

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Řemenem poháněný posuvný stůl

Autor: **Bc. Lukáš TOMÁŠEK**

Vedoucí práce: **Prof. Ing. Stanislav HOSNEDL, CSc.**

Akademický rok 2016/2017

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Lukáš TOMÁŠEK**

Osobní číslo: **S15N0039P**

Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**

Studijní obor: **Dopravní a manipulační technika**

Název tématu: **Řemenem poháněný posuvný stůl**

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:

Navrhněte posuvný stůl pro přepravu komponent z prostoru obsluhy do pracovního prostoru robota a vstřikovacího lisu ENGEL a naopak. Základní konstrukci navrhněte z hliníkových profilů. Posuvnou desku řešte jako volně loženou a unášenou drahami řemenového dopravníku. Zajistěte bezpečnost obsluhy a potřebnou přesnost centrování desky v koncové poloze u robota. Navrhněte koncepční varianty a vyberte sub-optimální řešení. Vypracujte konstrukční návrh vybrané varianty s ohledem na výrobní náklady, ergonomii obsluhy a bezpečnost práce. Další požadované základní technické údaje budou specifikovány v příloze zadání vložené do diplomové práce.

Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Osnova diplomové práce:

1. Uvedení do problematiky, rešerše dosavadních řešení.
2. Specifikace požadavků, komplexní analýza a hodnocení dosavadních řešení.
3. Návrh variant koncepčního řešení, hodnocení a výběr sub-optimální koncepce řešení.
4. Vypracování konstrukčního návrhu ve 3D CAD pro vybranou koncepční variantu.
5. Komplexní hodnocení návrhu, shrnutí a závěr.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah kvalifikační práce: **50-70 stran A4**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

EDER, W. E., HOSNEDL, S. *Introduction to Design Engineering: Systematic Creativity and Management.* Boca Raton, Florida, USA: CRC Press, 2010, ISBN: 978-0-415-55557-9

HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J. *Příručka strojního inženýra - Obecné strojní části 1.* Praha: Computer Press, 1999, ISBN 80-7226-055-3

HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J. *Příručka strojního inženýra - Obecné strojní části 2.* Praha: Computer Press, 2000. ISBN 80-7226-055-3

HOSNEDL, S. *Systémové navrhování technických produktů. 1. vyd.. Plzeň: Západočeská univerzita, 2016. ISBN 978-80-261-0125-3 (elektronická verze)*


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

Vedoucí diplomové práce: **Prof. Ing. Stanislav Hosnedl, CSc.**
Katedra konstruování strojů
Konzultant diplomové práce: **Tomáš Faltus**
ENGEL s.r.o.

Datum zadání diplomové práce: **19. září 2016**
Termín odevzdání diplomové práce: **2. června 2017**


Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan




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

V Plzni dne 19. září 2016

Prohlášení o autorství

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

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

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu své diplomové práce, panu Prof. Ing. Stanislavu Hosnedlovi, CSc., za odborné vedení, jeho čas, ochotu a přístup při vypracovávání této práce i za stížených podmínek.

Dále bych rád poděkoval celé své rodině, především otci, spolužákům a přátelům za podporu v průběhu celého mého studia.

V neposlední řadě mé poděkování patří mým budoucím spolupracovníkům ze společnosti ENGEL Strojírenská s.r.o., za příkladné jednání, spolupráci a poskytnutí informací a materiálů ke zpracování této práce.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Bc. Tomášek	Jméno Lukáš	
STUDIJNÍ OBOR	2301T001 – Dopravní a manipulační technika		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Prof. Ing. Hosnedl, CSc.	Jméno Stanislav	
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - KKS		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Řemenem poháněný posuvný stůl		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KKS	ROK ODEVZD.	2017
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	69	TEXTOVÁ ČÁST	55	GRAFICKÁ ČÁST	14
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

<p style="text-align: center;">STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</p> <p>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</p>	<p>Diplomová práce je zaměřena na návrh posuvného stolu pro přepravu materiálu do/z pracovního prostoru. Posuvná deska je volně ložena a unášena drahami řemenového dopravníku. Při konstrukčním návrhu zohlednit výrobní náklady, ergonomii a bezpečnost práce. Posuvný stůl s řemenovými drahami v dvoupatrovém provedení byl vytvořen v CAD systému NX 11.</p>
<p style="text-align: center;">KLÍČOVÁ SLOVA</p> <p style="text-align: center;">ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</p>	<p>Posuvný stůl, řemen, dopravník, materiál, transport, dvoupatrové provedení, hliníkový profil, plast, bezpečnost práce, CAD</p>

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Bc. Tomášek	Name Lukáš	
FIELD OF STUDY	2301T001 – Transport Vehicles and Handling Machinery		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Prof. Ing. Hosnedl, CSc.	Name Stanislav	
INSTITUTION	ZČU - FST - KKS		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete hen not applicable
TITLE OF THE WORK	Belt-driven shuttle table		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Machine Design	SUBMITTED IN	2017
----------------	------------------------	-------------------	----------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	69	TEXT PART	55	GRAPHICAL PART	14
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The diploma thesis is focused on the design of shuttle table for transport of material to/from the work space. Shuttle plate is loosely laid and conveyed by belt conveyor. When structural design considers manufacturing costs, ergonomics and work safety. Belt driven shuttle table with two floors design was developed in CAD system NX 11.
KEY WORDS	Shuttle table, belt, conveyor, material, transport, two floors design, aluminium profile, plastic, work safety, CAD

Obsah

1.	ÚVOD	1
2.	PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI ENGEL	2
3.	POSUVNÝ STŮL ENGEL	3
4.	ROZDĚLENÍ POSUVNÝCH STOLŮ.....	4
5.	HISTORIE DOPRAVNÍKŮ.....	8
6.	ROZDĚLENÍ DOPRAVNÍKŮ	9
6.1	ŘEMENOVÉ DOPRAVNÍKY	11
6.1.1	Konstrukce ozubeného řemene	11
6.2	PŘEVOD S OZUBENÝM ŘEMENEM.....	12
7.	SPECIFIKACE ZADÁNÍ.....	13
8.	KONCEPČNÍ NÁVRH	22
8.1	TRANSFORMAČNÍ PROCES	22
8.2	ČERNÁ SKŘÍŇKA POŽADOVANÉ TRANSFORMACE	22
8.3	TECHNOLOGICKÝ PRINCIP PROVOZNIHO TS	22
8.4	PROVOZNÍ TECHNICKÝ PROCES TS.....	23
8.5	ŽIVOTNÍ CYKLUS ZAŘÍZENÍ	24
8.6	BEZPEČNOST	25
8.8	NAVRŽENÍ ORGÁNOVÉ STRUKTURY	26
8.9	VARIANTA A	28
8.10	VARIANTA B	29
8.11	VARIANTA C	30
8.12	VARIANTA D.....	31
8.13	VARIANTA E	32
8.14	VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY	33
9.	KONSTRUKČNÍ NÁVRH	34
9.1	RÁM.....	35
9.2	ŘEMENOVÉ DRÁHY	36
9.3	ZATÍŽENÍ ŘEMENOVÉ DRÁHY	37
9.4	POHON ŘEMENOVÉ DRÁHY.....	40
9.5	ZÁKLADNÍ DESKA (GRUNDPLATTE)	42
9.6	ELEKTRICKÝ ŠROUBOVÝ POHON S PÍSTNICÍ.....	43
9.7	MECHANICKÉ UNAŠEČE.....	44

9.8	OZUBENÝ ŘEMEN.....	44
9.8.1	Výpočet síly řemene	45
9.8.2	Výběr druhu řemene	45
9.8.3	Výběr tvaru zubu a rozteče	46
9.9	BEZPEČNOSTNÍ TUNEL.....	49
9.10	DVOURUČNÍ OVLÁDÁNÍ.....	49
9.11	KRYTOVÁNÍ	50
10.	HODNOCENÍ	51
11.	ZÁVĚR.....	53
	POUŽITÉ ZDROJE	54
	SEZNAM PŘÍLOH.....	55

Seznam obrázků a tabulek

OBR. 2-1	VÝROBNÍ ZÁVOD ENGEL KAPLICE [5].....	2
OBR. 2-2	VSTŘIKOLIS ENGEL VICTORY [5].....	2
OBR. 3-1	ELEKTRICKÝ POSUVNÝ STŮL SE VSTŘIKOVACÍM STROJE ENGEL [5].....	3
OBR. 3-2	USB KONEKTOR [18].....	3
OBR. 3-3	MAP SENZOR [17]	3
OBR. 4-1	JEDNODUCHÝ MANUÁLNÍ POSUVNÝ STŮL [5]	4
OBR. 4-2	DOJITÝ MANUÁLNÍ POSUVNÝ STŮL [5]	5
OBR. 4-3	ELEKTRICKÝ POSUVNÝ STŮL [5].....	6
OBR. 4-4	VALIVÉ VEDENÍ [8].....	6
OBR. 4-5	VEDENÍ V KLADKÁCH [7].....	6
OBR. 4-7	BEZPÍSTNICOVÝ LINÉÁRNÍ VÁLEC FESTO [7]	7
OBR. 4-6	KLUZNÉ VEDENÍ [7].....	7
OBR. 4-8	PNEUMATICKÝ POSUVNÝ STŮL [5].....	8
OBR. 6-1	PÁSOVÝ DOPRAVNÍK ENGEL [5]	10
OBR. 6-2	ŘEMENOVÝ DOPRAVNÍK [10].....	11
OBR. 6-3	KONSTRUKCE NEOPRENOVÉHO OZUBENÉHO ŘEMENU [10].....	12


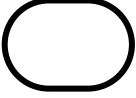





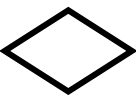







OBR. 6-4 PŘEVOD OZUBENÝM ŘEMENEM [11]	12
OBR. 7-1, ČÁST 1 Z 6 SPECIFIKACE POŽADAVKŮ NA NAVRHOVANÝ TS [6]	14
OBR. 7-2, ČÁST 2 Z 6 SPECIFIKACE POŽADAVKŮ NA NAVRHOVANÝ TS [6]	15
OBR. 7-3, ČÁST 3 Z 6 SPECIFIKACE POŽADAVKŮ NA NAVRHOVANÝ TS [6]	16
OBR. 7-4 HODNOCENÍ POŽADOVANÝCH CHARAKTERISTIK [6]	17
OBR. 7-5 HODNOCENÍ PŘÍRAZENÝCH CHARAKTERISTIK KONKURENCESCHOPNOSTI [6].....	17
OBR. 7-6, ČÁST 4 Z 6 SPECIFIKACE POŽADAVKŮ NA NAVRHOVANÝ TS [6]	18
OBR. 7-7, ČÁST 5 Z 6 SPECIFIKACE POŽADAVKŮ NA NAVRHOVANÝ TS [6]	19
OBR. 7-8, ČÁST 6 Z 6 SPECIFIKACE POŽADAVKŮ NA NAVRHOVANÝ TS [6]	20
OBR. 7-9 VÝSLEDNÉ HODNOCENÍ CHARAKTERISTIK [6]	21
OBR. 7-10 VÝSLEDNÉ HODNOCENÍ PŘÍRAZENÝCH CHARAKTERISTIK KONKURENCESCHOPNOSTI [6]	21
OBR. 8-1 ČERNÁ SKŘÍŇKA POŽADOVANÉ TRANSFORMACE [6]	22
OBR. 8-2 TECHNOLOGICKÝ PRINCIP PROVOZNÍHO TECHNICKÉHO PROCESU [6]	22
OBR. 8-3 PROVOZNÍ TECHNICKÝ PROCES [6]	23
OBR. 8-4 MĚŘENÍ REAKČNÍ DOBY ELEKTRICKÉHO POSUVNÉHO STOLU [5]	25
TABULKA 1 MORFOLOGICKÁ MATICE S NAVRŽENÝMI ORGÁNY [6].....	26
TABULKA 2 VARIANTY KOMBINACÍ ORGÁNŮ PRO ORGÁNOVOU STRUKTURU [6]	27
OBR. 8-5 NÁČRT VARIANTY A	28
OBR. 8-6 NÁČRT VARIANTY B	29
OBR. 8-7 NÁČRT VARIANTY C	30
OBR. 8-8 NÁČRT VARIANTY D	31
OBR. 8-9 NÁČRT VARIANTY E	32
TABULKA 3 ROZHODOVACÍ MATICE	33
OBR. 9-1 ŘEMENEM POHÁNĚNÝ POSUVNÝ STŮL.....	34
OBR. 9-2 POSUVNÝ STŮL BEZ OCHRANNÝCH PLASTŮ.....	34
OBR. 9-3 RÁM POSUVNÉHO STOLU SE ZÁVĚSY BUBNOVÉHO MOTORU	35
OBR. 9-4 SPOJOVACÍ MATERIÁLY [12].....	35
OBR. 9-5 NASTAVITELNÁ NOHA [5]	35
OBR. 9-6 ŘEMENOVÉ DRÁHY	36

OBR. 9-7 NAPÍNÁNÍ ŘEMENICE ŠROUBEM	36
OBR. 9-8 ZJEDNODUŠENÝ MODEL	37
OBR. 9-9 ZATÍŽENÍ VOLNÉHO KONCE	37
OBR. 9-10 NASTAVENÍ KONTAKTŮ A OKRAJOVÝCH PODMÍNEK.....	38
OBR. 9-11 NAPĚTÍ VE ŠROUBOVÉM SPOJENÍ	38
OBR. 9-12 NAPĚTÍ VE ŠROUBOVÉM SPOJENÍ DRUHÉHO DRŽÁKU	39
OBR. 9-13 ANALÝZA POSUNUTÍ	39
OBR. 9-14 BUBNOVÝ MOTOR INTERROLL [15]	40
OBR. 9-15 BUBNOVÝ MOTOR S HNACÍMI OZUBENÝMI ŘEMENICEMI.....	40
OBR. 9-16 ZAVĚŠENÍ HORNÍHO BUBNOVÉHO MOTORU K RÁMU	41
OBR. 9-17 ZAVĚŠENÍ DOLNÍHO BUBNOVÉHO MOTORU K RÁMU.....	42
OBR. 9-18 PROVEDENÍ HORNÍ DESKY GRUNDPLATTE.....	42
OBR. 9-19 PROVEDENÍ DOLNÍ DESKY GRUNDPLATTE	43
OBR. 9-20 ELEKTRICKÝ ŠROUBOVÝ POHON.....	43
OBR. 9-21 ZÁKLADNÍ DESKA TAŽENÁ UNAŠEČI	44
OBR. 9-22 OZUBENÝ ŘEMEN AT10 [17]	46
OBR. 9-23 BEZPEČNOSTNÍ TUNEL.....	49
OBR. 9-24 DVOURUČNÍ OVLÁDÁNÍ [19].....	50
OBR. 9-25 PLASTOVÉ KRYTOVÁNÍ	51
OBR. 10-1 ŘEMENEM POHÁNĚNÝ STŮL	52

Základní použité zkratky

F [N]	síla řemene
F_{ac} [N]	setrvačná síla zrychlení
F_{rem} [N]	síla pohybového odporu
F_{incl} [N]	odporová síla stoupání
F_{spec} [N/mm]	specifická síla zubu řemene
F_p [N]	předepínací síla
F_o [N]	obvodová (přenášená) síla
m [kg]	hmotnost
a [m/s^2]	zrychlení
g [m/s^2]	gravitační zrychlení
α [$^\circ$]	úhel stoupání
μ [-]	koeficient tření
w [mm]	šířka řemene
t_e [-]	počet zubů v záběru
L_{celk} [mm]	délka řemene
L [mm]	osová vzdálenost
L_n [mm]	délka napínání
L_p [mm]	průtažnost řemene
p [mm]	rozteč zubů řemene/řemenice
z [-]	počet zubů řemenice
v [m/s]	rychlost
M [Nm]	točivý moment
n [min^{-1}]	otáčky
P [kW]	výkon

Základní grafické symboly

		- Operátor: přeměňující M, E, I, příp. L objekt/prostředek (při nedostatku místa jen jeho název u symbolu účinku)
		- Operand: přeměňovaný M, E, I, příp. L objekt (při nedostatku místa jen název a stav operandu u symbolu jeho vstupu/výstupu)
		- Proces transformační: soubor vzájemně souvisejících nebo vzájemně působících činností (příp. strukturovaných do podprocesů, operací a kroků), které vlivem účinků operátorů přeměňují operand („vstupy“) z jeho dostupného vstupního stavu požadovaný výstupní stav operandu („výstupy“)
		- Proces rozhodovací: soubor vzájemně souvisejících nebo vzájemně působících činností (příp. strukturovaných do podprocesů, operací a kroků), které na základě hodnocení operandu ve vstupním stavu („vstup“) vygenerují vlivem účinků operátorů jako výstup rozhodnutí („výstupy“) o variantě dalšího postupu
		- Funkce: pracovní schopnost prvku operátoru (vyjadřovaná infinitivem) např.: = aktivní: otáčet, chladit, držet, ... = pasivní: otáčení/chlazení/držení /... umožnit (na výstupu operátoru vyjadřuje schopnost docílit pož. účinek) (<i>obecná funkce vlevo, hraniční funkce receptoru/efektoru vpravo</i>) ( alternativní SW symbol, pokud není k dispozici )
		- Vstup/Výstup (ve spojitosti s procesem nebo operátorem): místo a směr M, E, I, příp. L vstupu do/výstupu z procesu nebo operátoru (ve spojitosti s procesy to však není zároveň symbol operandu ve vstupní/výstupním stavu!!!)
		- Účinek (přiřazený k symbolu) operátoru: M, E, I interakce mezi operátorem a operandem s cílem způsobit/umožnit požadovanou přeměnu operandu (vyjadřovaný podstatným jménem slovesným) např.: = aktivní účinky: otáčení, chlazení, držení, ... = pasivní účinky: umožnění otáčení/chlazení/držení/...

1. Úvod

Posuvný stůl společnosti ENGEL slouží pro manipulaci menších dílů. Díly lze během výrobního procesu vyvézt nebo přivést do/z výrobní jednotky.

Následující práce je zaměřena na návrh konstrukce posuvného stolu pro přepravu komponent z prostoru obsluhy do pracovního prostoru robota, vstřikovacího lisu společnosti ENGEL a naopak. Posuvná deska bude řešena jako volně ložená a unášena drahami řemenového dopravníku.

První část práce je zaměřena na posuvný stůl a řemenový dopravník, který je součástí posuvného stolu. Čtenář je seznámen se způsoby přepravy materiálu, druhy dopravníků, s následným zaměřením na řemenové dopravníky.

Druhá část práce se zabývá koncepčními návrhy posuvného stolu, porovnání navržených koncepčních variant a následné konstrukční provedení v CAD systému Siemens NX 11.

V závěru práce je vybrané koncepční řešení zhodnoceno.

2. Představení společnosti ENGEL

Společnost ENGEL představuje celosvětově největšího výrobce vstřikovacích strojů, který se dále zasazuje o vývoj vstřikování plastů, projektování nástrojů, automatizace, servis a školení. V nabídce společnosti ENGEL jsou vstřikovací lisy elastomerů a termoplastů, automatizační zařízení, dopravníkové systémy, podesty, zdvihací stoly, elektrorozvaděče, rámy strojů a části ochranných krytů.

Společnost byla založena v roce 1945 Ludvigem Engelem. Skupina ENGEL je zastoupena devíti výrobními závody v Evropě, Severní Americe a Asii. Závod v jihočeské Kaplici ENGEL Strojírenská s.r.o., který se otevřel v roce 2009, se specializuje na výrobu periférií automatických linek, zejména dopravníkových zařízení.



Obr. 2-1 výrobní závod ENGEL Kaplice [5]

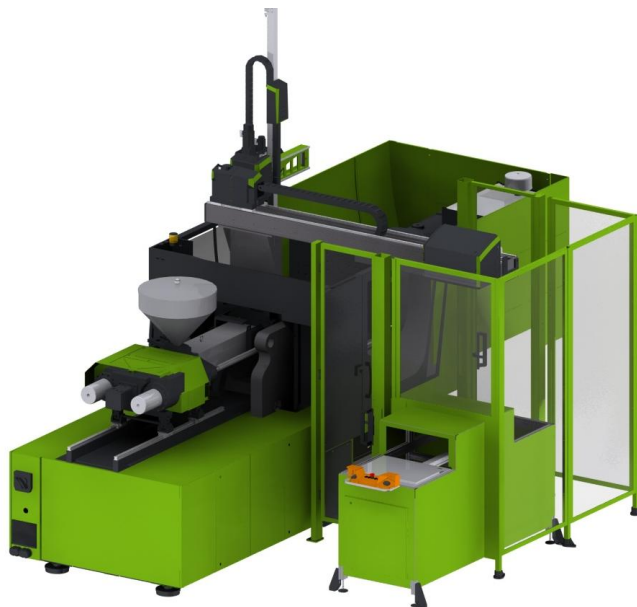
Vstřikování je nejpoužívanější metodou pro zpracování plastů. Vstřikovací lisy ENGEL využívají světoznámé značky automobilového, elektrotechnického, balicího, hračkářského a farmaceutického průmyslu.



Obr. 2-2 Vstřikolis ENGEL Victory [5]

3. Posuvný stůl ENGEL

Posuvné stoly slouží jako rozšiřující periférie pro vstřikovací stroje plastů společnosti ENGEL. Hlavní úlohou zařízení je doprava materiálu do/z pracovního prostoru vstřikolisu pro další zpracování. Tato operace probíhá během výrobního procesu, pro kompaktní manipulaci menším množstvím dílů.



Obr. 3-1 Elektrický posuvný stůl se vstřikovacím stroje ENGEL [5]

V některých případech se požaduje vložení externích dílů (např. závitové vložky) do vstřikovací formy před vstřiknutím plastu do připravené formy. Vložené díly jsou tvořeny z různých materiálů. Vzájemné působení kovových a plastových materiálů tvoří kompozity, které mají význam pro optimální výkonnost technických součástí a zařízení. Senzory jsou v této technologii stále důležitější, stejně jako kombinace konektorů a kabelů.



Obr. 3-2 USB konektor [18]



Obr. 3-3 MAP senzor [17]

Proces zakládání dílů je plně automatizován, stejně jako vyjmutí a odkládání hotového výrobku k dalšímu zpracování na dopravník nebo do přepravní bedny. Následně dopravník přepravuje výrobky pryč z pracovního prostoru k obsluze. Vzhledem k automatizaci

a zajištění bezpečnosti je potřeba pracovní prostor ohraničit a zajistit, aby nebyla ohrožena obsluha stroje. Posuvného stůl umožňuje bezpečné a rychlé naskladnění vkládaných dílů bez nutnosti vypínat stroj a přerušovat výrobu.

4. Rozdělení posuvných stůlů

- Manuální
- Dvojitý
- Elektrický
- Pneumatický

Jednoduchý posuvný stůl, manuální (ECS1/1)

Základní manuální stůl s jedním zásobníkem. Při zavření zásobníku se systém automaticky zajistí proti otevření v průběhu cyklu. K zajištění polohy zásobníku složí optické senzory, které jsou propojené s manipulatorem vstřikovacího zařízení. Odebrané/vložené díly z/do výrovni jednotky mají přesně děfinované polohu v zásobníku pro možnost naprogramování manipulatoru. [5]

Po ukončení sekvence je zásobník automaticky odemknut a zařízení signalizuje, že zásuvku je třeba doplnit nebo vyprázdnit.

Pohon přihrádky: manuální

Velikost zásobníku: max. 600 mm x 400 mm

Max. výška dílu: 350 mm

Max. zatížení zásobníku: 150 kg/přihrádku

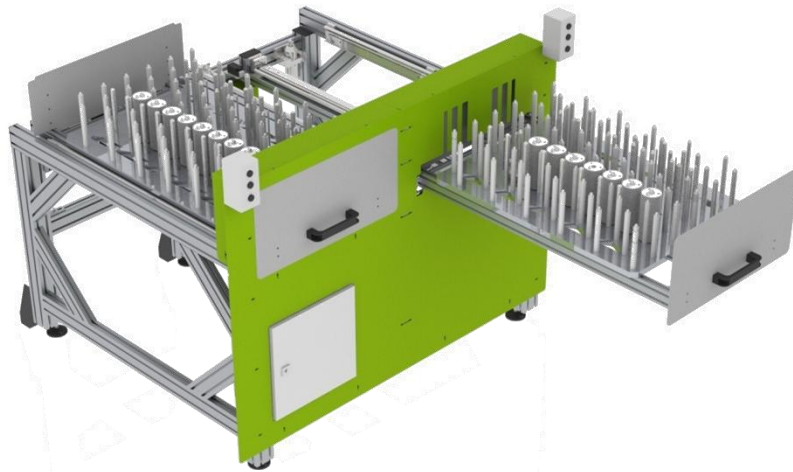


Obr. 4-1 Jednoduchý manuální posuvný stůl [5]

Dvojitý posuvný stůl „TYP S“ (ECS2/1) a „TYP L“ (ECS2/2)

Manuální stůl se dvěma zásobníky. Funkce totožné jako u jednoduchého posuvného stolu (ECS1/1). Rozšíření stolu o druhý zásobník umožňuje zvýšení pracovního cyklu a především rychlosti výroby. [5]

Dvojitý stůl lze též použít pro lepší využití zástavového prostoru. Dva pracovní zásobníky mohou poskytovat dostatečnou zásobu dílů pro jeden nebo dva pracovní stroje, které mohou pracovat v sériové nebo paralelní lince.



Obr. 4-2 Dojitý manuální posuvný stůl [5]

Pohon přihrádky: manuální

Velikost zásobníku: max. 600 mm x 400 mm (ECS2/1)

Velikost zásobníku: max. 650 mm x 850 mm (ECS2/2)

Max. výška dílu: 350 mm

Max. zatížení zásobníku: 150 kg/přihrádku

Elektrický posuvný stůl

Posuvný stůl obsahuje přímočarý elektromechanický pohon, vyráběný firmou Festo, případně SMC. Pohony s ozubeným řemenem ELGA-TB obsahují vnitřní a chráněné vedení proti vlivům nepříznivého vnějšího prostředí, což zajišťuje přesnost a životnost.

- pro vysoké rychlosti a dynamické pohyby (rychlost až 10 m/s, zrychlení až 50 m/s²)
- varianty vedení: kuličkové oběžné vedení, vedení v kladkách, kluzné vedení
- volitelně s druhými saněmi pro větší zatížení a momenty
- varianta pro použití v potravinářství
- bezpečnost díky volitelnému snímání poloh indukčními bezkontaktními spínači
- opakovatelná přesnost až ± 0.08 [mm]
- přírůstkové odměřovací systém pro bezpečnostní dvoukanálová řešení nebo pro vyšší přesnost polohování pohonů s ozubeným řemenem

Další možností jsou pohony s vřetenem ELGA-BS. Jejich předností je vedení v kuličkových oběžných pouzdrech, přesný a klidný chod.

Pro snímání polohy posuvné desky je pohon opatřen snímači polohy SMAT-8M firmy Festo. Tento senzor velikosti fotobuňky, díky své konstrukci otevírá nové oblasti použití, obzvláště pro kompaktní pohony a chapadla robotů. Poloha pístu je indikována analogovým signálem. Sensory, pracují s velkou přesností, zajišťují přesné polohování. Není proto potřeba dalšího systému centrování a polohování v koncové poloze pro robota ani pro obsluhu. [7]



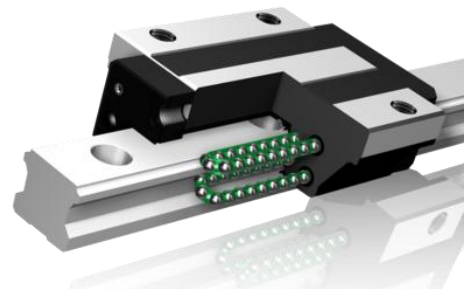
Obr. 4-3 Elektrický posuvný stůl [5]

Lineární pohon a všechny potřebné součásti jsou uloženy na nosném rámu stolu. Rám je tvořen hliníkovými taženými profily firmy MayTec. Profilového systému rámu zaručuje rychlou montáž, flexibilita, modulárnost, pro jednoduché doplnění nebo opětovné použití v jiné aplikaci při rozebrání stolu.

Pro zajištění bezpečnosti obsluhy je zařízení vybaveno dvouruční ovládním. Zvyšuje stupeň ochrany obsluhy před úrazem rukou. Stůl je spuštěn pouze tehdy, jsou-li oba ovladače pod ochrannými kryty stisknuty současně. Uprostřed ovládní je červený nouzový vypínač s aretací.

Valivé vedení (kuličková oběžná pouzdra)

- vnitřní kuličkové vedení pro vysokou tuhost
- vysoké momenty a síly i během pohybu
- krátká délka saní v porovnání s vedením v kladkách



Obr. 4-4 Valivé vedení [8]

Vedení v kladkách

- vedení pro vysoké rychlosti
- střední momenty a síly i během pohybu
- robustní alternativa k vedení v kuličkových oběžných pouzdech
- pohonný prvek pro externí vedení, vysoké rychlosti



Obr. 4-5 Vedení v kladkách [7]

Kluzné vedení

- kluzné vedení pro malá a střední statická zatížení
- pohonný prvek pro externí vedení
- vhodné do náročných podmínek

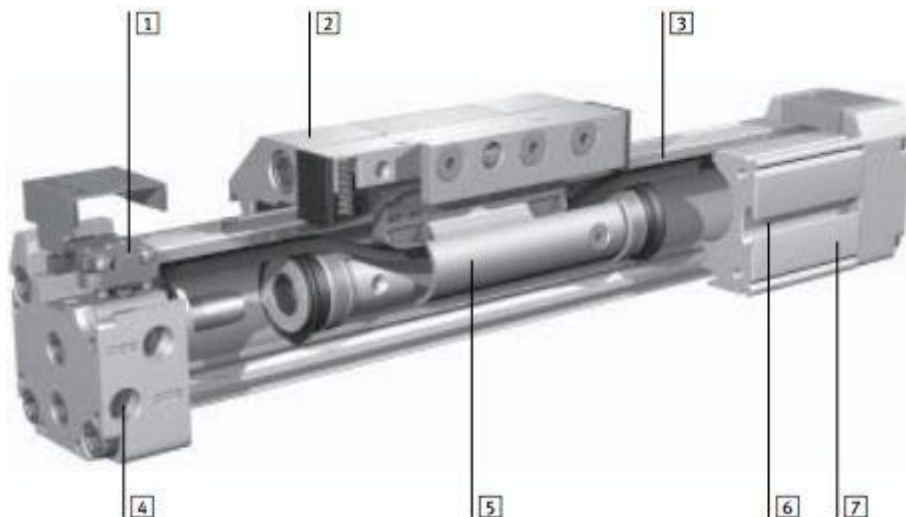


Obr. 4-6 Kluzné vedení [7]

Pneumatický posuvný stůl

Pneumatický posuvný stůl je svou funkcí a konstrukcí podobný elektrickému, rozdíl je především v pohonu a systému řízení. Pneumatické systémy pracují s externím pracovním médiem- vzduchem. Používá se pro převod síly stlačeného vzduchu na mechanický pohyb. Pneumatické systémy pracují tlakem 2 až 16 barů (0,2 až 1,6 MPa). Posuvný stůl je osazen přímočarým pneumatickým pohonem DGP od firmy Festo. Přesnost a vysoká zatížitelnost umožňuje mimořádnou provozní spolehlivost i v agresivních podmínkách. Zachování minimálního montážního prostoru bez ohledu na velikost je další prioritou pohonu. [7]

DGP je lineární bezpístnicový válec, který zajišťuje úsporu prostoru oproti klasickým válcům. U klasických pístnicových válců je celková zástavba při vysunutí pístnice více než dvojnásobná v porovnání s délkou zasunutého válce. Tento problém u bezpístnicového válce odpadá.



Obr. 4-7 Bezpístnicový lineární válec Festo [7]

- 1) nastavitelné tlumení v koncových polohách
- 2) pojízdné saně
- 3) krycí pás
- 4) přívod stlačeného vzduchu
- 5) píst
- 6) upevňovací drážka/ drážka pro čidla
- 7) profilovaný rám

Jednoduchý posuvný stůl, pneumatický (ECS1P)

Lineární posuvný pohyb desky generuje pneumatická bezpístnicová osa. Posuvný stůl obsahuje pneumatické zajištění proti volnému otevření/zavření a proti odtržení. Středící trny pro zajištění desky zásobníku s přesností 0,2 mm. Pro zajištění regulace a dalších vlastností stlačeného vzduchu je zařízení opatřeno jednotkou pro úpravu vzduchu, která obsahuje vzduchový filtr, redukční ventil, manometr, odlučovač kondenzátu v některých případech mazání vzduchu.

Velikost zásobníku: max. 600 mm x 400 mm

Max. výška dílu: 350 mm

Zatížení: 40 kg

Pohon přihrádky: pneumatický



Obr. 4-8 Pneumatický posuvný stůl [5]

5. Historie dopravníků

Transport, respektive manipulace s různými předměty ať už sypkého nebo pevného charakteru vyžadovala nutně spotřebu lidské energie. Dokonalým příkladem byla výstavba egyptských pyramid, kdy byla potřeba síla tisíce lidí, aby bylo možné manipulovat s objemnými břemeny a to i při znalosti prvních mechanismů.

Během období středověku byl zaznamenán nárůst obchodních cest a rozkvět obchodu jako takového. Zvýšila se tak i potřeba výroby a s tím i manipulace. I v tomto období byla hlavním zdrojem lidská síla, ale už ne s těžkými břemeny.

První dopravníky se začaly používat v 18. století. Tyto dopravníky však byly oproti dnešním velice primitivní, byly složeny z dřevěného rámu, nejčastěji opatřeny koženým pásem.

V některých případech se objevoval i plátěný nebo gumový pás. První dopravníky sloužily k účelu transportu převážně sypkého materiálu a to na velmi krátkou vzdálenost, zásobování mlýnů.

První patent ve spojitosti s dopravníkem byl zaznamenán v roce 1908, jednalo se o válečkovou dráhu firmy HymleGoddard Logan.

Zásadní progres v zavedení dopravníku do výroby nastal ve 20. letech 20. století s nástupem automobilového průmyslu. Na dopravníky začaly být těžší požadavky, tedy musely být delší a snést větší zatížení. Dopravníky se začaly nasazovat i do těžebního průmyslu, tedy do nejrůznějších dolů a lomů na dopravu těžkého těžebního materiálu.

Vývoj dopravníků však pokračoval dál, v roce 1947 byl navržen pojízdný dopravník pro přepravu břemen, který mohl být pomocí promyšleného systému složen v době nečinnosti. Právě proto byl tento dopravník používán především v zemědělství.

Následující vývoj byl významně spojen s vývojem nových materiálů. Za zmínku především stojí vytvoření pásů ze syntetických materiálů.

Dnes jsou nejen pásy, ale celé dopravníky složeny z velkého množství nejrůznějších materiálů, za účelem zlepšení jejich vlastností, v neposlední řadě s ohledem na životní prostředí.

6. Rozdělení dopravníků

Dopravníkové systémy slouží jako rozšíření k automatizaci strojů. Jsou navrhovány pro odběr dílů z vstřikovacího lisování nebo k závěrečné kompletaci v logistickém systému. Pro svou všestrannost a možnosti různých modifikací jsou použitelné pro přepravu mnoha druhů transportovaného materiálu. Využití naleznou v interním i externím pracovním prostředí. Dopravníky lze provozovat jako jednotlivé zařízení nebo jako součást automatizovaných dopravních linek.

Rozdělit je lze obecně do dvou hlavních skupin, které se dále dělí na řadu podskupin.

- **Dopravníky s tažnými elementy**
 - pásové
 - článkové
 - okružní vozíkové
 - podvěsné
 - korečkové
 - pohyblivá schodiště
- **Dopravník bez tažného elementu**
 - šnekové
 - paletovací vozíky
 - válečkové

Jako další možnost třízení dopravníků je následující [9]:

Rozdělení dopravníků dle toku materiálu:

- a) plynulý
- b) taktovaný

Dopravníky lze dělit podle vzájemného pohybu:

- a) materiál je vzhledem k dopravujícímu ústrojí v relativním klidu
- b) materiál je vzhledem k dopravujícímu ústrojí v relativním pohybu



Obr. 6-1 Pásový dopravník ENGEL [5]

Podle druhu přepravovaného materiálu:

- a) sypké hmoty
- b) kapaliny a plyny
- c) kusový materiál

Dle silového působení na manipulovaný materiál:

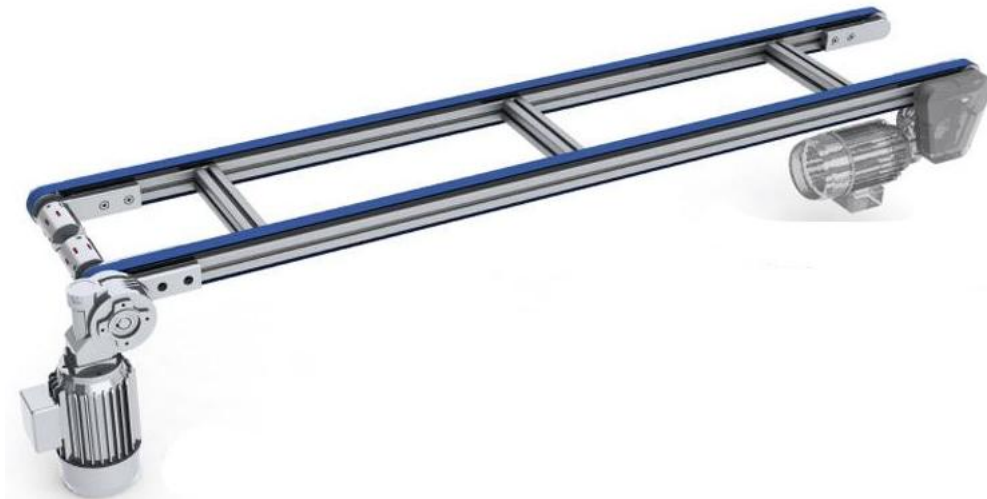
- a) gravitační dopravníky (spádové)
- b) s mechanickým přenosem sil
- c) s dopravou v pomocném médiu

Rozdělení dopravníků podle typů:

- a) pásové dopravníky
- b) řetězové dopravníky
- c) řemenové dopravníky
- d) článkové dopravníky
- e) modulární dopravníky
- f) válečkové dopravníky
- g) vibrační dopravníky
- h) šnekové dopravníky
- i) korečkové elevátory
- j) podvěsné dopravníky
- k) ostatní

6.1 Řemenové dopravníky

Řemenové dopravníky jsou určeny především k přepravě kusových výrobků a dále pro speciální aplikace ve výrobní, montážní, kontrolní a manipulační oblasti. Základním prvkem řemenového dopravníku je nekonečný ozubený řemen napnutý mezi hnací a hnanou řemenicí. Hnaná řemenice často slouží k napínání řemene, které se realizuje změnou rozteče hřídelí, napínací kladkou nebo změnou funkčního průměru řemenic. Materiál je přepravován tvarovým, nebo silovým stykem s řemenem. Všechny části jsou namontovány na konstrukci rámu, která zachycuje veškeré statické i dynamické síly od přepravovaného materiálu i konstrukce samotné.



Obr. 6-2 Řemenový dopravník [10]

Výhodou řemenových dopravníků je možnost provádět výrobní či technologické operace během přepravy. Použití nacházejí jako samostatné jednotky, v kombinovaných linkách nebo jako součást komplexního manipulačního celku.

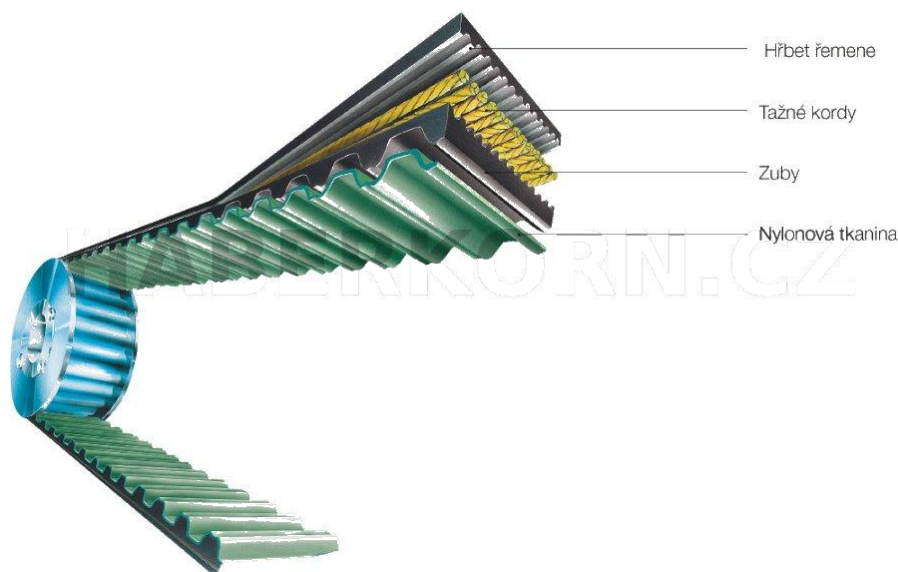
Rozdělujeme podle směru přepravy:

- a) vodorovné
- b) lomené
- c) skloněné pod úhlem
- d) svislé

6.1.1 Konstrukce ozubeného řemene

Hřbet ozubeného řemene překrývá tažné kordy. Skládá se z kvalitního a odolného polyuretanu (PU) nebo neoprenové směsi. Polyuretanové ozubené řemeny jsou často opatřeny speciální transportní vrstvou nebo unašeči.

Nejdůležitější částí ozubeného řemene jsou tažné kordy. Specifikují vlastnosti řemene jako je pevnost, ohebnost a délková stabilita. Tažné kordy jsou vyráběny ze skelných vláken, oceli, nebo při požadavku na vyšší zatížení s vyšší flexibilitou z kevlaru či nerezové oceli.



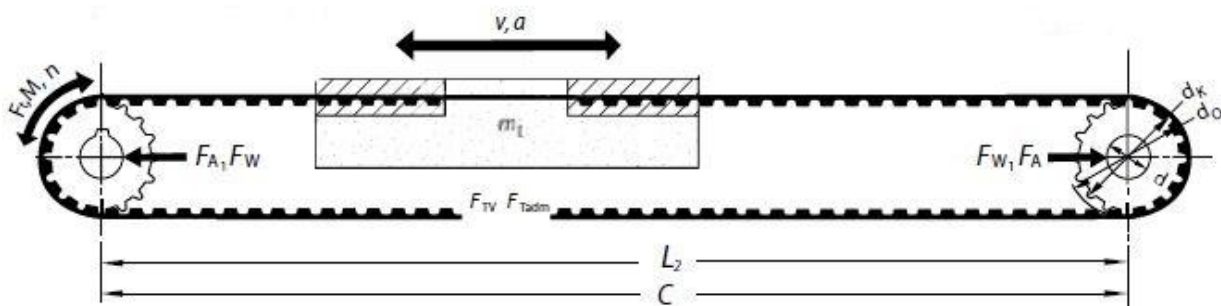
Obr. 6-3 Konstrukce neoprenového ozubeného řemenu [10]

Zuby jsou vyrobeny ze stejného materiálu jako hřbet řemene. Neoprenové ozubené řemeny mají zuby potažené nylonovou tkaninou. Pro snížení tření a ochranu zubů před opotřebením lze polyuretanové řemeny opatřit polyamidovou vrstvou. Aby byl zajištěn bezchybný převod je potřeba zajistit vedení ozubeného řemene. Vedení řemene je realizováno bočnicemi na řemenicích, vidíci klíny na řemenu nebo kluzným podélným vedením řemene. [10]

6.2 Převod s ozubeným řemenem

Slouží k transformaci pohybu a přenosu točivého momentu z hnacího elementu na hnaný pomocí ozubeného řemene. Pohyb a moment se přenášejí tvarovým stykem mezi zuby řemenice a řemene. Řemenové převody jsou díky své vysoké účinnosti a přesnosti zastoupeny v mnoha průmyslových odvětvích.

Ozubené řemeny při své konstrukci potřebují malé předpětí, které je potřeba pro kvalitní přenos momentu, aby nedocházelo k prověšení a následnému přeskočení řemene. Ložiska a hřídele jsou tak minimálně namáhány. Lineární aplikace pracují s úhlem opásání $\beta = 180^\circ$.



Obr. 6-4 Převod ozubeným řemenem [11]

Na termoplastické polyuretanové ozubené řemeny lze navařit unašeče pro přepravu, polohování apod. Materiál unašeče je totožný s materiálem řemenu, proto je zaručena vysoká pevnost svaru. Tvary unašečů mohou být od standardních obdélníkových až po komplexní tvary dle objednávky. [10]

7. Specifikace zadání

Cílem diplomové práce vypracovat konstrukční návrh vybrané varianty a vybrat suboptimální řešení. Vytvořit konstrukční návrh vybrané varianty s ohledem na výrobní náklady, ergonomii obsluhy a bezpečnost práce. Při navrhování bude brán ohled i na životní cyklus výrobku, pro co největší efektivitu a recyklovatelnost zařízení.

Základní požadavky a údaje:

Úkolem je navrhnout posuvný stůl pro přepravu komponent z prostoru obsluhy do pracovního prostoru robota a vstřikovacího lisu ENGEL a naopak. Přepravovaný nspecifikovaný materiál je vložen do unifikovaného zásobníku (Magazinplatte), který je umístěn na posuvné desce (Grundplatte).

Posuvná deska je řešena jako volně ložena a unášena drahami řemenového dopravníku. Je potřeba zajistit bezpečnost obsluhy a potřebnou přesnost centrování desky v koncové poloze u robota. Základní konstrukce je navržena z hliníkových profilů MayTec.

Základní technické údaje:

- zástavové rozměry (délka x šířka): délka ca. 2040 + 175 x ca. 740 [mm]
- rozměry tunelu (délka x šířka x výška): 850 x 600 x 250 [mm]
- 2 rozměry převážených desek (deska zásobníku): 600 x 400, 600 x 800 [mm]
- zatížení: ca. 40 [Kg] bez desky zásobníku a základní desky
- rychlost: ca. 0,1 – 0,5 [m/s]
- počet pracovních cyklů: 12 cyklů/hodinu
- odkládací výška: 1000 [mm]
- maximální výška převážených dílů: 20 – 300 [mm] včetně desky zásobníku
- maximální rozměry pro případ základní desky 600 x 400 (délka x šířka): 2200 x 800 [mm]
- maximální rozměry pro případ základní desky 600 x 800 (délka x šířka): 2400 x 1000 [mm]

Požadovaným výstupem je konstrukční návrh ve 3D CAD s dokumentací podle přiložených pokynů a informací. Rozsah a obsah musí být postačujícím východiskem pro vypracování konstrukčního návrhu.

Požadavky k vnějším vlastnostem TS vztažené k transformačním procesům životních etap TS

Požadavky (na charakteristiky) k vnějš. vlastn. TS vztaž. k transf. procesům životních etap TS	Požad. hodnota a příp. tolerance	Váha (1-4)	Dosavadní řešení		Srovnat. řešení A		Navrž. řešení		Ideální řešení		Přisl. QTCi
			hodn.	celk.	hodn.	celk.	hodn.	celk.	hodn.	celk.	
(1) Pož. k (hlav. i asist.) provozním funkcím/účinkům:											
Technický systém:	0	0		0		0				0	
• Přepřarovat externí materiál (polotovary):		0		0		0				0	
- Únosnost	500 N	4	3	12	2	8			4	16	Q
- Rozměr (délka x šířka)	2200 x 800 mm	3	4	12	4	12			4	12	C
- Teplota transportovaného produktu	20°C	2	3	6	2	4			4	8	Q
• Umožnit naklopení desky	0°	1	3	3	3	3			4	4	Q
• Přepřarovat materiál o výšce	od 20 mm do 300 mm	3	3	9	3	9			4	12	C
• Odkládací výška	1000 mm	4	3	12	2	8			4	16	Q
• Zdvih posuvného stolu	1400 mm	4	4	16	1	4			4	16	Q
• Pracovní desky	od 1 do 4	4	1	4	1	4			4	16	Q
0	0	0		0		0				0	
Přepřavní proces:	0	0		0		0				0	
• Setrvání přepřarovaného produktu ve stálé poloze	podmínkou	4	3	12	3	12			4	16	Q
• Rychlost přepřavy	0,5 m/s	3	4	12	2	6			4	12	Q
• Počet cyklů	12 cyklů/hod	3	2	6	3	9			4	12	Q
0	0	0		0		0				0	
Tk (přepřarovaný materiál):	0	0		0		0				0	
• Velikost půdorysná (délka x šířka)	600mm x 400 mm	2	4	8	1	2			4	8	Q
• Velikost výšková	300 mm	4	3	12	2	8			4	16	Q
• Hmotnost	40 kg	2	2	4	2	4			4	8	Q
• Tvar	neomezený	4	4	16	4	16			4	16	Q
• Teplota	do 50°C	4	2	8	1	4			4	16	Q
0	0	0		0		0				0	
(2) Pož. k ostatním provozním vlastnostem:											
• Prostředí	středně čisté	2	3	6	2	4			4	8	Q
• Četnost použití	nepřetržitá	4	3	12	3	12			4	16	Q
• Životnost	min. 5 let	4	4	16	4	16			4	16	Q
• Údržba	- minimální	4	2	8	1	4			4	16	Q
• Základ pod posuvným stolem	plochá beton. podlaha	3	3	9	3	9			4	12	Q
• Vibrace	zabranit	4	3	12	2	8			4	16	i
0	0	0		0		0				0	
(3) Pož. k vlastnostem pro předvýrobní procesy a výrobu:											
• Vhodnost pro konstruování, Tg. a Org. přípr. Výro	vyšoká	3	3	9	2	6			4	12	Qr
• Náročnost na výrobení	nizká	4	4	16	3	12			4	16	Qr
• Náročnost na montáž	nizká pomocí běžného	4	3	12	3	12			4	16	Qr
• Druh výroby	maloseriová (400ks)	2	2	4	1	2			4	8	Qr
• Konstrukce	hliníkové profily	4	4	16	3	12			4	16	Q
0	0	0		0		0				0	
(4) Pož. k vlastnostem pro distribuci:											
• Skladovací prostor	minimální	4	3	12	3	12			4	16	C
• Manipulace při dopravě a instalaci	paletový vozík	4	3	12	3	12			4	16	C
• Odolnost vůči povětrnostním vlivům	vyšoká	3	3	9	2	6			4	12	Q
• Zajištění proti převržení	umožnit	3	3	9	3	9			4	12	C
0	0	0		0		0				0	
(5) Pož. k vlastnostem pro likvidaci:											
• Demontovatelnost	jednoduchá	3	3	9	4	12			4	12	Q
• Recyklovatelnost	jednoduchá a vyšoká	4	3	12	4	16			4	16	Q
0	0	0		0		0				0	

Obr. 7-1, část 1 z 6 Specifikace požadavků na navrhovaný TS [6]

Požadavky k vnějším vlastnostem TS vztažených k operativní transformaci procesů všech životních etap TS

Požadavky (na charakteristiky) k vnějš. vlastn. TS vztah. k operát. transf. procesů všech živ. etap TS	Požad. hodnota a příp. tolerance	Váha (1-4)	Dosavadní řešení		Srovnat. řešení A		Navrž. řešení		Ideální řešení		Přisl. QTCi
			hodn.	celk.	hodn.	celk.	hodn.	celk.	hodn.	celk.	
(1) Pož. k vlastn. pro věcné řiz./management:											
• Náhrada vlastního produktu	automatizovaná přepr	1	1	1	1	1			4	4	Q
• Konkurenceschopnost k produktům na trhu	Standart shuttle table	4	3	12	3	12			4	16	Q
• Marketing	Reklama, propagace	2	2	4	2	4			4	8	Q
• Nákup komponent	Unifikované	4	3	12	2	8			4	16	Q
0	0	0	0	0	0	0			0	0	
(2) Pož. k vlastnostem k člověku:											
• Bezpečnost ve všech životních etapách, ergonom		0		0		0				0	
- Stabilita proti převrzení	vysoká	4	4	16	3	12			4	16	Q
- Jištění proti nežád. pohybu desky	vysoké	4	2	8	3	12			4	16	Q
- Polohování a ovládání	jednoduché, bezpečn	3	3	9	2	6			4	12	Q
- Přístupnost k dopravovaným produktům	omezená bezpečnost	4	4	16	3	12			4	16	Q
- Bezpečnost proti poranění	vysoká	4	3	12	3	12			4	16	Q
- Povrch ovládacích prvků	protiskuzový	2	4	8	2	4			4	8	Q
• Přijemnost pro člověka (estetičnost, apod.):		0		0		0				0	
- Tvarový design	uspokojivý	3	2	6	2	6			4	12	Q
- Barevné řešení	kombinace černé a ze	3	3	9	1	3			4	12	Q
- Povrch řemene	vhodný pro čištění, o	3	1	3	2	6			4	12	Q
0	0	0	0	0	0	0			0	0	
(3) Pož. k vlastn. k aktiv. mater. a energ. okolí:											
• Použití ekologicky nezávadných materiálů	výhradně	4	3	12	2	8			4	16	Qr
• Zachycení úniku škodlivých látek při provozu	v mezích možnosti	4	4	16	4	16			4	16	Q
• Zabezpečení elektrických komponent	výhradně	4	3	12	4	16			4	16	Q
• Minimální energetické nároky	výhradně	4	4	16	4	16			4	16	Q
0		0		0		0				0	
(4) Pož. k vlastnostem k aktiv. inform. okolí:											
• Porušení patentových a licenčních práv	žádné	4	4	16	4	16			4	16	i
0	0	0	0	0	0	0			0	0	
(5) Pož. k vlastnostem k ostatním TS:											
• Náročnost na technické prostředky v živ. etapě	minimální	4	2	8	1	4			4	16	Q
• Nezávadnost	maximální	4	3	12	2	8			4	16	Q
• Kooperace	maximální	3	3	9	3	9			4	12	Q
0		0		0		0				0	
(6) Pož. k vlastnostem k informacím:											
• Výrobní a montážní dokumentace	standardní forma	4	2	8	2	8			4	16	i
• Návodů k obsluze	minimálně	2	3	6	1	2			4	8	Q
• Návodů pro údržbu a opravy	žádné	3	1	3	1	3			4	12	Q
0		0		0		0				0	
(7) Pož. k vlastn. k ekon. a časovému řízení/managementu:											
• Výrobní náklady na posuvný stůl	45.000,- Kč	4	3	12	2	8			4	16	C
• Náklady na práci/provoz	minimální	4	3	12	2	8			4	16	Q
• Čas na vývoj	3 měsíce	2	3	6	3	6			4	8	T
• Čas na montáž posuvného stolu	max. 20 hod	2	3	6	2	4			4	8	T
0	0	0	0	0	0	0				0	

Obr. 7-2, část 2 z 6 Specifikace požadavků na navrhovaný TS [6]

Požadavky k vnitřním a strukturním vlastnostem TS

Požadavky (na charakteristiky) ke vnitřním (1) a strukturním (2), (3) vlastn. TS	Požad. hodnota a příp. tolerance	Váha (1-4)	Dosavadní řešení		Srovnat. řešení A		Navrž. Řešení		Ideální řešení (4)		Přisl. QTCi
			hodn.	celk.	hodn.	celk.	hodn.	celk.	hodn.	celk.	
(1) Pož. k obecným konstrukčním vlastnostem:											
• Odolnost povrchů proti poškození	0	0		0		0				0	
- magazinplatte	vysoká	4	2	8	2	8			4	16	i
- grundplatte	vysoká	3	2	6	2	6			4	12	i
- ostatních povrchů	vysoká	2	1	2	1	2			4	8	i
• Odolnost proti chemické korozi	vysoká	4	2	8	2	8			4	16	i
• Odolnost proti atmosférické korozi	vysoká	4	2	8	2	8			4	16	i
• Odolnost pro uvolnění spoje	vysoká	4	3	12	3	12			4	16	i
	0	0		0		0				0	
(2) Pož. k elementárním konstr. vlastnostem:											
• Transportní prvky	normalizované	2	4	8	4	8			4	8	i
• Spojovací prvky	normalizované	2	3	6	3	6			4	8	i
• Hliníkové profily MayTec	tažené	4	4	16	4	16			4	16	i
• Plastové materiály	recyklovatelné	4	1	4	1	4			4	16	Q
	0	0		0		0				0	
(3) Pož. ke konstrukčním znakům:											
• Funkční princip	mechanický	4	2	8	3	12			4	16	Q
• Druh ovládání a pohonu	elektrický	3	3	9	1	3			4	12	Q
• Bezpečnostní prvky	elektrické	4	4	16	3	12			4	16	Q
	0	0		0		0				0	

Obr. 7-3, část 3 z 6 Specifikace požadavků na navrhovaný TS [6]

Legenda:

Přirazení charakteristik vlastností podle příslušnosti k souhrnným kritériím konstrukční konkurenceschopnosti TS

Q- k užité jakosti

T- k dodacímu termínu

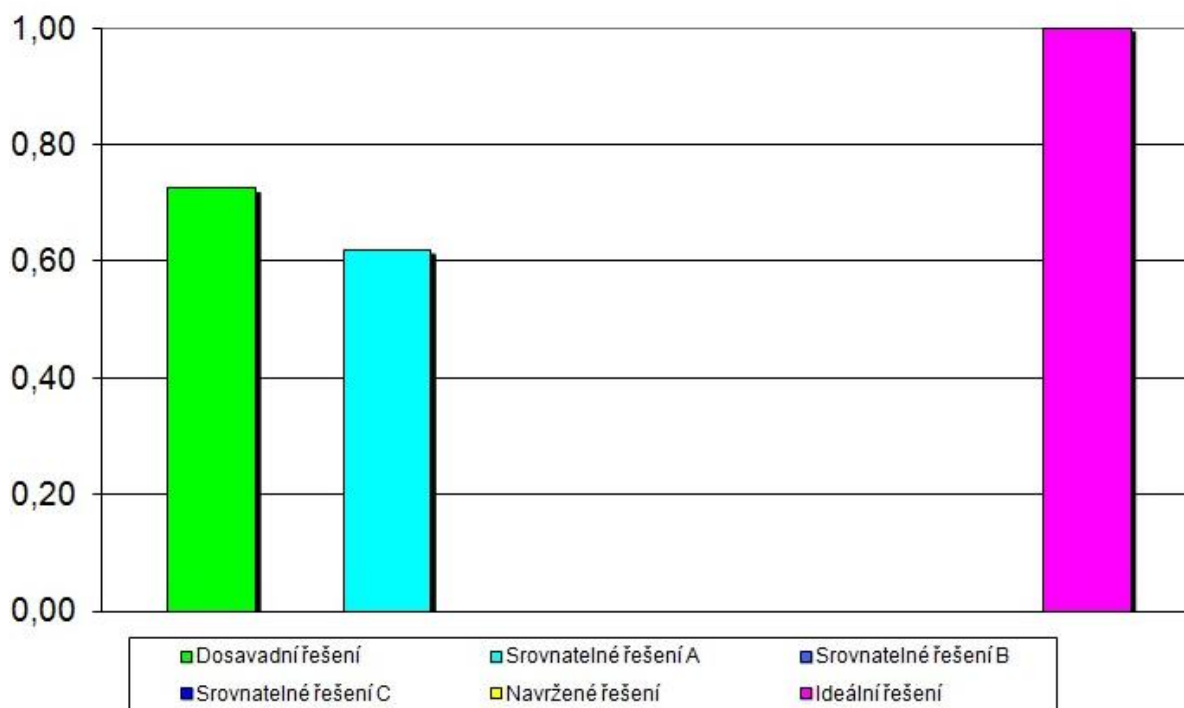
C- k dodacím nákladům

i- k interním charakteristikám (vnitřní a strukturní vlastnosti)

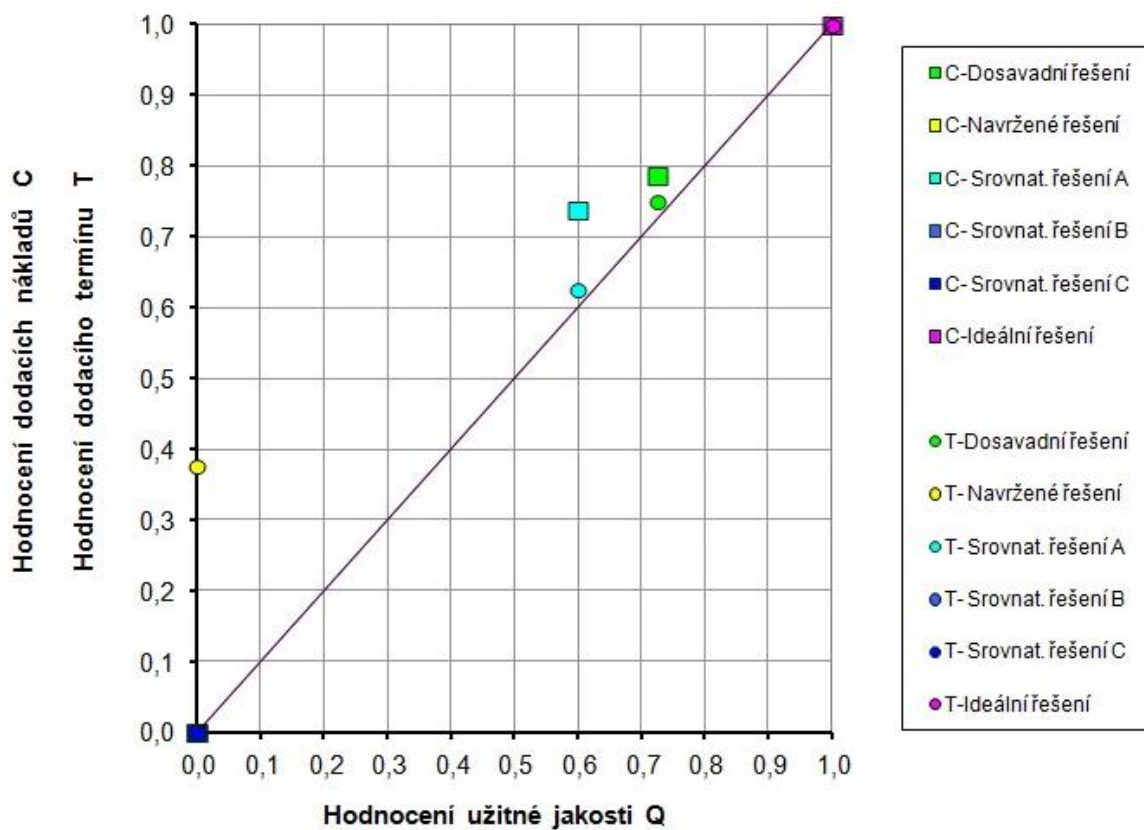
Qr, Tr, Cr- požadavky vyřazené z hodnocení konstrukční konkurenceschopnosti TS

Ze specifikace vyplývá, že dosavadní řešení (elektrický posuvný stůl) se více přibližuje ideálnímu řešení než konkurenční řešení (pneumatický posuvný stůl). V další fázi specifikace budeme porovnávat stávající řešení s navrhovaným řešením, které chceme vytvořit.

Hodnocení splnění požadovaných charakteristik vlastností TS



Obr. 7-4 Hodnocení požadovaných charakteristik [6]



Obr. 7-5 Hodnocení přiřazených charakteristik konkurenceschopnosti [6]

Požadavky k vnějším vlastnostem TS vztažené k transformačním procesům životních etap TS

Požadavky (na charakteristiky) k vnějš. vlastn. TS vztaž. k transf. procesům životních etap TS	Požad. hodnota a příp. tolerance	Váha (1-4)	Dosavadní řešení		Srovnat. řešení A		Navrž. řešení		Ideální řešení		Přisl. QTCi
			hodn.	celk.	hodn.	celk.	hodn.	celk.	hodn.	celk.	
(1) Pož. k (hlav. i asist.) provozním funkcím/účinkům:											
Technický systém:		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
• Přepravovat externí materiál (polotovary):		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- Únosnost	500 N	4	3	12	2	8	4	16	4	16	Q
- Rozměr (délka x šířka)	2200 x 800 mm	3	4	12	4	12	3	9	4	12	C
- Teplota transportovaného produktu	20°C	2	3	6	2	4	3	6	4	8	Q
• Umožnit naklopení desky	0°	1	3	3	3	3	3	3	4	4	Q
• Přepravovat materiál o výšce	od 20 mm do 300 mm	3	3	9	3	9	3	9	4	12	C
• Odkládací výška	1000 mm	4	3	12	2	8	4	16	4	16	Q
• Zdvih posuvného stolu	1400 mm	4	4	16	1	4	4	16	4	16	Q
• Pracovní desky	od 1 do 4	4	1	4	1	4	2	8	4	16	Q
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Převážný proces:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
• Setrvání přepravovaného produktu ve stále poloze	podmínkou	4	3	12	3	12	3	12	4	16	Q
• Rychlost přepravy	0,5 m/s	3	4	12	2	6	4	12	4	12	Q
• Počet cyklů	12 cyklů/hod	3	2	6	3	9	3	9	4	12	Q
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tk (přepravovaný materiál):	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
• Velikost půdorysná (délka x šířka)	600mm x 400 mm	2	4	8	1	2	3	6	4	8	Q
• Velikost výšková	300 mm	4	3	12	2	8	3	12	4	16	Q
• Hmotnost	40 kg	2	2	4	2	4	3	6	4	8	Q
• Tvar	neomezený	4	4	16	4	16	3	12	4	16	Q
• Teplota	do 50°C	4	2	8	1	4	3	12	4	16	Q
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(2) Pož. k ostatním provozním vlastnostem:											
• Prostředí	středně čisté	2	3	6	2	4	4	8	4	8	Q
• Četnost použití	nepřetržitá	4	3	12	3	12	4	16	4	16	Q
• Životnost	min. 5 let	4	4	16	4	16	4	16	4	16	Q
• Údržba	- minimální	4	2	8	1	4	4	16	4	16	Q
• Základ pod posuvným stolem	plochá beton. podlaha	3	3	9	3	9	3	9	4	12	Q
• Vibrace	zabránit	4	3	12	2	8	3	12	4	16	i
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(3) Pož. k vlastnostem pro předvýrobní procesy a výrobu:											
• Vhodnost pro konstruování, Tg. a Org. přípr. Výro	vysoká	3	3	9	2	6	4	12	4	12	Qr
• Náročnost na výrobu	nízká	4	4	16	3	12	3	12	4	16	Qr
• Náročnost na montáž	nízká pomocí běžného	4	3	12	3	12	3	12	4	16	Qr
• Druh výroby	maloseriová (400ks)	2	2	4	1	2	2	4	4	8	Qr
• Konstrukce	hliníkové profily	4	4	16	3	12	4	16	4	16	Q
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(4) Pož. k vlastnostem pro distribuci:											
• Skladovací prostor	minimální	4	3	12	3	12	4	16	4	16	C
• Manipulace při dopravě a instalaci	paletový vozík	4	3	12	3	12	4	16	4	16	C
• Odolnost vůči povětrnostním vlivům	vysoká	3	3	9	2	6	3	9	4	12	Q
• Zajištění proti převržení	umožnit	3	3	9	3	9	3	9	4	12	C
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(5) Pož. k vlastnostem pro likvidaci:											
• Demontovatelnost	jednoduchá	3	3	9	4	12	3	9	4	12	Q
• Recyklovatelnost	jednoduchá a vysoká	4	3	12	4	16	3	12	4	16	Q
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Obr. 7-6, část 4 z 6 Specifikace požadavků na navrhovaný TS [6]

Požadavky k vnějším vlastnostem TS vztažené k operativním transformacím procesů všech životních etap TS

Požadavky (na charakteristiky) k vnějš. vlastn. TS vztaž. k operát. transf. procesů všech živ. etap TS	Požad. hodnota a příp. tolerance	Váha (1-4)	Dosavadní řešení		Srovnat. řešení A		Navrž. řešení		Ideální řešení		Přisl. QTCi
			hodn.	celk.	hodn.	celk.	hodn.	celk.	hodn.	celk.	
(1) Pož. k vlastn. pro věcně říz./management:											
• Náhrada vlastního produktu	automatizovaná přeprava	1	1	1	1	1	1	1	4	4	Q
• Konkurenceschopnost k produktům na trhu	Standart shuttle table	4	3	12	3	12	3	12	4	16	Q
• Marketing	Reklama, propagace	2	2	4	2	4	2	4	4	8	Q
• Nákup komponent	Unifikované	4	3	12	2	8	3	12	4	16	Q
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(2) Pož. k vlastnostem k člověku:											
• Bezpečnost ve všech životních etapách, ergonomie:		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- Stabilita proti převržení	vysoká	4	4	16	3	12	4	16	4	16	Q
- Jistění proti nežád. pohybu desky	vysoké	4	2	8	3	12	2	8	4	16	Q
- Polohování a ovládání	jednoduché, bezpečné	3	3	9	2	6	3	9	4	12	Q
- Přístupnost k dopravovaným produktům	omezená bezpečnostním	4	4	16	3	12	4	16	4	16	Q
- Bezpečnost proti poranění	vysoká	4	3	12	3	12	3	12	4	16	Q
- Povrch ovládacích prvků	protiskluzový	2	4	8	2	4	4	8	4	8	Q
• Příjemnost pro člověka (estetičnost, apod.):		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- Tvarový design	uspokojivý	3	2	6	2	6	2	6	4	12	Q
- Barevné řešení	kombinace černé a zelené	3	3	9	1	3	4	12	4	12	Q
- Povrch řemene	vhodný pro čištění, ořez	3	1	3	2	6	3	9	4	12	Q
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(3) Pož. k vlastn. k aktiv. mater. a energ. okolí:											
• Použití ekologicky nezávadných materiálů	výhradně	4	3	12	2	8	3	12	4	16	Qr
• Zachycení úniku škodlivých látek při provozu	v mezích možností	4	4	16	4	16	4	16	4	16	Q
• Zabezpečení elektrických komponent	výhradně	4	3	12	4	16	3	12	4	16	Q
• Minimální energetické nároky	výhradně	4	4	16	4	16	2	8	4	16	Q
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(4) Pož. k vlastnostem k aktiv. inform. okolí:											
• Porušení patentových a licenčních práv	žádné	4	4	16	4	16	4	16	4	16	i
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(5) Pož. k vlastnostem k ostatním TS:											
• Náročnost na technické prostředky v živ. etapách	minimální	4	2	8	1	4	2	8	4	16	Q
• Nezávadnost	maximální	4	3	12	2	8	3	12	4	16	Q
• Kooperace	maximální	3	3	9	3	9	4	12	4	12	Q
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(6) Pož. k vlastnostem k informacím:											
• Výrobní a montážní dokumentace	standardní forma	4	2	8	2	8	2	8	4	16	i
• Návodů k obsluze	minimálně	2	3	6	1	2	2	4	4	8	Q
• Návodů pro údržbu a opravy	žádné	3	1	3	1	3	1	3	4	12	Q
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(7) Pož. k vlastn. k ekon. a časovému řízení/managementu:											
• Výrobní náklady na posuvný stůl	45.000,- Kč	4	3	12	2	8	2	8	4	16	C
• Náklady na práci/provoz	minimální	4	3	12	2	8	3	12	4	16	Q
• Čas na vývoj	3 měsíce	2	3	6	3	6	1	2	4	8	T
• Čas na montáž posuvného stolu	max. 20 hod	2	3	6	2	4	2	4	4	8	T
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Obr. 7-7, část 5 z 6 Specifikace požadavků na navrhovaný TS [6]

Požadavky k vnitřním a strukturálním vlastnostem TS

Požadavky (na charakteristiky) ke vnitřním (1) a strukturálním (2), (3) vlastn. TS	Požad. hodnota a příp. tolerance	Váha (1-4)	Dosavadní řešení		Srovnat. řešení A		Navrž. Řešení		Ideální řešení		Přisl. QTCi
			hodn.	celk.	hodn.	celk.	hodn.	celk.	hodn.	celk.	
(1) Pož. k obecným konstrukčním vlastnostem:											
• Odolnost povrchů proti poškození	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- magazinplatte	vysoká	4	2	8	2	8	2	8	4	16	i
- grundplatte	vysoká	3	2	6	2	6	3	9	4	12	i
- ostatních povrchů	vysoká	2	1	2	1	2	2	4	4	8	i
• Odolnost proti chemické korozi	vysoká	4	2	8	2	8	3	12	4	16	i
• Odolnost proti atmosférické korozi	vysoká	4	2	8	2	8	3	12	4	16	i
• Odolnost pro uvolnění spoje	vysoká	4	3	12	3	12	3	12	4	16	i
0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(2) Pož. k elementárním konstr. vlastnostem:											
• Transportní prvky	normalizované	2	4	8	4	8	4	8	4	8	i
• Spojovací prvky	normalizované	2	3	6	3	6	3	6	4	8	i
• Hliníkové profily MayTec	tažené	4	4	16	4	16	4	16	4	16	i
• Plastové materiály	recyklovatelné	4	1	4	1	4	3	12	4	16	Q
0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(3) Pož. ke konstrukčním znakům:											
• Funkční princip	mechanický	4	2	8	3	12	2	8	4	16	Q
• Druh ovládání a pohonu	elektrický	3	3	9	1	3	3	9	4	12	Q
• Bezpečnostní prvky	elektrické	4	4	16	3	12	4	16	4	16	Q
0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Obr. 7-8, část 6 z 6 Specifikace požadavků na navrhovaný TS [6]

Legenda:

Přiřazení charakteristik vlastností podle příslušnosti k souhrnným kritériím konstrukční konkurenceschopnosti TS

Q- k užité jakosti

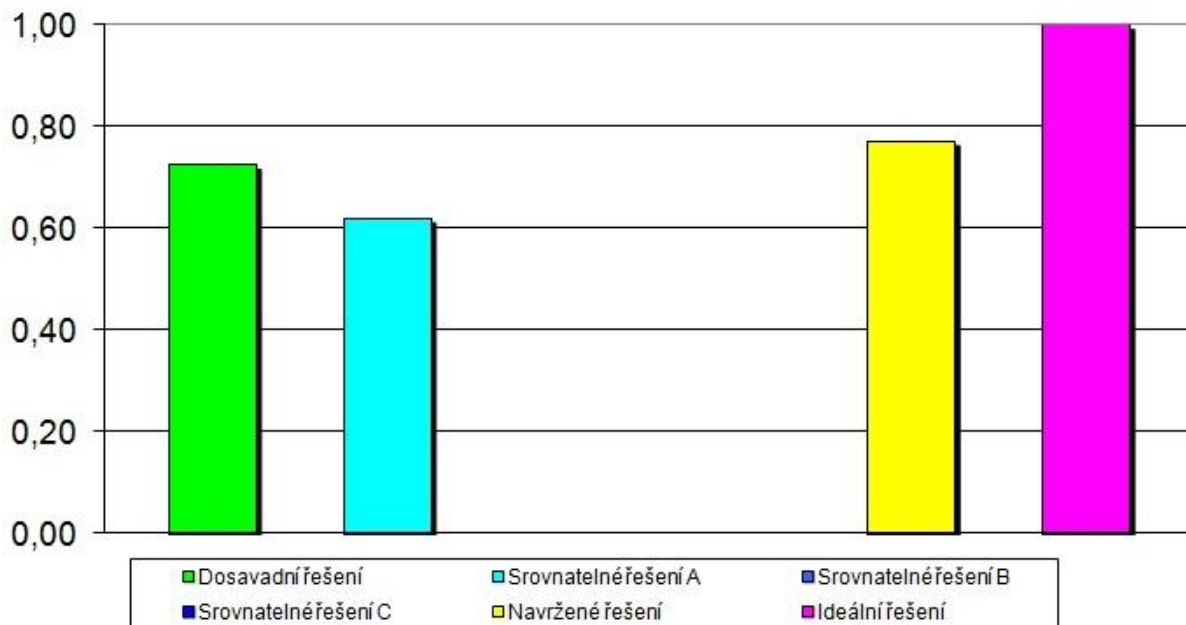
T- k dodacímu termínu

C- k dodacím nákladům

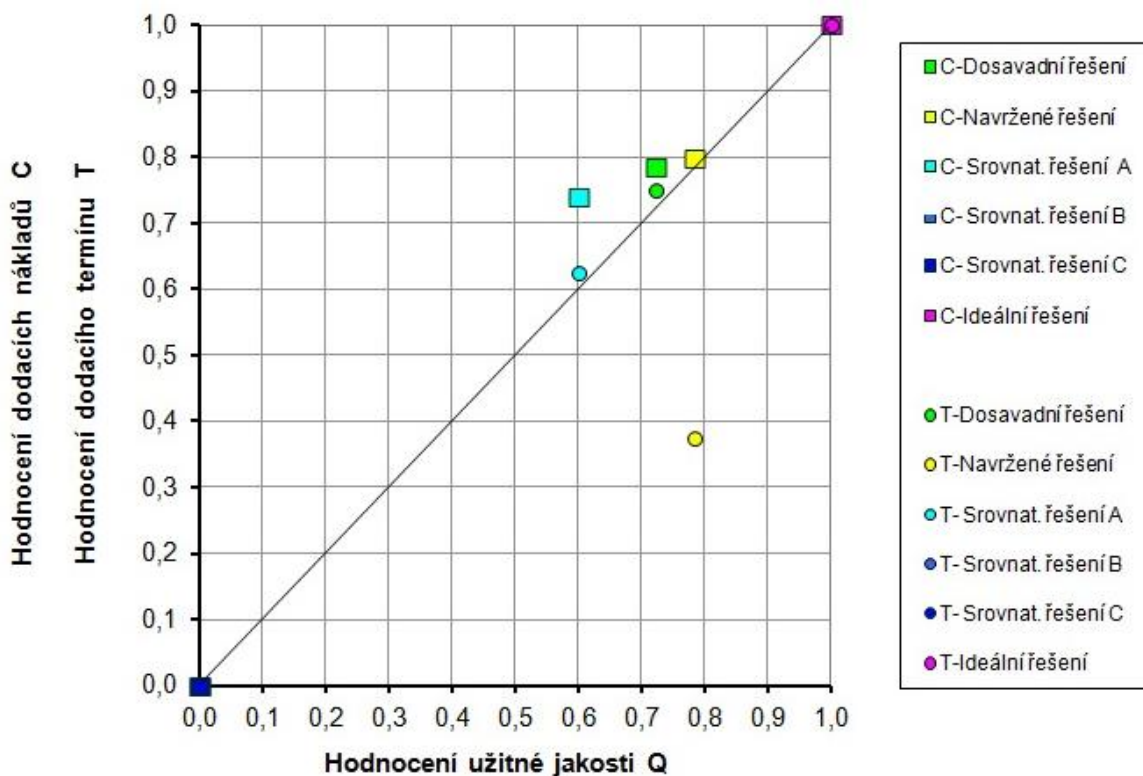
i- k interním charakteristikám (vnitřní a strukturální vlastnosti)

Qr, Tr, Cr- požadavky vyřazené z hodnocení konstrukční konkurenceschopnosti TS

Hodnocení splnění požadovaných charakteristik vlastností TS



Obr. 7-9 Výsledné hodnocení charakteristik [6]



Obr. 7-10 Výsledné hodnocení přiřazených charakteristik konkurenceschopnosti [6]

8. Koncepční návrh

8.1 Transformační proces

Pro návrh funkčního a optimálního technického systému (TS) je nutné analyzovat průběh jeho provozu. Zde bude transformační proces aplikován na TS- elektrický posuvný stůl. Na vstupu i výstupu bude zásobník s externími díly o maximálních rozměrech 600 x 400 x 300 mm a hmotnosti 40 kg (bez vlastní hmotnosti zásobníku). Tento materiál bude dopravován pomocí dopravního media, v našem případě ozubeného řemene. Během provozu je nutné, aby TS byl schopen fungovat podle navržených požadavků, ale také aby splňoval veškerá bezpečnostní kritéria. [4]

Pro určení transformačního procesu použijeme metodu „black box“ (černá skříňka), u které se vnitřní procesy určují na základě znalosti procesu na povrchu, tedy na vstupu a na výstupu. Je třeba do analýzy zahrnout působení vnějších účinků, které proces ovlivňují.

8.2 Černá skříňka požadované transformace



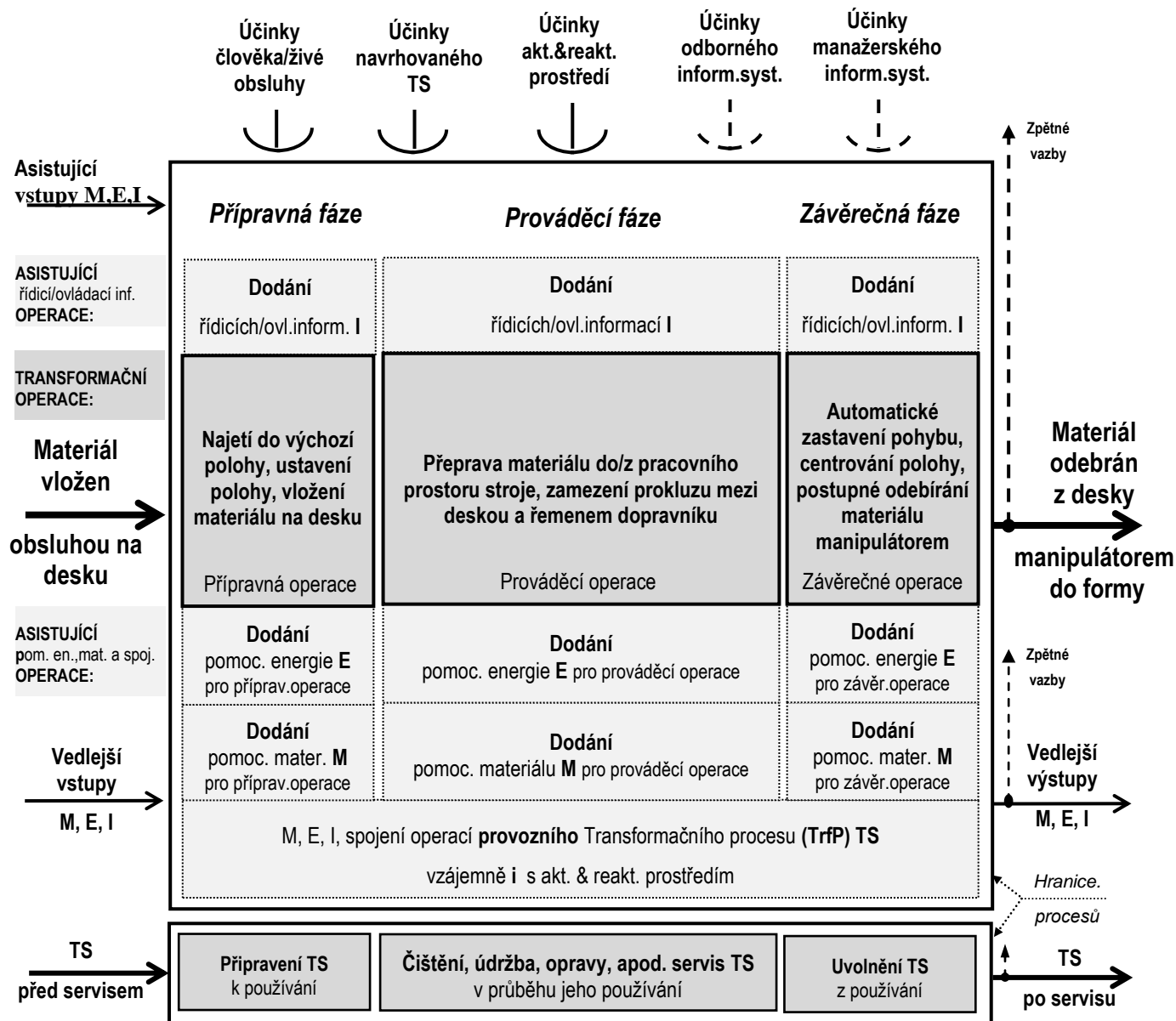
Obr. 8-1 Černá skříňka požadované transformace [6]

8.3 Technologický princip provozního TS



Obr. 8-2 Technologický princip provozního technického procesu [6]

8.4 Provozní technický proces TS



Obr. 8-3 Provozní technický proces [6]

Provozní technický proces lze chápat jako soupis fází a operací využívajících účinky navrhovaného TS po přepravu materiálu. Výše uvedený technický proces znázorňuje přepravu materiálu z prostoru obsluhy do prostoru pracovního vstřikovacího stroje. Proces je však možno reverzovat. Manipulátor stroje může odkládat drobné díly na pracovní desku stolu, následně dopraví materiál k obsluze pro další zpracování nebo uskladnění.

8.5 Životní cyklus zařízení

Konkurenceschopnost zařízení a jeho funkcí se stále více promítá do celkové koncepce vytvořené při vývoji. Produkt provází během celého pracovního období řada kritérií, které je třeba brát v úvahu od návrhu až po vyřazení a následnou likvidaci. Tomuto okruhu se říká životní cyklus produktu.

Navrhované varianty budou tedy navrhovány tak, aby splňovaly současné technické požadavky při zachování minimálních nákladů a nezávadnost životního prostředí. Mezi hlavní priority koncepčních návrhů patří bezpečnost obsluhy zařízení během pracovního provozu. Je potřeba brát ohled i na nečekané situace.

Od počátku vývoje prochází výrobek různými etapami životního cyklu, představující různé problémy a výzvy, které je nutno řešit, pokud možno s předstihem. Největší změny lze provádět s minimálními náklady v prvních etapách vývoje. Pro řešení návrhu posuvného stolu bude využita znalost technologických a konstrukčních postupů.

Životní cyklus zařízení prochází několika etapami v průběhu času a vývoje na trhu:

- **vývojová fáze**- přetváření nápadu v reálný vývoj produktu, který zatím není na trhu nebo má v budoucnu nahradit stávající řešení
- **zaváděcí fáze**- produkt je uveden na trh, první prodeje, zisk je stále záporný
- **růstová fáze**- prodeje stoupají, zisk začíná být kladný
- **fáze zralosti**- zisky rostou, při snížení prodejního množství, snížení ceny
- **fáze nasycení**- trh je nasycen, velké množství konkurenčních produktů, prodeje klesají

Navrhované varianty jsou během specifikace směřovány k prodloužení životnosti zařízení využitím nekonvenčních materiálů s možností velké recyklovatelnosti. Možnost velkého počtu nastavení zlepšuje postavení na trhu. Po ukončení životního cyklu je žádoucí využití co největšího počtu částí pro další aplikace při minimálním efektu na životní prostředí.

8.6 Bezpečnost

Hlavní prioritou společnosti ENGEL je vytvářet varianty zdravotně nezávadné jak pro obsluhu, tak pro životní prostředí. Navrhované koncepty vycházejí z požadavku kompletního zakrytí pohyblivých částí pro zamezení nežádoucí manipulace.

Bezpečnost spojená se zařízením nemusí být pouze v souvislosti s pracovní činností, ale je třeba brát v úvahu i samotné postavení stolu v prostoru, špatně zvolený způsob transportu nebo nedodržení počtu osob v blízkosti stroje. Posuvný stůl je navržen pro jednočlennou pracovní pozici. Současné řešení zaručuje bezpečnost obsluhy dvouručním ovládním.

Pro zajištění bezpečného zastavení bylo ve společnosti ENGEL provedeno měření reakční doby posuvného stolu při nouzovém vypnutí. Tato metoda se využívá pro kontrolu rozmístění ovládacích prvků. Při odpojení signálu dvouručního ovládním se měří dráha vykonaná během prodlevy elektrického signálu. Kontrola se provádí s prázdným i plně naloženým zásobníkem.



Obr. 8-4 Měření reakční doby elektrického posuvného stolu [5]

Z naměřeného času a brzdě rychlosti se vypočte vzdálenost a přičte bezpečnostní koeficient. Při měření elektrického posuvného stolu ENGEL se reakční doba pohybovala okolo 70 ms, po přepočtu vychází bezpečná vzdálenost 14 cm + 3 cm korekce, v součtu 17 cm. [5]

Současné dvouruční ovládním se nachází od pracovní desky 20 cm díky chráničům rukou. Proto je posuvný stůl s dvouručním ovládním z tohoto hlediska bezpečný.

Varianty musí splňovat požadovaná kritéria z normy bezpečnosti práce (příloha č. 1).

8.8 Navržení orgánové struktury

Pracovní funkce TS vč. asist. funkcí		Orgány TS („nositele funkcí“) a jejich navržené kombinace				
		1	2	3	4	5
Fce 1 vč. 1.1+1.5	SPOJENÍ Magazinplatte a Grundplatte UMOŽNIT	Spojení tvarem	Závit/šroub. spojení	Třecí spojení		
Fce 2 vč. 2.1+2.5	HORIZ. POHYB Grundplatte a Magazinplatte UMOŽNIT	Ruka	Elektromotor	Řemenová dráha	Elektrická osa	Pneumatické osa
Fce 3 vč. 3.1+3.5	POHON DESKY Grundplatte a Magazinplatte UMOŽNIT	Ruční pohon	Elektrický pohon	Pneumatický pohon	Hydraulický pohon	
Fce 4 vč. 4.1+4.5	VERT. POHYB Magazinplatte UMOŽNIT	Bez vertikálního pohybu	El. šroubový pohon s pístnicí	Kopírování řemenu vodící dráhu	Pneumatické válce	
Fce 5 vč. 5.1+5.5	VEDENÍ Grundplatte UMOŽNIT	Bez přídavného vedení	Ložiskové vedení	Kuličkové vedení	Kluzné vedení	Vedení v kladkách
Fce 6 vč. 6.1+6.5	VĚTŠÍ KAPACITA Přepravy materiálu UMOŽNIT	Bez navýšení kapacity	Zvětšení rozměrů stolu	Větší počet magazinplatte		
Fce 7 vč. 7.1+7.5	BEZPEČNOST Obsluhy ZAJISTIT	Zavíratelný prostor	Dvouruční ovládání	Světelná závora		
Fce 8 vč. 8.1+8.5	BEZPEČNOST Krytování ZAJISTIT	Ochranné plechy				
Fce 9 & Σi	POHYB/ZNEHYB TS na podlaze UMOŽNIT	4 nohy s třecím kontaktem, pohon lidskou silou	4 nohy s brzděnými kolečky neotoč.okolo svislé osy, pohon lidskou silou	4 nohy s brzděnými kolečky otoč.okolo svislé osy, pohon lidskou silou	2 nohy s brzd.koleč. otoč.okolo svislé osy, 2 nohy s kol. neotoč.okolo svislé osy pohon lidskou silou	Součást ochranného hrzení stroje

Tabulka 1 Morfologická matice s navrženými orgány [6]

Pracovní funkce TS vč. asist. funkcí		Orgány TS („nositele funkcí“) a jejich navržené kombinace				
		1	2	3	4	5
Fce 1 vč. 1.1+1.5	SPOJENÍ Magazinplatte a Grundplatte UMOŽNIT	Spojení tvar m	Závit/šroub. spojení	Třecí spojení		
Fce 2 vč. 2.1+2.5	HORIZ. POHYB Grundplatte a Magazinplatte UMOŽNIT	Ruka	Elektromotor	Remenová dráha	Elektrická osa	Pneumatické osa
Fce 3 vč. 3.1+3.5	POHON DESKY Grundplatte a Magazinplatte UMOŽNIT	Ruční pohon	Elektrický pohon	Pneumatický pohon	Hydraulický pohon	
Fce 4 vč. 4.1+4.5	VERT. POHYB Magazinplatte UMOŽNIT	Bez vertikálního pohybu	El. šroubový pohon s pístnicí	Kopírování řemenu vodící dráhu	Pneumatické válce	
Fce 5 vč. 5.1+5.5	VEDENÍ Grundplatte UMOŽNIT	Bez přídavného vedení	Ložiskové vedení	Kuličkové vedení	Různé vedení	Vedení v kladkách
Fce 6 vč. 6.1+6.5	VĚTŠÍ KAPACITA Přepravy materiálu UMOŽNIT	Bez navýšení kapacity	Zvětšení rozměrů stolu	Větší počet magazinplatte		
Fce 7 vč. 7.1+7.5	BEZPEČNOST Obsluhy ZAJISTIT	Zavíratelný prostor	Dvoupacní ovládání	Světelná závora		
Fce 8 vč. 8.1+8.5	BEZPEČNOST Krytování ZAJISTIT	Ochranné plechy	Ochranné plasty			
Fce 9 & Σi	POHYB/ZNEHYB TS na podlaze UMOŽNIT	4 nohy s třecím kontaktem pohon lidskou silou	4 nohy s brzděnými kolečky neotoč.okolo svislé osy, pohon lidskou silou	4 nohy s brzděnými kolečky otoč.okolo svislé osy, pohon lidskou silou	2 nohy s brzd.koleč. otoč.okolo svislé osy, 2 nohy s kol. neotoč.okolo svislé osy pohon lidskou silou	Součást ochranného hrazení stroje

Tabulka 2 Varianty kombinací orgánů pro orgánovou strukturu [6]

Legenda:

Varianta A: ●—●; Varianta B: ●—●; Varianta C: ●—●; Varianta D: ●—●; Varianta E: ●—●

8.9 Varianta A

Aplikace řemenového posuvného stolu, kde základní deska je volně ložená na řemenovém dopravníku firmy ENGEL. Silové přenos mezi základní deskou a drahami dopravníku je zprostředkován třecí silou. Pro zajištění lepšího přenosu tažné síly je ozubený řemen opatřen mechanickými unašeči. Pohon řemenových drah je realizován elektrickým bubnovým motorem vybavený hnací řemenicí na válcové ploše bubnu.

Pro zvýšení efektivity a pracovního cyklu je pracovní stůl osazený dvěma řemenovými dopravníky, které jsou ve dvou řadách s vertikálním odsazením min. 300 mm. Odsazení je nutné z hlediska bezpečné přepravy materiálu na dolní řemenové dráze. Vzhledem k požadavkům zadání, pro odkládací výšku 1000 mm je zásobník ze spodní dráhy přepraven elektrickým šroubovým pohonem ve vertikálním směru.

Řemenové dopravníky se skládají ze dvou pracovních drah, které využívají jako pracovní médium ozubený řemen. Moment se přenáší od motoru přes hnací řemenici. Řemen je potřeba dostatečně napnout hnací případně napínací řemenicí k zaručení kvalitního přenosu síly od pohonu.

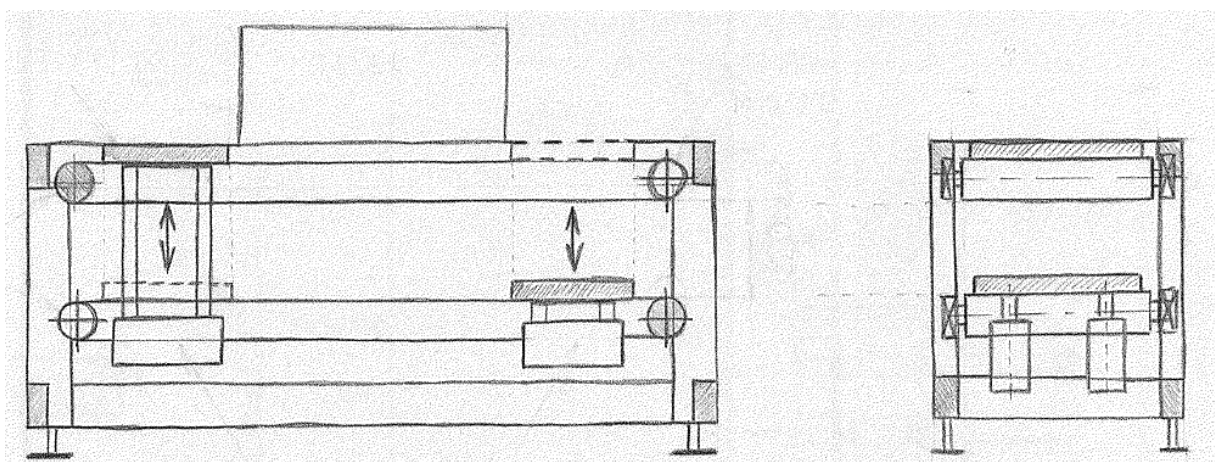
Transportní řemen může poskytovat různé vlastnosti v závislosti na materiálu (PU, PU s textilní vrstvou pro snížení hluku a akumulaci materiálu). Plastové kluzné vedení s nízkou nebo zvýšenou vnější hranou pro větší podepření po celé ploše a snížení tření.

Výhody:

- zvýšení pracovního cyklu
- zvýšení produktivity
- zachování zadaných rozměrů stolu
- zachování rozměrů unifikované desky zásobníku
- vyšší konkurenceschopnost
- využití nevyužitého místa, vůči předloze

Nevýhody:

- náročnější montáž
- obtížnější nastavení řízení
- vyšší cena



Obr. 8-5 Náčrt varianty A

8.10 Varianta B

Posuvný stůl obsahuje dvě posuvné základní desky, které jsou vedeny dvěma řemenovými drahami. Ozubený řemen je opatřen unášeči, které přenášejí tažnou sílu řemenové dráhy na základní desky. Obě desky se pohybují současně, jsou unášeči připevněny k jednomu pásu. Při pohybu řemene se v polovině přepravní dráhy desky překrývají. Vedení řemenem je doplněno o pomocné vodící dráhy, aby bylo sníženo zatížení na vedení řemene.

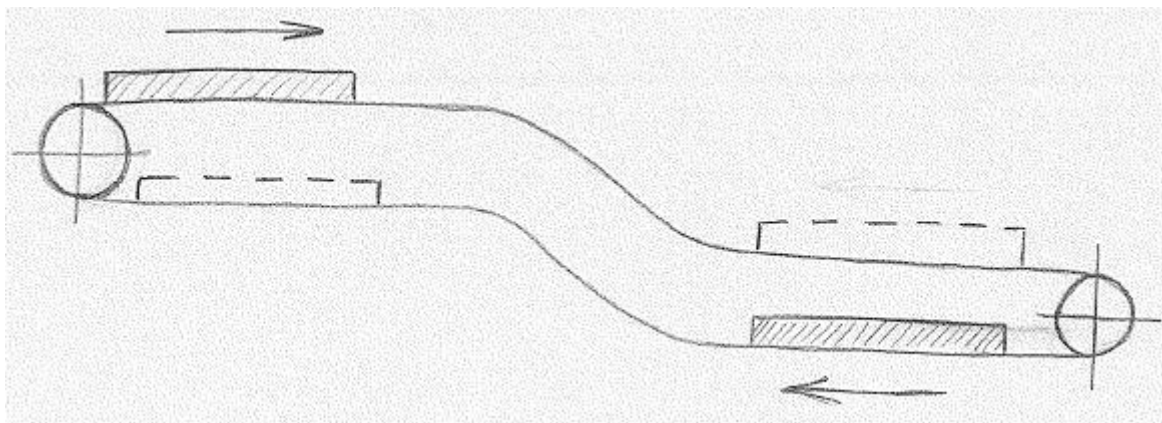
Pro zajištění potřebného prostoru pro vzájemné překrývání desek společně s materiálem je zapotřebí překonání velkého výškového rozdílu- více než 300 mm. Pro překonání tak velké vzdálenosti, by bylo potřeba zásadní prodloužení posuvného stolu. To by mělo za následek zvýšení nákladů a porušení požadavku na zástavové rozměry.

Výhody:

- Zvýšení pracovního cyklu, rychlejší výroba (První deska v pracovním prostoru, druhou desku lze naskladnit díly během pracovního cyklu)
- zvýšení produktivity

Nevýhody:

- možnost kolize přepravovaného materiálu při překrytí desek
- složité vodící dráhy
- velký výškový rozdíl mezi pracovní a nakládací polohou desek
- velká délka řemene
- použití pro tenké materiály (papír, plech, apod.)



Obr. 8-6 Náčrt varianty B

8.11 Varianta C

Rám posuvného stolu je kruhového tvaru. Pohon je možné zajistit elektrickým motorem, nebo řemenovým dopravníkem se zakulacenou pracovní drahou. Kruhová pracovní deska umožňuje použití více desek se zásobníky. Zásobníky s materiálem o rozměrech 600 x 400 mm jsou unifikované, proto by průměr kruhové desky musel být úměrně zvětšen, aby bylo možné přepravovat více desek současně. Případné zmenšení rozměrů zásobníku by vyžadovalo velké organizační a technologické změny, při zavedení nové desky se zásobníkem do výroby.

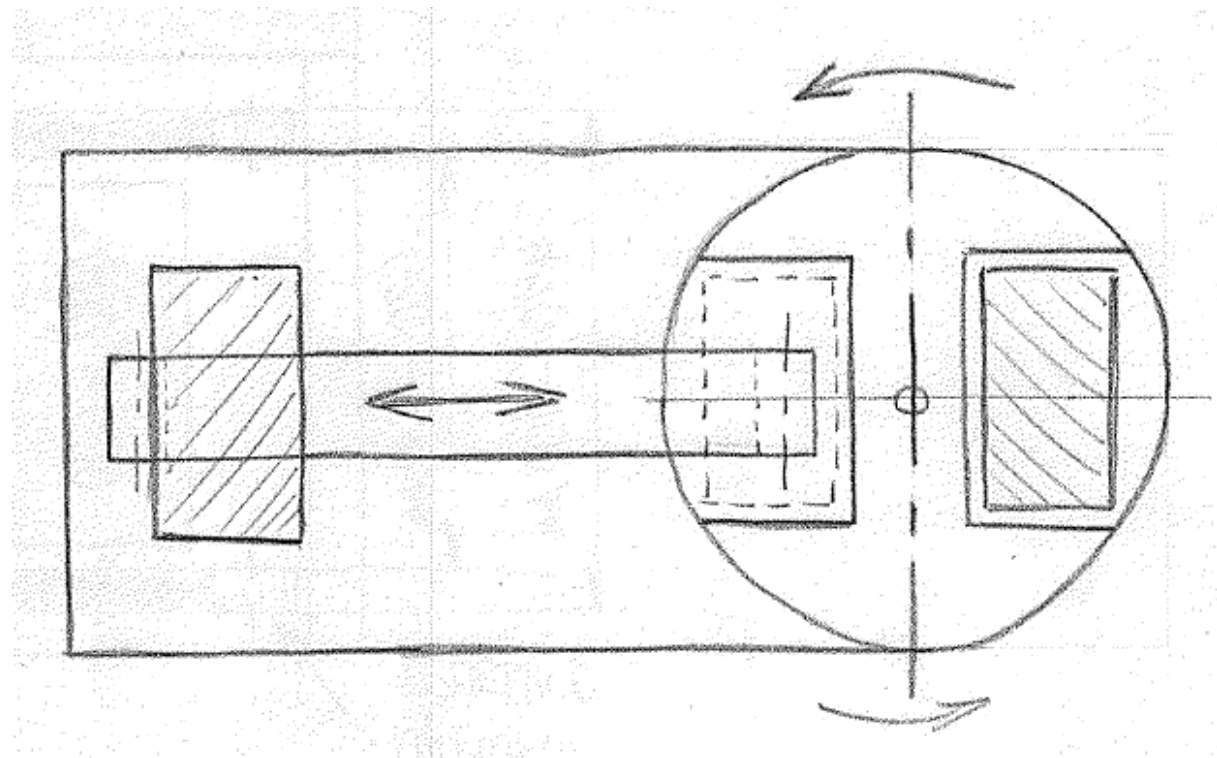
Posuvný stůl musí dále splňovat požadavky na bezpečnost při obsluze. Součástí zajištění bezpečnosti je i ochranný tunel. Ten musí dodržet bezpečnostní normu (příloha č. 1). Při velkých rozměrech rotační desky by bezpečnostní tunel musel zachovat poměr mezi šířkou a délkou. Požadovaný zdvih by byl možný přidáním lineárního pohonu, který by tento zdvih zajišťoval. Vzniká však další nevyužitý prostor a snížení celkové efektivity v životním cyklu výrobku.

Výhody:

- možnost přepravy několika desek
- zvýšení produktivity

Nevýhody:

- zástavbový prostor, z důvodu velkého průměru pracovní desky
- nedodržení zadaných rozměrů stolu
- vysoké náklady s případnou změnou rozměrů desky zásobníku
- velikost bezpečnostního tunelu
- velký nevyužitý prostor



Obr. 8-7 Náčrt varianty C

8.12 Varianta D

Základní deska je uchycena na otočném rameni, které s deskou slouží jako horizontální konzola. Deska se může otáčet ve vodorovné poloze okolo své vertikální osy, která může být součástí ochranného hrazení stroje. Konzolu je možné ovládat manuálně nebo pomocí elektrického pohonu. Uložení svislé rotační osy je možné zajistit kombinací axiálního a radiálního valivého ložiska.

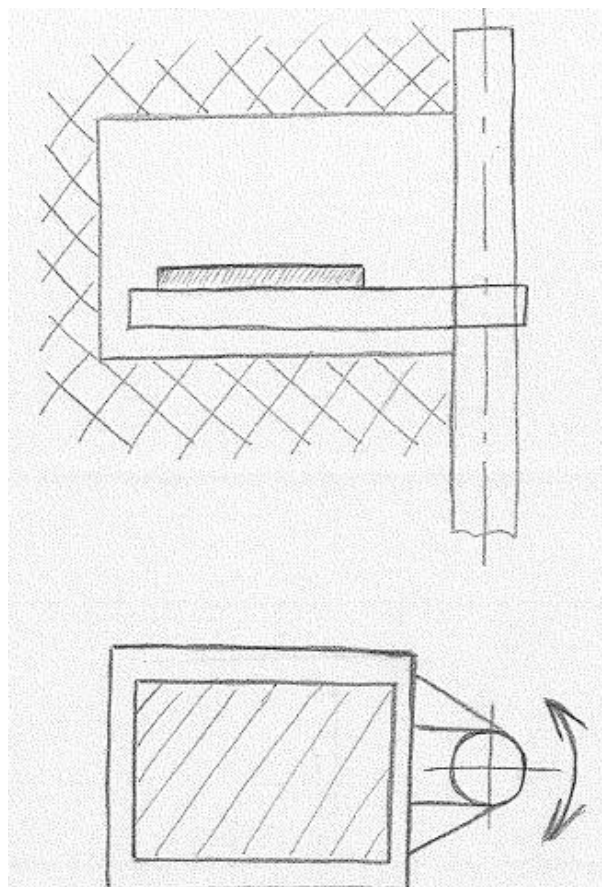
Tato varianta nevyhovuje požadavkům zadání práce. Při otáčení pracovní desky by mohlo dojít k poranění obsluhy. Stejně jako u varianty C by zde bylo obtížné zajistit ochranu obsluhy bezpečnostním tunelem. Zapracování do ochranného hrazení by bylo navíc náročné a neefektivní.

Výhody:

- Minimální nároky na pohon
- ložiskové uložení
- nízká cena
- jednoduchá konstrukce

Nevýhody:

- nevyhovuje požadavkům zadání
- neefektivní
- nesplňuje bezpečnostní normy
- úpravy ochranného hrazení jsou po demontáži nevratné



Obr. 8-8 Náčrt varianty D

8.13 Varianta E

Desky jsou přepravovány po nekonečné oválné dráze. Pohyb desek zajišťuje ozubený řemen poháněný elektromotorem. Oválné části dráhy lze realizovat pomocí nekonečného ozubeného řemene s unašecí opisující oválnou dráhu, případně rozložením oválu na segmenty opatřené řemenovými dopravníky a vodícími elementy, zajišťující požadovaný pohyb desek. Rám stolu je tvořen hliníkovými profily firmy MayTec.

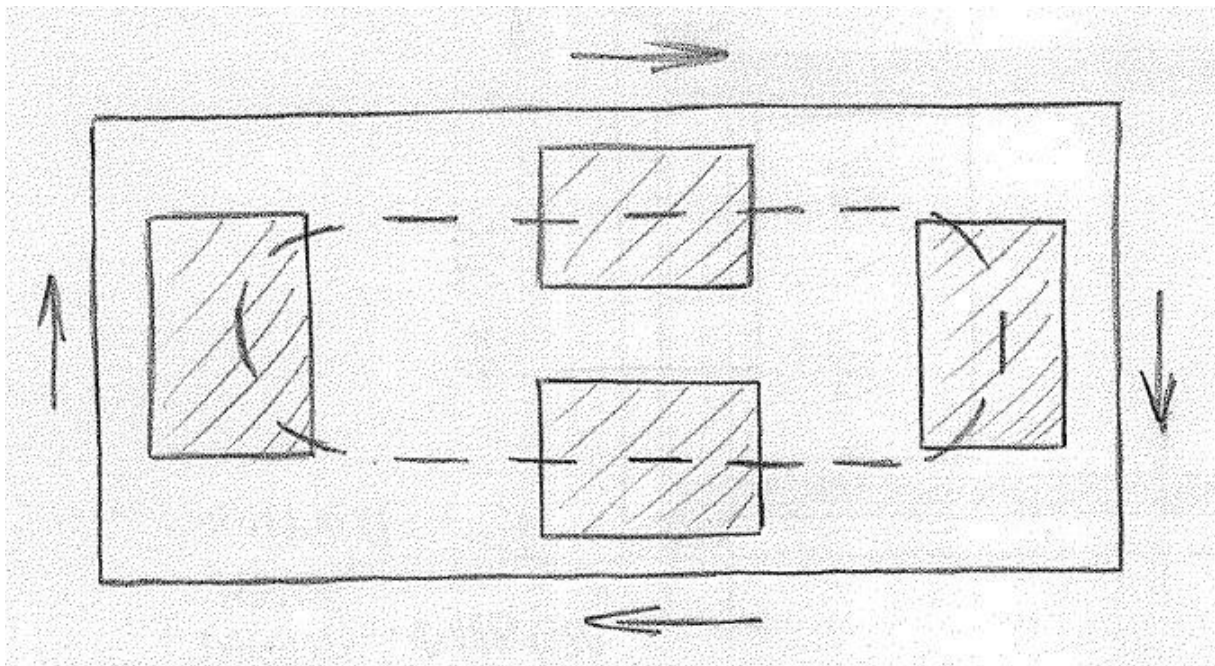
Větší počet pracovních desek umožňuje dopravu materiálu pro více strojů současně na několika pracovních úsecích. Nastává zde stejný problém jako v případě varianty C. Zvětšení zástavových rozměrů posuvného stolu nebo zmenšení velikosti desky se zásobníkem.

Výhody:

- modulárnost dráhy
- vyšší produktivita
- zásobování více pracovních strojů současně

Nevýhody:

- nedodržení zadaných rozměrů stolu
- vysoké náklady s případnou změnou rozměrů desky zásobníku
- složitější konstrukce
- vyšší cena



Obr. 8-9 Náčrt varianty E

8.14 Výběr optimální varianty

Optimální varianta bude vybrána pomocí rozhodovací matice, kde zvoleným kritériím bude přiřazena váha od 1 do 4 a následně budou varianty posuzovány podle zvolených kritérií.

	Kritérium	Váha	Varianta A	Varianta B	Varianta C	Varianta D	Varianta E	Ideální stav
Kvalitativní kritéria	Rozměry posuv. stolu	3	4	4	2	2	3	4
	Tuhost rámu	4	4	3	3	2	4	4
	Náročnost na TgPV	3	3	2	1	4	2	4
	Náročnost výroby	3	2	3	2	3	1	4
	Druh pohonu	2	3	3	3	1	3	4
	Smontovatelnost	4	4	2	2	2	4	4
	Bezpečnost	4	3	3	2	1	3	4
	Počet magazinplatte	3	2	2	1	1	4	4
	Recyklovatelnost	4	3	2	3	3	3	4
	Použití ekolog. materiálů	2	3	1	2	1	2	4
	Standardizace	3	4	2	1	3	3	4
	Celkové náklady	3	2	2	3	4	2	4
	Celkové hodnocení		2,5	1,9	1,7	1,8	2,3	4
	Celková norma hodnocení		0,63	0,48	0,43	0,45	0,58	1
	Pořadí variant		1	3	5	4	2	

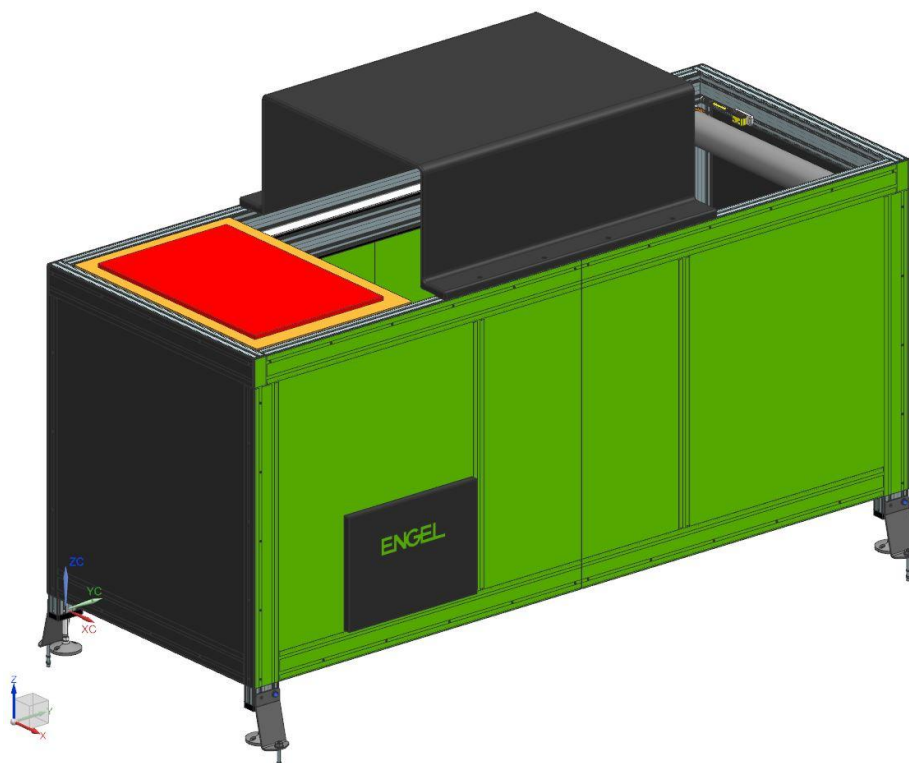
Tabulka 3 Rozhodovací matice

V rozhodovací matici jsou porovnávány varianty z hlediska kvalitativních kritérií, které od zařízení požadujeme a očekáváme. Rozměry stolu jsou podstatné z hlediska využitelného pracovního zástavového prostoru. Při menších rozměrech lze lépe využít prostorové možnosti ve výrobním závodě.

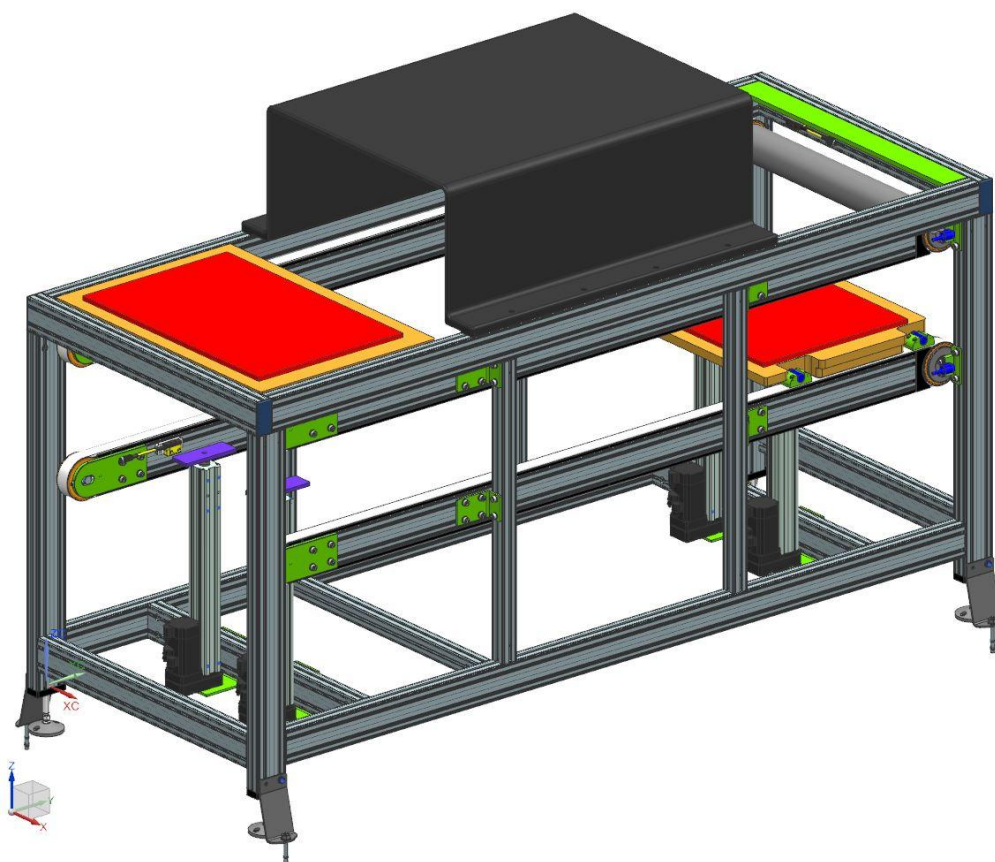
Pevnost a tuhost rámu je nedílnou součástí požadavků na posuvný stůl, zajišťující bezporuchový pracovní cyklus během celé doby životnosti zařízení.

Technická složitost výroby a vývoje se velkou mírou podílí na konkurenceschopnosti, náročnosti na servis a údržbu.

9. Konstrukční návrh



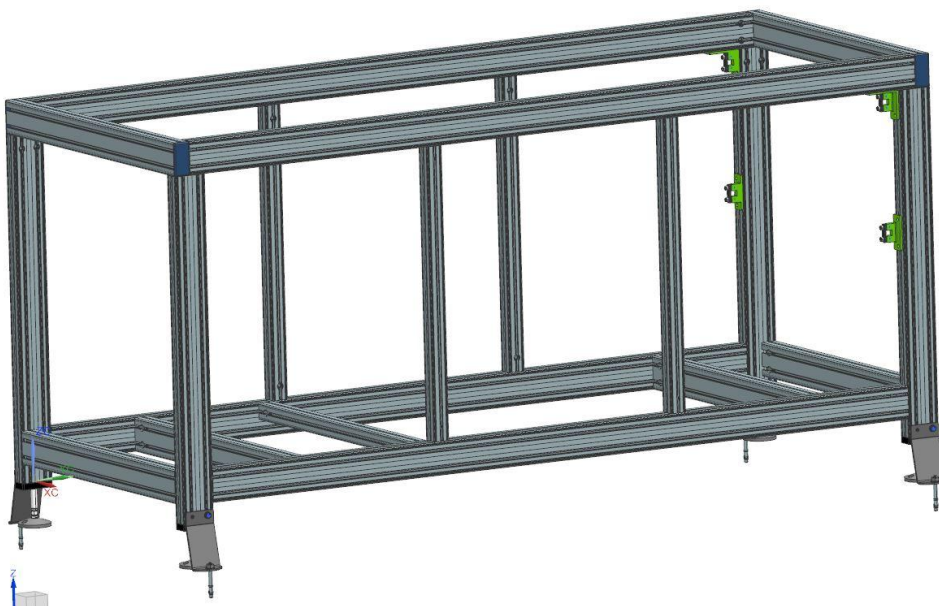
Obr. 9-1 Řemenem poháněný posuvný stůl



Obr. 9-2 Posuvný stůl bez ochranných plastů

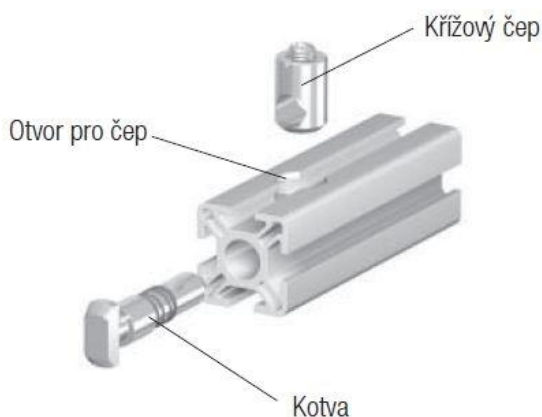
9.1 Rám

Základní rám posuvného stolu bude tvořen z hliníkových profilů společnosti MayTec. Tento požadavek je součástí zadání a zároveň hojně užíváno ve firmě ENGEL v mnoha aplikacích. Jeho využití je výhodné z hlediska životního cyklu zařízení. Drážkované hliníkové profily je možné jednoduchým způsobem spojovat, kombinovat a připojovat další součásti k rámu pomocí spojovacích prvků MayTec. Rám bude tvořen převážně s profilů o rozměrech 40 x 80 mm, u méně zatížených částí bude použit profil 40 x 40 mm. Rám z hliníkových profilů zajišťuje dostatečnou tuhost při zachování nízké hmotnosti celého rámu.

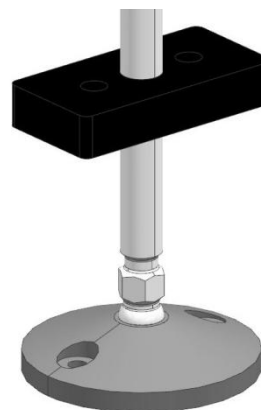


Obr. 9-3 Rám posuvného stolu se závěsy bubnového motoru

Spojovací prvky firmy MayTec představuje extrémně pevné, ekonomické a funkční spojení stavebnicového systému tažených hliníkových profilů. Umožňuje kombinaci všech MayTec profilů při zachování stejné nosnosti ze všech čtyř stran. V případě úpravy nebo likvidace rámu, lze spojovací materiály demontovat a nepoškozené profily znovu využít v jiné aplikaci. Zajištění proti uvolnění je řešeno montážním lepidlem Loctite. Z hlediska stability byly zvoleny polohovatelné nožičky. Každá nožička je samostatně výškově nastavitelná pomocí matky, které po dotažení zabraňuje pootočení nožičky. S tím je spojena další možnost využití posuvného stolu v provozu s nerovnými nebo šikmými podlahami.



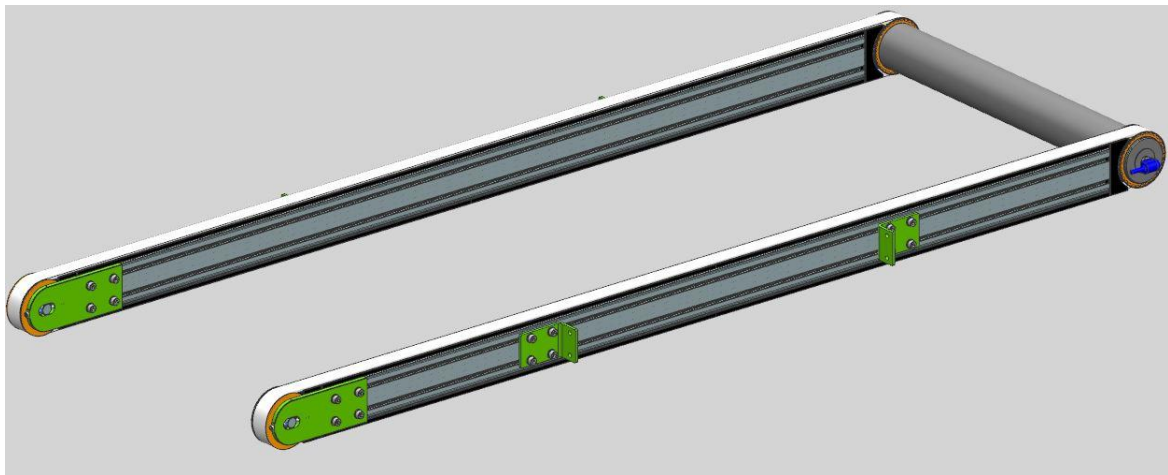
Obr. 9-4 Spojovací materiály [12]



Obr. 9-5 Nastavitelná noha [5]

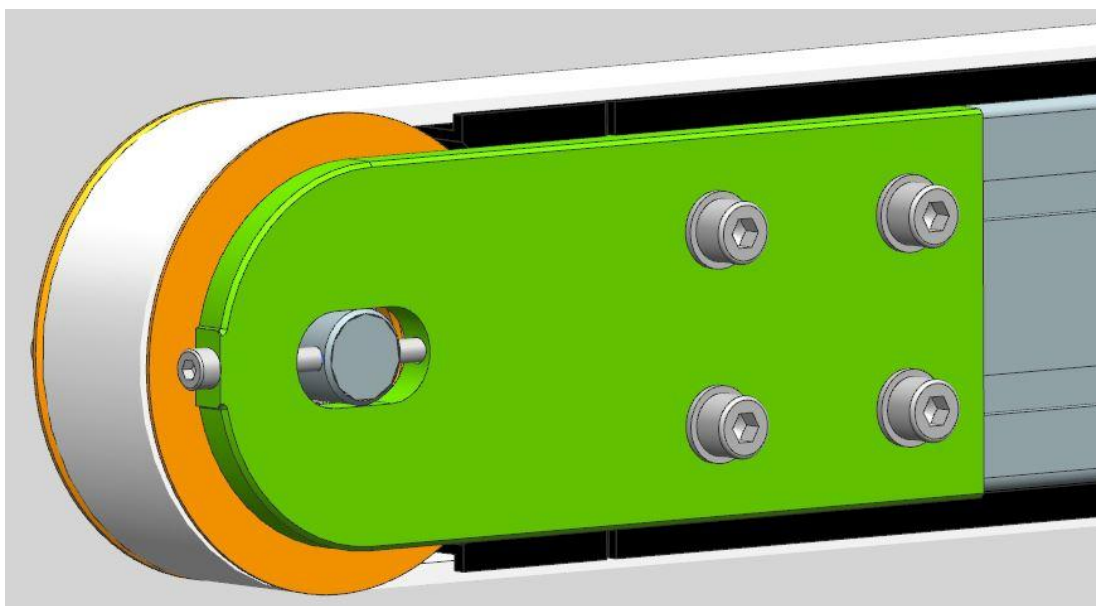
9.2 Řemenové dráhy

Vývojem a výrobou samostatných řemenových drah se společnost ENGEL zabývá již několik let. Využití poznatků z předchozího vývoje, je proto vhodnou volbou. Pro náš případ byl unifikovaný prvek pozměněn v několika aspektech. Hliníkový profil o rozměrech 40 x 80 mm tvoří základní nosnou část dráhy. Aby bylo dosaženo požadované zdvihu posuvného stolu 1400 mm, je délka použitého profilu 1600 mm a osová vzdálenost řemenic 1840 mm. Zajištění přesného vedení s nízkým koeficientem tření mezi dráhou a ozubeným řemenem je realizována kluzným plastovým vedením. Jako spojovací prvky se používají T-matice, které jsou uchyceny v T-drážkách profilu rámu.



Obr. 9-6 Řemenové dráhy

Pohon řemenové dráhy je realizován bubnovým motorem, zavěšeným na celkový rám stolu. Zvolená varianta uchycení k rámu byla zvolena s ohledem na snížení zatížení řemenové dráhy od hmotnosti přepravovaného materiálu a klopných momentů, především jejich úchytů. Díky uchycení pohonu na rám je toto zatížení sníženo. Řemenová dráha obsahuje pouze hnanou řemenici, která slouží zároveň k napínání řemene. Napínací řemenice na rozdíl od hnané nemá ozubení pro lepší předepnutí řemene.

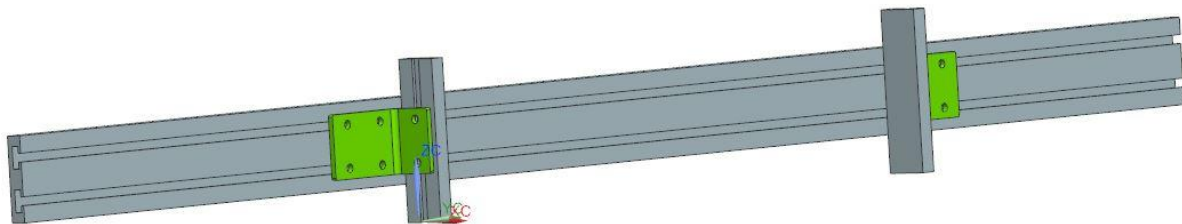


Obr. 9-7 Napínání řemenice šroubem

9.3 Zatížení řemenové dráhy

Celková konstrukce rámu stolu je vytvořena z hliníkových tažených profilů 40x80 mm, ten zajišťuje dostatečnou pevnost a tuhost celkové nosné konstrukce. Slouží k zachycení veškerých sil generovaných od pohonného a dopravního systému.

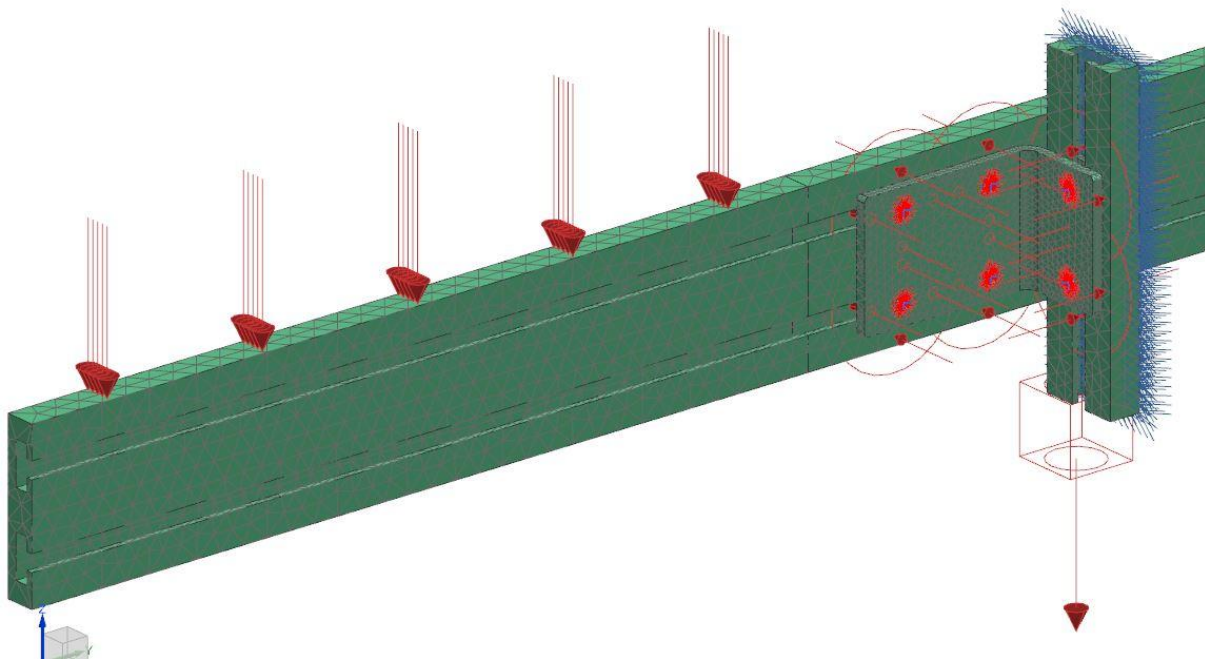
Kritická místa vznikají při plném zatížení zásobníku materiálem v krajní poloze řemenové dráhy. Spojení mezi řemenovou dráhou a rámem stolu je zprostředkováno držákem, který je vyrobený z 5 mm silného ocelového plechu. Pro kontrolu těchto kritickým míst byla vytvořena zjednodušená simulace, zatěžující tyto držáky.



Obr. 9-8 Zjednodušený model

Simulace byla vytvořena pomocí FEM analýzy v CAD systému NX 11. Aby bylo možné provést výpočet, bylo potřeba hliníkový profil zjednodušit. Z původního profilu jsou důležité postraní T drážky, sloužící ke spojení s držákem pomocí T-matic prostřednicím předepnutých šroubů. Předepínací síla pro šroub M8x16 s pevnostní třídou 8.8 byla stanovena 5000 N.

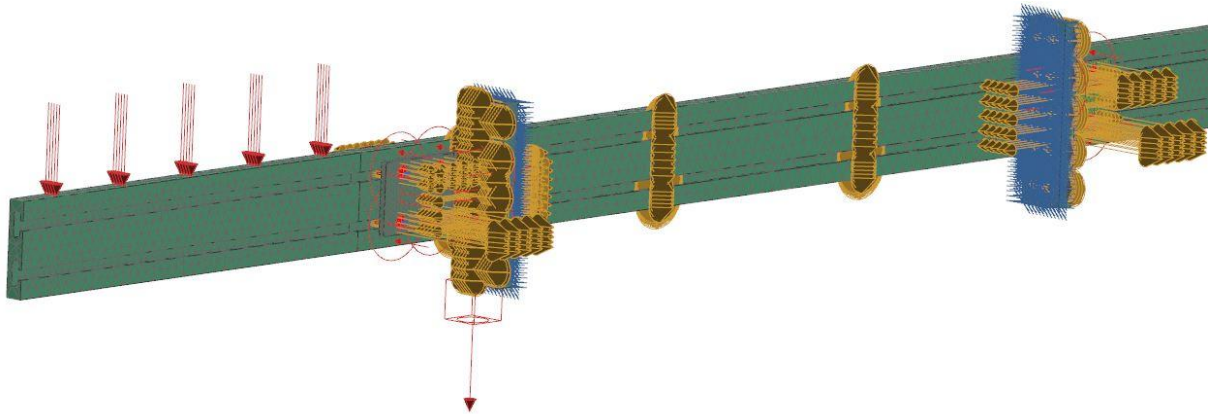
Na volný konec profilu řemenové dráhy byla zavedena síla 300 N, která reprezentuje hmotnost přepravovaného materiálu a hmotnost posuvné desky na jednu řemenovou dráhu. Kontrola byla hodnocena z pohledu deformace a maximálního možného zatížení držáku smontovaného se zjednodušeným profilem.



Obr. 9-9 Zatížení volného konce

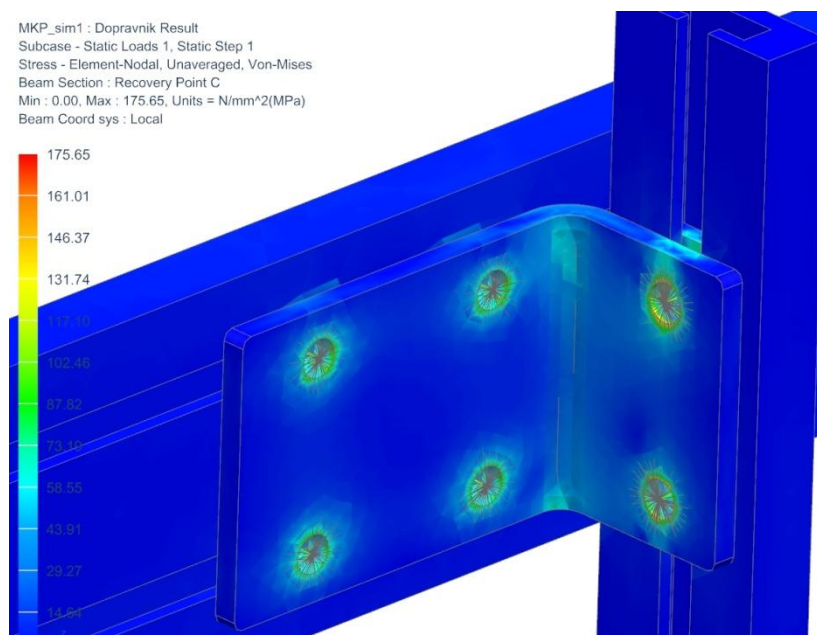
Náhradní profily, držáky a spojovací T-maticy jsou opatřeny 3D Tetrahedrovou sítí s přiřazením materiálu. Náhradním profilem byl definován hliníkový materiál. Předepnuté

šrouby jsou nahrazeny 1D prvky pomocí funkce Bolt Connection. Svislé profily byly zavazbeny proti posunu i rotaci, pro napodobení skutečného uchycení k nosnému rámu. Na celý zjednodušený model bylo přidáno působení gravitace. Na závěr byly definovány kontakty mezi vzájemně působícími plochami a nastaven koeficient tření.



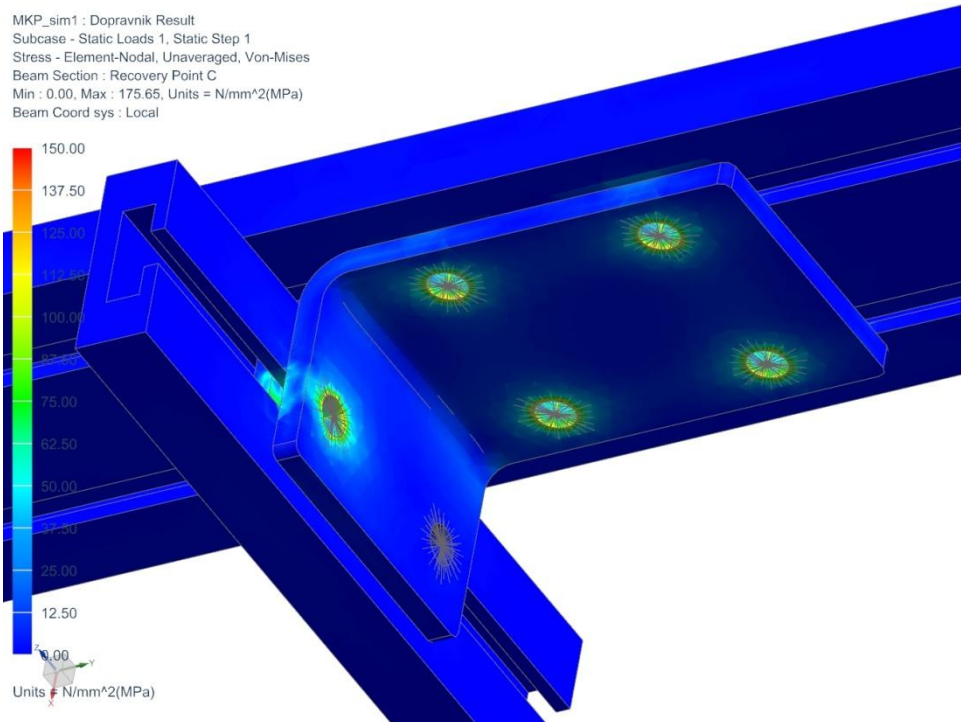
Obr. 9-10 Nastavení kontaktů a okrajových podmínek

Z vypočtených výsledků má pro naši aplikaci největší význam napětí, které vznikne ve spojení mezi držákem a náhradními profily. Předpokladem bylo, že spojení s nosným rámem 40x40 mm bude více zatěžované, protože spojení s drážkou zajišťují dva předepnuté šrouby v porovnání se 4 šrouby na kontaktu s profilem 40x80 mm. Dalším zkoumaným aspektem bude deformace profilu na volném konci od zatěžující síly. Síla vyvolaná na volném konci navíc generuje ohybový moment, což ještě více zatěžuje držáky.



Obr. 9-11 Napětí ve šroubovém spojení

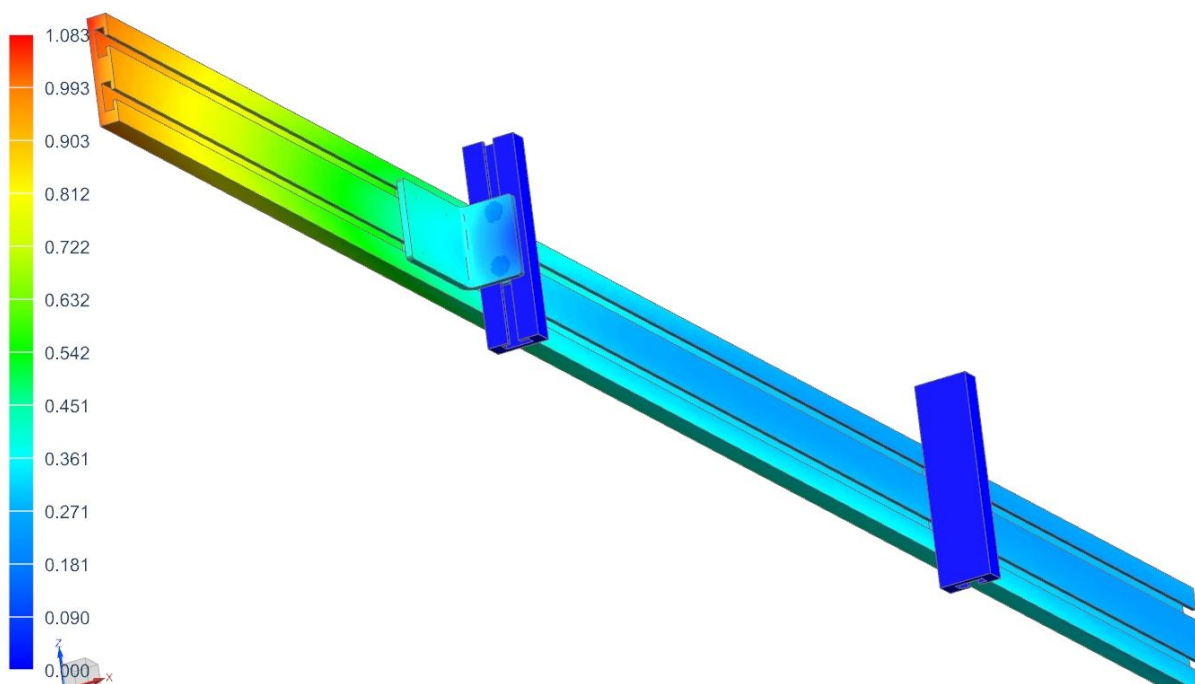
Maximální napětí podle stupnice dosahuje hodnoty 175 MPa, ale z podrobnějšího prozkoumání analýzy dosahují této hodnoty jen jednotlivé uzly sítě. Navíc maximální napětí není tak vysoké, aby znemožnili funkci dopravníku. Pro zpřesnění by bylo potřeba vytvořit jemnější síť modelu. Jelikož jsou pro držení řemenové dráhy použity dva držáky je klopný moment minimální a napětí má podobný charakter.



Obr. 9-12 Napětí ve šroubovém spojení druhého držáku

Druhým zkoumaným aspektem bude deformace profilu na volném konci od zatěžující síly. Síla vyvolaná na volném konci navíc generuje ohybový moment, což ještě více zatěžuje držáky. Z výsledků je patrné, že maximální deformace je podle předpokladu na volném konci. Tato deformace je však zanedbatelná.

MKP_sim1 : Dopravník Result
Subcase - Static Loads 1, Static Step 1
Displacement - Nodal, Magnitude
Min : 0.000, Max : 1.083, Units = mm



Obr. 9-13 Analýza posunutí

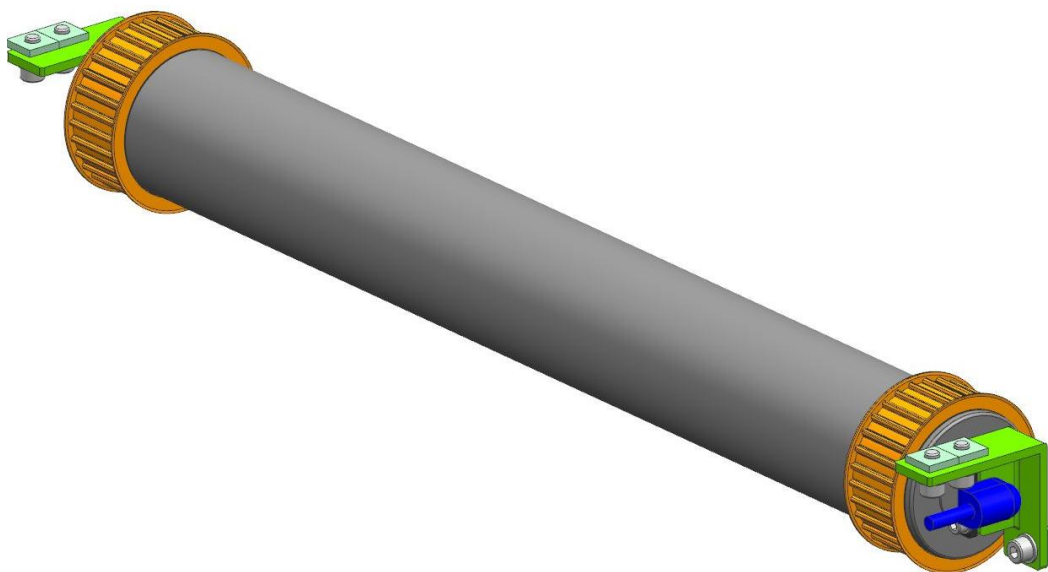
9.4 Pohon řemenové dráhy

Pohon řemenové dráhy je zajištěn asynchronním bubnovým motorem s ocelovou převodovkou firmy Interroll. Jedná se o řešení kompaktní zástavby pohonu dopravníků. V porovnání s klasickým provedením vně umístěného motoru s převodovkou se vyznačují vyšší účinností převodu elektrické energie na mechanický pohyb, vyšší bezpečnost pracovního prostředí- minimalizace vyčnívajících rotujících částí, menšími nároky na prostor, tišší provoz a nižší hmotnost. Nevýhodou je pak vyšší cena a případné poruchy, vyžadující demontáž celého bubnu.



Obr. 9-14 Bubnový motor Interroll [15]

Uvnitř integrovaný elektromotor klasické konstrukce skládající se z rotoru na hřídeli, obklopený statorem přizpůsobený vnitřního prostoru válce. Proto má motor často malý průměr, ale je dlouhý. Bubnové motory mají mezi válcem a motorem integrovanou 2 nebo 3 stupňovou ocelovou převodovkou. Vnější hřídele pro upevnění motoru k rámu procházejí ložisky a jsou pevně spojeny se statorem motoru.



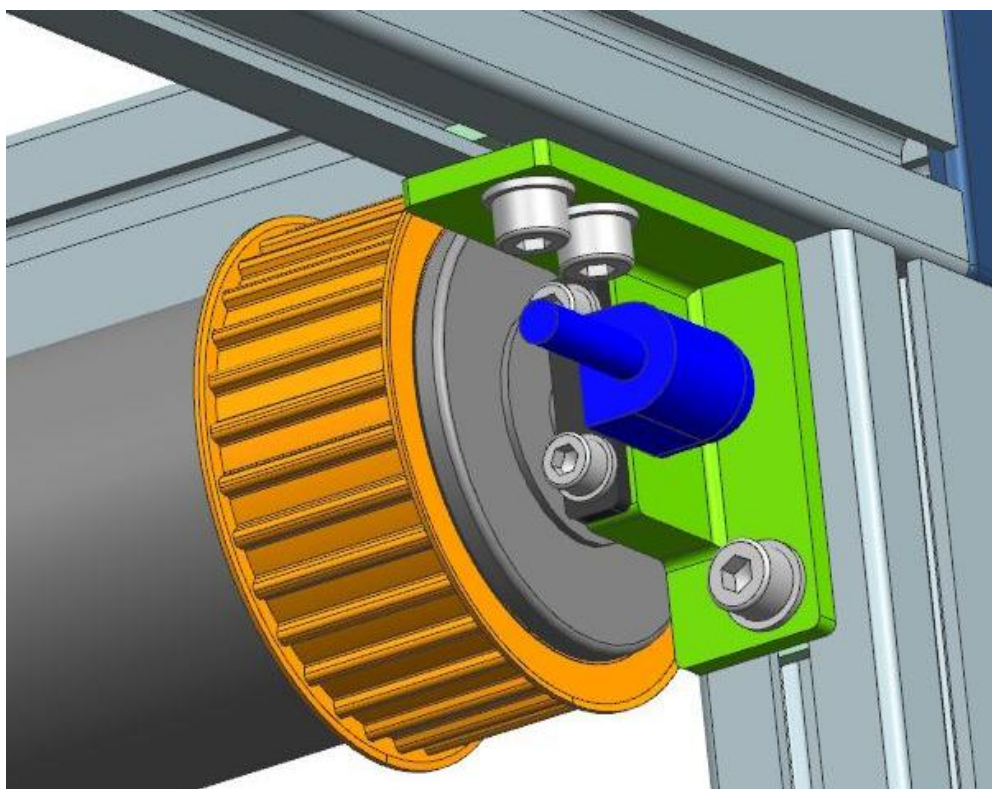
Obr. 9-15 Bubnový motor s hnacími ozubenými řemenicemi

Bubnové motory nezaostávají za klasickými motory ani v ohledu přesnosti elektrického řízení otáček. Pro monitorování otáček, rychlosti, vzdálenosti a směru jsou bubnové motory vybaveny integrovaným inkrementačním enkodérem, poskytující vysokou flexibilitu, řízení a zpětnou vazbu. Bubnový motor Interroll 80i je reverzovatelný a bezúdržbový s náplní maziva na celou dobu životnosti. Podrobná specifikace nalezneme v technických listech (příloha č. 2).

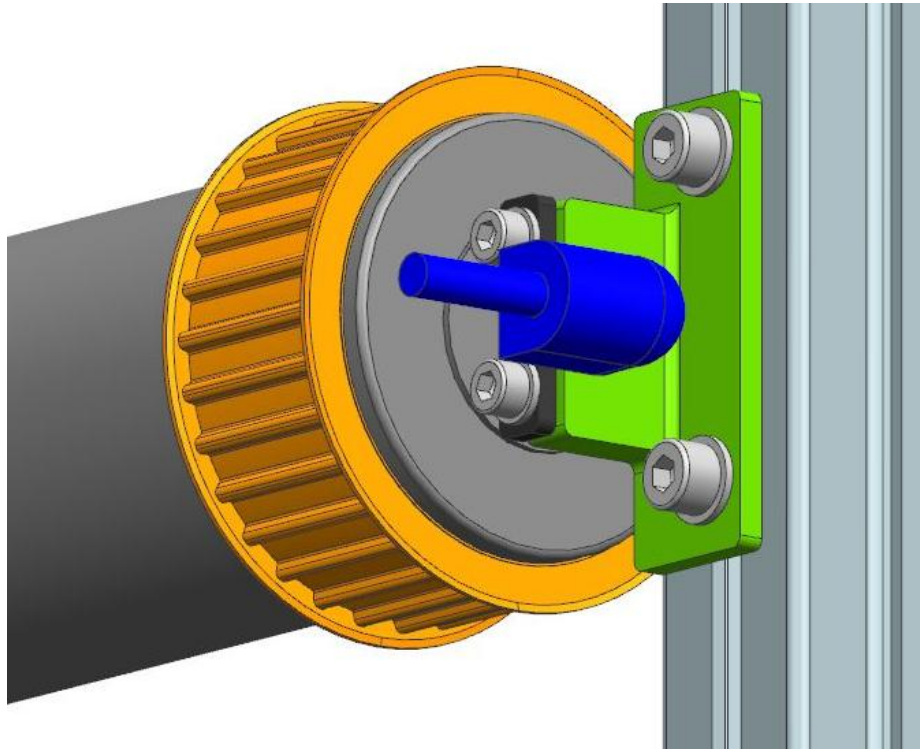
Specifikace bubnového motoru 80i

Technologie	Asynchronní
Průměr	81,5 mm
Materiál převodovky	Ocel
Jmenovitý výkon	0,12 kW
Jmenovitý krouticí moment	8,4 Nm
Tažná síla pásu	206 N
Obvodová rychlost	0,557 m/s

Válec bubnového motoru je vyroben s hnací ozubenou řemenicí. Řemenice je vyrobena ze slitiny hliníku AlCuMgPb. Po obvodu je 30 zubů a jsou určeny pro řemen o šířce 32 mm profilu AT10 s ocelovými kordy. Celková šířka řemenice je 37 mm, zajištění vedení zprostředkováno věncem s dvěma bočnicemi.



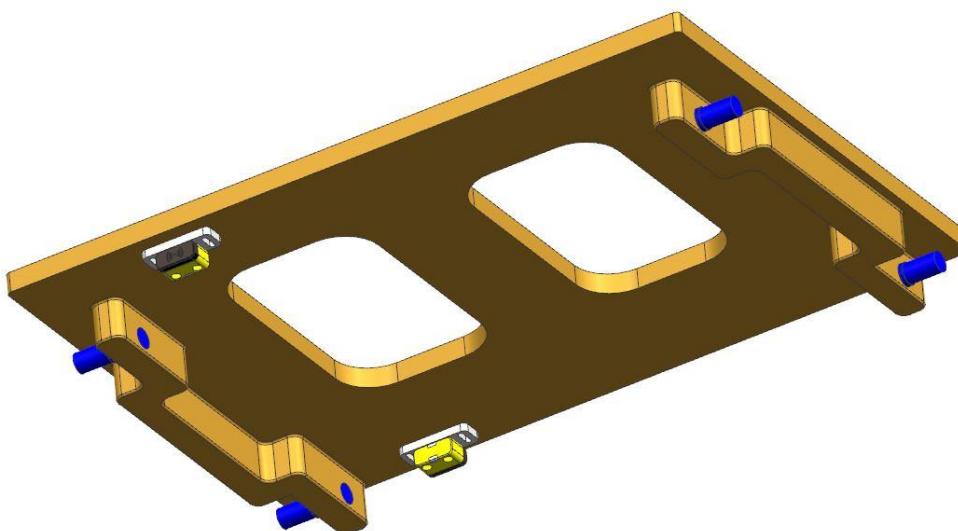
Obr. 9-16 Zavěšení horního bubnového motoru k rámu



Obr. 9-17 Zavěšení dolního bubnového motoru k rámu

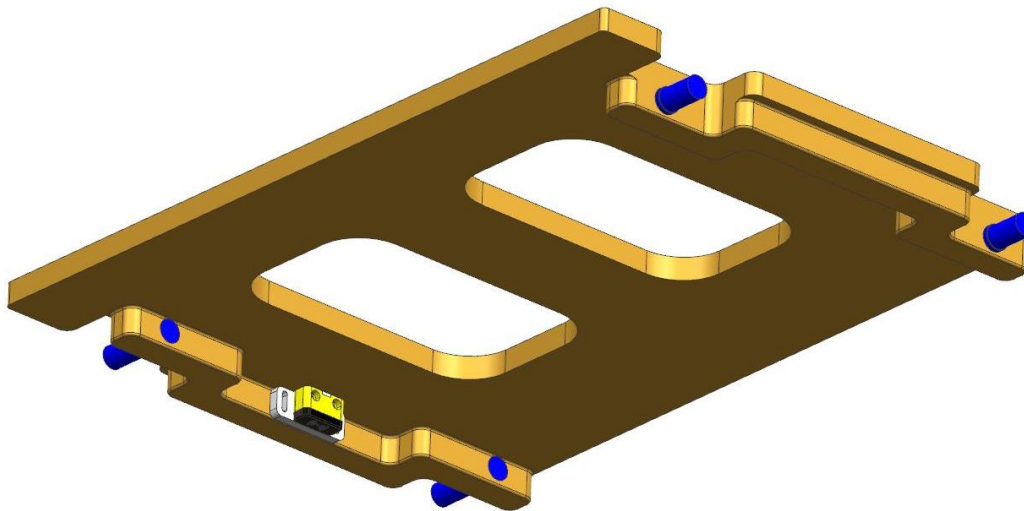
9.5 Základní deska (Grundplatte)

Základní deska slouží především k nesení zásobníku s naplněnou kapacitou materiálu. Pro správné fungování je potřeba zajistit dostatečnou třecí plochu mezi deskou a řemenovými drahami. Stávající řešení je vytvořeno z masivního kusu kovu, který má velkou hmotnost. Z hlediska zlepšení konkurenceschopnosti bude deska vytvořena z plastových materiálů a pro zajištění dostatečné tuhosti bude plast opatřen kovovými tažnými prvky. Kokové tyče, které zapadají do unašečů, primárně zprostředkovávají tažnou sílu řemene na desku. Hmotnost přepravovaného materiálu a vlastní hmotnost desky je pak rozložena na větší plochu řemenové dráhy.



Obr. 9-18 Provedení horní desky grundplatte

Horní a dolní řemenové dopravníky mají základní desky v několika parametrech odlišné. Výška horní základní desky je vyšší, aby byla dosažena odkládací výška 1000 mm, která je u dolní dráhy vyřešena elektrickým šroubovým pohonem s pístnicí. Obě desky mají uprostřed dva otvory pro snížení hmotnosti a u dolní desky pro možnost vysunutí zásobníku. Opět je jako materiál zvolen plast s kovovými částmi pro snížení hmotnosti a zlepšení recyklovatelnosti životního cyklu stolu.



Obr. 9-19 Provedení dolní desky grundplatte

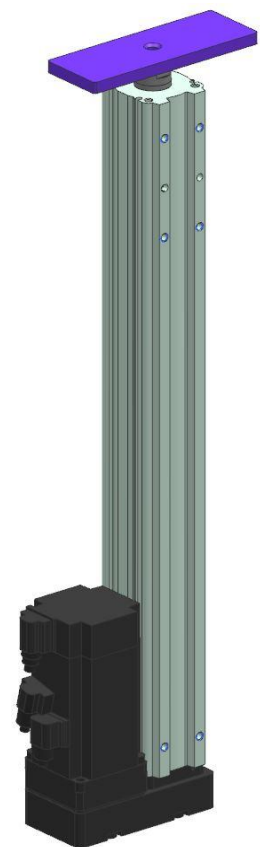
Centrování základní desky a zásobníku materiálu

Pro ustavení vzájemné polohy základní desky se zásobníkem materiálu je docíleno tvarovým stykem se středícími trny. Ty zajišťují opakovatelné přesné ustavení polohy a nedošlo tak k případné kolizi s manipulátorem vstřikovacího stroje. Spodní zásobník při zvedání je vyroben s náběhovou hranou pro přesné ustavení desky a zvedáku.

9.6 Elektrický šroubový pohon s pístnicí

Jedná se o elektrický pohon s pístnicí, u něhož je rotační pohyb elektromotoru převáděn na lineární pohyb pístnice válcovaným kuličkovým šroubem. Motor je paralelně umístěn s tělem válce tak, aby byla jeho délka co nejmenší. Hlavní výhodou je vysoký výkon při zachování kompaktních rozměrů. Pohon dokáže manipulovat s materiálem o hmotnosti až 43 kg ve vertikálním směru v závislosti na velikost průměru pístnice. Opakovatelná přesnost polohování je $\pm 0,02$ mm. Další výhodou je jednoduchá seřiditelnost.

Zásobník dolní řemenové dráhy je možné zvednout do odkládací výšky 1000 mm na straně obsluhy i na straně výrobního stroje. Šroubový pohon disponuje od výrobce deklarovaným zdvihem 350 mm, který je potřeba vyvinout z důvodu odsazení dolní řemenové dráhy od horní. Pohon je



Obr. 9-20 Elektrický šroubový pohon

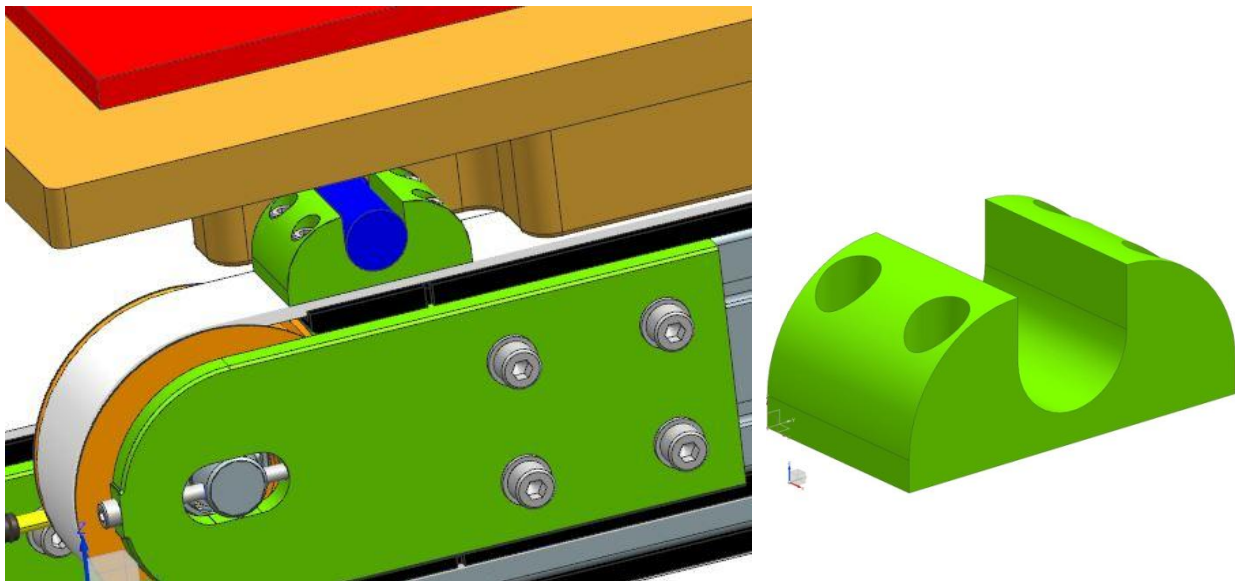
s rámem smontovaný přes 5 mm silný ocelový plech a šrouby s T-maticí. Tento držák jako ostatní je laserem vypálen a následně pod úhlem 90° ohnut na ohraňovacím stroji.

9.7 Mechanické unašeče

Převážná část hmotnosti přepravovaného materiálu je přenášena kontaktem mezi základní deskou a ozubeným řemenem. Pro zajištění dostatečné tažné síly nebo k zamezení prokluzu mezi řemenem a deskou, je použita technologie mechanických unašečů. Mechanické upevnění unašečů je možné vytvořit ve dvou provedeních.

- a) vložené provedení- nahrazení pouze střední části zubu, eliminuje kontakt s vložky s povrchem řemenice, proto je celé řešení tišší
- b) kompletní kovový zub- nahrazuje celý jeden zub, dochází ke kontaktu mezi vloženým zubem a řemenicí

Obě varianty lze vyrobít z nerezové nebo pozinkované oceli. Vzhledem k unašečům navařovaným jsou přesnější díky samostředění podle zubů, mohou přenášet vyšší zatížení a díky univerzálnosti je možné použít unašeče z různých materiálů podle potřeby.



Obr. 9-214 Základní deska tažená unašeči

9.8 Ozubený řemen

Pro aplikace dopravního charakteru kusového materiálu se využívají převážně nekonečných ozubených řemenů. Dochází k přenosu sil bez vzájemného prokluzu. Malé předepínací síly zajišťují malé síly na hřídele, ložiska nebo malé deformace zubů. Při volbě ozubeného řemene je potřeba respektovat požadavky výrobce. Pro správnou funkci řemene je potřeba zajistit optimální napnutí, které nemusí zvládnout každý. Pro montáž a servis je potřeba kvalifikovaný pracovník se specifickými zkušenostmi v oboru. Plastové materiály s postupem času degradují a je třeba s odstupem času provádět dopnutí.

9.8.1 Výpočet síly řemene

Při výpočtu ozubeného řemene je potřeba vzít v potaz sílu setrvačnosti při zrychlení F_{ac} , sílu pohybového odporu F_{rem} a odpor při stoupání F_{incl} . Podíl síly velké rotující masy (spojka, převodovka atd.) se zohledňují koeficientem mezi 1,05 a 1,15 [17]:

$$F = (F_{ac} + F_{rem} + F_{incl}) * (1,05 \div 1,15) \quad [Nm]$$

Zrychlení:

$$F_{ac} = m * a \quad [N] \quad m - \text{hmotnost [kg]}$$

$$F_{ac} = 50 * 0,5 \quad a - \text{maximální zrychlení [m/s}^2\text{]}$$

$$F_{ac} = 25 \text{ N}$$

Pohybový odpor:

Pro plastové (PE) kluzné vedení je uvažován koeficient tření 0,3.

$$F_{rem} = m * g * \mu * \cos \alpha \quad [N] \quad g - \text{gravitační zrychlení [m/s}^2\text{]}$$

$$F_{rem} = 50 * 9,81 * 0,3 * \cos 0^\circ \quad \alpha - \text{úhel stoupání [}^\circ\text{]}$$

$$F_{rem} = 147,15 \text{ N} \quad \mu - \text{koeficient tření [-]}$$

Odpor stoupání:

$$F_{incl} = m * g * \sin \alpha \quad [N]$$

$$F_{incl} = 50 * 9,81 * \sin 0^\circ$$

$$F_{incl} = 0 \text{ N}$$

Celková síla, přenášená ozubeným řemenem je:

$$F = (25 + 147,15 + 0) * 1,05$$

$$F = 180,76 \text{ N}$$

9.8.2 Výběr druhu řemene

Při volbě ozubeného řemenu můžeme volit z několika provedení. Na výběr jsou polyuretanové (PU) řemeny:

- Metráž
- Rukávce
- Svařované
- Flexové

Otevřená metráž se používá téměř výhradně v lineárních pohonech. Lze dodávat v jakémkoli požadované délce.

Rukávcové ozubené řemeny mají o 20 % nižší pevnost než řemeny flexové či metráž, jsou však levnější. Rukávce jsou vyráběny pouze v určitých délkách. Používají se pro aplikace s osovou vzdáleností menší než jeden metr.

Svařované ozubené řemeny jsou vyráběny téměř v jakékoliv délce. Díky svaru mají však o 50 % nižší pevnost než řemeny flexové nebo metráž, to se však dá kompenzovat širším řemenem. Používají se pro transportní aplikace.

Nejvýkonnějšími ozubenými řemeny jsou flexové, díky své konstrukci bez spoje. Jsou drahé, jelikož se jedná o zakázkovou výrobu. Použití nacházejí u přenosů velkých výkonů a pro velice zatížené transportní aplikace.

Vzhledem k navřené osové vzdálenosti lze použití rukávce vyloučit. Lze použít flexový či svařovaný řemen, které mohou být dodány v požadovaných rozměrech. Řemeny svařované jsou pro naši aplikaci nevhodnější. [17]

9.8.3 Výběr tvaru zubu a rozteče

Kromě volby druhu ozubeného řemene je třeba také zvolit tvar zubů a rozteč zubů. Tvar a rozteč je třeba volit s ohledem na aplikaci. Tvar zubů lze rozdělit podle tabulky:

T/palcový profil	AT profil	HTD/STD profil
Nižší cena	Střední cena	Vyšší cena
Nižší výkonnost	Střední výkonnost	Vysoká výkonnost
Vyšší hlučnost		Nižší hlučnost

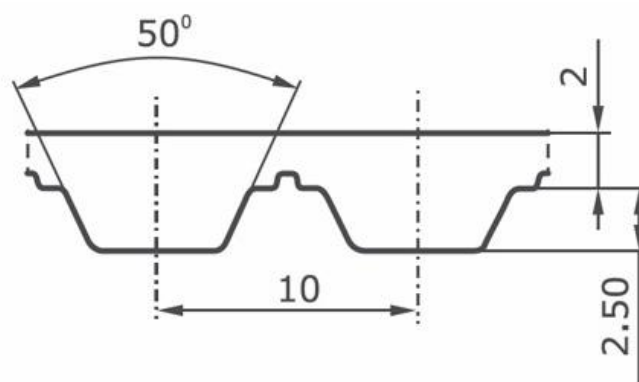
Menší rozteč zubů zajišťuje:

- dobrá flexibilita
- vysoké rychlosti
- nižší hmotnost
- nižší cena
- nižší výkon

Pro řešenou aplikaci se středním zatížením jsou vhodné řemeny s menší roztečí s profilem T nebo AT. Byl zvolen profil AT10 s ocelovým kordem. Šířka řemene 32 mm byla zvolena s ohledem přenesení potřebné síly k transportu desky se zásobníkem.

Základní vlastnosti:

- rozteč 10 mm
- termoplastický polyuretan
- tvrdost 92° Shore A



Obr. 9-5 Ozubený řemen AT10 [17]

- max. šířka do 150 mm
- min. délka svařovaného řemene 500 mm
- max. rychlost 10 000 ot/min

Kontrola min. šířky řemene:

$$w = \frac{F}{t_e \cdot F_{spec}} \quad [\text{mm}] \quad F \quad - \text{ vypočtená síla [N]}$$

t_e - počet zubů v záběru (max.12 resp.6)

$$w = \frac{180,76}{6 \cdot 7,18} \quad F_{spec} \quad - \text{ specifická síla zubu vybraného řemene [N/mm]}$$

$$w = 4,2 \text{ mm}$$

Pro zajištění přenesení tažné síly ozubeného řemenu a možnost osazení řemene unašeči pro uchycení desky, byla vybrána šířka ozubeného řemene 32 mm, s profilem zubu AT10.

Kalkulace délky řemene

Pro přibližnou délku řemene lze vypočítat pomocí osové vzdálenosti řemenic a počtu zubů těchto řemenic.

$$L_{celk} = 2 * L + \frac{p}{2} (z_1 + z_2) + \frac{p^2}{L} \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right) \quad [\text{mm}]$$

Jsou-li řemenice stejně velké ($z_2 - z_1 = 0$), vzorec se zjednodušuje:

$$L_{celk} = 2 * L + p * z \quad [\text{mm}]$$

$$L_{celk} = 2 * 1840 + 10 * 30$$

$$L_{celk} = 3980 \text{ mm}$$

L - osová vzdálenost [mm]

p - rozteč vybraného ozubeného řemene [mm]

z - počet zubů řemenice [-]

Řemen s osovou vzdáleností 1840 mm, je dlouhý 3980 mm.

Napnutí řemene

Během plynulého chodu se tažná síla řemene rovnoměrně rozdělí na obě větve. Při přenosu obvodové síly se napětí v zatížené větvi zvýší, zároveň se napětí v nezatížené větvi přiměřeně

sníží. Cílem napnutí je zabránění prověšení nezatížené větve, aby nedošlo k vyskočení (prokluzu) řemene z řemenice.

Je třeba zajistit takové napnutí, aby řemen i při zatížení neměl tendenci se prověšovat a zároveň nedocházelo k nadměrnému opotřebování řemene, ložisek a hřídelí. Pro výpočet předepnutí řemene potřebujeme obvodovou sílu:

$$F_o = m * g * \mu \quad [\text{N}]$$

$$F_o = 50 * 9,81 * 0,3$$

$$F_o = 147,15 \text{ N}$$

Předepínací sílu dostaneme:

$$F_p \geq 0,5 * F_o \quad F_p - \text{předepínací síla [N]}$$

$$F_p \geq 0,5 * 147,15 \quad F_o - \text{obvodová (přenášená) síla [N]}$$

$$F_p \geq 73,575 \text{ N}$$

Doporučené předpětí pro svařované řemeny se uvádí 0,1 %, tzn. že řemen se na délce 1 metru délky napne o 1 milimetr. Napnutí řemenu lze měřit či nastavit pomocí změřené frekvence. Existují různé metody napínání ozubeného řemene, vždy je však nutné dodržovat doporučení pro jednotlivé typy podle technických listů. Pro napínání není doporučeno používat pružinu. [17]

Výpočet délky napínání:

Protažení vypočítáme podle maximálního dovoleného předpětí s 0,1 % původní délky řemene.

$$L_p = \frac{0,1}{100} * L_{celk} \quad [\text{mm}]$$

$$L_p = \frac{0,1}{100} * 3980$$

$$L_p = 3,98 \text{ mm}$$

Při aplikaci o dvou řemenicích je potřeba průtažnost podělit dvěma:

$$L_n = \frac{1}{2} * L_p \quad [\text{mm}]$$

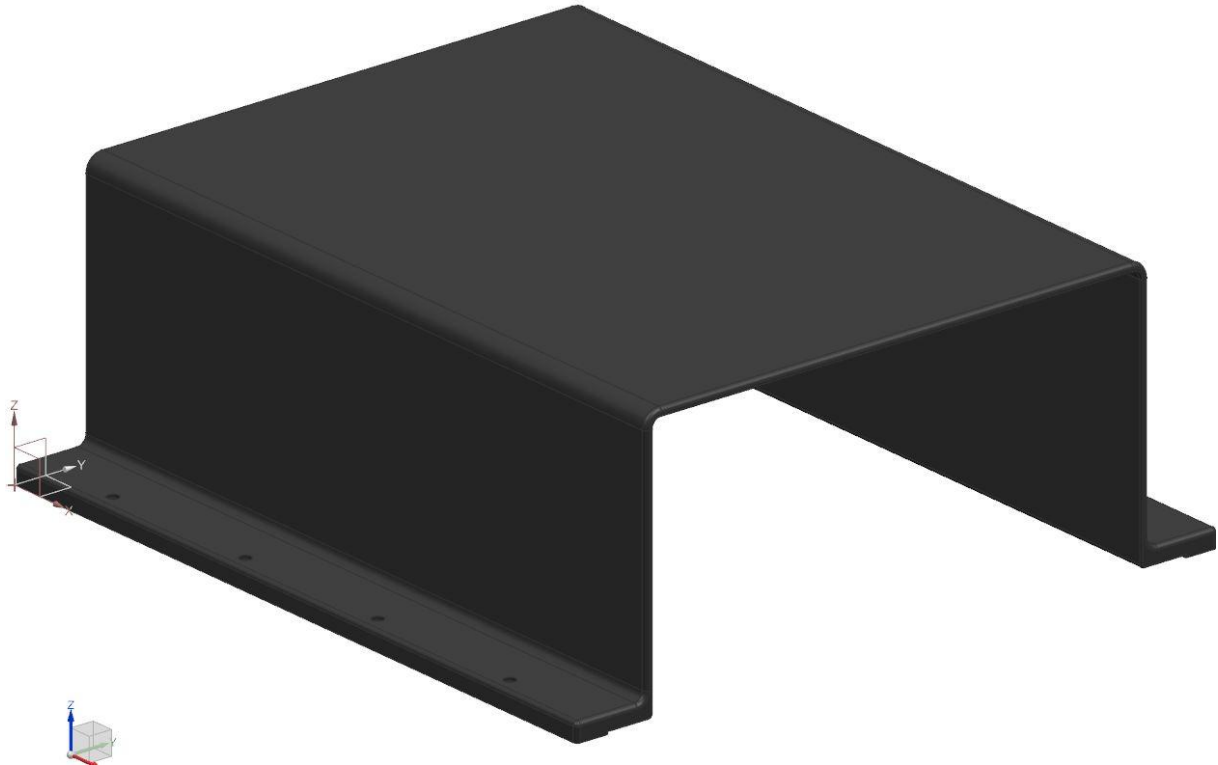
$$L_n = \frac{1}{2} * 3,98$$

$$L_n = 1,99 \text{ mm}$$

Ozubený řemen lze napnout až o 1,99 mm.

9.9 Bezpečnostní tunel

Zajištění bezpečnosti obsluhy je prioritou při vývoji každého zařízení společnosti ENGEL. Tunel slouží k ochraně obsluhy, která obsluhuje vstřikovací stroj i posuvný stůl. Rozměry ochranného tunelu jsou stanoveny bezpečnostní normou (příloha č. 1). Při nedodržení rozměrů tunelu existuje možnost, že by mohla obsluha neúmyslně přijít k úrazu. Tunel zajišťuje dostatečnou ochranu, aby operátor nijak nezasahoval do pracovního prostoru manipulátoru v pracovním cyklu.



Obr. 9-23 Bezpečnostní tunel

Bezpečnostní tunel není nijak zatěžován. Běžné provedení ochranného tunelu pro dopravníky je vytvořeno z děrovaného plechu, který byl vypálen laser na obráběcím centru a posléze ohnut do požadovaného tvaru na ohraňovacím stroji, který je součástí strojového parku společnosti ENGEL. S ohledem na životní cyklus zařízení a snížení nákladů na výrobu je vhodné využít pro výrobu recyklované plasty. Spojení s rámem je realizováno šroubem s válcovou hlavou a vnitřním šestihranem a T-matice s profilovou drážkou hliníkového rámu MayTec.

9.10 Dvouruční ovládání

Bezpečnost obsluhy zahrnuje i zajištění podmínek pro bezpečné ovládání. Zdraví a bezpečnost operátorů zaručuje dvouruční ovládací panel. Fungují na principu současného použití horních končetin. Ruce jsou chráněny robustním nástavcem, který překrývá tlačítka pultu a při spuštění i zápěstí operátora. Pult může být vyroben podle požadavků z kovového nebo plastového materiálu.

Ovládací prvky dvouručního ovládání jsou opatřeny půlkulatou hlavou pro ergonomické držení a centrálním tlačítkem pro nouzové zastavení. Ergonomické vlastnosti ovládání snižují možnost

nemoci z povolání způsobené opakování stejné činnosti. Kromě průmyslu zpracování plastů nachází dvouruční ovládání uplatnění především v těžké strojní technice jako lisovací a tiskařské stroje.



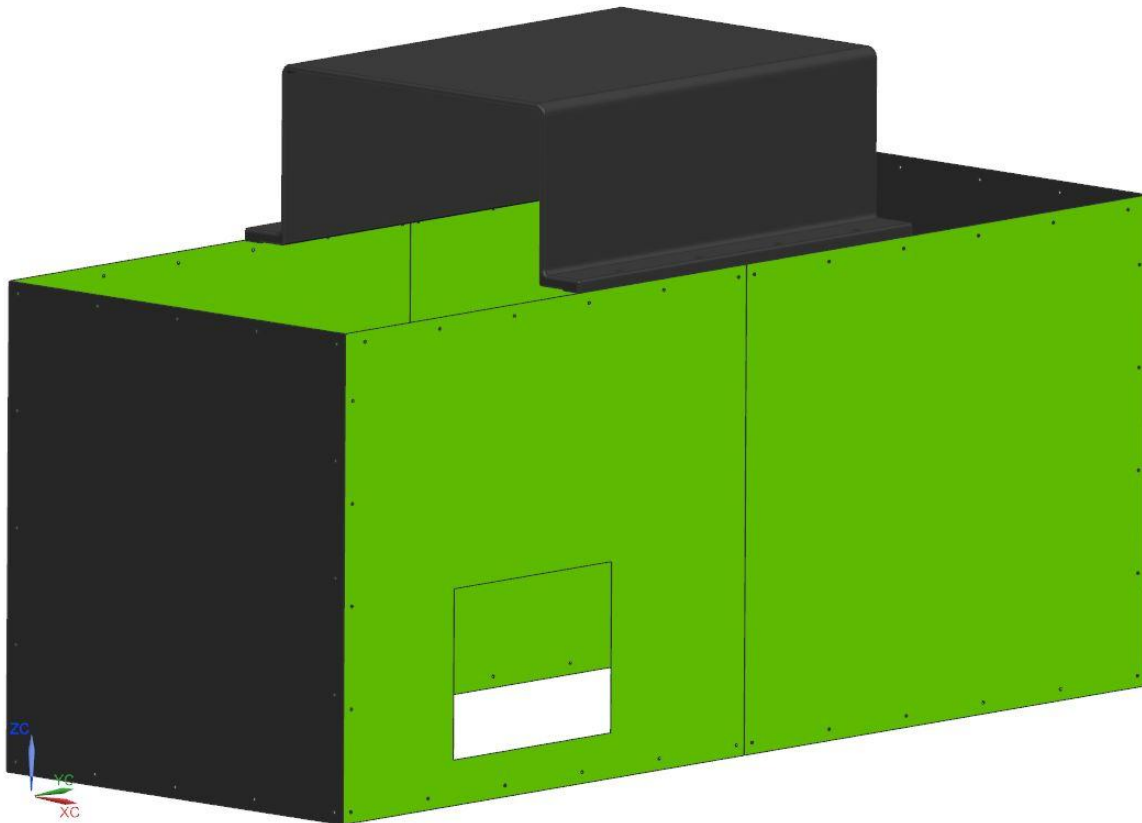
Obr. 9-64 Dvouruční ovládání [19]

Alternativou k dvouručnímu ovládání jsou optické senzory pracující do okamžiku, než dojde k přerušení jejich optického kontaktu. Vícepaprskové světelné závory jsou ochranná zařízení se dvěma nebo více světelnými paprsky. Bezpečnostní systém obsahuje vysílač a přijímač, v některých případech se vysílač a přijímač nachází v jednom pouzdře, kde signál je odražen k přijímači reflexním materiálem.

9.11 Krytování

Základní rám zajišťuje nesení hlavních částí pro přepravu materiálu, bez ochranných krytů hrozí nebezpečí poranění nebo poškození zařízení. Poškození může vzniknout špatnou volbou transportu. Současné řešení obsahuje krytování ocelovými plechy. I přes zajištění šroubů proti povolání lepidlem může vlivem vibrací během transportu dojít k povolání šroubového spoje. Vibrace vznikající při práci stroje navíc zhoršují pracovní podmínky přebytečným hlukem.

Navrhovaná varianta uvažuje s použitím plastového ochranného zakrytování. Nevýhodou této možnosti je, že vlivem vyšších teplot může dojít k částečnému změkčení a degradaci polyethylenových desek, při kterém může dojít ke znehodnocení nebo částečnému spečení s rámem. Hlavním důvodem volby plastových materiálů jsou nízké náklady a hmotnost, což se pozitivně projeví na nákladech při výrobě i transportu.



Obr. 9-25 Plastové krytování

10. Hodnocení

Stávající řešení posuvného stolu s elektromechanickou osou bylo předlohou při návrhu nových variant konstrukčního řešení. Při návrhu specifikace zadání bylo porovnáváno stávající řešení s konkurenčním a ideálním řešením zadaných kritérií. Následně byla specifikovaná kritéria porovnávána s nově navrženou variantou.

Koncepční návrh dále rozpracovává požadavky na funkce a splnění zadaných parametrů. Při návrhu koncepčních variant bylo do značné míry přihlíženo na životní cyklus produktu. Každá navržená varianta se vyznačuje určitými přednostmi, použitelné pro různé aplikace. Jedním z hlavních aspektů bylo prodloužení životního cyklu při vynaložení minimálních nákladů a s maximální efektivitou. Výsledná varianta řemenem poháněného posuvného stolu je vytvořena v dvoupatrovém provedení za účelem zvýšení pracovního cyklu a kapacity přepravovaného materiálu. Kombinace unifikovaných součástí a nových materiálů pro méně zatěžované součásti je hlavní výhodou nového řešení.

Materiály byly voleny s ohledem na životní prostředí. Rám z hliníkových profilů byl pro jednoduchou smontovatelnost a nastavitelnosti výbornou volbou. Následně se po ukončení životního cyklu mohou nepoškozené profily použít pro jiné a nové aplikace. Pokud se hliníkové profily nedají dále využít, dají se k recyklaci, pro opětovné zpracování.

Volně ložená deska s materiálem přepravované na řemenové dráze je řešen kombinací tažení posuvné desky unašeči a třecím spojením mezi deskou a ozubeným řemenem. Následně je

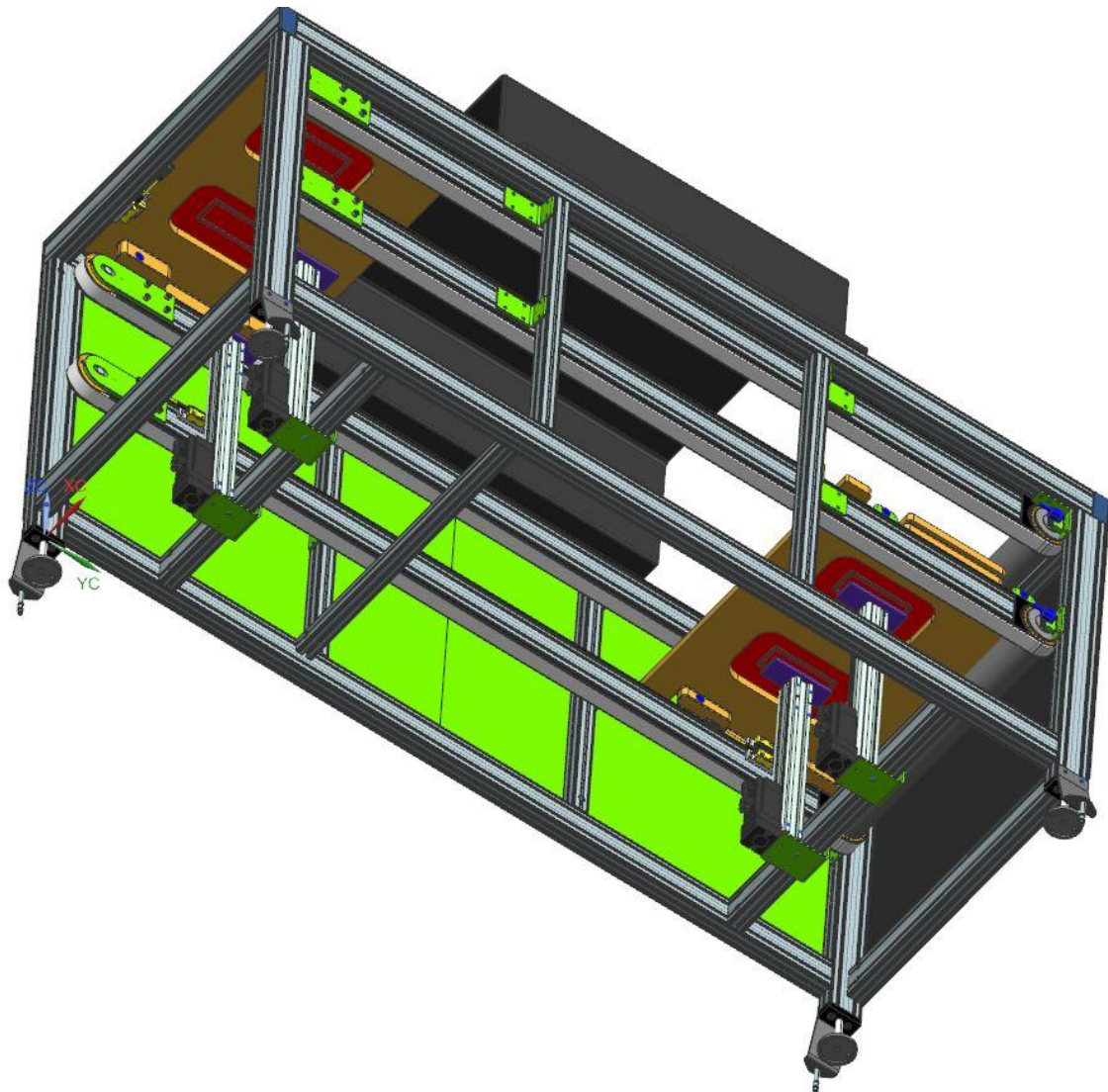
převážná část hmotnosti transportovaného materiálu rozložena na větší ploše řemenové dráhy a unašeče zprostředkovávají pouze tažnou sílu.

Z hlediska prostoru pro dvě pracovní dráhy a dostatek místa pro přepravu materiálu bylo potřeba vyřešit nový způsob pohonu než je stávající a konkurenční řešení. Při hledání vhodného řešení byl zvolen bubnový motor, který má minimální zástavové prostor, s motorem a převodovou umístěnou uvnitř pracovního bubnu. Buben je vybaven ozubenou řemenicí pro kvalitní přenos obvodové síly jako pohon řemenové dráhy. Modulárnost bubnového motoru představuje možnosti dalšího využití v nových zařízeních.

V neposlední řadě byla řešena bezpečnost nejen při pracovním cyklu ale i během transportu. Společnost ENGEL při svém vývoji dbá především na bezpečnost operátora. Zařízení je opatřeno dvouručním ovládáním.

Navržená varianta v porovnání se stávajícím řešením má vyšší přepravní kapacitu, při níž byl využit prázdný prostor, nacházející se pod elektromechanickou osou. Nové řešení je vhodnou alternativou pro přepravu materiálu, vzhledem k požadavkům na zařízení.

Jako sub-optimální varianta byla vybrána varianta posuvného stolu s dvojicí řemenových drah.



Obr. 10-1 Řemenem poháněný stůl

11. Závěr

Cílem diplomové práce bylo navrhnout možné varianty posuvného stolu pro přepravu komponent. Při konstrukci byl požadavek posuvnou desku přepravovat pomocí řemenového dopravníku. Navrhování nových koncepčních variant předcházelo sestavení specifikace požadavků a hodnotících kritérií na zařízení. Po zvolení sub-optimální varianty, byl vypracován konstrukční návrh v CAD systému NX 11.

Podle zvolené specifikace kritérií bylo navrženo 5 koncepčních variant s ohledem na životní cyklus produktu a bezpečnost obsluhy. Prioritou bylo vytvoření zařízení s větší přepravní kapacitou nebo jinou alternativou vylepšení při zachování stávajících rozměrů. Vybraná sub-optimální koncepce řešení byla podrobněji rozpracována. Součástí vypracování je zjednodušený model zatížení dopravníkové dráhy od hmotnosti přepravovaného materiálu i vlastní tíhy jednotlivých komponentů.

Vypracované řešení posuvného stolu je konstrukčně náročnější než současné řešení, zaručuje však vyšší univerzálnost a přepravní výkon.

Součástí vypracování jsou výkresy sestavy řemenem poháněného posuvného stolu, podsestavy řemenové dráhy a výrobní výkres řemenové konsoly, které jsou volně vloženou přílohou práce.

Další vývoj zařízení by mohl směřovat k vytvoření pracovní jednotky s větší modularitou případně možnost zmenšení zařízení pomocí částečného stavebního systému.

Použité zdroje

- [1] EDER, W. E., HOSNEDL, S.: *Introduction to Design Engineering: Systematic Creativity and Management*. Boca Raton, Florida, USA: CRC Press, 2010, ISBN: 978-0-415-55557-9.
- [2] HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J.: *Příručka strojního inženýra - Obecné strojní části 1*. Praha: Computer Press, 1999, ISBN 80-7226-055-3.
- [3] HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J.: *Příručka strojního inženýra - Obecné strojní části 2*. Praha: Computer Press, 2000. ISBN 80-7226-055-3.
- [4] HOSNEDL, S.: *Systémové navrhování technických produktů*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2016. ISBN 978-80-261-0125-3 (elektronická verze).
- [5] Interní zdroj ENGEL [online]. In: . 2016 [cit. 2017-06-02]. Dostupné z: engelglobal.com.
- [6] HOSNEDL, Stanislav. *Interní zdroj* [online]. In: . Plzeň, 2016 [cit. 2017-06-02].
- [7] *Pohony s ozubeným řemenem FESTO* [online]. In: . 2016 [cit. 2017-06-02]. Dostupné z: https://www.festo.com/cms/cs_cz/53920.htm
- [8] *Valivé vedení THK* [online]. In: . 2016 [cit. 2017-06-02]. Dostupné z: <http://www.thk.com/?q=cz/node/3651>
- [9] SKŘIVÁNEK, Petr. *Šířkově a výškově nastavitelný řemenový dopravník* [online]. Plzeň, 2014 [cit. 2015-12-07]. Dostupné z: https://otik.uk.zcu.cz/bitstream/handle/11025/12514/bp_skrivanek_komplet.pdf?sequence=1
- [10] *Produktový katalog HABERKORN* [online]. In: . 2016 [cit. 2017-06-02]. Dostupné z: <http://www.haberkorn.cz/>
- [11] *Katalog produktů TYMA* [online]. In: . 2016 [cit. 2017-06-02]. Dostupné z: <https://www.tyma.cz/>
- [12] *The profile system MayTec* [online]. In: . 2016 [cit. 2017-06-02]. Dostupné z: <http://www.maytec.de/>
- [13] VOJÁČEK, Antonín. *Bubnové motory* [online]. In: . 2016 [cit. 2017-06-02]. Dostupné z: <http://automatizace.hw.cz/co-jsou-bubnove-motory.html>
- [14] *Bubnový motor 80i* [online]. In: . 2016 [cit. 2017-06-02]. Dostupné z: <https://www.interroll.com/>
- [15] *LEY, Elektrický šroubový pohon, s pístnicí* [online]. In: . 2016 [cit. 2017-06-02]. Dostupné z: https://www.smc.eu/portal_ssl/WebContent/main/index_restyling.jsp?is_main=yes
- [16] *Katalog ozubených řemenů Ammeraal Beltech* [online]. In: . 2009 [cit. 2017-06-02].
- [17] MAP senzor [online]. In: . [cit. 2017-06-02]. Dostupné z: <http://motofocus.cz/vyrobci/24324,denso-nove-nabizi-take-map-senzory>

- [18] *USB konektor* [online]. In: . [cit. 2017-06-02]. Dostupné z:
<https://www.alza.cz/propojovaci-kabel-usb-kabel-2-0-usb-am-microusb-bm-1-8m-d112049.htm#alternativy>
- [19] *Dvouruční ovládání Schneider* [online]. In: . 2009 [cit. 2017-06-02]. Dostupné z:
<http://www.schneider-electric.cz/cs/>

Seznam příloh

Příloha č. 1 – Bezpečnostní standardy společnosti ENGEL

Příloha č. 2 – Technické parametry bubnového motoru Interroll 80i

PŘÍLOHA č. 1

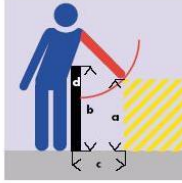
Bezpečnostní standardy společnosti ENGEL

Safety standards EN ISO 13857_EN349_EN547

Caution! EN 294 and EN 811 were unified in and replaced by EN ISO 13857 as of September 2008!

Obere Gliedmaßen – Sicherheitsabstände (nach DIN EN 294)

beim Hinüberreichen



- a Höhe des Gefahrenbereichs
- b Höhe der schützenden Konstruktion
- c waagerechter Abstand zum Gefahrenbereich
- d schützende Konstruktion

Für die Bestimmung der notwendigen Sicherheitsabstände ist eine Risikobewertung nach DIN EN 292-1 bzw. DIN EN 1050 durchzuführen. Wenn die Werte für a, b oder c zwischen zwei Werten in der Tabelle liegen, sind die Werte anzuwenden, die das höhere Sicherheitsniveau ergeben.

Höhe des Gefahrenbereiches a ¹	Höhe der schützenden Konstruktion b ¹									
	1000	1200	1400 ²	1600	1800	2000	2200	2400	2600	
2600	900	800	700	600	600	500	400	300	100	
2400	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
2200	600	600	500	500	400	350	250	-	-	
2000	1100	1200	1000	900	800	600	400	300	-	
1800	1400	1300	1100	900	800	600	400	-	-	
1600	1100	1000	900	900	600	-	-	-	-	
1400	1500	1400	1100	900	800	600	-	-	-	
1200	1300	1000	900	900	500	-	-	-	-	
1000	1400	1400	1100	900	700	-	-	-	-	
800	1500	1400	1000	800	-	-	-	-	-	
600	1300	900	600	-	-	-	-	-	-	
400	1500	1300	900	600	-	-	-	-	-	
200	1200	500	800	-	-	-	-	-	-	
0	1400	1300	800	-	-	-	-	-	-	
	1500	1200	400	-	-	-	-	-	-	
	1100	200	-	-	-	-	-	-	-	
	1200	900	-	-	-	-	-	-	-	
	1100	200	-	-	-	-	-	-	-	
	1100	600	-	-	-	-	-	-	-	

Horizontaler Abstand zum Gefahrenbereich c²

Maße in mm

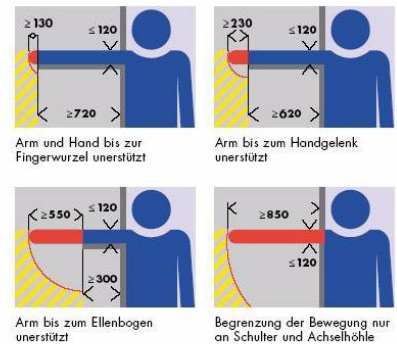
- 1) Schützende Konstruktionen mit einer Höhe unter 1000 mm sind nicht enthalten, da sie die Bewegung nicht zufriedenstellend einschränken.
- 2) Für Gefahrenbereiche über 2500 bzw. 2700 mm siehe Sicherheitsabstände gegen Hinaufreichen.

- 3) Schützende Konstruktionen niedriger als 1400 mm sollten bei hohem Risiko nicht ohne zusätzliche sicherheitstechnische Maßnahmen benutzt werden.
- 4) Der obere Wert gilt bei geringem Risiko. Der untere Wert gilt bei hohem Risiko oder es müssen andere sicherheitstechnische Maßnahmen angewendet werden.

beim Hinaufreichen



beim Herumreichen



Maße in mm

Sicherheit an Maschinen

Sicherheitsabstände

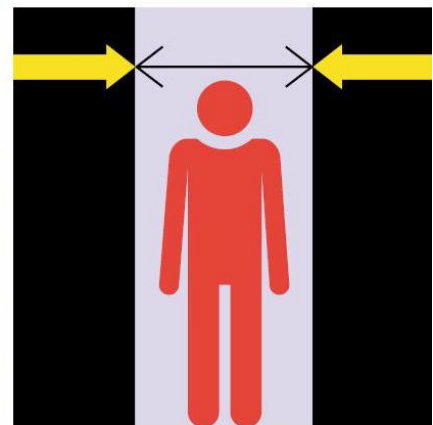
beim Hindurchreichen

Körperteil	Illustration	Öffnung ² e	Sicherheitsabstand s		
			Schlitz	Quadrat	Kreis
Fingerspitze		e ≤ 4	s ≥ 2	s ≥ 2	s ≥ 2
		4 < e ≤ 6	s ≥ 10	s ≥ 5	s ≥ 5
Finger bis Fingerwurzel oder Hand		6 < e ≤ 8	s ≥ 20	s ≥ 15	s ≥ 5
		8 < e ≤ 10	s ≥ 80	s ≥ 25	s ≥ 20
		10 < e ≤ 12	s ≥ 100	s ≥ 80	s ≥ 80
		12 < e ≤ 20	s ≥ 120	s ≥ 120	s ≥ 120
Arm bis Schultergelenk		20 < e ≤ 30	s ≥ 850 ¹⁾	s ≥ 120	s ≥ 120
		30 < e ≤ 40	s ≥ 850	s ≥ 200	s ≥ 120
		40 < e ≤ 120	s ≥ 850	s ≥ 850	s ≥ 850

Maße in mm

- 1) Wenn die Länge einer schlitzförmigen Öffnung ≤ 65 mm ist, wirkt der Daumen als Begrenzung und der Sicherheitsabstand kann auf 200 mm reduziert werden.

- 2) Die Abmessung der Öffnung e entsprechen der Seite einer quadratischen, dem Durchmesser einer kreisförmigen und der kleinsten Abmessung einer schlitzförmigen Öffnung. Für Öffnungen > 120 mm müssen die Sicherheitsabstände gegen Hinüberreichen über schützende Konstruktionen angewendet werden.



Sind Gefahrstellen an Maschinen durch konstruktive Maßnahmen nicht zu vermeiden und werden diese durch Schutzeinrichtungen gesichert, so sind Sicherheitsabstände einzuhalten.

Bestell-Nr. 68



Untere Gliedmaßen – Sicherheitsabstände (nach DIN EN 811)

Behinderung der freien Bewegung unter schützenden Konstruktionen

Sind beim Herantreten an eine Gefahrstelle Füße und Beine bei aufrechter Körperhaltung gefährdet, sind die Werte der Tabelle einzuhalten. Wo ein Risiko durch Ausrutschen oder Mißbrauch besteht, kann die Anwendung der in der Tabelle angegebenen Werte ungeeignet sein.

Wenn der Wert h zwischen zwei Werten in der Tabelle liegt, sollte der Abstand für den höheren Wert von h angewendet werden.

h	Fall		
	Fall 1	Fall 2	Fall 3
$h \leq 200$	$s \geq 340$	$s \geq 665$	$s \geq 290$
$200 < h \leq 400$	$s \geq 550$	$s \geq 765$	$s \geq 615$
$400 < h \leq 600$	$s \geq 850$	$s \geq 950$	$s \geq 800$
$600 < h \leq 800$	$s \geq 950$	$s \geq 950$	$s \geq 900$
$800 < h \leq 1000$	$s \geq 1125$	$s \geq 1195$	$s \geq 1015$

Maße in mm

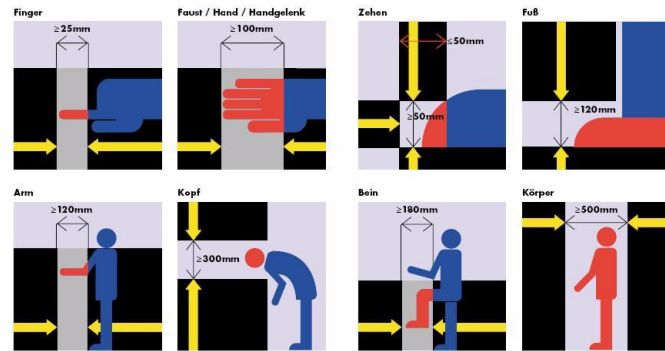
beim Hindurchtreten

Körperteil	Illustration	Öffnung e	Sicherheitsabstand s	
			Schlitz	Quadrat / Kreis
Zehenspitze / Zehe		$e \leq 5$	$s = 0$	$s = 0$
		$5 < e \leq 15$	$s \geq 10$	$s = 0$
		$15 < e \leq 35$	$s \geq 80^1$	$s \geq 25$
Fuß		$35 < e \leq 60$	$s \geq 180$	$s \geq 80$
		$60 < e \leq 80$	$s \geq 650^{2)}$	$s \geq 180$
Bein bis zum Knie		$80 < e \leq 95$	$s \geq 1100^3)$	$s \geq 650^3)$
Bein bis zum Schritt		$95 < e \leq 180$	$s \geq 1100^3)$	$s \geq 1100^3)$
		$180 < e \leq 240$	nicht zulässig	$s \geq 1100^3)$

Maße in mm

1) Wenn die Länge einer schlitzförmigen Öffnung ≤ 75 mm ist, kann der Sicherheitsabstand auf ≥ 50 mm reduziert werden.
 2) Der Wert bezieht sich auf „Bein bis zum Knie“.
 3) Der Wert bezieht sich auf „Bein bis zum Schritt“.

Mindestabstände (nach DIN EN 349)

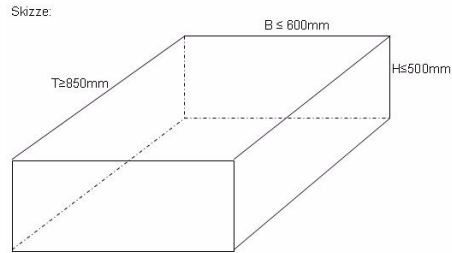


Eine Quetschstelle wird für die angegebenen Körperteile nicht als Gefahrstelle angesehen, wenn die genannten Abstände nicht unterschritten werden.

Herausgeber:
 Berufsgenossenschaft Druck und Papierverarbeitung
 Rheinstraße 6-8
 65185 Wiesbaden
 Telefon (0611) 131-0
 Auflage: 2.000
 9/2002

Förderbanddurchbrüche in Roboterschutzumzäunungen

In Anlehnung an die europäischen Normen prEN 619 und EN 294 wurde von TS-ST nachstehende Richtlinie für Förderbanddurchbrüche in Roboterschutzumzäunungen ausgearbeitet und von den notifizierten Prüfstellen TÜV-Österreich (Beilage: Brief v. 11.2.2003 Pkt.2) und Berufsgenossenschaft Düsseldorf (Beilage: Brief v. 7.4.2003 Pkt.3) geprüft und freigegeben. D.h. es können unter Berücksichtigung der nachstehenden Anforderungen entsprechende Förderbanddurchbrüche europaweit umgesetzt werden.

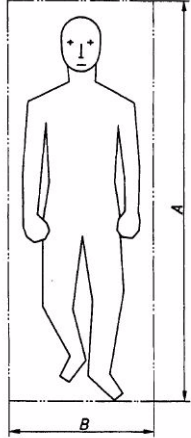


Für Förderbanddurchbrüche bis zu einer Höhe von **120mm** kann für die Sicherheitsabstände zur nächstliegenden Gefahrstelle gemäß EN 294 Tabelle 4 vorgegangen werden. Ab einer Höhe von **121mm** bis 500 mm ist der Förderbanddurchbruch mit einer festen trennenden Schutzeinrichtung in Tunnelausführung (T= min. 850mm zur nächstliegenden Gefahrstelle) entsprechend obiger Skizze abzusichern und fest mit der Schutzumzäunung zu verbinden. Der Abstand von der Bedienebene zur Durchbruchöffnung muss nicht berücksichtigt werden. Überschreiten Förderbanddurchbrüche eines der in der Skizze angeführten Maße (BxH), ist entsprechend der EN 294 Tabelle 1 vorzugehen, wobei die Höhe zwischen Bedienebene und Förderbanddurchbruch von mindestens 1000 mm zu berücksichtigen ist.

Förderbanddurchbruchöffnungen in Roboterschutzumzäunungen, welche nicht unter oben angeführte Anforderungen fallen, sind mit Lichtvorhang gemäß Kat. 4 von EN 954-1 mit Muting System abzusichern.

EN 547-1:1996

Nr	Maßbuchstabe	Erläuterung des Maßes
4.1		$A = h_1 (P95^1 \text{ oder } P99^1) + x$ $B = a_1 (P95 \text{ oder } P99) + y$
	A	Öffnungshöhe
	B	Öffnungsbreite
	h_1	Körperhöhe
	a_1	Breite über die Ellenbogen
	x	Zuschlag für Höhe
	y	Zuschlag für Breite



A.2.1 Öffnung für horizontale Vorwärtsbewegung bei aufrechter Körperhaltung
(siehe 4.1)

Folgende Zuschläge sind — wo angebracht — zu den anthropometrischen Maßen, die in EN 547-3 enthalten sind, zu addieren:

Höhenzuschlag x für

- Grundzuschlag für Körperbewegung ... 50 mm
- schnelles Gehen oder Laufen oder häufige oder lang andauernde Benutzung ... 100 mm
- Schuhe oder schwere Fußbekleidung ... 40 mm
- persönliche Schutzausrüstung, die die Körperhöhe vergrößert, z.B. Helm ... 60 mm

Weitenzuschlag y für

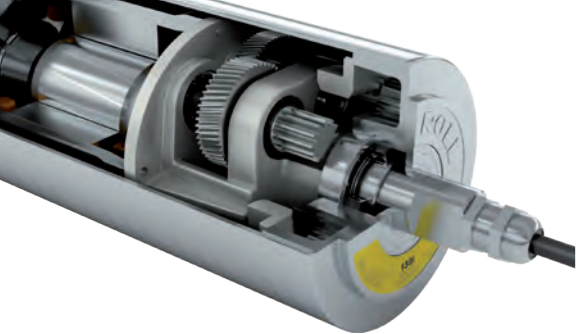
- Grundzuschlag für Körperbewegung ... 50 mm
- schnelles Gehen oder Laufen oder häufige oder lang andauernde Benutzung ... 100 mm
- Arbeitskleidung ... 20 mm
- Bekleidung, die durch Berührung mit den Durchgangswänden beschädigt werden kann ... 100 mm
- schwere Winterkleidung oder persönliche Schutzkleidung ... 100 mm
- Transportieren einer verletzten Person ... 200 mm

Author:	Stefan Thurnn (KBL-PST)
Version:	04/2009

Subject to change without notice!

PŘÍLOHA č. 2

Technické parametry bubnového motoru Interroll 80i



INTERROLL DRUM MOTOR 80i



Standard
Asynchronous
Drum Motors
80i

Compact and robust drive for small feed conveyors with high-duty cycles

Product Description

Applications

The drum motor is perfect for high torque applications with limited space or access.

- ✓ Small feed conveyors with high-duty cycles
- ✓ Packaging equipment
- ✓ Dynamic weighing equipment
- ✓ Metal detectors
- ✓ Pharmaceutical handling
- ✓ Food processing
- ✓ Steel or plastic modular belt applications
- ✓ Dry, wet and wash-down applications

Characteristics

- ✓ Salt-water-resistant aluminium end housings
- ✓ 3-phase AC induction motor
- ✓ Dual voltage
- ✓ Integral thermal motor protection
- ✓ Steel-hardened helical spur gear
- ✓ Low noise
- ✓ Maintenance-free
- ✓ Lifetime lubricated
- ✓ Reversible
- ✓ Reinforced shaft for SL above 543 mm

Technical Data

Electrical data

Motor type	Asynchronous squirrel cage motor, IEC 34 (VDE 0530)
Insulation class of motor windings	Class F, IEC 34 (VDE 0530)
Voltage	230/400 V ±5 % (IEC 34/38) Most international voltages and frequencies can be supplied on request
Frequency	50 Hz
Internal shaft sealing system	Double-lipped, FPM
Protection rate	IP66
Thermal protection (see p 245)	Bi-metal switch
Operating modes (see p 230)	S1
Ambient temperature, 3-phase motor (see p 207)	+5 to +40 °C
Ambient temperature, 3-phase motor for applications with positive drive belts, or without belts (see p 207)	+5 to +25 °C
General technical data	
Max. shell length SL	1,093 mm

Order Information

Please refer to the Configurator at the end of the catalogue..

Material Versions

You can choose the following versions of drum body components and electrical connection. The versions depend on the material of the components.

Component	Version	Material				
		Aluminium	Mild steel	Stainless steel	Brass / Nickel	Techno-polymer
Shell	Crowned		✓	✓		
	Cylindrical		✓	✓		
	Cylindrical + key, for using sprockets		✓	✓		
End housing	Standard	✓			✓	
	With grooves and chain sprockets	✓			✓	
Shaft	Standard					✓
	Cross-drilled and threaded, M6					✓
External seal	Galvanised labyrinth		✓			
	Stainless steel Labyrinth					✓
Electrical connector	Straight connector				✓	
	Elbow connector				✓	✓

Please contact your Interroll customer consultant for further versions.

Options

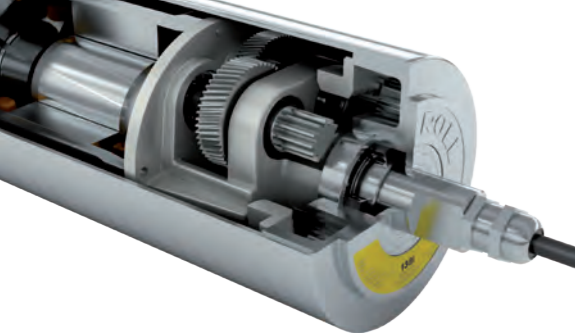
- Lagging for friction drive belts, see p 128
- Lagging for plastic modular belts, see p 134
- Lagging for positive drive solid homogeneous belts, see p 138
- Sprockets for plastic modular belts, see p 142
- Backstops, see p 150
- Balancing, see p 151
- Electromagnetic brakes and rectifiers, see p 152
- Feedback Devices, see p 158
- Food-grade oil (EU, FDA), see p 256
- Low temperature oil, see p 256
- Labyrinth with FPM, see p 248
- cULus safety certifications, see p 251
- Non-horizontal mounting (more than ± 5°), see p 231

Note: Combination of encoder and electromagnetic brake is not possible.

With an encoder, a special Ø 25 x 20 mm shaft is required. This shaft is only possible with a flat face end housing.

Accessories

- Mounting brackets, see p 168
- Idler pulleys, see p 178 to p 183
- Conveyor rollers, see p 188
- IFI - IP55 Frequency Inverter, see p 122



INTERROLL DRUM MOTOR 80i



Standard
Asynchronous
Drum Motors
80i

Compact and robust drive for small feed conveyors with high-duty cycles

Product Range

The following tables give an overview of the possible motor versions. When ordering, please specify the version in accordance with the configurator at the end of the catalogue.

All data and values in this catalogue refer to 50 Hz operation.

Motor versions

Mechanical data for 3-phase motors (Standard motors)

P _N kW	np	gs	i	v m/s	n _A min ⁻¹	M _A Nm	F _N N	SL _{min} mm	
0.040	4	3	54.73	0.108	25.3	14.4	354	193*	
			38.18	0.155	36.2	10.1	247	193*	
			31.09	0.190	44.5	8.2	201	193*	
		2	21.28	0.277	65.0	5.7	140	193*	
			14.85	0.398	93.2	4.0	98	193*	
			12.09	0.488	114.5	3.3	80	193*	
	0.070	4	3	54.73	0.100	23.5	26.8	657	243
				38.18	0.144	33.7	18.7	459	243
				31.09	0.177	41.4	15.2	373	243
			2	21.28	0.258	60.5	10.6	261	243
				14.85	0.370	86.7	7.4	182	243
				12.09	0.455	106.5	6.0	148	243
2		3	54.73	0.217	50.8	12.4	303	193*	
			38.18	0.310	72.8	8.6	212	193*	
			31.09	0.381	89.4	7.0	172	193*	
		2	21.28	0.557	130.5	4.9	120	193*	
			14.85	0.798	187.1	3.4	84	193*	
			12.09	0.980	229.8	2.8	68	193*	
0.120	2	3	54.73	0.217	50.8	21.1	518	243	
			38.18	0.310	72.8	14.7	362	243	
			31.09	0.381	89.4	12.0	294	243	
	2	21.28	0.557	130.5	8.4	206	243		
		14.85	0.798	187.1	5.8	143	243		
		12.09	0.980	229.8	4.8	117	243		

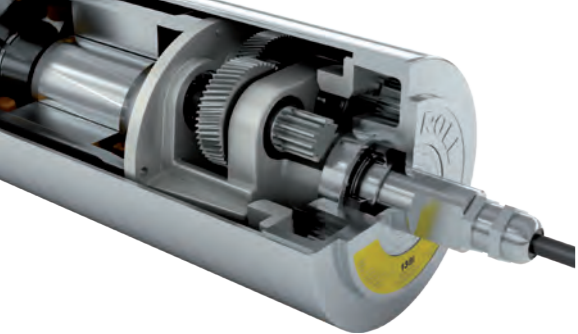
Note: *The maximum SL for this motors is 273 mm and only single voltage is available.

Mechanical data for 3-phase motors (Motors for applications with positive drive belts or no belts)

P _N kW	np	gs	i	v m/s	n _A min ⁻¹	M _A Nm	F _N N	SL _{min} mm	
0.033	4	3	54.73	0.107	25.3	11.8	293	193*	
			38.18	0.154	36.2	8.3	204	193*	
			31.09	0.189	44.5	6.7	166	193*	
		2	21.28	0.276	65.0	4.7	116	193*	
			14.85	0.395	93.2	3.3	81	193*	
			12.09	0.485	114.5	2.7	66	193*	
	0.058	4	3	54.73	0.102	23.9	21.8	538	243
				38.18	0.146	34.3	15.2	375	243
				31.09	0.179	42.1	12.4	306	243
			2	21.28	0.261	61.6	8.6	213	243
				14.85	0.374	88.2	6.0	149	243
				12.09	0.460	108.3	4.9	121	243
2		3	54.73	0.213	50.2	10.4	256	193*	
			38.18	0.305	72.0	7.2	178	193*	
			31.09	0.375	88.5	5.9	145	193*	
		2	21.28	0.548	129.2	4.1	101	193*	
			14.85	0.785	185.2	2.9	71	193*	
			12.09	0.964	227.4	2.3	58	193*	
0.099	2	3	54.73	0.211	49.8	17.9	441	243	
			38.18	0.303	71.4	12.5	308	243	
			31.09	0.372	87.7	10.2	251	243	
	2	21.28	0.543	128.1	7.1	175	243		
		14.85	0.779	183.7	4.9	122	243		
		12.09	0.957	225.5	4.0	99	243		

Note: *The maximum SL for this motors is 273 mm and only single voltage is available.

P _N	Rated power
np	Number of poles
gs	Gear stages
i	Gear ratio
v	Rated velocity of the shell
n _A	Rated revolutions of the drum shell
M _A	Rated torque of drum motor
F _N	Rated belt pull of drum motor
SL _{min}	Min. shell length



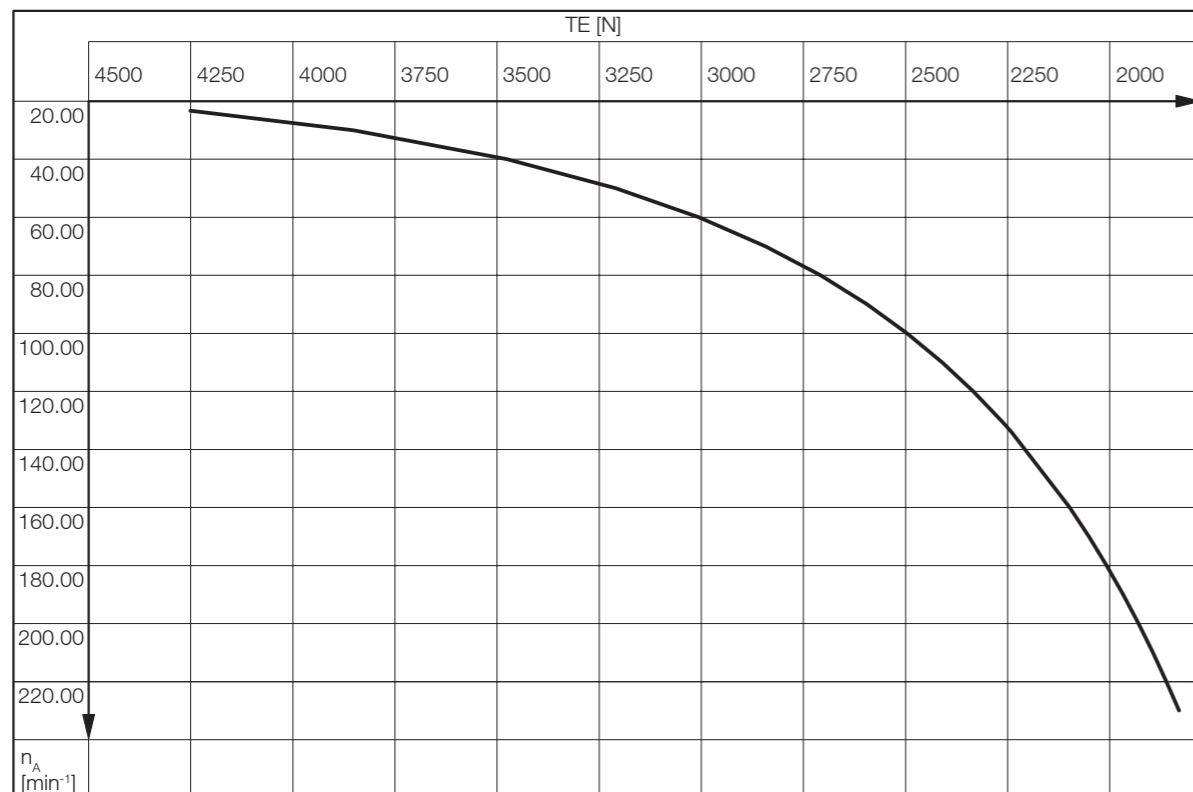
INTERROLL DRUM MOTOR 80i



Standard
Asynchronous
Drum Motors
80i

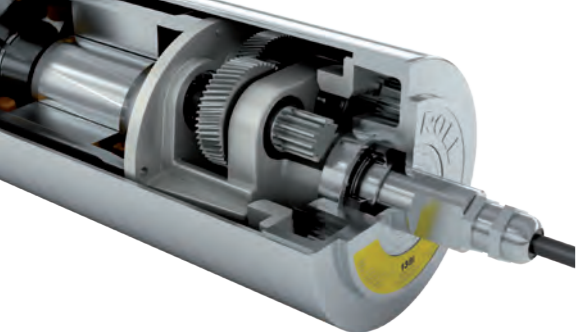
Compact and robust drive for small feed conveyors with high-duty cycles

Belt Tension



Note: To get the right value of the maximum allowed belt tension, first find the maximum allowed TE value for the drum motor RPM. For motors with SL > 750 mm, check if the maximum allowed TE value for the SL is lower. In this case, use the lower value as maximum allowed TE value.

TE	Belt Tension
n_A	Rated revolutions of the drum shell
SL	Shell length



Standard
Asynchronous
Drum Motors
80i

INTERROLL DRUM MOTOR 80i

Compact and robust drive for small feed conveyors with high-duty cycles

Electrical data for 3-phase motors (Standard motors)

P_N kW	np	U_N V	I_N A	$\cos \varphi$	η	J_R kgcm ²	I_S/I_N	M_S/M_N	M_P/M_N	M_B/M_N	R_M Ω	$U_{SH \text{ delta}}$ V DC	$U_{SH \text{ star}}$ V DC
0.040	4	230	0.37	0.68	0.41	0.4	1.9	1.80	1.80	2.00	240.0	30	-
		400	0.21	0.68	0.41	0.4	1.9	1.80	1.80	2.00	240.0	-	51
0.070	4	230	0.48	0.68	0.53	0.6	1.4	1.66	1.66	1.75	156.0	25	-
		400	0.28	0.68	0.53	0.6	1.4	1.66	1.66	1.75	156.0	-	45
	2	230	0.38	0.82	0.56	0.4	2.6	1.90	1.90	2.00	190.0	30	-
		400	0.22	0.82	0.56	0.4	2.6	1.90	1.90	2.00	190.0	-	51
0.120	2	230	0.59	0.78	0.65	0.6	2.6	2.00	2.00	2.10	89.0	20	-
		400	0.34	0.78	0.65	0.6	2.6	2.00	2.00	2.10	89.0	-	35

Electrical data for 3-phase motors (Motors for applications with positive drive belts or no belts)

P_N kW	np	U_N V	I_N A	$\cos \varphi$	η	J_R kgcm ²	I_S/I_N	M_S/M_N	M_P/M_N	M_B/M_N	R_M Ω	$U_{SH \text{ delta}}$ V DC	$U_{SH \text{ star}}$ V DC
0.033	4	230	0.30	0.62	0.45	0.4	1.7	2.73	2.48	2.74	286.5	27	-
		400	0.17	0.62	0.45	0.4	1.7	2.73	2.48	2.74	286.5	-	45
0.058	4	230	0.39	0.68	0.54	0.6	2.4	2.31	2.15	2.31	106.4	14	-
		400	0.23	0.68	0.54	0.6	2.4	2.31	2.15	2.31	106.4	-	25
	2	230	0.26	0.78	0.71	0.4	2.4	2.15	1.90	2.26	183.5	19	-
		400	0.15	0.78	0.71	0.4	2.4	2.15	1.90	2.26	183.5	-	32
0.099	2	230	0.45	0.78	0.71	0.6	2.4	2.31	2.15	2.31	106.4	19	-
		400	0.26	0.78	0.71	0.6	2.4	2.31	2.15	2.31	106.4	-	32

P_N	Rated power
np	Number of poles
U_N	Rated voltage
I_N	Rated current
$\cos \varphi$	Power factor
η	Efficiency
J_R	Rotor moment of inertia
I_S/I_N	Ratio of starting current to rated current
M_S/M_N	Ratio of starting torque to rated torque
M_P/M_N	Ratio of pull-up torque to rated torque
M_B/M_N	Ratio of break-down torque to rated torque
R_M	Phase resistance
$U_{SH \text{ delta}}$	Preheating voltage in delta connection
$U_{SH \text{ star}}$	Preheating voltage in star connection

Cable Specifications

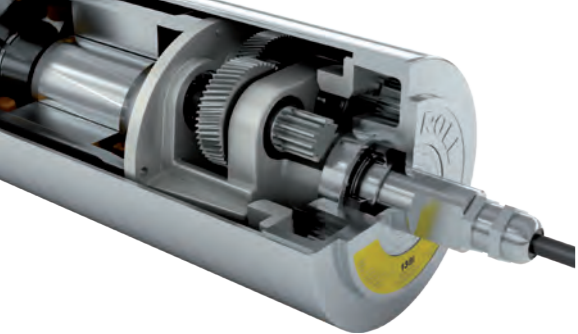
Available cables for connectors (see also p 252):

- Standard, screened
- Standard, unscreened
- Halogen-free, screened
- Halogen-free, unscreened

Available length: 1 / 3 / 5 / 10 m

Connection Diagrams

For connection diagrams, see Planning Section on p 260.



Standard
Asynchronous
Drum Motors
80i

INTERROLL DRUM MOTOR 80i

Compact and robust drive for small feed conveyors with high-duty cycles

Standard
dimensions

Dimensions

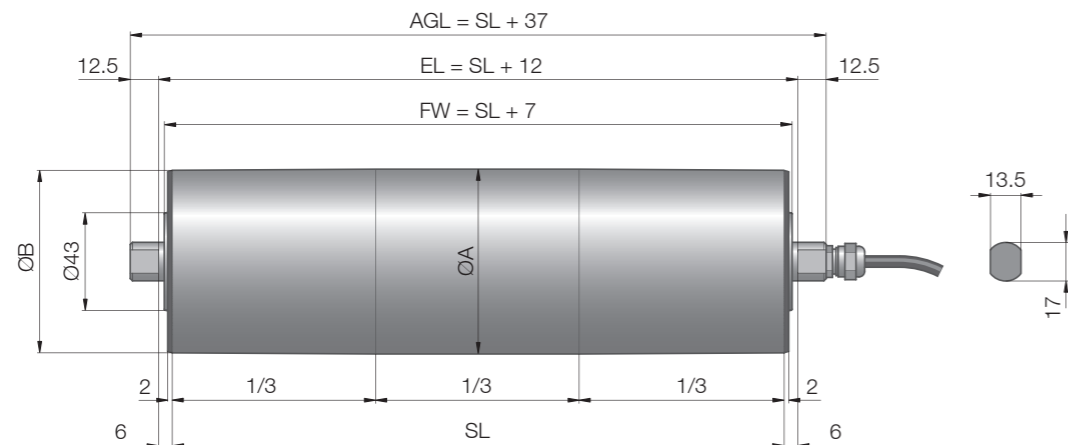


Fig.: Drum motor with straight connector

Type	Ø A mm	Ø B mm
80i crowned shell	81.5	80.5
80i cylindrical shell	81.0	81.0
80i cylindrical shell + key	81.7	81.7

Connector
dimensions

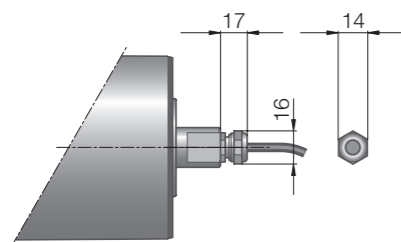


Fig.: Straight connector, brass/nickel

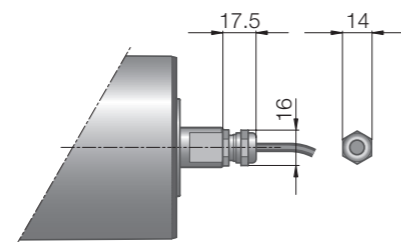


Fig.: Straight connector, stainless steel

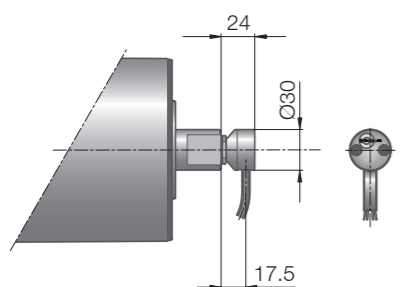


Fig.: Elbow connector, stainless steel

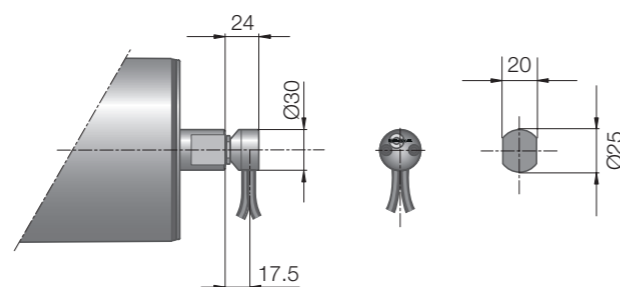


Fig.: Elbow connector / Feedback device, stainless steel

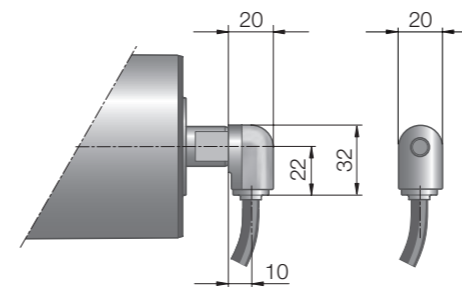


Fig.: Elbow connector, technopolymer

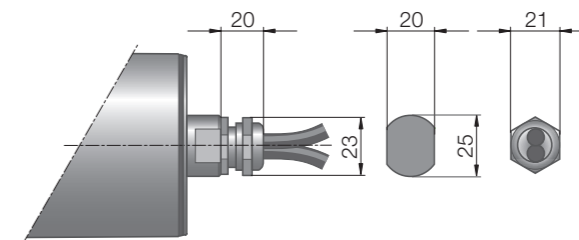


Fig.: Straight connector / Feedback device, brass/nickel

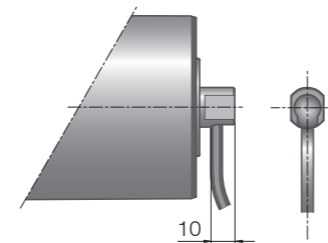


Fig.: Cable slot connector

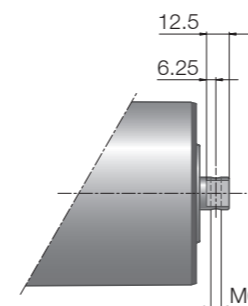


Fig.: Shaft, cross-drilled and threaded

Shafts for fixing

The following options increase the minimum length of the drum motor.

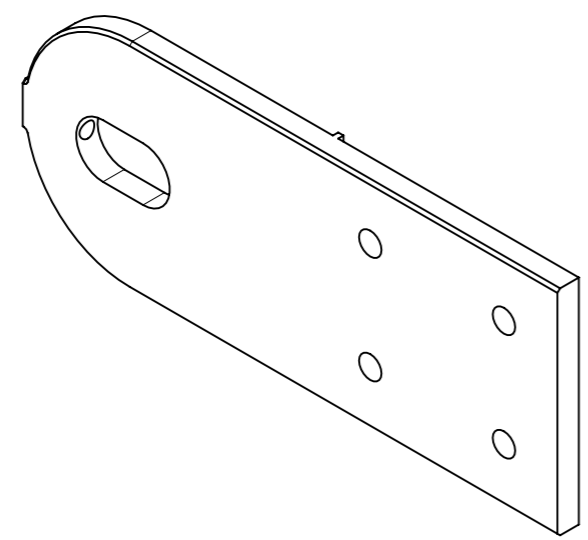
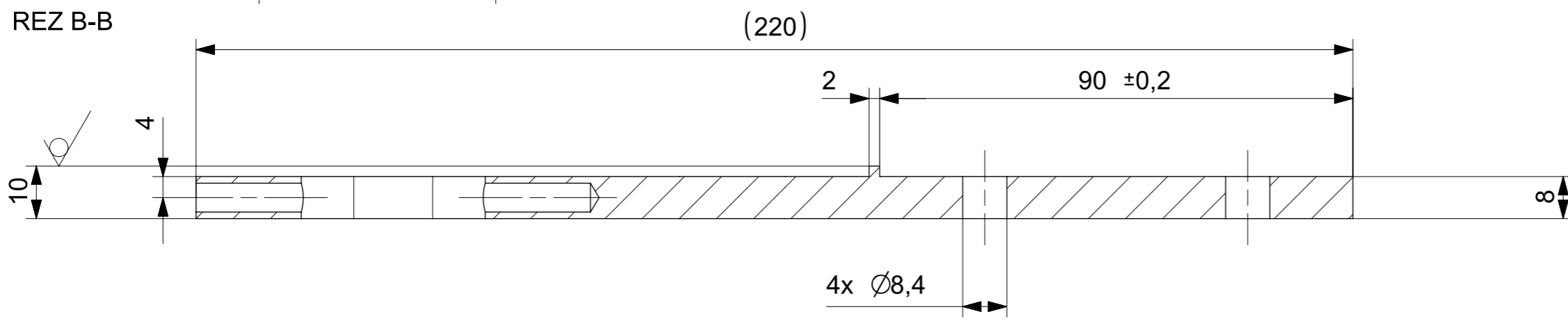
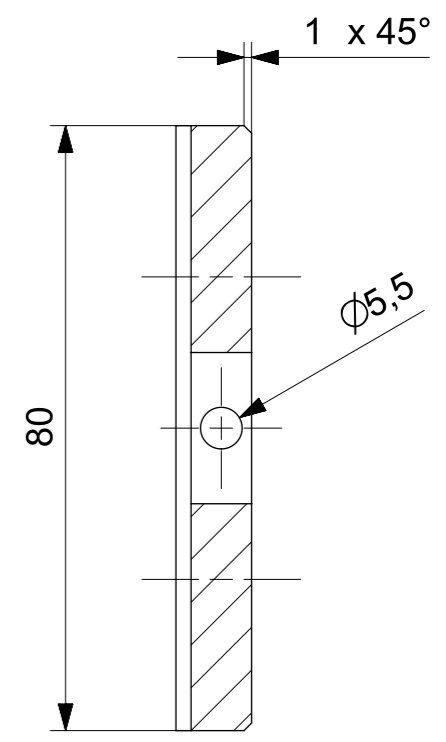
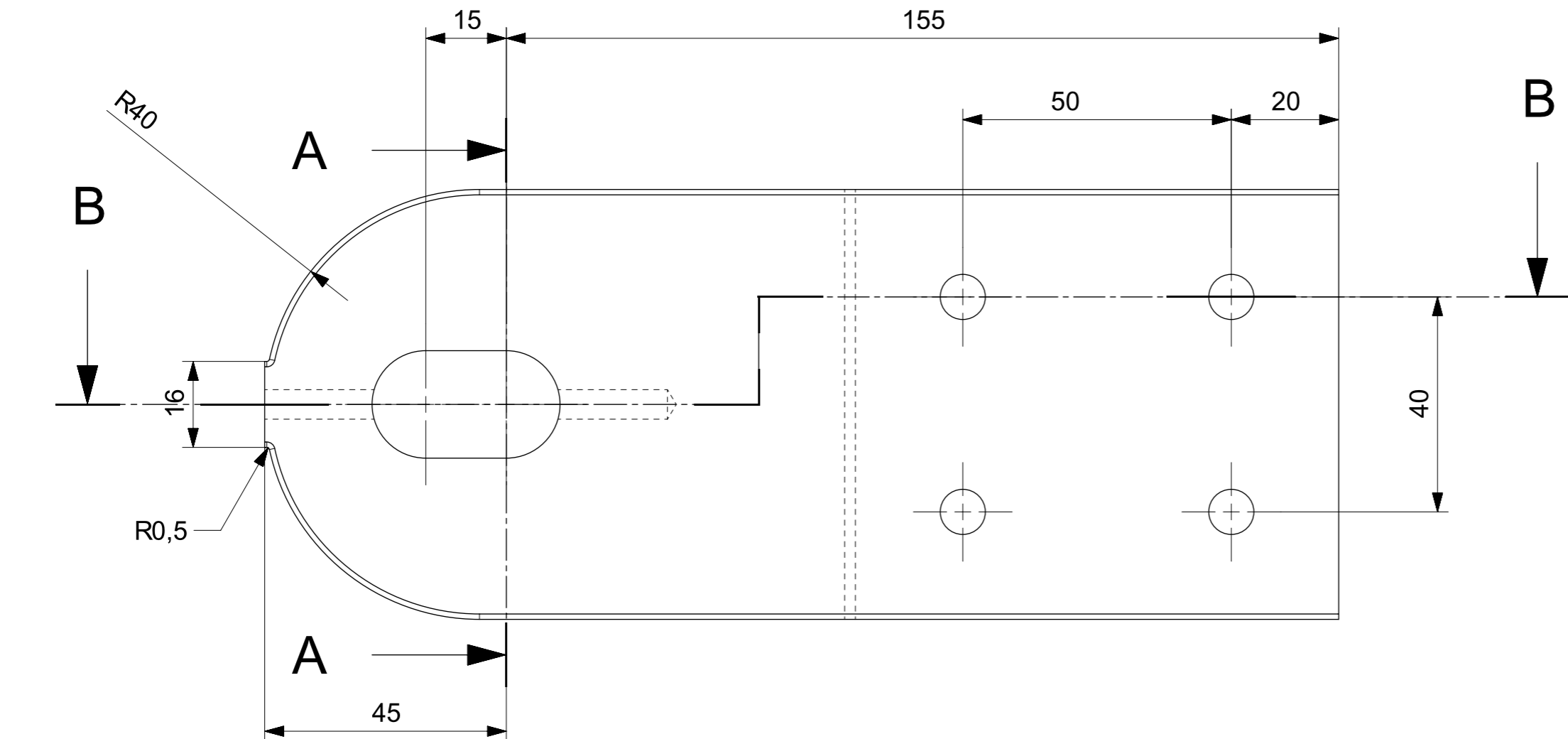
Option	Min. SL with option mm
Brake	Min. 193 + 70; Min. 243 + 50
Encoder	Min. 193 + 70; Min. 243 + 50
Backstop	Min. 193 + 50; Min. 243 + 30
Cable slot connector	Min. SL + 50

Min. length with
option for 80i

Standard drum motor lengths and their weights:

Shell length SL in mm	193	243	293	343	393	443	493	543	593	643
Average weight in kg	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	9.35	8.80
Shell length SL in mm	693	743	793	843	893	943	993	1,043	1,093	
Average weight in kg	9.35	9.90	10.45	11.00	11.55	12.10	12.65	13.20	13.75	

Standard length
and weight

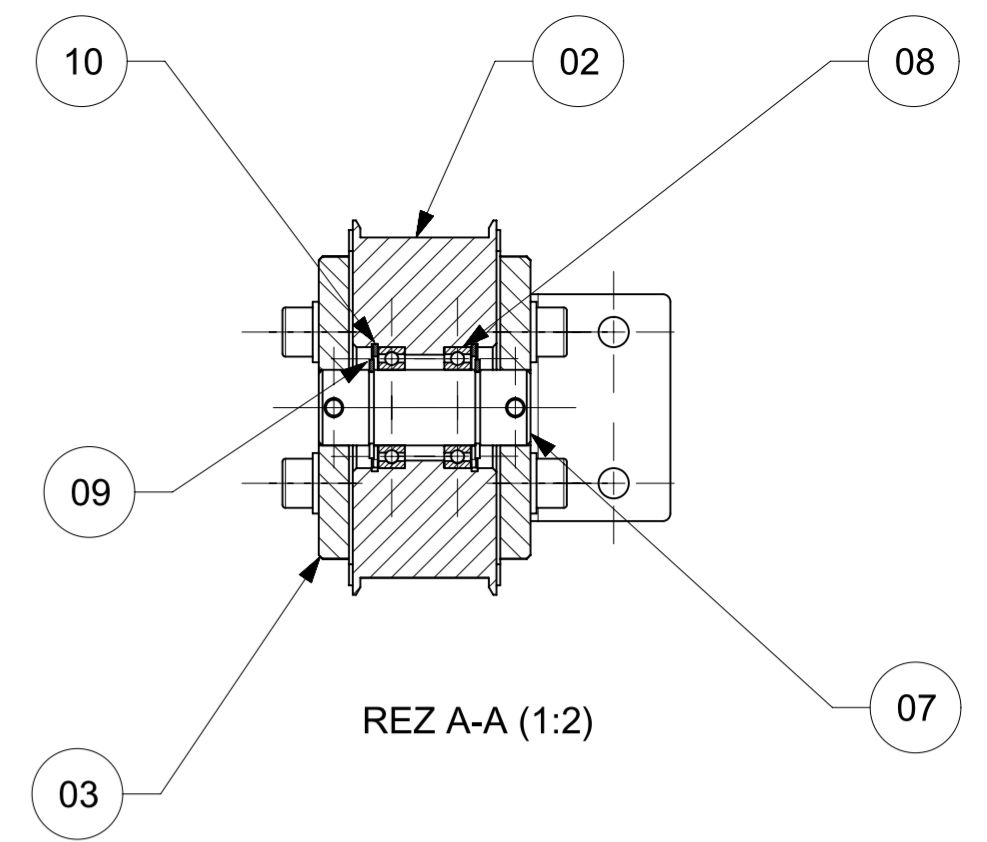
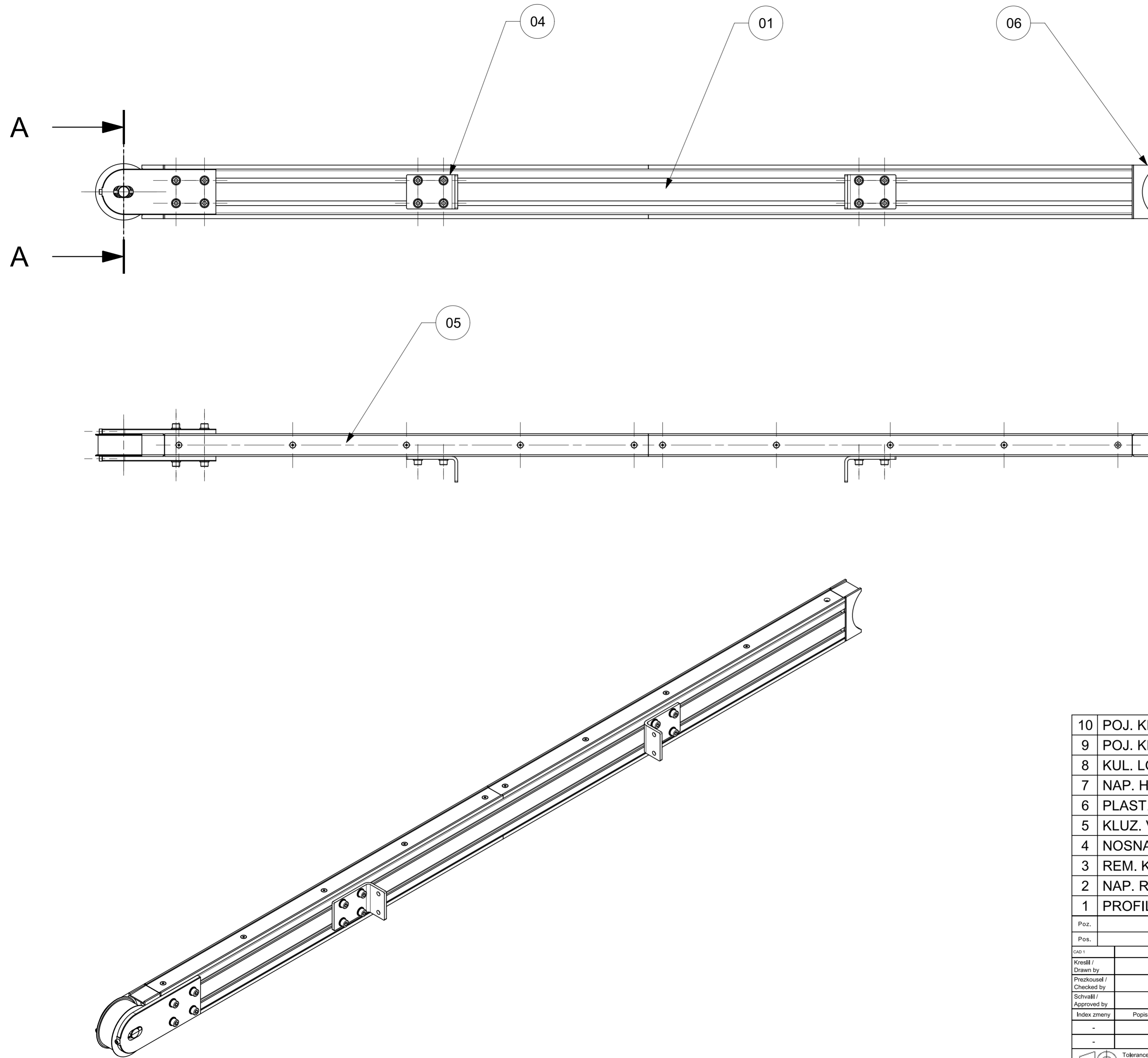


Ra 6.3 (✓)

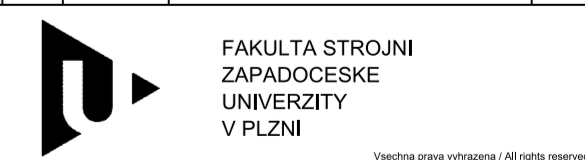
CAD 1	Datum / Date		Jmeno / Name	
Kreslil / Drawn by	1.6.2017		TOMASEK LUKAS	
Prezkousel / Checked by	-		-	
Schvalil / Approved by	-		-	
Index zmeny	Popis zmeny / change description	Schval. / APP	Datum / Date	Podpis / Signature
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
 Tolerance / Tolerovani ISO 128 ISO 8015 ISO 2768mK	Soubor-model / ASM-file		Projekt / Project:	
	remenova_konzola		DIPLOMOVA PRACE	
Soubor-vykres / DRW-file		C.sestavy / Assembly No.		Meritko / Scale
remenova_konzola		KKS-DP-00-20-01		1:1
C.hmot.sestavy		0.6 Kg		Format
Nazev / Title		Cislo vykresu / Drawing No.		
REMENOVA KONZOLA		KKS-DP-00-20-04		A3
List / sheet no.		Pocet listu / sheets		
1		1		

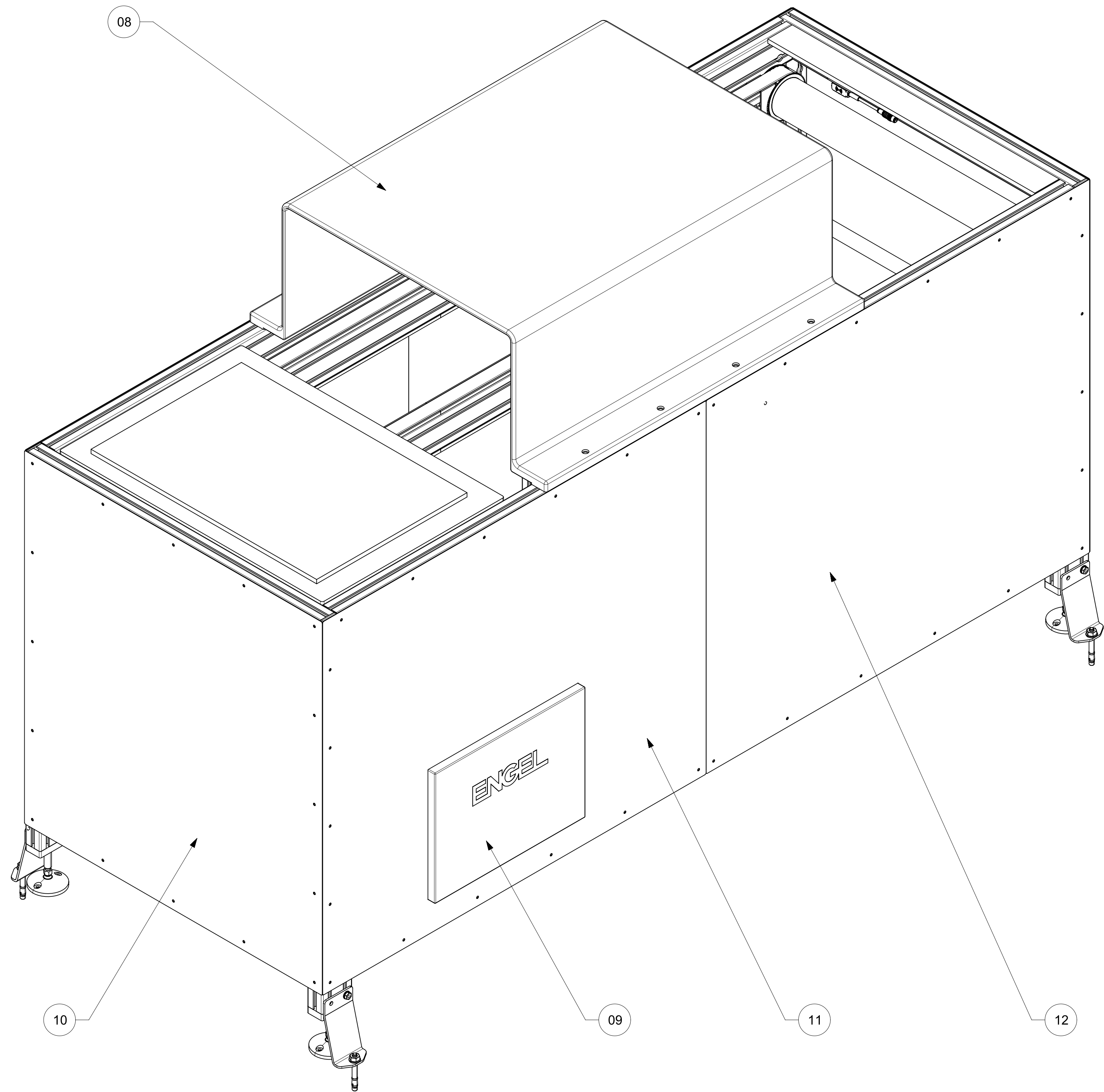
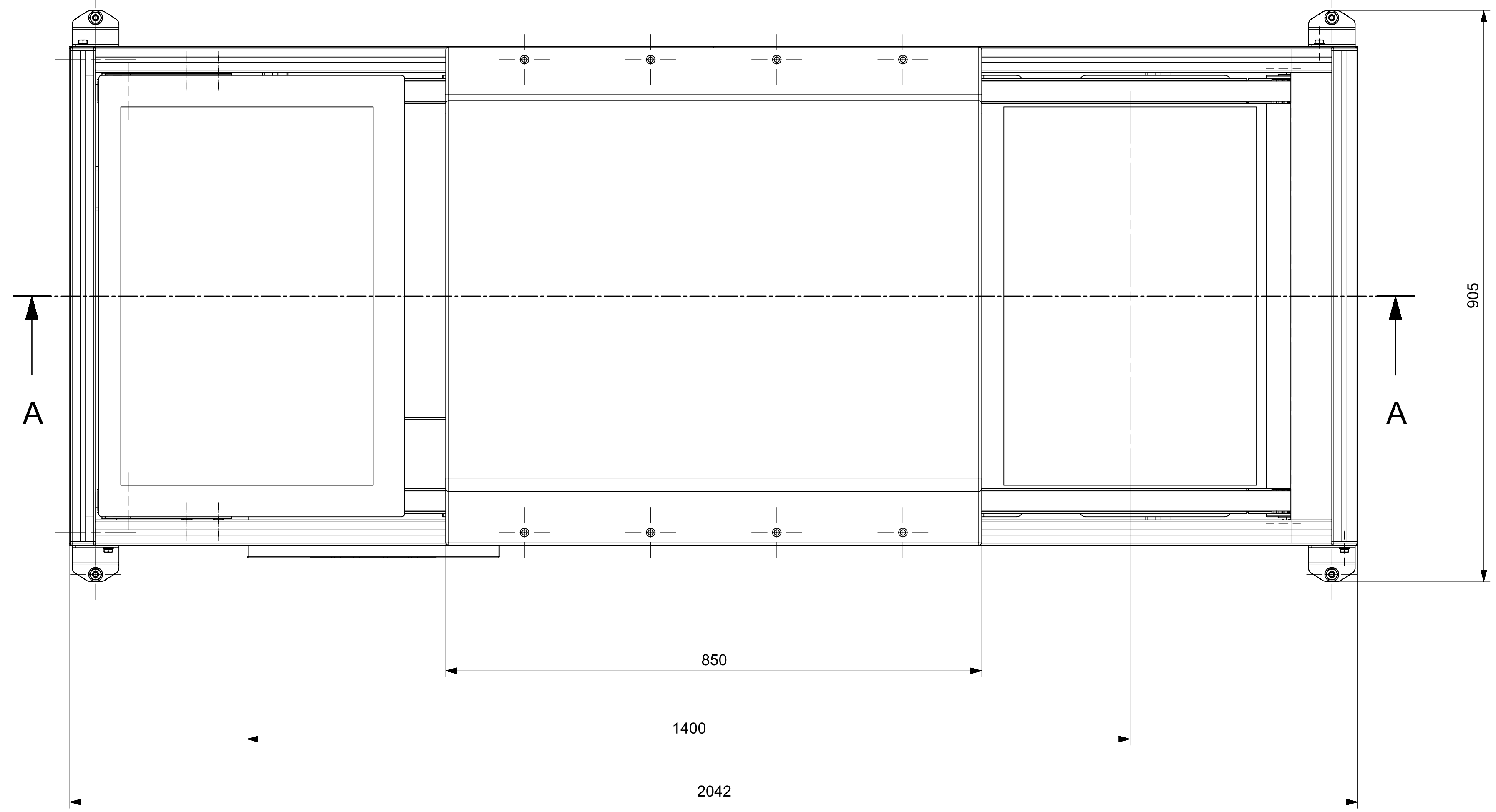
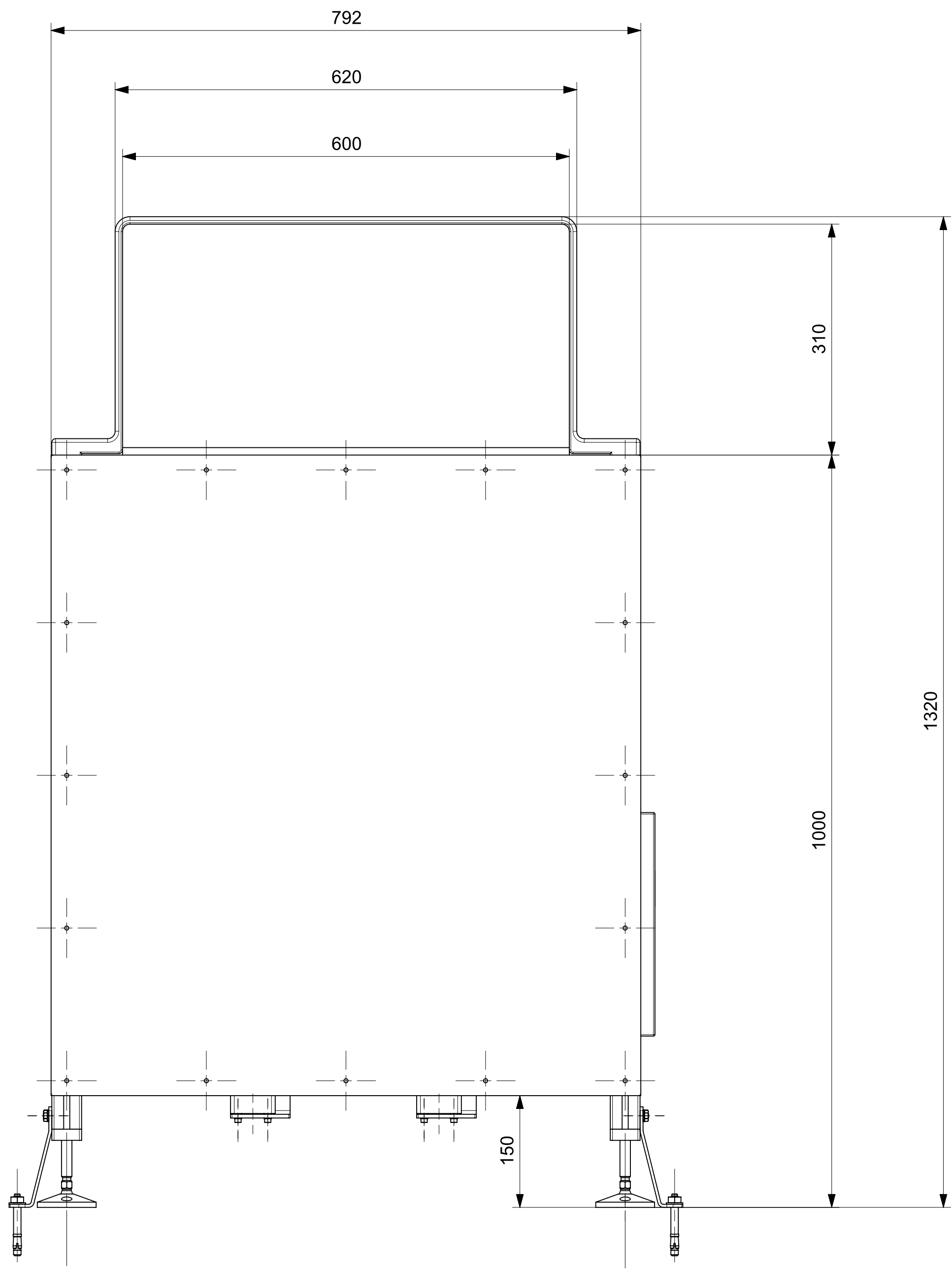
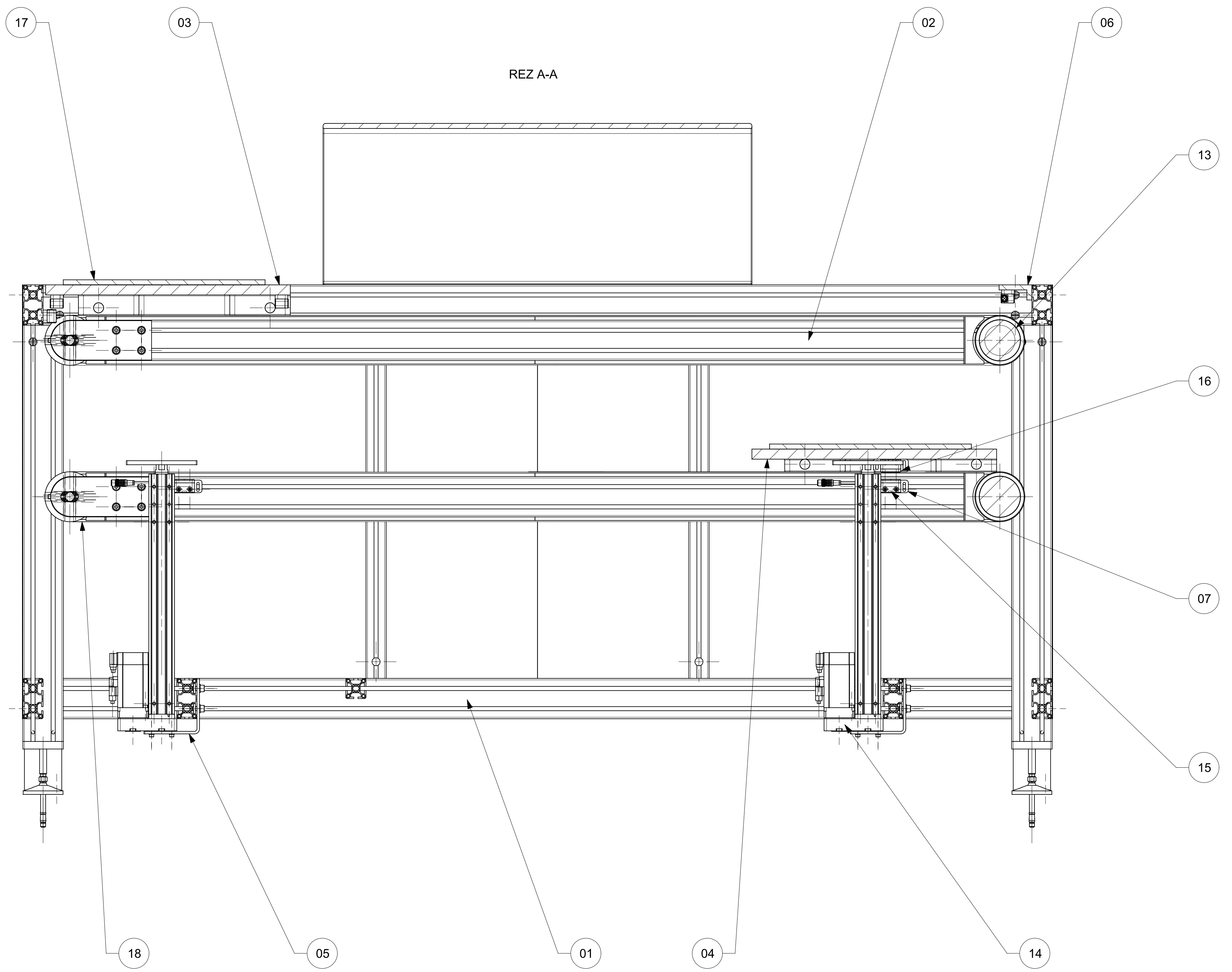
FAKULTA STROJNI
 ZAPADOCESKE
 UNIVERZITY
 V PLZNI
Vsechna prava vyhrazena / All rights reserved

Poznamka / Note:
 -



10	POJ. KROUZEK 32	-	-	-	0,1	-	2
9	POJ. KROUZEK 20	-	-	-	0,1	-	2
8	KUL. LOZISKO 20	-	CSN 024630	-	0,3	-	2
7	NAP. HRIDEL	-	EN 10088	-	0,3	KKS-DP-00-20-08	1
6	PLAST. DESKA	-	CSN 643020	-	0,4	KKS-DP-00-20-07	2
5	KLUZ. VEDENI	-	CSN 643020	-	0,2	KKS-DP-00-20-06	4
4	NOSNA KONZOLA	-	EN 10025	-	0,6	KKS-DP-00-20-05	2
3	REM. KONZOLA	-	CSN 421401	-	0,4	KKS-DP-00-20-04	2
2	NAP. REMENICE	-	CSN 421401	-	0,6	KKS-DP-00-20-03	1
1	PROFIL 40x80	-	EN 12020	-	4,0	KKS-DP-00-20-02	1
Poz.	Nazev - rozmer	Polotovar	Material	T.O.	C.hmot.	Cislo sestavy/vykresu	Pocet ks.
Pos.	Title - size	Blank	Material	C.W.	Weight	Assembly/drawing No.	Quant.
CAD 1		Datum / Date		Jmeno / Name			
Kreslil / Drawn by		29.5.2017		TOMASEK LUKAS			
Prezkoušel / Checked by		-		-			
Schválil / Approved by		-		-			
Index zmeny		Popis zmeny / change description		Schval. / APP	Datum / Date	Podpis / Signature	Poznámka / Note:
-		-		-	-	-	-
-		-		-	-	-	-
Tolerance / Tolerovani		Soubor-model / ASM-file		Projekt / Project:		DIPLOMOVA PRACE	
ISO 128		Soubor-vykres / DRW-file		C.sestavy / Assembly No.		KKS-DP-00-00-01	
ISO 8015		Conveyor_sestava		C.hmot.sestavy		8,5	
ISO 2768mK		Conveyor_sestava		Cislo vykresu / Drawing No.		KKS-DP-00-20-01	
Nazev / Title				Rev.		Format	
REMENOVA DRAHA				-		A2	
List / sheet no.		1		Pocet listu / sheets		1	
Meritko / Scale		1:5		Cislo vykresu / Drawing No.		KKS-DP-00-20-01	





18	OZUB. ŘEMEN AT10	-	-	-	-	-	4
17	MAGAZINPLATTE	-	-	-	-	-	2
16	SENZOR 2	-	-	-	-	-	3
15	SENZOR 1	-	-	-	-	-	4
14	SROUB. POHON	-	-	-	4,1	-	4
13	BUBNOVÝ MOTOR	-	-	-	9,5	-	2
12	PLAST. KRYT 3	-	CSN 643020	-	1,1	KKS-DP-00-00-11	3
11	PLAST. KRYT 2	-	CSN 643020	-	0,9	KKS-DP-00-00-10	1
10	PLAST. KRYT 1	-	CSN 643020	-	0,8	KKS-DP-00-00-09	2
9	ELEKTRO. SKRIN	-	-	-	4,4	KKS-DP-00-00-08	1
8	BEZP. TUNEL	-	CSN 643045	-	14,0	KKS-DP-00-00-07	1
7	DRZAK SENZORU	-	EN 10088	-	0,1	KKS-DP-00-00-06	7
6	DORAZ	-	CSN 64 3020	-	0,7	KKS-DP-00-00-05	1
5	DRZAK POHONU	-	EN 10025	-	0,5	KKS-DP-00-00-04	4
4	GRUNDPLATTE 2	-	CSN 643020	-	7,8	KKS-DP-00-00-03	1
3	GRUNDPLATTE 1	-	CSN 643020	-	8,4	KKS-DP-00-00-02	1
2	REMENOVA DRAHA	-	-	-	8,6	KKS-DP-00-20-01	4
1	RAM	-	-	-	46,0	KKS-DP-00-10-01	1

Datum / Date: 24.5.2017 Design: TOMASEK LUKAS Checked: - Drawn: - Approved: - Material: -		Projekt / Project: FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI Ústav / Institute: - Študijské číslo / Study No.: - Študijské číslo / Study No.: - Študijské číslo / Study No.: -		Projekt / Project: DIPLOMOVÁ PRÁCE Ústav / Institute: - Študijské číslo / Study No.: 243 Kg Študijské číslo / Study No.: -		Měřítko / Scale: 1:5 Formát: A0	
Název / Title: REMENEM POHANENÝ POSUVNÝ STUJL				KKS-DP-00-00-01			