem až 1,3 Nm. Tento motor dostačuje potřebám deskového manipulátoru, protože i v konfiguraci řízení s nejmenším krouticím momentem 0,8 Nm je schopen manipulátoru s největším možným ramenem poskytnout sílu minimálně 5 N. [7]



Obrázek 18: Momentová charakteristika motoru 57HS09 [7]

4 Konstrukční prvky systému Alutec

Pro konstrukci třídící linky byl vybrán hliníkový konstrukční systém Alutec od společnosti Alutec K&K, a.s. Konstrukční systém je na trh dodáván v podobě stavebnice. Nezanedbatelnou výhodou konstrukčního systému Alutec je podpora výrobce, který nabízí přehledně zpracovaný katalog včetně 2D a 3D knihovny jednotlivých dílů v různých datových formátech. [6]

4.1 Hliníkové profily

Jádrem konstrukčního systému Alutec jsou profilové tyče z hliníku (zkráceně profily). Profily jsou nabízeny v rozměrových modulech 30 mm, 40 mm a 45 mm. Tvary jednotlivých profilů vycházejí z těchto rozměrů. Profil může být tvořen kombinací drážek, odlehčení a děr. Důležité jsou rozměry drážek. Šířka drážky profilu určuje vnější průměr dříku šroubu. Pro potřeby výukové třídící linky bylo nutno zvolit podle požadavků popsanych v další kapitole profil s rozměrovým modulem 45 mm. Tento profil byl zvolen s ohledem na rozměr drážky, který musí být shodný se šířkou výstupků upevňovacích desek pro dané rozměry válců. Tomu odpovídá tyč s rozměry 45 mm × 45 mm (modul 45 mm). [6]

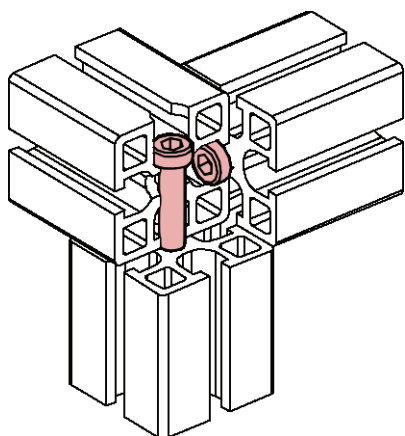
Tento rozměr je vyráběn v provedení ekonomickém, lehkém a standartním. Tato provedení mají stejné vnější rozměry, liší se tloušťkou stěn (a velikostí průřezového modulu). Pro potřeby výukové třídící linky postačí profil s nejmenším průřezovým modulem – ekonomické provedení. Šířka drážky tohoto profilu je 8 mm. Profil 45 mm × 45 mm v ekonomickém provedení (dále značeno 45×45E) bude použit jak na konstrukci rámu pásového dopravníku, tak rámu celé třídící linky. Důvodem je právě drážka 8 mm, jinak by bylo nutno spojovat profily s různými drážkami. Tuto drážku má i modul 40 mm, ten však není vyráběn v ekonomickém provedení. [6]

Materiál profilů	
Značení materiálu	AlMgSi 0.5 F25
Číslo DIN	3.3206.7 (6060)
Mez pevnosti v tahu	250 Nmm ⁻²
Mez kluzu	200 Nmm ⁻²
Tažnost A ₅	10 %
Tažnost A ₁₀	8 %
Modul pružnosti	70000 Nmm ⁻²
Povrchová úprava	Eloxování

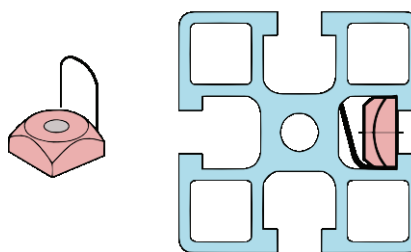
Tabulka 2: Specifikace materiálu hliníkových dílů konstrukčního systému Alutec [6]

4.2 Spoje a spojovací prvky

Konstrukční systém Alutec poskytuje mnoho způsobů, jak spojit profily. Spojení lze provést například šrouby, stavitelnými úhlovými spoji, fixačními úhelníky, spojkami nebo klouby. Výuková třídící linka bude vždy vyžadovat spoje svírající úhel 90° . Tyto spoje lze vytvořit s pomocí šroubů nebo fixačních úhelníků. Spoj šrouby je levný, ale vyžaduje vrtání děr do hliníkových profilů a závit v osové díře hliníkového profilu (obr. 19). Toto spojení však není dostatečně přizpůsobivé, protože každé posunutí spoje vyžaduje vrtání děr. Naopak spoj fixačními úhelníky nevyžaduje žádné obrábění, k jeho sestavení je potřeba pouze klíč s hlavou pro vnitřní šestihran. Z těchto důvodů budou spoje profilů tvořeny výhradně fixačními úhelníky. [6]

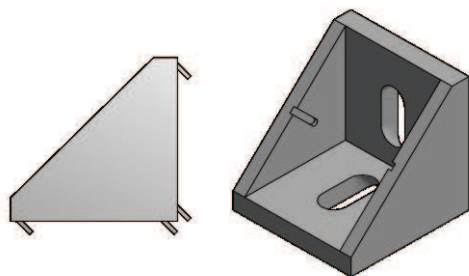


Obrázek 19: Ukázka spojení šrouby [6]

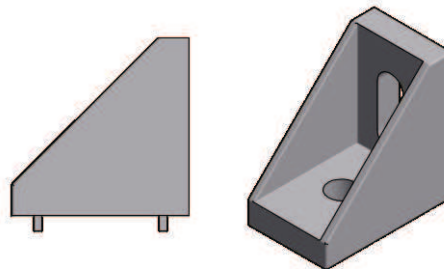


Obrázek 20: Ukázka matice s pružinou [6]

V systému Alutec jsou fixační úhelníky a profily spojeny pomocí matic a šroubů. Toto spojení je však v systému Alutec rychlé a snadno realizovatelné díky čtyřhranným maticím (obr. 20). Tyto matice se vkládají do drážek hliníkových profilů. Matici lze v drážce libovolně posunovat, ale její hrany zabraňují protáčení uvnitř drážky. Díky tomu není třeba během montáže jistit matici klíčem pootočení, což spojování zrychlí a zjednoduší. Dodavatel nabízí kromě obyčejné matice i matici s aretační pružinou. Pružina zajišťuje matici proti samovolnému posunutí. Díky tomu se montáž ještě více zjednoduší. [6]



Obrázek 21: Fixační úhelník 43×43 [6]



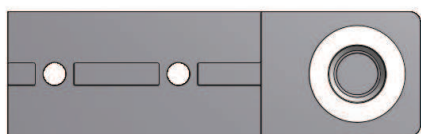
Obrázek 22: Fixační úhelník 25×40 [6]

Fixační úhelníky jsou nabízeny v mnoha různých rozměrech a provedeních včetně dalšího příslušenství. Ve výukové třídící lince lze využít rozměry 25 mm × 40 mm (dále značen jako 25×40) a 43 mm × 43 mm (dále značen jako 43×43). Každý úhelník má však krom odlišných rozměrů i jiné provedení (a také využití). Fixačním úhelníkem 43×43 se spojují profily ležící v jedné rovině. Tento úhelník má na obou styčných plochách vodící výstupky určené

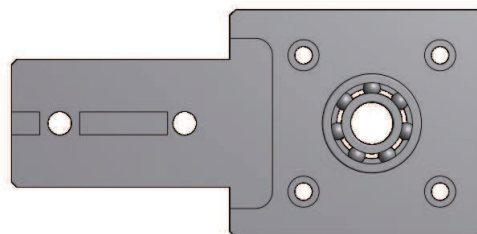
do drážek hliníkového profilu. Využívá se k sestavení rámu s čtvercovým a obdélníkovým tvarem nebo spojení dvou profilů do tvaru L nebo T. Naopak úhelník 25×40 slouží ke spojení dvou mimoběžných profilů. Osy profilů však musí ležet ve dvou různých rovnoběžných rovinách a svírat úhel 90°. Fixační úhelník 25×40 má vodící výstupky jen na jedné styčné ploše, druhá je hladká s otvorem pro šroub. Tento úhelník lze využít i ke spojení několika menších celků. Lze s ním vytvářet stejné spoje jako s úhelníkem 43×43, ale z důvodu absence vodících výstupků nebyly tyto spoje s pomocí úhelníků 25×40 vytvořeny. [6]

4.3 Upevňovací deska

Upevňovací desky slouží k uložení válců dopravníku. Součástí každé desky je ložisko, podle provedení i gufero. Montují se na boční strany rámu pásového dopravníku. Na styčné ploše mají vodící výstupky, které se vkládají do drážky hliníkového profilu. Samotné uchycení zajišťuje spojení šroubem a maticí. Budou-li šrouby povolené, pak bude možné upevňovací deskou pohybovat ve směru osy profilu. Toho se využívá k posunu válců během napínání pásu. [6]



Obrázek 23: Upevňovací deska [6]



Obrázek 24: Příruba pohonu [6]

Příruba pro motor má podobnou funkci jako upevňovací deska. Oproti upevňovací desce má navíc otvor pro hřídel a díry pro uchycení pohonu pásu. Přírubou se však neposunuje při napínání pásu, ale pouze při instalaci pásu, pokud je pás příliš dlouhý. Poté již musí být příruba pevně přichycena k rámu pásového dopravníku a posunuje se jen hnaný válec a jeho desky. [6]

4.4 Napínák

Napínák se používá k posouvání desek hnaného válce během napínání pásu. Tvoří jej těleso se dvěma šrouby (obyčejným a šikmým) a maticí. Napínáky se montují tak, aby se šikmý šroub opíral o upevňovací desky hnaného válce. Napínák se proti pohybu zajistí spojením tvořeným obyčejným šroubem a maticí. Otáčením šikmého šroubu pak dochází k posunu desek hnacího válce. [6]

5 Konstrukce třídící linky

5.1 Pásový dopravník

5.1.1 Pásový dopravník Alutec

Konstrukční systém Alutec nabízí 3 různé rozměry válců o průměrech 50 mm, 65 mm a 96 mm. Každý rozměr válce má vlastní upínací desky a příslušenství potřebné k sestavení pásového dopravníku. Z hlediska pohonu se válce dělí na hnací a hnaný. Hnaný válec má po obou stranách čepy k uložení do upevňovacích desek. Hnací válec má na jedné straně místo čepu hřídel s drážkou pro pero. Strana s hřídelem se ukládá do příruby pro motor. Pro každý průměr hnacího válce je v nabídce několik druhů motorů s převodovou. [6]

Volba rozměru válce zároveň určuje i rozměry hliníkových profilů a spojovacích prvků. Průměr válce je proto třeba volit podle rozměrů plochy pásu a požadovaného profilu. Volba profilu se může odvíjet od zatížení rámu dopravníku.

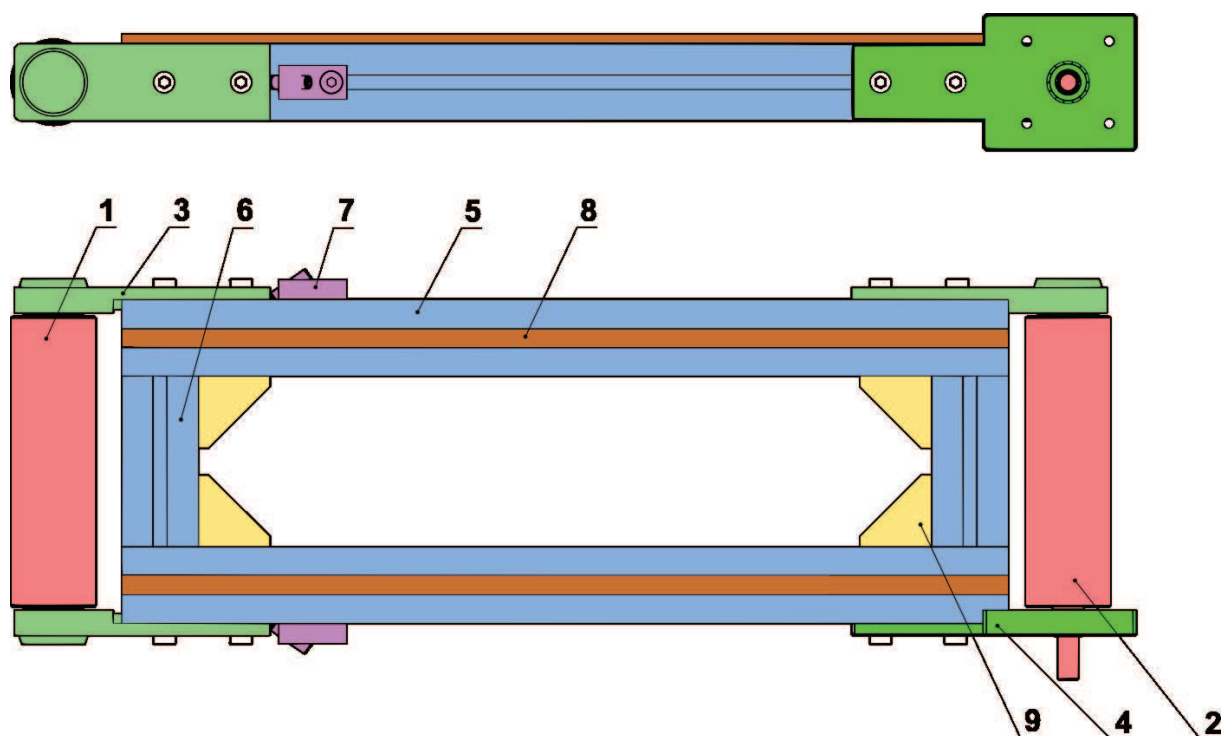
Parametry pásových dopravníků nejmenšího nabízeného průměru válce 50 mm [6]:

- maximální délka dopravníku 6000 mm
- maximální šířka pásu 600 mm
- maximální rychlostí pásu $0,5 \text{ ms}^{-1}$

Požadavky na pásový dopravník výukové třídící linky jsou v mezích těchto hodnot.

Pásový dopravník se skládá z těchto dílů [6]:

- Dva páry profilů požadované délky
- Hnací a hnaný válec
- Upevňovací desky válců
- Úhelníky ke spojení hliníkových profilů
- Speciální profil
- Deska pod pás
- Dva napínáky
- Šrouby a matice do drážek



Obrázek 25: Pásový dopravník

Popis obrázku č. 17: 1 – hnací válec, 2 – hnací válec, 3- upevňovací deska, 4 – příruba pohonu pásu, 5 – podélný profil, 6 – příčný profil, 7 – napínák, 8 – vodící lišta, 9 – fixační úhelník 43×43

5.1.2 Stanovení rozměrů

Šířka pásu je stanovena v rozsahu od 120 mm do 150 mm. Rozměry třídící linky se pohybují v dolních mezích možností konstrukčního systému. Nejmenší možný rozměr pásu je omezen velikostí fixačních úhelníků 43×43, protože teoretická minimální šířka je dána dvěma dotýkajícími se úhelníky. Zároveň je třeba počítat s šířkou mezi vodícími lištami.

Výrobce slibuje dodat jakýkoli rozměr válce, proto byla zvolena šířka válce 170 mm. Vzdálenost mezi hranami vodících lišt je při této šířce válců 133 mm. Doporučená šířka pásu je o 10 mm menší. Vhodné parametry pásu zvolí dodavatel na základě poptávky. Délka příčného profilu tvořícího rám pásového dopravníku je 100 mm.

Před stanovením délky třídící linky je třeba stanovit rozměry nosníků nad pásem, které slouží pro uchycení senzorů a motoru. To je důležité, protože rozměry těchto nosníků zároveň určují vzdálenost noh od sebe. Délka příčných nosníků je stejná jako šířka rámu pásového dopravníku, tj. 190 mm. Stejná délka je zvolena i pro podélné nosníky, protože dává dostatek prostoru pro uchycení senzoru a manipulátoru.

Dále je třeba k délce podélného nosníku připočítat šířku profilů nohou, délku upevňovacích desek a délku napínáku s několika centimetry navíc pro místo potřebné k ovládání napínáku a napínání pásu. S přihlédnutím k těmto požadavkům byla zvolena délka podélného profilu rámu pásového dopravníku 520 mm. Minimální osová vzdálenost válců je tedy 590 mm.

5.2 Konstrukční návrh manipulátoru

Základními prvky, ze kterých se manipulátor skládá, jsou krokový motor a deska. Je však třeba propojit desku s hřídelem motoru a tento celek pak nějakým způsobem připojit k třídící lince. Proto jsou dalšími součástmi manipulátoru spojka a úchyt. Manipulátor bude uchycen do poloviny druhého příčného nosníku od vstupu. Návrh by měl být proveden tak, aby manipulační deska při správném uchycení manipulátoru nenarazila do jiné části třídící linky.

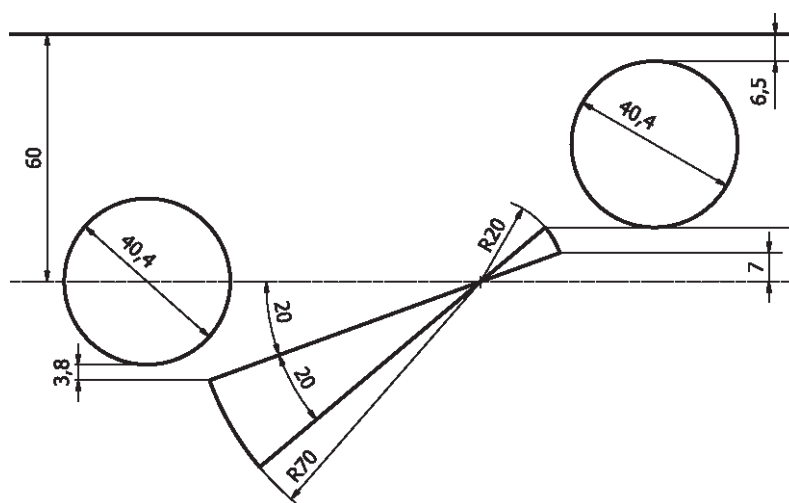
5.2.1 Návrh desky manipulátoru

Desku manipulátoru je třeba navrhnout tak, aby byla schopna pracovat v určitém rozsahu natočení. Tento rozsah je stanoven proto, že manipulátor se pravděpodobně nebude natáčet zcela přesně na zadaný úhel. Přesnost bude záviset jak na velikosti kroku motoru, tak na seřízení manipulátoru. Proto jsou stanoveny parametry, které má deska správných rozměrů splňovat. Základní parametry pro manipulátor umístěný napříč ve středu pásu jsou stanoveny takto:

- Schopnost pracovat na pásu o minimální šířce 120 mm
- Předpokládaný pracovní rozsah manipulátoru: $20^\circ - 40^\circ$ odklon od podélné roviny procházející osou hřídele motoru
(předpokládaná pracovní poloha $30^\circ \pm 10^\circ$)
- Šířka průchodů v usměrňovačích 40 mm
(čtverec o hraně 25 mm má délku uhlopříčky přibližně 35 mm + 5 mm)
- Manipulátor při nejmenším natočení 20° přesáhne v příčném směru nejvychýlenější předměty o 5 mm
- Předmět opouštějící manipulátor při nejmenším vychýlení 20° bude od podélné roviny procházející osou hřídele motoru vzdálen alespoň 5 mm
- Předmět opouštějící manipulátor při největším vychýlení se nedostane hraně pásu blíže než 5 mm

Při hledání řešení je třeba najít takovou variantu, která splní s přijatelnou přesností všechny výše uvedené požadavky. Grafické řešení ukázalo, že optimální varianta je deska dlouhá 90 mm s osou otáčení procházející deskou 20 mm od hrany. Delší rameno není vhodné, protože deska by se pak nemohla točit bez rizika kolize s jinou částí linky.

Deska bude předměty třídit tak, že delší 70 mm dlouhá část bude směřovat ke vstupu třídící linky. Touto částí desky budou zachytávány předměty putující k manipulátoru od senzoru. Naopak kratší 20 mm dlouhá část bude směřovat ke konci pásu a postará se o to, aby byl třídný předmět vždy vychýlen o několik milimetrů od podélné roviny procházející osou hřídele motoru. Manipulátor je třeba umístit tak, aby manipulační deska nemohla narazit do žádné části manipulátoru. Spodní hrana 70 mm dlouhé části manipulační desky je upravena tak, aby nedošlo ke kolizi s vodicími lištami.



Obrázek 26: Grafické řešení rozměrů desky manipulátoru

5.2.2 Návrh spojky

Spojka slouží ke spojení manipulační desky s hřídelem krokového motoru.

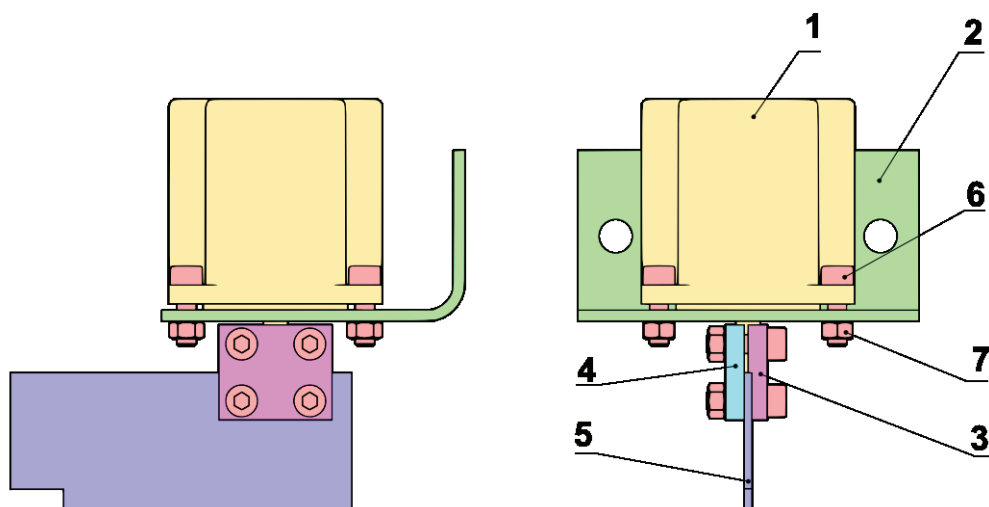
Spojka musí být schopna splnit následující požadavky:

- udržet se spolu s deskou na hřídeli motoru - zabránit axiálnímu posuvu
- využít plošky na hřídeli k realizaci přenosu sil z motoru na desku – zabránit protáčení okolo osy motoru
- pevně k sobě uchytit desku a zajistit, že osa hřídele motoru bude procházet rovinou uprostřed desky

Tyto požadavky splní spojka ze dvou kovových desek – úložné desky a přítlačné desky. Obě desky jsou tvarovány tak, aby po spojení hřídele motoru s manipulační deskou procházela osa hřídele motoru středovou rovinou manipulační desky. Spojení mezi jednotlivými částmi je vytvořeno kombinací tření a tvarových ploch zabraňujících vzájemnému pohybu. V úložné desce je uložena kruhová část hřídele. Naopak ploška na hřídeli motoru je ve styku s přítlačnou deskou. Mezera mezi úložnou deskou a přítlačnou deskou je využita k uložení manipulační desky. Spojku drží pohromadě čtyři šrouby M5.

5.2.3 Úchyt manipulátoru

Úchyt je vyroben z plechu tlustého 3 mm ohnutého do tvaru L. Jsou v něm díry pro hřídel motoru, díry pro šrouby spojující motor s přírubou a díry pro připojení příruby k rámu linky.



Obrázek 27: Manipulátor

Popis obrázku č. 27: 1 - krokový motor, 2 - úchyt, 3 - úložná deska, 4 - přitlačná deska, 5 - manipulační deska, 6 - šroub M5x16, 7 - matice M5

5.3 Rám třídící linky

Rám třídící linky se skládá z hliníkových profilů spojených fixačními úhelníky. Rám netvoří jeden funkční celek, ke kterému se následně připojí pásový dopravník a manipulátor. Naopak se všechny jeho části postupně podle potřeby připojí k pásovému dopravníku.

Základní částí rámu jsou nohy vyrobené z profilu 45×45E. Ke každé noze je na jedné straně připojen fixační úhelník 25×40. Pomocí těchto úhelníků bude celá linka přichycena k základové desce. Nohy budou k pásovému dopravníku též připojeny prostřednictvím úhelníků 25×40, opět jedna noha jedním úhelníkem.

Čtyři kusy nosníků z profilu 45×45E slouží k uchycení senzorů a manipulátoru nad pás. Každý nosník je k nohám na obou koncích připojen úhelníky 43×43. Úhelníky je možno podle potřeby v závislosti na vzdálenosti od konce profilu nohy připojit na spodní nebo horní plochu nosníku.

Bylo zvoleno, že k rámu budou v základním provedení třídící linky připojeny dva usměrňovače. Kromě předního usměrňovače bude druhý usměrňovač umístěn za manipulátorem. Jeho funkcí bude pomoci manipulátoru lépe nasměrovat přetříděné předměty do správných krabic. Přední a zadní usměrňovače jsou připojeny k nohám pomocí šroubů a matic umístěných v drážce profilu.

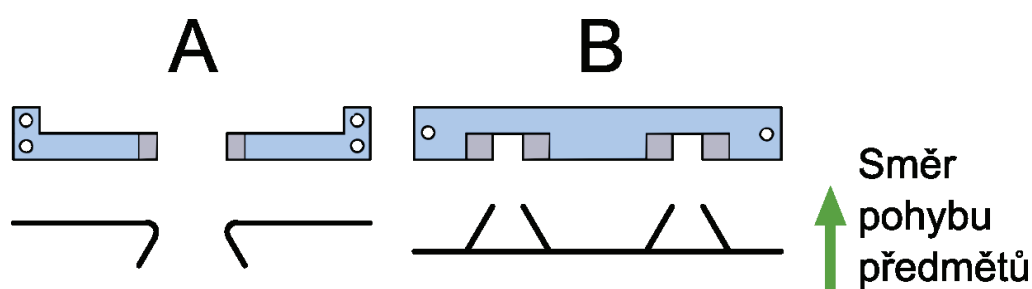
5.3.1 Usměrňovače

Usměrňovače slouží k posouvání předmětů v příčném směru. Od manipulátoru se liší tím, že jejich funkcí je usměrnit předměty během jejich průchodu skrz třídící linku. Pohyb s předmětem v příčném směru vyžaduje určitou energii, proto může být řešení příčného pohybu závislé (energií dodává pás) nebo nezávislé na pohybu pásu (vyžaduje vlastní zdroj energie).

Výukové třídící lince postačí příčné usměrnění závislé na pohybu pásu. Tento příčný pohyb budou zajišťovat usměrňovače. Tříděný předmět se bude pohybovat v podélném směru,

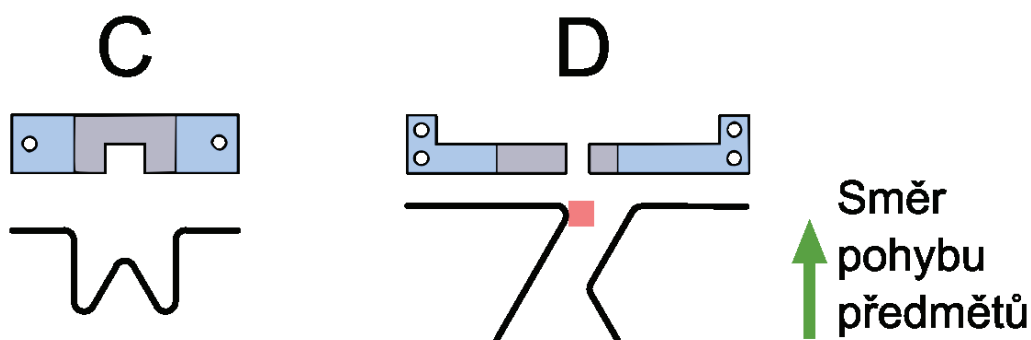
dokud nenarazí na některou z ploch usměrňovače. Plocha usměrňovače je nastavena tak, aby byl pohyb podélným směrem možný, jen když se bude předmět pohybovat i požadovaným příčným směrem. K tomu je třeba zajistit, aby tření mezi pásem a předmětem bylo větší, než mezi předmětem a usměrňovačem. Kromě posuvu mohou usměrňovače předměty i otáčet.

Usměrňovače jsou vyrobeny z tenkých ocelových plechů. K rámu se připojují šroubem a maticí. Plechy lze tvarovat mnoha způsoby a dosáhnout tak různých pohybů. Jejich činné plochy se vždy musí ve směru pohybu pásu zužovat. Pro třídící linku byly ve výchozím provedení zvoleny varianty A a B (obr. 28). Varianta A je přední usměrňovač směřující předměty pod sensor. Usměrňovače rozdělující proud předmětů za manipulátorem jsou typu B. Tento typ poskytuje pro každou tříděnou skupinu vlastní průchod.



Obrázek 28: Tvary usměrňovačů použitých na třídící lince

Pod sensor mohou předměty směřovat i varianty C a D (obr. 29). Varianta C funguje stejně jako varianta A, je však z jednoho kusu plechu. Varianta D naopak představuje odlišný způsob usměrnění než předchozí varianty, protože všechny předměty opouštějí manipulátor na přibližně stejném místě (vyznačeno červeným čtvercem). Vhodná je zejména pro senzory vyžadující přesné nasměrování předmětu.



Obrázek 29: Tvary usměrňovačů vhodné pro třídící linku

Mezi pásem a předmětem bude během usměrnění docházet k jistému skluzu, proto se nedá přesně stanovit, kolik času (nebo kroků motoru) bude vyžadovat průjezd mezi usměrňovači. Velikosti úhlů ploch a otvorů je však třeba experimentálně ověřit a pro každý tvar a materiál tříděných předmětů podle potřeby upravit.

5.4 Cenová kalkulace

Pro posouzení nákladů je v tabulce č. 3 vypracován cenový odhad. Jelikož se nejedná o přesnou kalkulaci, jsou v tomto odhadu zahrnuty jen drahé díly nebo ty díly, které jsou na lince využity ve větším počtu kusů. Díly, které nejsou uvedeny samostatně, jsou zahrnuty v položce ostatní. U každé položky je uvedena jednotková cena a množství. Cena za položku je vypočtena součinem množství a jednotkové ceny. Jednotková cena zboží byla odhadnuta na základě dostupných cen podobných produktů. Přesné zjištění jednotkové ceny nebylo možné, protože společnost Alutec K&K, a.s. neposkytuje ceník, ale vypracuje cenovou nabídku na základě konkrétní poptávky ze strany zákazníka.

Položka	Množství	Jednotková cena	Cena položky
motor	1	1000	1000
profil 45x45E	3,4	350	1190
válec	2	1200	2400
upínací deska	4	500	2000
úhelník	20	75	1500
pás	1	1300	1300
napínák	2	300	600
šroub	52	8	416
matice	52	8	416
ostatní	1	1500	1500
CELKOVÁ CENA		<i>bez DPH</i>	12322

Tabulka 3: Cenová kalkulace

Po provedení odhadu byl vypracován prvotní návrh třídící linky. Poté byla oslovena společnost Alutec K&K, a.s. s požadavkem na vypracování cenové nabídky. Tato cenová nabídka je součástí přílohy č. 4. Po obdržení cenové nabídky byla třídící linka dopracována do závěrečné podoby. Proto se položky uvedené v cenové nabídce nepatrně liší od seznamu položek finální verze třídící linky. Provedené změny měly na konečnou cenu třídící linky jen nepatrný vliv. Z tohoto důvodu nebylo třeba žádat novou cenovou nabídku.

5.4.1 Srovnání ceny s nabídkami jiných dodavatelů

Společnost Alutec K&K, a.s. nabízí za 11986 Kč včetně DPH díly na stavbu pásového dopravníku a rámu třídící linky. Uvedená nabídka neobsahuje pohon pásu. Tyto díly si sestaví zákazník sám.

Cenové srovnání je možno provést s nabídkami od společností Haberkorn Ulmer, s.r.o. a Bosch Rexroth, s.r.o.

Společnost Haberkorn Ulmer, s.r.o. nabízí pásový dopravník MINI 24V. Dopravník se dodává sestavený a jeho funkčnost je ověřena zkušebním provozem. Cena za pásový dopravník včetně motoru pohánějícího dopravník je 45 400 Kč včetně DPH. V této ceně není zahrnut napájecí regulovaný zdroj, který je v případě zájmu je možno přikoupit za příplatek 9000 Kč včetně DPH. Cenová nabídka je součástí přílohy č. 4.

Společnost Bosch Rexroth, s.r.o. byla oslovena prostřednictvím obchodního zástupce. Podobný pásový dopravník nabízí v rozsahu 40 000 Kč až 60 000 Kč podle požadavků zákazníka. Cena byla sdělena ústně při osobním jednání.

Z výše uvedeného srovnání je patrné, že nejvýhodnější je využít nabídky od společnosti Alutec K&K, a.s. Sestavení pásového dopravníku z jednotlivých dílů není složité a lze jej zvládnout s jednoduchými nástroji během několika hodin.

Předpokládaná cena komponentů třídící linky v rozsahu řešení bakalářské práce by se měla pohybovat kolem 15000 Kč včetně DPH (21%).

6 Závěr

Tato bakalářská práce se zabývala návrhem výukové třídící linky pro potřeby praktické výuky automatizace a měření. V první kapitole práce byly popsány důvody k vytvoření výukové třídící linky a stanoveny základní cíle bakalářské práce.

V druhé kapitole bakalářské práce byly detailně charakterizovány požadavky na výukovou třídící linku. Důraz byl kladen na vytvoření procesu popisujícího práci třídící linky. Tento proces byl důkladně analyzován a na základě jeho analýzy byly zjištěny poznatky potřebné k návrhu linky. Poté byly navrženy základní parametry konstrukce.

Ve třetí kapitole bakalářské práce byl pro třídící linku navržen manipulátor. Konstrukce jednoduchého manipulátoru poháněného elektrickou energií je stěžejním bodem této práce. Nejprve bylo vypracováno několik variant manipulátorů včetně vhodných rámu pro každou variantu. Z navržených variant byl vybrán jako nejvhodnější deskový manipulátor. Tento manipulátor dostatečně splňuje požadavky na třídění předmětů do dvou skupin. K manipulátoru byl vybrán odpovídající krokový motor s dostatečným krouticím momentem.

Podle zadání má být třídící linka sestavena z hliníkového konstrukčního systému. Ve čtvrté kapitole bakalářské práce byly proto popsány některé prvky konstrukčního systému Alutec použité pro konstrukci linky. Během práce se ukázalo, že vzhledem k malým rozměrům třídící linky je třeba brát ohled na rozměry spojovacích prvků hliníkových profilů.

V páté kapitole bakalářské práce byla detailně popsána konstrukce pásového dopravníku, manipulátoru a rámu třídící linky. Část této kapitoly byla věnována i návrhu usměrňovačů. Na konci této kapitoly byla provedena finanční kalkulace a srovnání s nabídkami společností nabízejících podobné produkty. Oslovené firmy nabízely pouze pásové dopravníky za několikanásobně vyšší cenu, než je cena celé navržené výukové třídící linky.

Na závěr lze konstatovat, že vytyčené cíle byly splněny. Byl dodán návrh třídící linky v požadovaném rozsahu včetně 3D CAD modelu a výkresů sestav. Linka je zkonstruována z dílů hliníkového konstrukčního systému a vejde se na školní lavici. Manipulátor navržený pro výukovou třídící linku je poháněn krokovým motorem napájeným elektrickou energií. Na závěr je třeba uvést, že v případě realizace projektu bude z finančního limitu 40 tisíc korun vyčleněného na nákup materiálu vyčerpáno přibližně 15 tisíc korun. Nabídky od společností dodávajících podobou techniku se do požadovaného finančního limitu nevešly.

Doporučení pro další pokračování práce

- Pro zrychlení práce s třídící linkou doporučuji tříděné předměty vkládat na pás automaticky pomocí podavače.
- Doporučuji manipulátor osadit vhodným senzorem a navrhnout řídicí systém tak, aby bylo seřízení manipulátoru prováděno automaticky.
- Pohon pásového dopravníku lze připojit k přírubě pomocí distančních sloupků.

Seznam použité literatury, zdroje

- [1] JÍLEK, V., LÍBAL, V., REMTA, F. *Manipulace s materiálem*. 3. vyd. Praha : SNTL, 1980
- [2] ŠUBRT, T., et al. *Ekonomicko-matematické metody*. Plzeň : Aleš Čeněk, 2011. ISBN: 978-80-7380-345-2.
- [3] *SROP – Společný regionální operační program – realizované projekty* [online]. [cit. 2013-05-08]
< <http://fondyeu.kr-stredocesky.cz/article.asp?thema=309589&item=66989>
- [4] *Krokové motory a jejich řízení* [online]. [cit. 2013-05-08]
< <http://www.mti.tul.cz/files/ats/krok2.pdf>
- [5] *Krokové motory (Robotika.cz > Články)* [online]. [cit. 2013-05-08]
< <http://robotika.cz/articles/steppers/cs>
- [6] *Katalog Alutec* [online]. [cit. 2013-05-18]
< <http://www.aluteckk.cz/Katalog/>
- [7] *57HS09 - krokový 2-fázový motor 1,3Nm* [online]. [cit. 2013-06-09]
< <http://www.cncshop.cz/57hs09-krokovy-2-fazovy-motor-1-3nm>
- [8] LEWCO: Conveyor Belt Tension and Tracking. In: *Youtube* [online]. 26.04.2012 [cit. 2013-05-02]
< <https://www.youtube.com/watch?v=dMcWzCjtf1Q>
- [9] LEINVEBER, J., VÁVRA, P. *Strojnické tabulky*. 4. vyd. Praha : ALBRA, 2008. ISBN: 978-80-7361-051-7
- [10] *Sortimentní katalog Ferona* [online]. [cit. 2013-06-24]
< <http://www.ferona.cz/cze/katalog/search.php>

Seznam obrázků

Obrázek 1: Třídící linka kulatiny v obci Věšín [3].....	12
Obrázek 2: Schéma třídění	14
Obrázek 3: Proces třídění	15
Obrázek 4: Barevné vyznačení částí plochy pásu	16
Obrázek 5: Třídění pádem z konce dopravníku	18
Obrázek 6: Třídění pádem ze strany dopravníku	18
Obrázek 7: Činná část deskového manipulátoru	21
Obrázek 8: Třídící linka s deskovým manipulátorem	22
Obrázek 9: Činná část pákového manipulátoru.....	22
Obrázek 10: Rám s pákovým manipulátorem	23
Obrázek 11: Činná část klikového manipulátoru	24
Obrázek 12: Třídící linka s klikovým manipulátorem	24

Obrázek 13: Činná část kulisového manipulátoru.....	25
Obrázek 14: Třídící linka s klikovým manipulátorem	25
Obrázek 15: Činná část řemenového manipulátoru.....	26
Obrázek 16: Třídící linka s řemenovým manipulátorem.....	26
Obrázek 17: Krokový motor [5].....	29
Obrázek 18: Momentová charakteristika motoru 57HS09 [7]	29
Obrázek 19: Ukázka spojení šrouby [6].....	31
Obrázek 20: Ukázka matice s pružinou [6]	31
Obrázek 21: Fixační úhelník 43×43 [6]	31
Obrázek 22: Fixační úhelník 25×40 [6]	31
Obrázek 23: Upevňovací deska [6]	32
Obrázek 24: Příruba pohonu [6].....	32
Obrázek 25: Pásový dopravník.....	34
Obrázek 26: Grafické řešení rozměrů desky manipulátoru	36
Obrázek 27: Manipulátor.....	37
Obrázek 28: Tvary usměrňovačů použitých na třídící lince.....	38
Obrázek 29: Tvary usměrňovačů vhodné pro třídící linku.....	38

Seznam tabulek

Tabulka 1: Výběr vhodné varianty	28
Tabulka 2: Specifikace materiálu hliníkových dílů konstrukčního systému Alutec [6].....	30
Tabulka 3: Cenová kalkulace	39

Použitý software

Autodesk Inventor 2013

Inkscape 0.48

Microsoft Excel 2010

Microsoft Word 2010

PDF Creator 1.2.3

Seznam příloh

Příloha č. 1: Obrázek sestavy třídící linky

Příloha č. 2: Postup napínání pásu

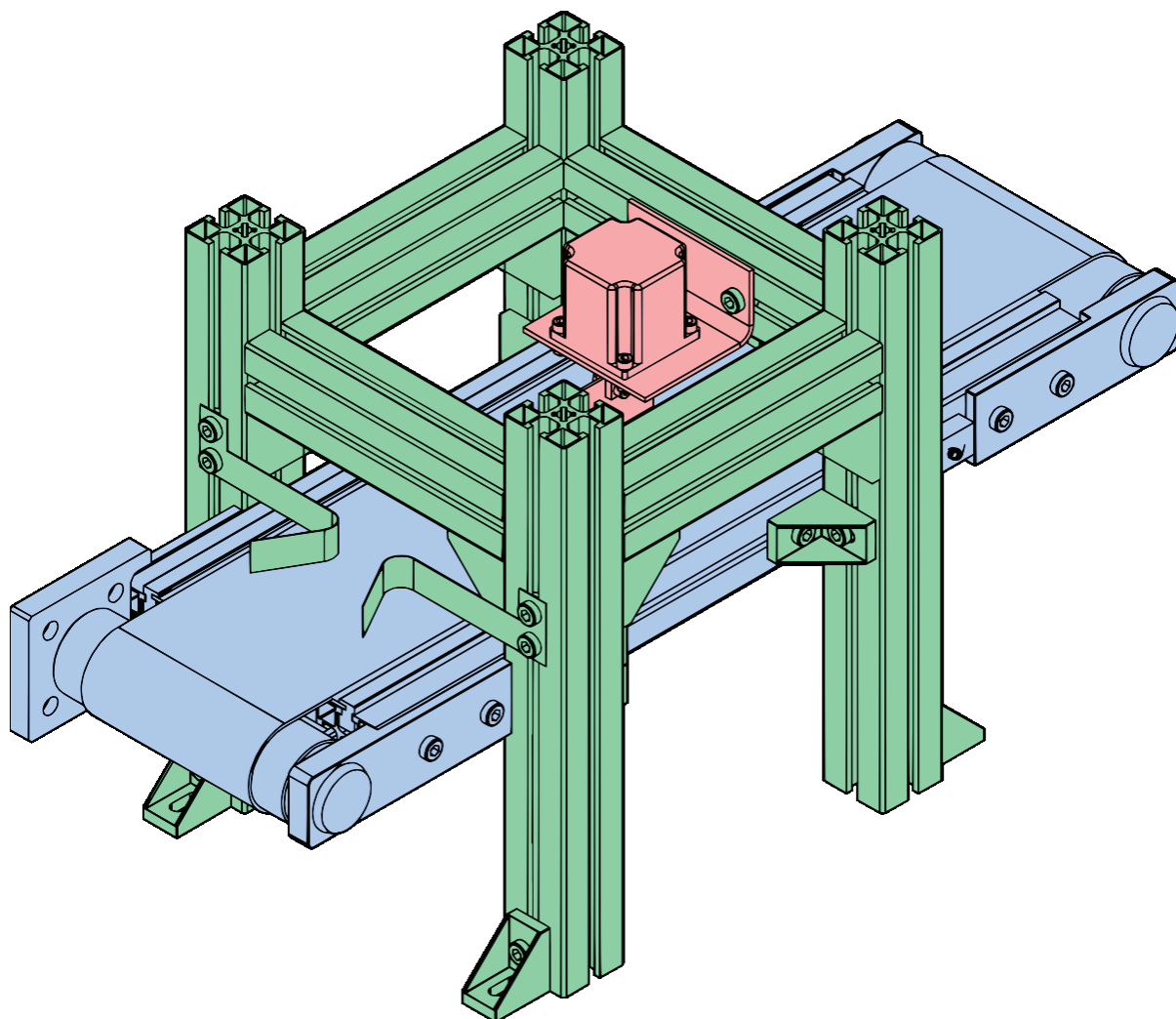
Příloha č. 3: Seznam dílů

Příloha č. 4: Cenové nabídky

Příloha č. 5: Výkresová dokumentace

PŘÍLOHA č. 1

Obrázek sestavy třídící linky



Pohled na vstupní část linky

Popis:

- *červená – manipulátor*
- *modrá – pásový dopravník*
- *zelená – rám třídící linky*

PŘÍLOHA č. 2

Postup napínání pásu

Postup napínání pásu

Před provozem třídící linky je třeba pás správně napnout. Napnutím se zabrání prokluzování válců a plocha pásu bude vyrovnaná. Správně napnutý pás musí být vycentrovaný. Špatně vycentrovaný pás je nerovnoměrně napnutý. Pak může sjíždět z válců a odírat se vodící lišty.

K napínání pásu se v konstrukčním systému Alutec používá napínák. Napínák se skládá z hliníkového těla, upevňovacího šroubu s čtyřhrannou maticí a šikmého šroubu. Do drážky hliníkového profilu se napínák uchytí pomocí šroubu a matice. Spoj tvořený šroubem a maticí jistí napínák proti podélnému posunu, volný šikmý šroub slouží k napínání pásu. Při správné poloze se šikmý šroub napínáku opírá o desku hnaného válce.

Postup napínání [8]:

- Nejprve je třeba zvolit polohu hnacího válce. Tato poloha se volí tak, aby nebylo nutno během napínání příliš vysunovat desky hnaného válce. S hnacím válcem totiž není možno během napínání pásu a provozu pásového dopravníku hýbat. Jeho poloha se podle potřeby zvolí tak, aby byl kladen odpor již při malém vysunutí upevňovacích desek hnaného válce a spodní větev pásu nebyla prakticky vůbec prohnutá. Je nutno počítat s rezervou, pás se může během provozu vlivem působících sil prodloužit. Desku a přírubu je třeba nastavit tak, aby byla osa válce pokud možno kolmá na podélný směr pásového dopravníku.
- Poloha hnacího válce se nastavuje pomocí upevňovacích desek a napínáků. Při napínání tlačí volný šroub napínáku na upevňovací desky hnaného válce. Pokud nestačí rozsah napínáku, je třeba pojistit upevňovací desku dotažením šroubů proti posuvu a napínák přemístit.
- Pomocí upevňovacích desek a napínáku je třeba napnout pás tak, aby jím nešlo na hnaném válci volně hýbat do stran. Osy válců by měly být rovnoběžné a pás by měl být na obou stranách stejně napnutý.
- Jsou-li osy válců dostatečně vyrovnané, může být spuštěn posuv pásu. Hnací válec nesmí prokluzovat, jinak je třeba pás ještě více napnout. Pokud bude pás sjíždět z válce, je třeba posuv pásu ihned zastavit. Korekce sjíždění se provede mírným vysunutím upínací desky na té straně, na kterou pás sjíždí.
- Pokud pás za běhu nesjíždí z válce, ale je šikmý nebo není vystředěný, je třeba jej vycentrovat. Centrování pásu probíhá při spuštěném posuvu pásu. Pás je třeba sledovat a čekat, v jaké poloze se ustálí. Korekce se provádí mírným vysouváním upevňovací desky na té straně, na kterou pás najíždí. Desku je třeba vysouvat s citem a neustále kontrolovat posun pásu po válcích. Nemělo by dojít k tomu, že by pás přešel střed válců a bylo nutno dotahovat desky i z opačné strany. Opakovaným korigováním pásu hrozí, že bude pás napnut příliš velkou silou. Pak je nutno upevňovací desky pomalu a opatrně povolit a pás znovu napnout.
- Správně vycentrovaný pás by se měl za běhu nacházet přibližně uprostřed obou válců a v této poloze by měl setrvat i po delším provozu.

PŘÍLOHA č. 3

Seznam dílů

Seznam dílů

NÁZEV	POČET	NORMA	ROZMĚR	DODAVATEL
MANIPULAČNÍ DESKA	1			
PŘÍTLAČNÁ DESKA	1			
USMĚRŇOVAČ L	1			
USMĚRŇOVAČ P	1			
ZADNÍ USMĚRŇOVAČ	1			
ÚCHYT	1			
ÚLOŽNÁ DESKA	1			
MATICE M5	8	ISO 4032		
ŠROUB M5x16	8	ISO 4762		
DESKA POD PÁS	1			ALUTEC KK
HNACÍ VÁLEC	1	904551	170	ALUTEC KK
HNANÝ VÁLEC	1	904550	170	ALUTEC KK
PÁS	1			ALUTEC KK
PŘÍRUBA	1	904502		ALUTEC KK
NAPÍNÁK	2	904511		ALUTEC KK
PROFIL DLOUHÝ	2	104545E	520	ALUTEC KK
PROFIL KRÁTKÝ	2	104545E	100	ALUTEC KK
VODICÍ LIŠTA	2	904512	520	ALUTEC KK
ŠROUB M8x16	2	200816		ALUTEC KK
UPEVŇOVACÍ DESKA	3	904501		ALUTEC KK
NOHA	4	104545E	350	ALUTEC KK
NOSNÍK	4	104545E	190	ALUTEC KK
ŠROUB M8x12	6	200812		ALUTEC KK
ÚHELNÍK 25x40	8	302540		ALUTEC KK
ÚHELNÍK 43x43	12	304343		ALUTEC KK
ŠROUB M8x20	44	200820		ALUTEC KK
MATICE M8	52	210802		ALUTEC KK
MOTOR 57HS09	1	57HS09		CNCSHOP

PŘÍLOHA č. 4

Cenové nabídky

(Haberkorn Ulmer s.r.o., Alutec K&K a.s.)

NABÍDKA č. INJK-119-2012

Strana 1/2

Na objednávce uvádějte prosím, vždy číslo naší nabídky.

FIRMA:	Západočeská univerzita v Plzni		
K RUKÁM:	Ing. Jan Kutlwašer		
TEL., FAX:	+420 377 638 221	kutlis@kks.zcu.cz	M
DATUM:	6. března 2012		
ZPRACOVAL:	Ing. Jiří Rubeš – Haberkorn Ulmer s.r.o., oddělení konstrukce		
POČET STRAN:	2 + 2		
OZN. PROJEKTU:	Dopravník MINI 24V		

Vážený pane inženýre,

děkujeme Vám za Váš zájem o stavebnicový systém item a předkládáme Vám nabídku na **dodávku pásového dopravníku typ MINI 24V**. Tato nabídka byla zpracována dle Vámi vyplněného dotazníku.

Kostru dopravníku tvoří profily Item řady 5. V bočních profilech budou v rozestupu závitové díry M5 pro upevnění dopravníku nebo pro montáž pomocného profilu pro podstavu, krycího plechu či jiného příslušenství. Vzdálenost závitů je možno upravit dle potřeby v rámci výroby dopravníku. Dopravník je sestaven ze standardizovaných dílů (poháněcí a vratné bubny, ložisková tělesa s možností napínání a středění pásu, kompaktní pohonné jednotky převodovka – motor vložené uvnitř dopravníku). Pod horní dopravní větev pásu je umístěn nerezový plech 1mm, který podepírá dopravní větev pásu po celé délce s ohledem na nízký koeficient tření.

Technický popis:

Typ pásového dopravníku		MINI 24V
Průměr bubny	[mm]	44
Šíře dopravníku	[mm]	100
Šíře pásu	[mm]	85
Osová délka dopravníku	[mm]	500
Podstavná konzola		Ano
Výška horní hrany dopravníku od podlahy	[mm]	100
Zakončení podstavy – podstavné prvky		Úhlové nožky, možnost výškové regulace +/- 10mm
Typ motoru		24V DC*
Max. počet zapnutí/vypnutí	[x/hod]	100
Směnnost provozu		3
Převodovka		Planetová*
Poloha pohonné jednotky		Uvnitř dopravníku
Vložený převod ozubeným řemenem		Není
Jmenovité napětí motoru	[kW]	20V DC

NABÍDKA č. INJK-119-2012

Strana 2/2

Na objednávce uvádějte prosím, vždy číslo naší nabídky.

Maximální doporučené zatížení dopravníku	[kg]	3
Rychlost pásu při napětí 20V a max. zatížení	[m/min]	Cca 9
Regulace rychlosti změnou ovládacího napětí		Dle přiloženého grafu cca 3 až 11 m/min
Zdroj 230V/50Hz - 24VDC a elektrické zapojení motoru včetně revize		Ano s pojistkou 315mA*
Specifikace pásu		1145x85mm,PVC zelený, teplotní odolnost 80°C
Výška bočního hrazení (plechové hliníkové hrazení)	[mm]	Není
Přídavné stavitelné boční hrazení		Není
Montáž ve firmě Haberkorn Ulmer s.r.o.		ANO dle obrázku

Dopravník bude expedován po jednodenním zkušebním provozu.

U dopravníku garantujeme životnost pohonu minimálně 20 000 hodin za podmínky použití našeho napájecího zdroje a za provozních podmínek, které jsou uvedeny v této nabídce a které budou také uvedeny v návodu.

Cena nabídky 1 ks pásového dopravníku bez napájecího zdroje : 45 400,- CZK

*Za příplatek 9000,-CZK nabízíme regulovatelný zdroj napětí 230V/50Hz / 24 V DC s proudovým omezením 315 mA. Zdroj 24V DC obsahuje 2 výstupy 24V DC (z toho jeden regulovaný 7 až 26V) a vyhodnocovací logiku pro případný optický snímač pro zastavování výrobků na konci pásu.

V případě Vašeho vlastního zdroje doporučujeme regulovaný zdroj 6 až 24V s proudovým omezením pojistkou 315 mA.

Součástí ceny není doprava a balné.

Termín expedice: 4 týdny od data přijetí objednávky
Platnost nabídky: 1 měsíc

Ceny a termín expedice jsou platné pro uvedená množství, opracování a navržené technické řešení.

Mimo uvedená ujednání platí Všeobecné obchodní podmínky Haberkorn Ulmer s.r.o., které jsou zveřejněny na www.haberkorn.cz/VOP.

V případě, že vznikne rozpor mezi ujednáními uvedenými v tomto dokumentu a Všeobecnými obchodními podmínkami, mají přednost ustanovení tohoto dokumentu.

Doufáme, že nabídka odpovídá Vaší představě a těšíme se na další spolupráci.
Budete-li potřebovat další informace, obraťte se prosím na našeho technického poradce.

S přátelským pozdravem Ing. Jiří Rubeš

Dodavatel: ALUTEC K & K, a.s. Masarykova 120 250 88 Čelákovice-Záluží IČ: 25097156 DIČ: CZ25097156 Telefon: 326996110 Mobil: 603274622 Fax: 326996111 E-mail: aluteckk@aluteckk.cz www.aluteckk.cz Nabídka č.: P04-13305 Datum zápisu: 17.05.2013 Platno do:	Provozovna: ALUTEC K & K, a.s. Masarykova 120 250 88 Čelákovice-Záluží	Odběratel: IČ: 49777513 DIČ: CZ49777513 Západočeská univerzita v Plzni Univerzitní 8 306 14 Plzeň Tel.: 377 631 320 Fax: 377 631 302
		Konečný příjemce: Západočeská univerzita v Plzni, Katedra konstruování s Ing. Jan Kutlwašer, Univerzitní 8 306 14 Plzeň

Věc: Komponenty dle poptávky

Vážený pane Kutlwašere ,
posílám Vám požadovanou nabídku.

Označení dodávky	Množství	J.cena	Sleva	Cena %DPH	DPH	Kč Celkem
729502:Plech tl.: 2,0 Nerez	0,0728 m2	3 000,00		218,40 21%	45,90	264,30
104545E:Profil 45x45 ekonomický	0,2 m	285,00		57,00 21%	12,00	69,00
104545E:Profil 45x45 ekonomický	0,76 m	285,00		216,60 21%	45,50	262,10
104545E:Profil 45x45 ekonomický	1,4 m	285,00		399,00 21%	83,80	482,80
104545E:Profil 45x45 ekonomický	1,04 m	285,00		296,40 21%	62,20	358,60
1:Řez	12 ks	25,00		300,00 21%	63,00	363,00
200812:Šroub M8x12 DIN 7984	5 ks	5,00		25,00 21%	5,30	30,30
200820:Šroub M8x20 DIN 7984	48 ks	5,20		249,60 21%	52,40	302,00
210802:Matice čtvercová M8 s pružinou	60 ks	7,80		468,00 21%	98,30	566,30
302540:Fixační úhelník 25x40	8 ks	59,00		472,00 21%	99,10	571,10
304343:Fixační úhelník 43x43	12 ks	49,00		588,00 21%	123,50	711,50
904501:Upevňovací deska na válečky - pro profil 45x45 a 45x60	3 ks	456,00		1 368,00 21%	287,30	1 655,30
904502:Přírubová upevňovací deska - pro MVF 30/F Bonfigliolli	1 ks	980,00		980,00 21%	205,80	1 185,80
904511:Napínák	2 ks	235,00		470,00 21%	98,70	568,70
904512:Profil spec. z PE-UHMW	1,04 m	190,00		197,60 21%	41,50	239,10
904550:Válec hnaný d=50, L=170	1 ks	1 000,00		1 000,00 21%	210,00	1 210,00
904551:Válec hnací d=50 na motor (MVF 30F -Bonfigliolli), L=170	1 ks	1 400,00		1 400,00 21%	294,00	1 694,00
Součet položek				8 705,60	1 828,30	10 533,90
CELKEM K ÚHRADĚ						10 533,90

Termín dodání cca 2 týdny.

Způsob dodání - Radial Trans.

Platba - fakturou.

V případě jakýchkoli nejasností mne prosím kontaktujte.

Těšíme se na spolupráci

S pozdravem

Vladimír Prieložný

Označení dodávky	Množství	J.cena	Sleva	Cena %DPH	DPH	Kč Celkem
------------------	----------	--------	-------	-----------	-----	-----------

Platnost nabídky - 3 měsíce

Vystavil: Vladimír Prieložný
v.prielozny@aluteckk.cz

tel. +420 734 276 558

Dodavatel:

ALUTEC K & K, a.s.
Masarykova 120
250 88 Čelákovice-Záluží

IČ: 25097156
 DIČ: CZ25097156
 Telefon: 326996110
 Mobil: 603274622
 Fax: 326996111
 E-mail: aluteckk@aluteckk.cz
 www.aluteckk.cz

Nabídka č.: P04-13308
 Datum zápisu: 20.05.2013
 Platno do:

Provozovna:

ALUTEC K & K, a.s.
Masarykova 120
250 88 Čelákovice-Záluží

Odběratel: IČ: 49777513
 DIČ: CZ49777513

Západočeská univerzita v Plzni
Univerzitní 8
306 14 Plzeň

Tel.: 377 631 320
 Fax: 377 631 302

Konečný příjemce:

Západočeská univerzita v Plzni, Katedra konstruování s
 p.Kratochvíl
 301 00 Plzeň 1

Věc: Pas PVC zelený

Označení dodávky	Množství	J.cena	Sleva	Cena %DPH	DPH	Kč Celkem
Pás PVC Š=133 L=590 osová	1	1 200,00		1 200,00 21%	252,00	1 452,00
Součet položek				1 200,00	252,00	1 452,00
CELKEM K ÚHRADĚ						1 452,00

Termín dodání cca 1-2 týdny.

Doprava není součástí nabídky.

Platba - fakturou.

V případě jakýchkoli nejasností mne prosím kontaktujte.

Těšíme se na spolupráci

S pozdravem

Vladimír Prieložný

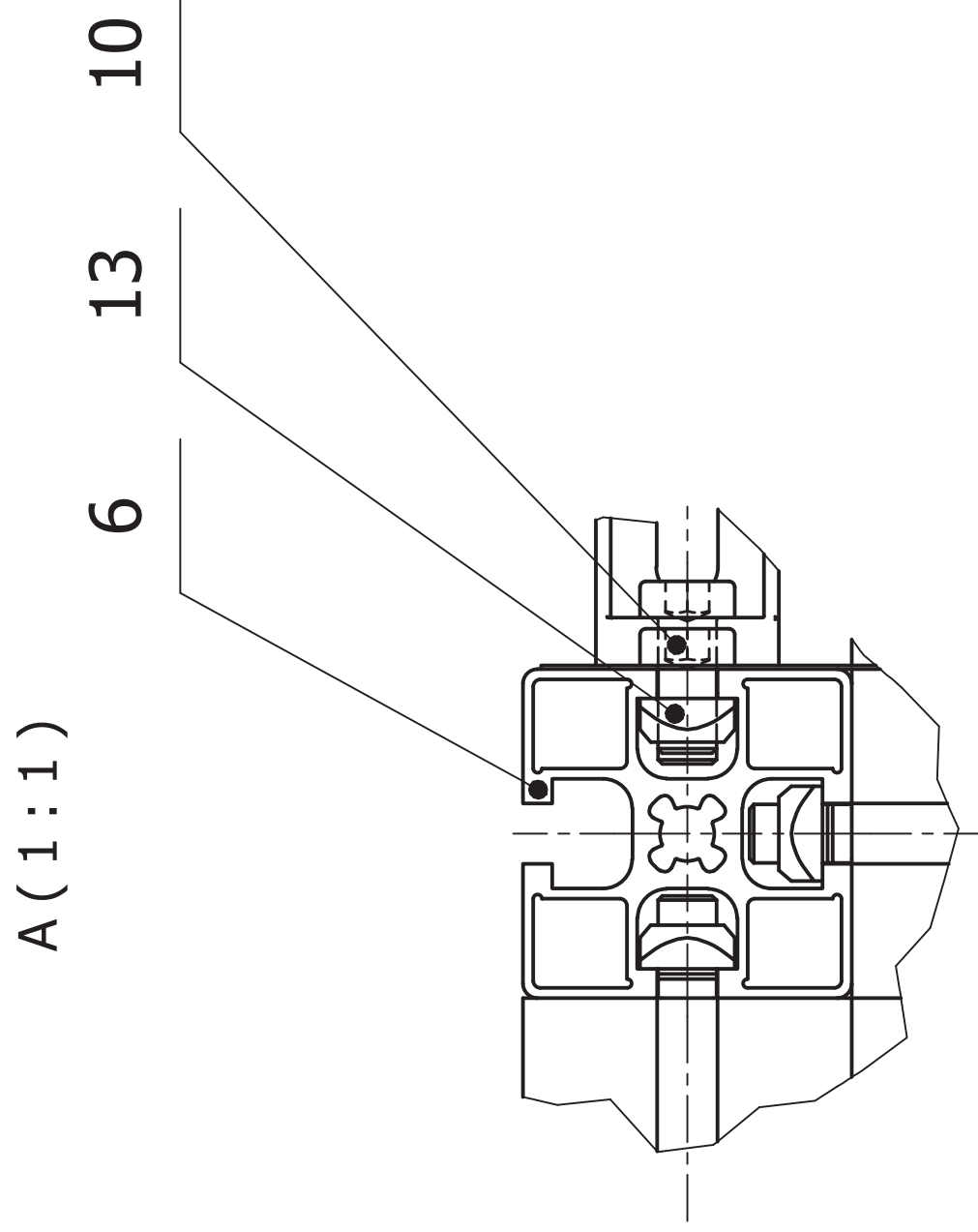
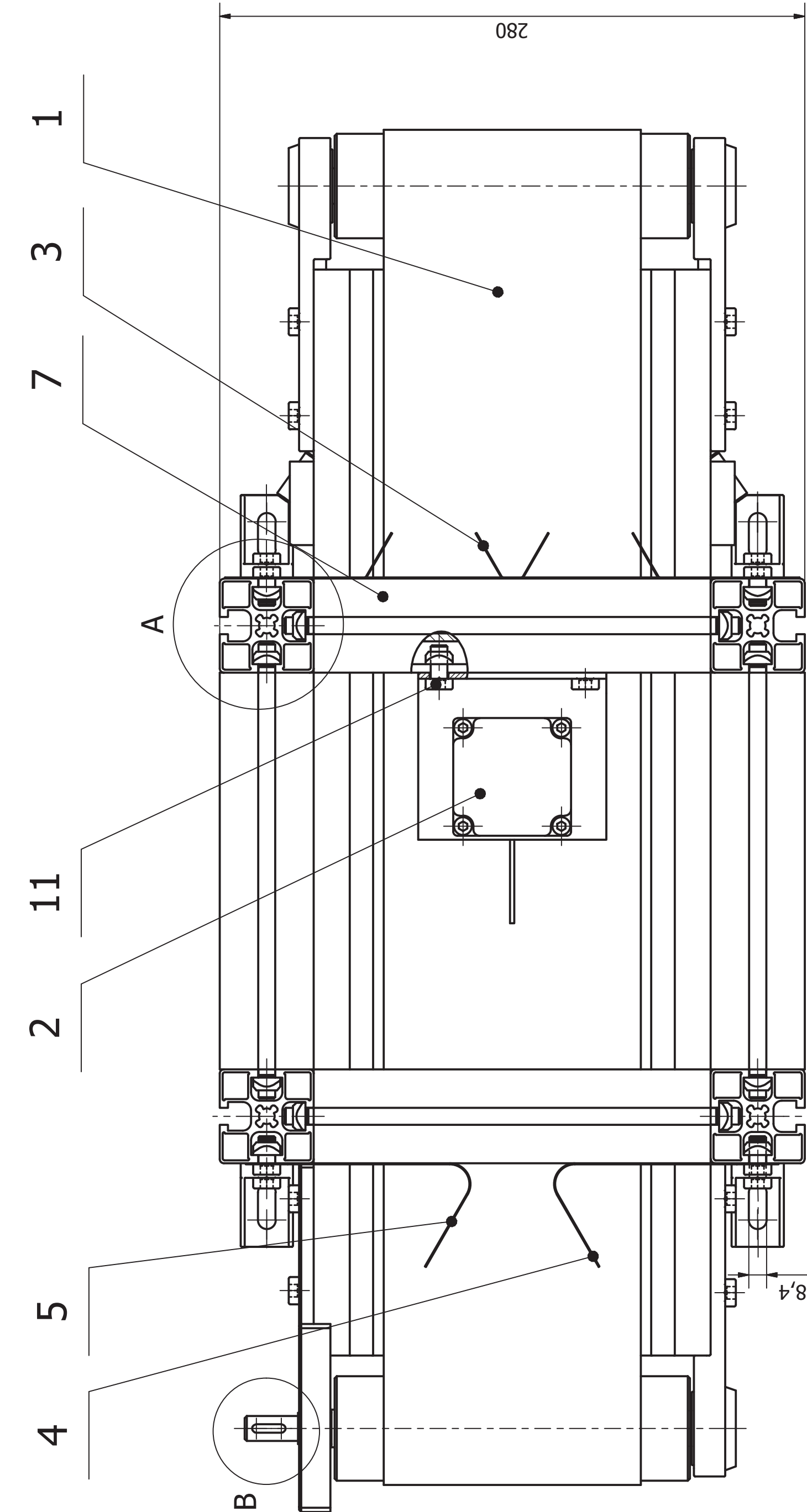
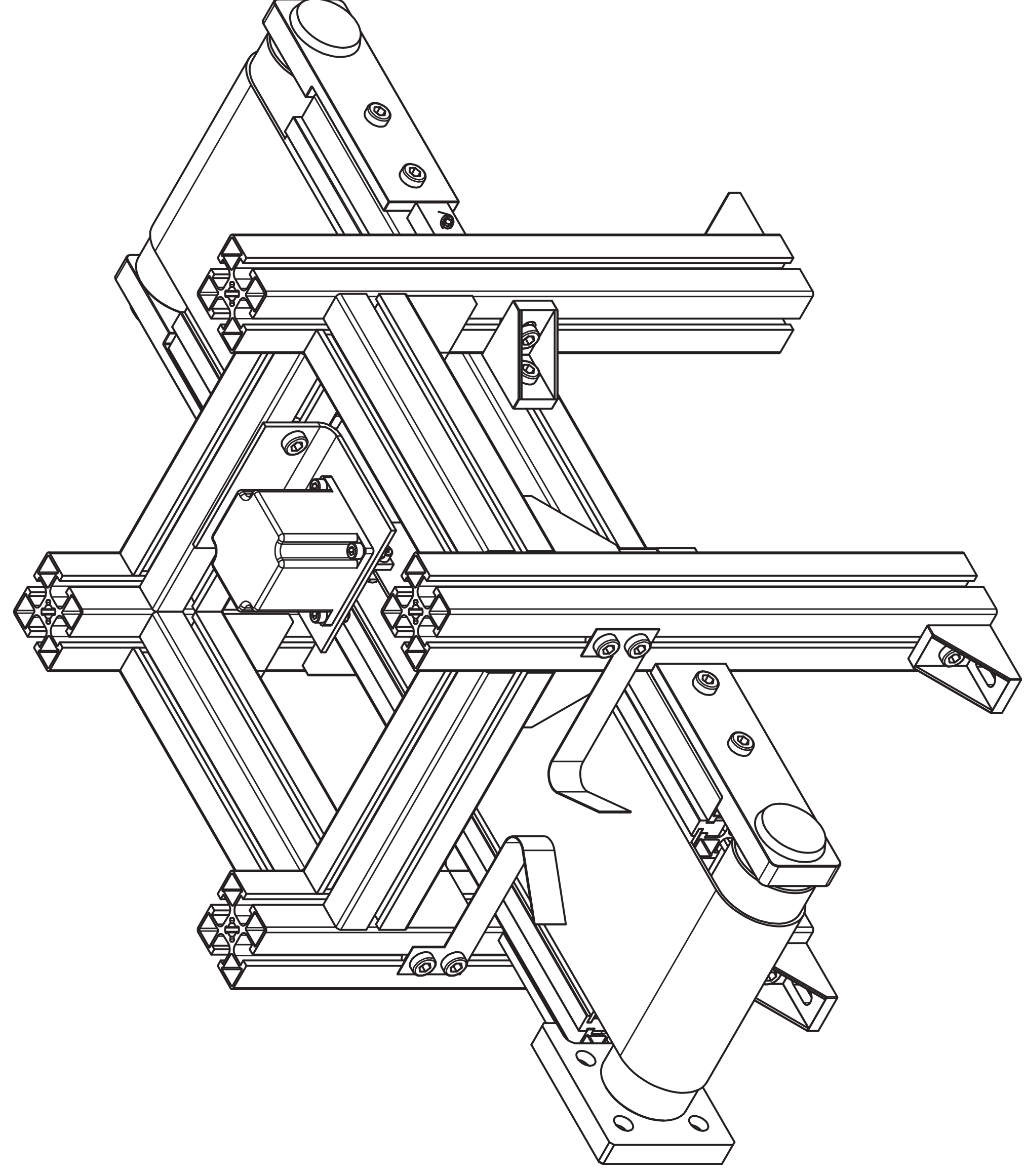
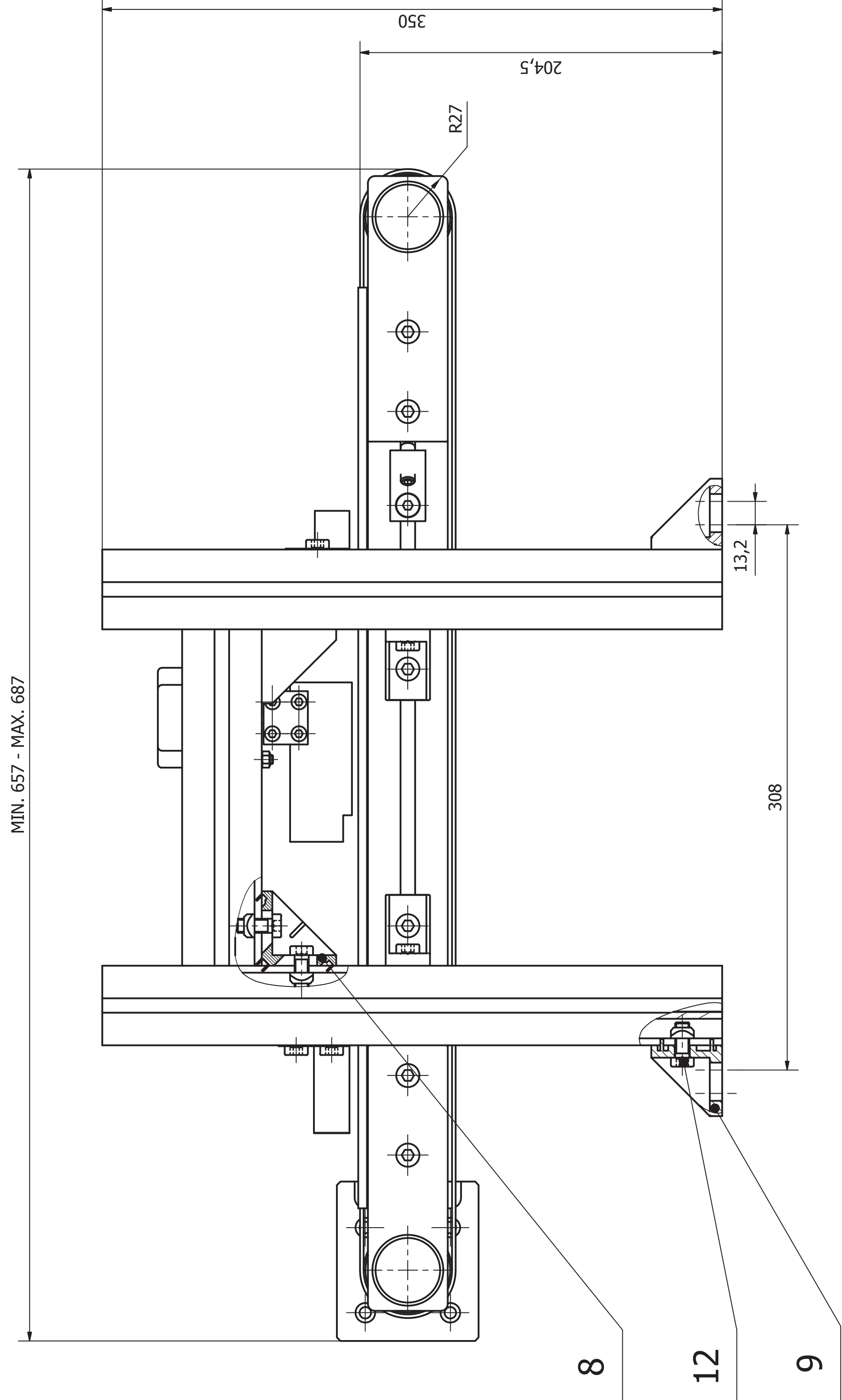
Platnost nabídky - 3 měsíce

Vystavil: Vladimír Prieložný
 v.prielozny@aluteckk.cz

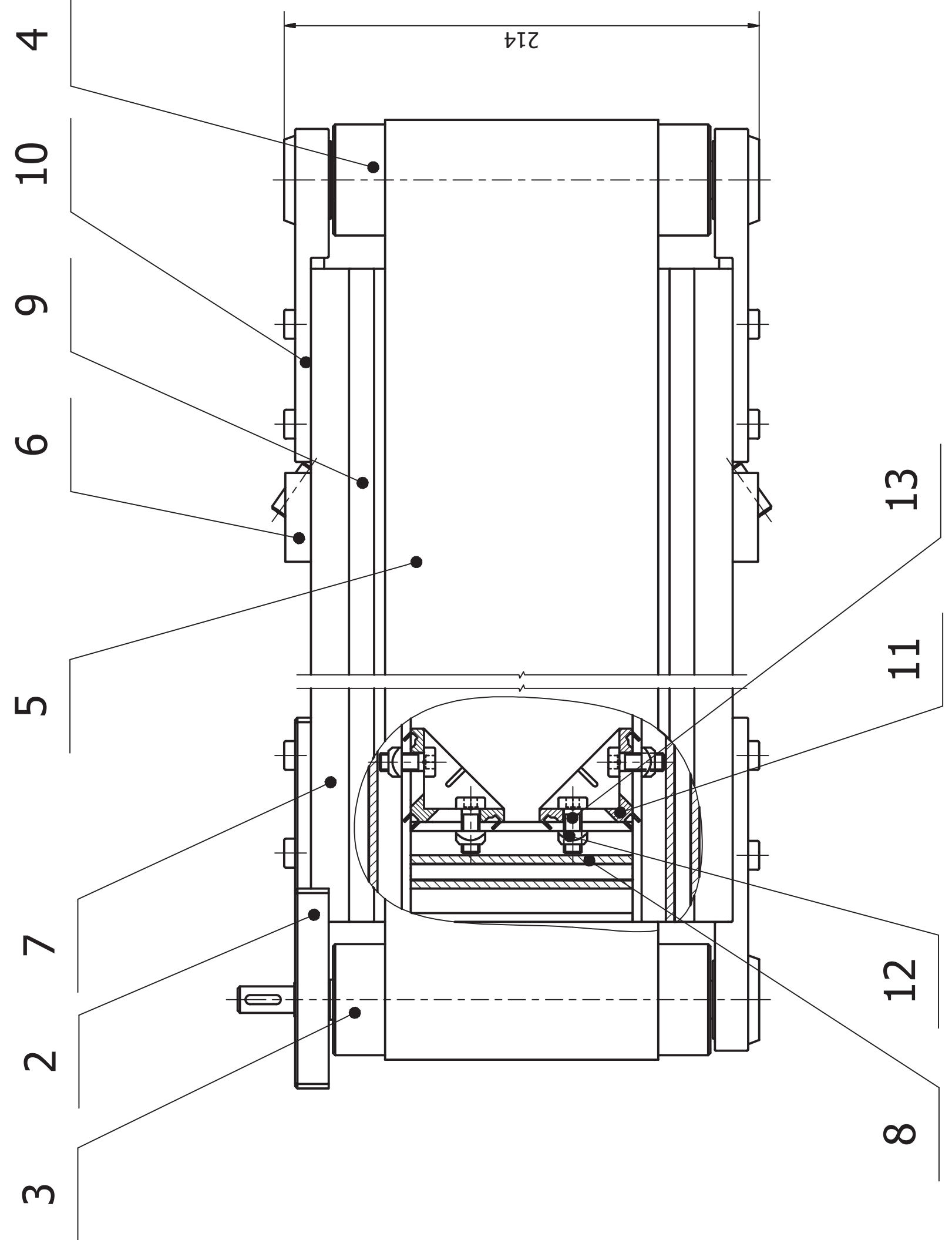
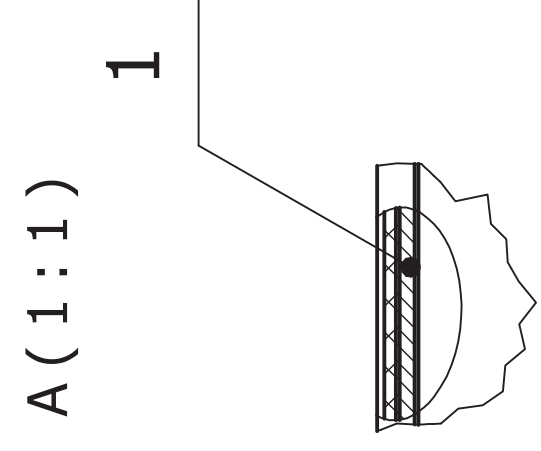
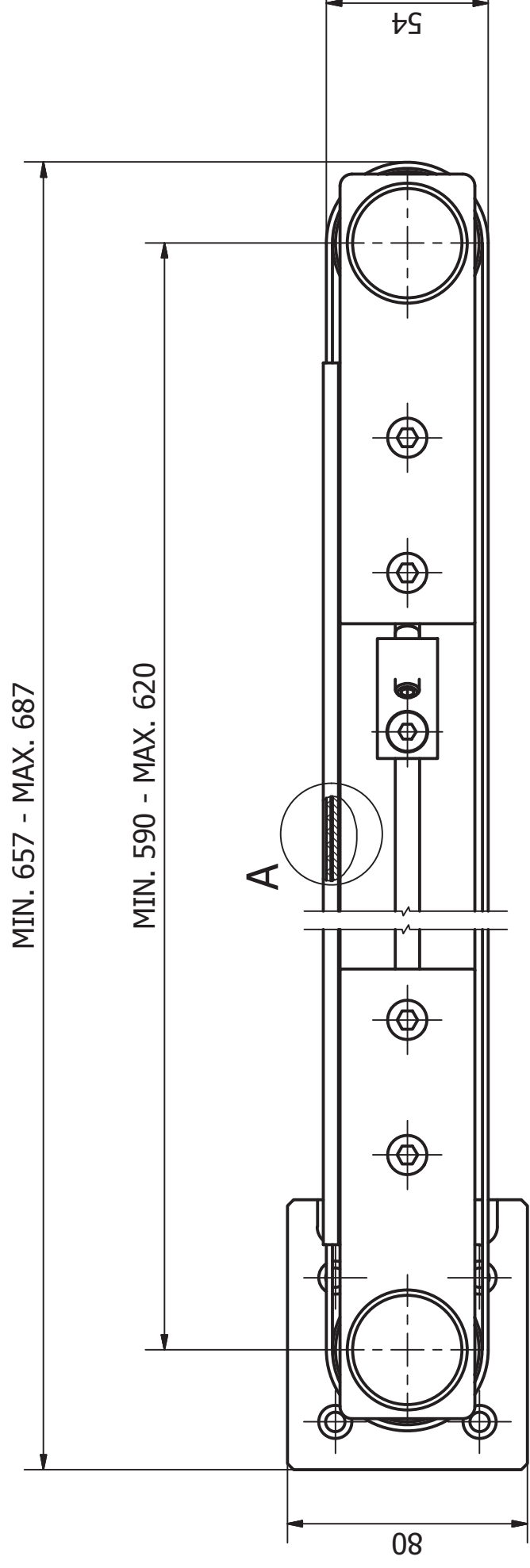
tel. +420 734 276 558

PŘÍLOHA č. 5

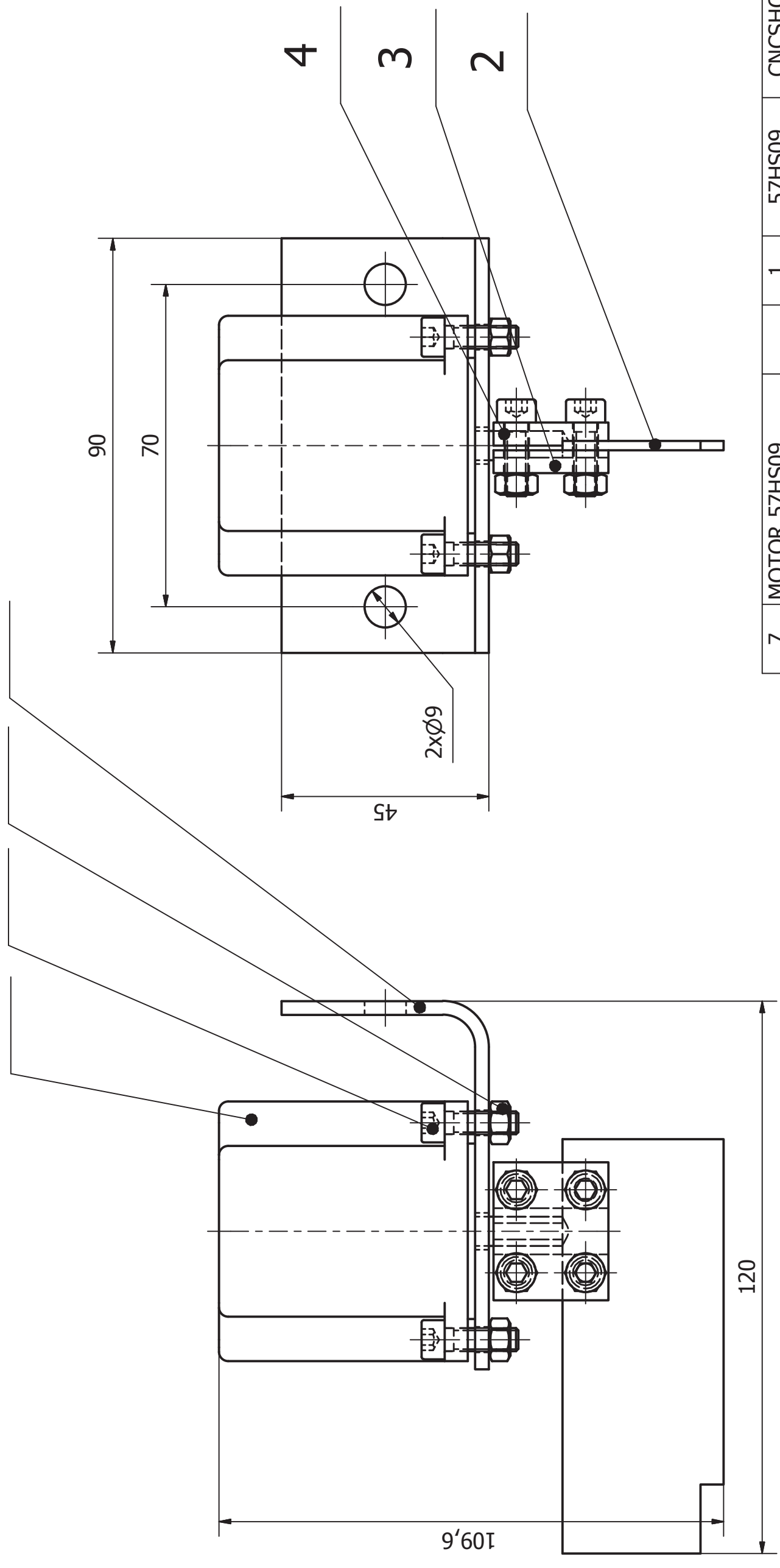
Výkresová dokumentace



13	MATICE M8	36	210802	ALUTEC KK	0,005 kg
12	ŠROUB M8x20	28	200820	ALUTEC KK	0,012 kg
11	ŠROUB M8x16	2	200816	ALUTEC KK	0,010 kg
10	ŠROUB M8x12	6	200812	ALUTEC KK	0,009 kg
9	ÚHELNÍK 25x40	8	302540	ALUTEC KK	0,034 kg
8	ÚHELNÍK 43x43	8	304343	ALUTEC KK	0,052 kg
7	NOSNÍK	190	104545E	ALUTEC KK	0,299 kg
6	NOHA	350	104545E	ALUTEC KK	0,550 kg
5	USMĚRŇOVAČ L	1			0,002 kg
4	USMĚRŇOVAČ P	1			0,002 kg
3	ZADNÍ USMĚRŇOVAČ	1			0,036 kg
2	MANIPULÁTOR	1			0,983 kg
1	PÁSOVÝ DOPRAVNÍK	1			12,733 kg
POZ.	NÁZEV	ROZ.	NORMA	DODAVATEL	HMOT.
měřítko	1:2 (1:1)	hmotnost (kg)	18,5	Průměr	A1
Kreslí	M. KRATOCHVÍL	Název	Třídící linka		
Datum	24.06.2013	Cíle dokumentu	KKS-BP-1		
Schválí		Druh dokumentu	VÝKRES SESTAVY		
Datum					
MATERIA	KKS	konstruoval			
ŠROUB					

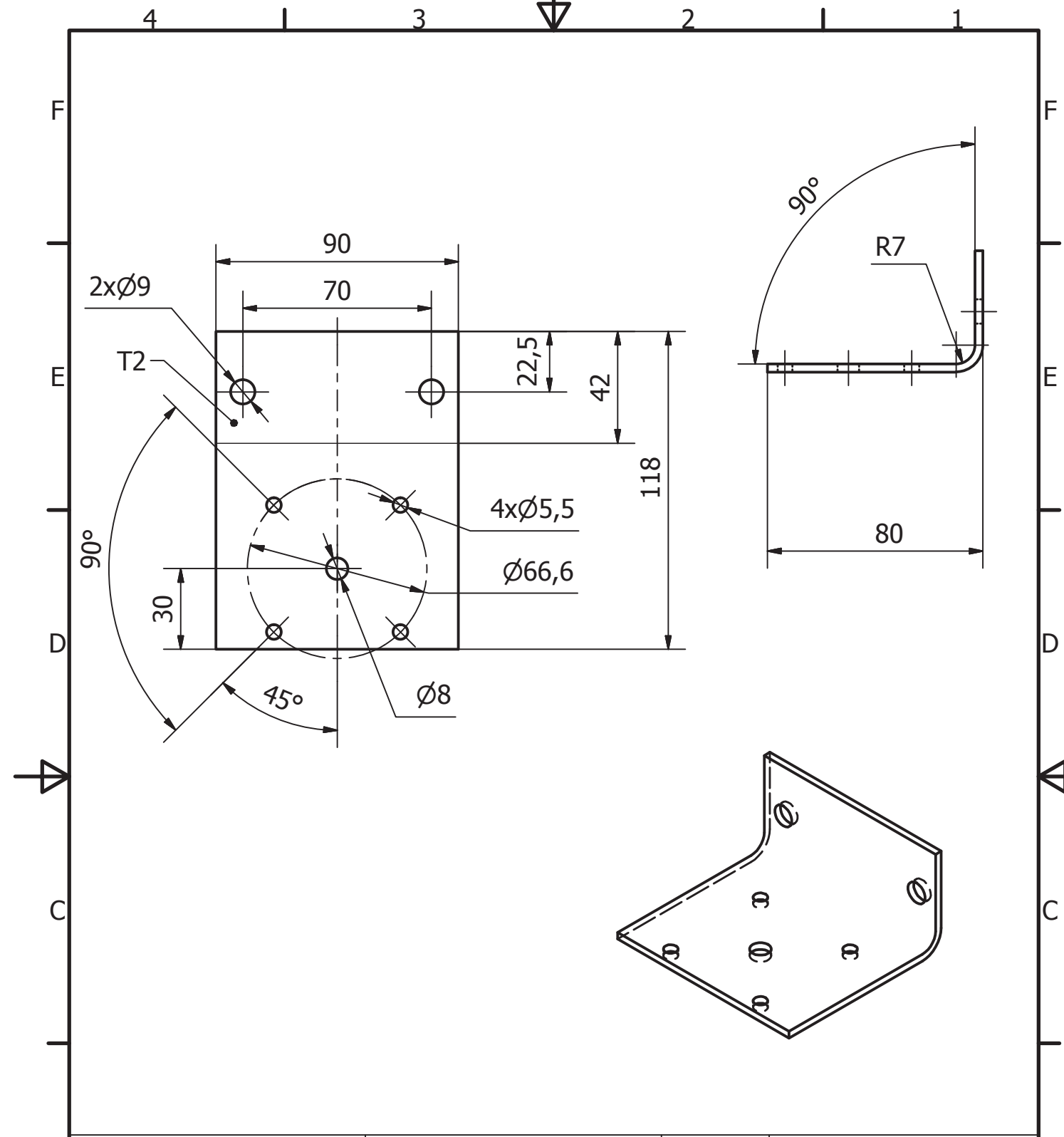


13	ŠROUB M8x20		16	200820	ALUTEC KK	0,012 kg
12	MATICE M8		16	210802	ALUTEC KK	0,005 kg
11	ÚHELNÍK 43x43		4	304343	ALUTEC KK	0,052 kg
10	UPEVŇOVACÍ DESKA		3	904501	ALUTEC KK	0,511 kg
9	VODICÍ LIŠTA	520	2	904512	ALUTEC KK	0,236 kg
8	PROFIL KRÁTKÝ	100	2	104545E	ALUTEC KK	0,157 kg
7	PROFIL DLOUHÝ	520	2	104545E	ALUTEC KK	0,817 kg
6	NAPÍNÁK		2	904511	ALUTEC KK	0,049 kg
5	PÁS		1		ALUTEC KK	0,466 kg
4	HNANÝ VÁLEC	170	1	904550	ALUTEC KK	2,678 kg
3	HNACÍ VÁLEC	170	1	904551	ALUTEC KK	2,695 kg
2	PŘÍRUBA		1	904502	ALUTEC KK	0,900 kg
1	DESKA POD PÁS		1		ALUTEC KK	1,460 kg
POZ.	NÁZEV	ROZ.	KS	NORMA	DODAVATEL	HMOT.
Měřítko	1:2 (1:1)	Hmotnost (kg)	12,8	Promítání		Formát
						A2
Kreslil		M. KRATOCHVÍL		Název		Pásový dopravník
Datum		24.06.2013		Číslo dokumentu		KKS-BP-2
Schválil				Druh dokumentu		VÝKRES SESTAVY
Datum				Kategorie		KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ
Fakulta Strojní				KKS		
Západočeské						
univerzity						
v Plzni						

1
2
3
4
5
6
7

7	MOTOR 57HS09	1	57HS09	CNCSHOP	0,600 kg
6	ŠROUB M5x16	8	ISO 4762		0,004 kg
5	MATICE M5	8	ISO 4032		0,001 kg
4	ÚLOŽNÁ DESKA	1	KKS-BP-3-4		0,022 kg
3	PŘÍTLAČNÁ DESKA	1	KKS-BP-3-3		0,023 kg
2	MANIPULAČNÍ DESKA	1	KKS-BP-3-2		0,048 kg
1	ÚCHYT	1	KKS-BP-3-1		0,244 kg
POZ.	NÁZEV	ROZ.	KS	NORMA	DODAVATEL
					HMOT.
Měřítko	1:1	Hmotnost (kg)	1,0	Promitání	Formát
					A3

Kreslil		M. KRATOCHVÍL		Název	
Datum		24.06.2013		Manipulátor	
Schválil				Číslo dokumentu	
Datum				KKS-BP-3	
Druh dokumentu		VÝKRES SESTAVY		List 1 Listů 1	
FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI		KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ			

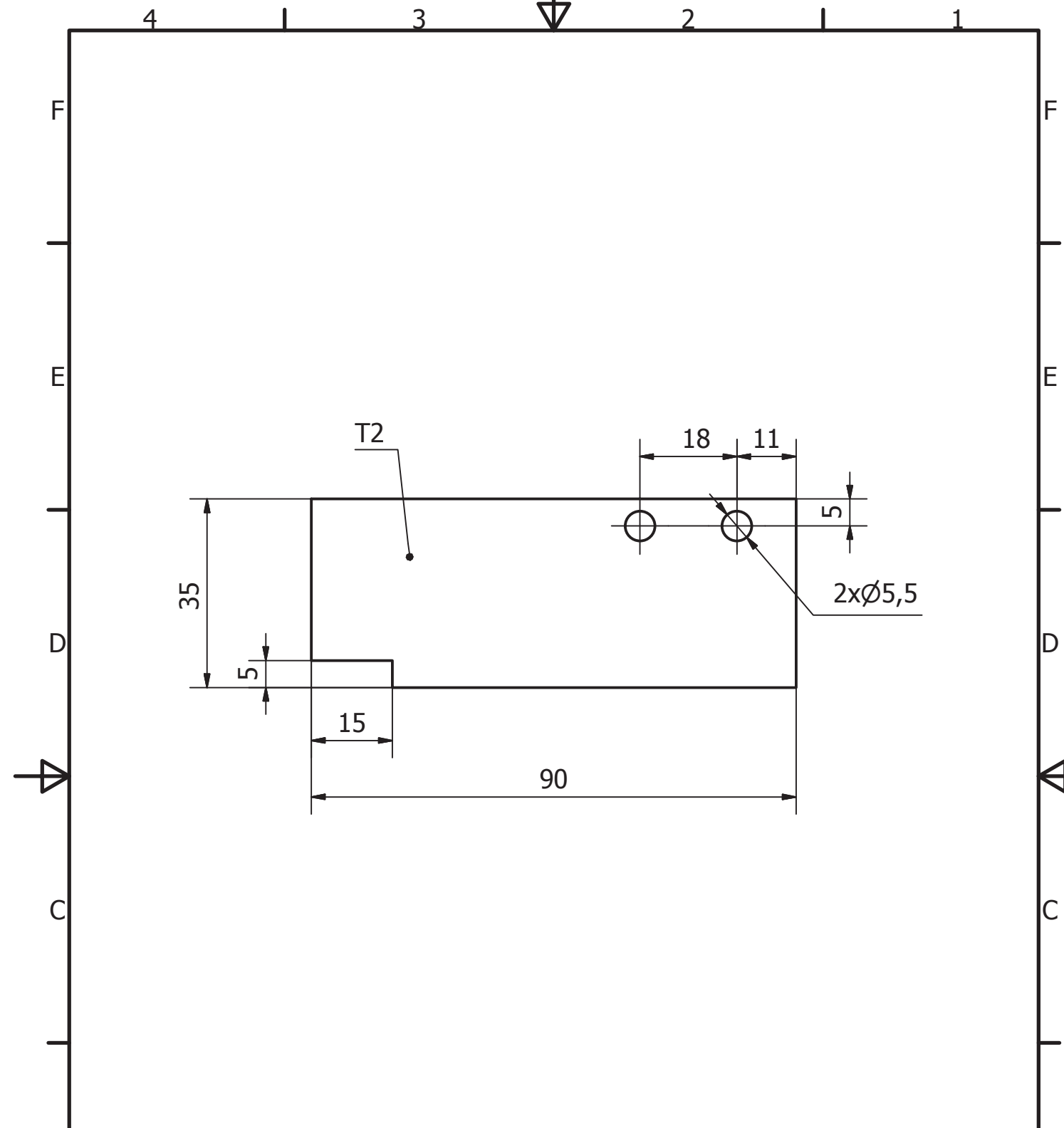


B	Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko 1:2	Přesnost ISO 2768 - mK
			Hmotnost (kg) 0,244	Tolerování ISO 8015
				Promítání
Materiál - Polotovar 11 373 P 3-90x118 ČSN 42 5310			Formát A4	

A	 FAKULTA STROJNÍ ZÁPADČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Kreslil M. KRATOCHVÍL	Název Úchyt
		Datum 24.06.2013	
		Schválil	Číslo dokumentu KKS-BP-3-1
		Datum	
		Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	

VYTVORENO VE VYUKOVEM PRODUKTU SPOLECNOSTI AUTODESK

VYTVORENO VE VYUKOVEM PRODUKTU SPOLECNOSTI AUTODESK

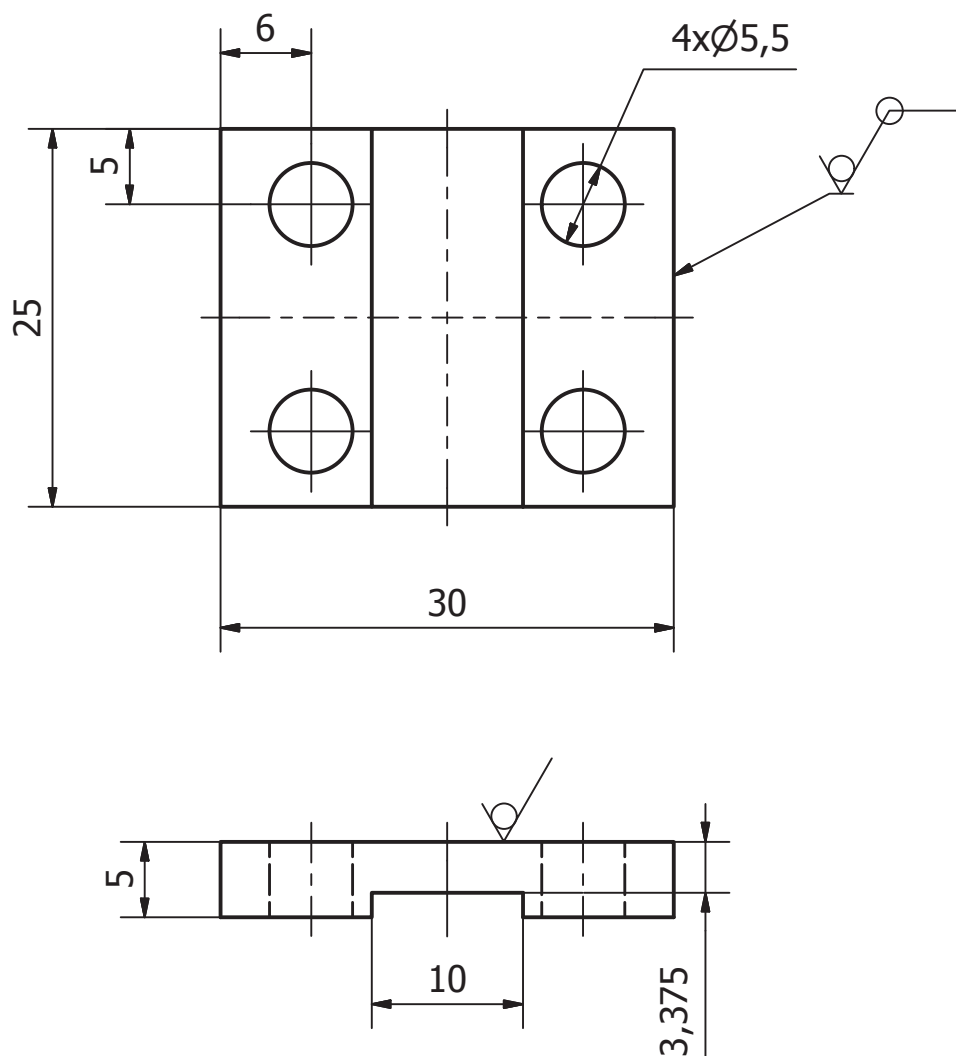


Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko 1:1	Přesnost ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg) 0,048	Tolerování ISO 8015
		Promítání 	
Materiál - Polotovár 11 375.21 P 2-40x95 ČSN 42 6317.22		Formát A4	

FAKULTA STROJNÍ ZÁPADŮČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil M. KRATOCHVÍL	Název Manipulační deska
	Datum 24.06.2013	
	Schválil Datum	Číslo dokumentu KKS-BP-3-2
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	List 1 Listu 1

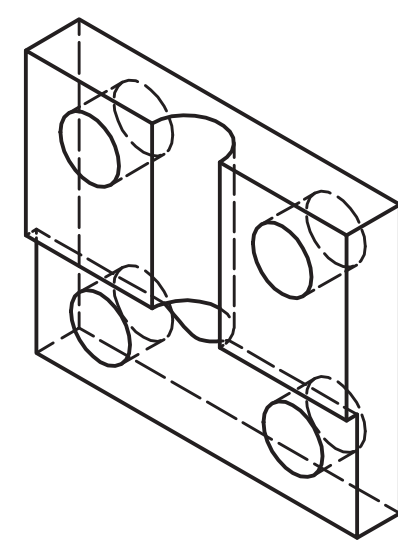
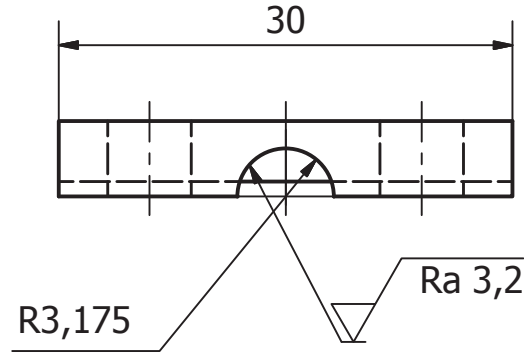
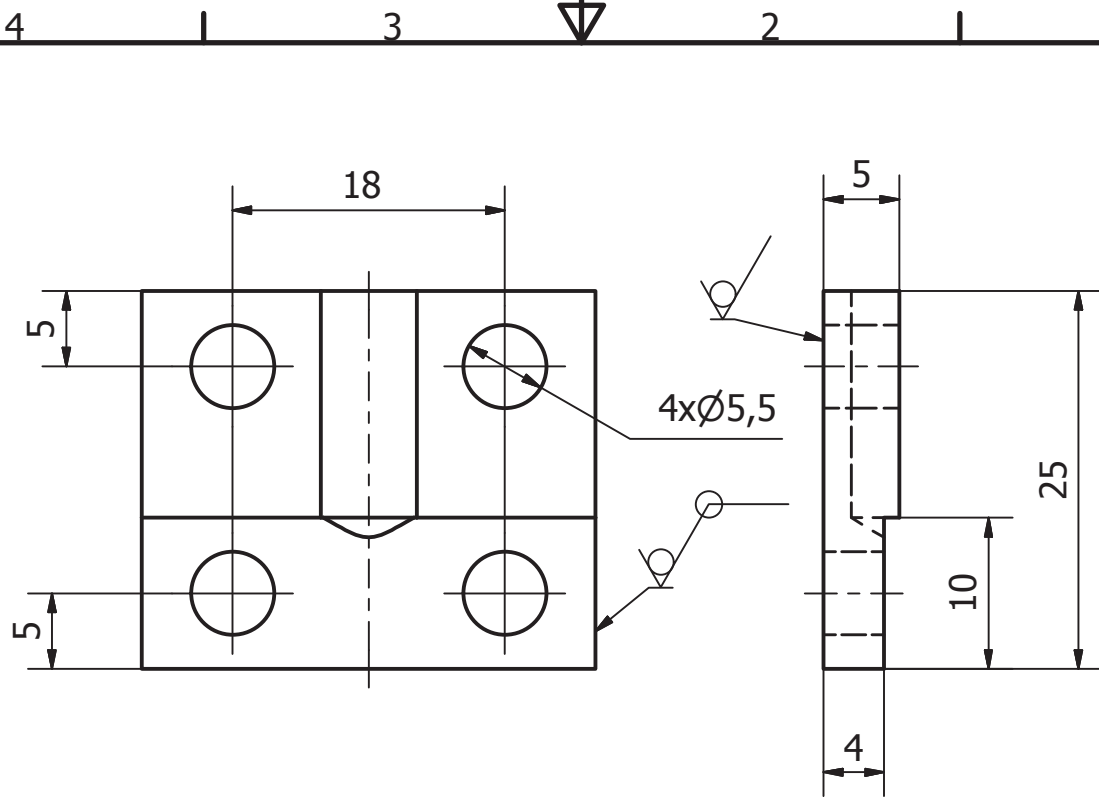
VYTVOŘENO VE VÝUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK

VYTVOŘENO VE VÝUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK



Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko 2:1	Přesnost ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg) 0,023	Tolerování ISO 8015
		Promítání 	
Materiál - Polotovar 11 373 P 6-25x30 ČSN 42 5310		Formát A4	

FAKULTA STROJNÍ ZÁPADČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil M. KRATOCHVÍL	Název PŘÍTLAČNÁ DESKA
	Datum 24.06.2013	
	Schválil Datum	Číslo dokumentu KKS-BP-3-3
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	List 1 Listu 1



Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko 2:1	Přesnost ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg) 0,022	Tolerování ISO 8015
		Promítání 	
Materiál - Polotovar 11 373 P 6-25x30 ČSN 425310		Formát A4	

FAKULTA STROJNÍ ZÁPADČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil M. KRATOCHVÍL	Název Úložná deska
	Datum 24.06.2013	
	Schválil Datum	Číslo dokumentu KKS-BP-3-4
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	List 1 Listu 1