



Optimalizace konstrukce dávkovací jednotky

Diplomová práce

Studijní program:

N2301 Strojní inženýrství

Studijní obor:

Konstrukce strojů a zařízení

Autor práce:

Bc. Martin Pecho

Vedoucí práce:

Ing. Petr Zelený, Ph.D.

Katedra výrobních systémů a automatizace

Konzultant práce:

Jiří Bartoš

BK Technic s.r.o.





Zadání diplomové práce

Optimalizace konstrukce dávkovací jednotky

<i>Jméno a příjmení:</i>	Bc. Martin Pecho
<i>Osobní číslo:</i>	S17000270
<i>Studijní program:</i>	N2301 Strojní inženýrství
<i>Studijní obor:</i>	Konstrukce strojů a zařízení
<i>Zadávající katedra:</i>	Katedra výrobních systémů a automatizace
<i>Akademický rok:</i>	2019/2020

Zásady pro vypracování:

Hlavním cílem této diplomové práce je optimalizovat konstrukční řešení dávkovací jednotky, především za účelem snížení hmotnosti dávkovací jednotky a zvýšení objemu dávkovaného materiálu.

- 1) Seznámení s dávkovacími jednotkami a celkově s procesem lepení skel na karoserie automobilů.
- 2) Analýza současného stavu a průzkum potenciálních řešení.
- 3) Vlastní konstrukční návrh na základě analýzy současného stavu a průzkumu potenciálních řešení.
- 4) Případná realizace dávkovací jednotky.
- 5) Závěr a zhodnocení práce.

Rozsah grafických prací:
Rozsah pracovní zprávy:
Forma zpracování práce:
Jazyk práce:

dle potřeby
60 stran včetně příloh
tištěná/elektronická
Čeština



Seznam odborné literatury:

- [1] IGLEY, J. E., Ch. R. MISCHKE, R. G. BUDYNAS, M. HARTL a M. VLK. Konstruování strojních součástí. 1. vyd. Brno: VUTIUM, 2010, xxv, 1159 s. ISBN 978-80-214-2629-0.
- [2] LEINVEBER, J. a P. VÁVRA. Strojnické tabulky. Praha: Albra, 2011. 927s. ISBN 978-80-7361-081-4.
- [3] Původný návod na obsluhu (Technická příručka) Dávkočar ADKE 6000-10-20, SCA Schucker GmbH, verzia 1005, 49 s
- [4] Application technology [online], ATN HÖLZEL GmbH, 2016. Dostupné z: https://atngmbh.com/fileadmin/user_upload/downloads/atn-broschur-kleben-16-01_en_web.pdf
- [5] Roller screws catalogue [online]. Evellix. 10/2019. 136 s. Dostupné z: <https://www.ewellix.com/sites/default/files/Roller-screws-catalogue.pdf>

Vedoucí práce:

Ing. Petr Zelený, Ph.D.
Katedra výrobních systémů a automatizace

Konzultant práce:

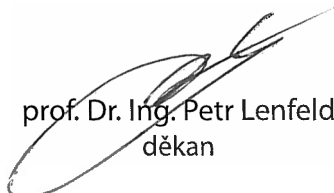
Jiří Bartoš
BK Technic s.r.o.

Datum zadání práce:

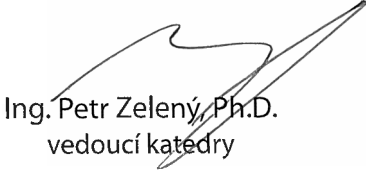
20. listopadu 2019

Předpokládaný termín odevzdání:

20. května 2021


prof. Dr. Ing. Petr Lenfeld
děkan




Ing. Petr Zelený, Ph.D.
vedoucí katedry

V Liberci dne 20. listopadu 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci jsem vypracoval samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Jsem si vědom toho, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má diplomová práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědom následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

14. května 2020


Bc. Martin Pecho

Poděkování

Děkuji především jednatelům firmy BK Technic s.r.o., panu Jiřímu Bartošovi a panu Jindřichu Kubovi za umožnění tohoto projektu a odborné konzultace při jeho řešení. Stejně tak děkuji panu Ing. Petru Zelenému, Ph.D. jako vedoucímu diplomové práce, za odborné rady a vedení. Dále děkuji mé rodině za podporu a trpělivost po celou dobu studia.

Anotace

Diplomová práce se zabývá optimalizací konstrukce dávkovací jednotky pro dávkování vysoce viskózního lepidla. V teoretické části je uveden popis funkce zařízení, jeho začlenění v procesu lepení, průzkum potenciálních řešení a zvolené řešení. Práce obsahuje také výpočtovou zprávu, v níž se nachází výpočet dílů zásadních pro optimalizaci konstrukce zařízení. Součástí diplomové práce je také modelová a výkresová dokumentace pro výrobu a montáž.

Klíčová slova

dávkovač, lepení, pohon, jednoúčelové zařízení, automobil

Annotation

The thesis is focused on optimization of construction of dosing unit for high viscosity adhesive dosing. In theoretical part of thesis is description of dosing systems, their inclusion in the gluing process, exploration of potential solutions and selected solution. Thesis also contains calculation report, where are realized calculations of important components for construction's optimization. A part of thesis is model and drawing documentation for production and mounting.

Keywords

doser, gluing, drive, single-purpose device, automobile

Obsah

Obsah.....	7
Seznam použitých symbolů a zkratek	9
1 Úvod	12
1.1 Cíle diplomové práce	12
2 Seznámení s dávkovacími jednotkami	13
2.1 Princip funkce dávkovacích jednotek	13
2.2 Zařazení dávkovacích jednotek v procesu lepení skel na karoserie automobilů	14
2.2.1 Popis chodu ukázkové lepicí stanice	14
2.2.2 Popis technologie lepení	16
3 Průzkum potenciálních řešení	17
3.1 Analýza výchozího stavu konstrukce dávkovací jednotky	17
3.2 Rozdělení dle druhu pohonu	19
3.2.1 Rotační motory	19
3.2.2 Lineární motory.....	20
3.2.3 Přídavné mechanismy pro změnu otáček	22
3.3 Rozdělení dle druhu pracovního členu	23
3.3.1 Kuličkový šroub	23
3.3.2 Válečkový šroub	24
3.4 Materiály vyráběných dílů	24
3.5 Ostatní kritéria konstrukce.....	25
3.6 Zvolené řešení.....	26
4 Vlastní konstrukce dávkovací jednotky	27
4.1 Dimenzování jednotlivých součástí	27
4.1.1 Návrh kuličkového šroubu [11]	29
4.1.2 Návrh čelního soukolí s přímými zuby	31
4.1.3 Návrh planetové převodovky a servomotoru	36
4.1.4 Návrh ložisek [20].....	37
4.1.5 Výpočet ventilu otevírání/zavírání přívodu lepidla.....	39
4.1.6 Optimalizace dalších stávajících dílů.....	40
4.2 3D model sestavy	43
5 Realizace dávkovací jednotky	46
5.1 Vyráběné součásti.....	47
5.1.1 Příprava výroby	47

5.1.2 Výroba vyráběných součástí.....	47
5.2 Nakupované díly	47
5.3 Montáž dávkovací jednotky	48
5.4 Zprovoznění a testování dávkovací jednotky	48
5.5 Zhodnocení funkčnosti dávkovací jednotky.....	49
6 Ekonomické zhodnocení a přínosy firmě	49
7 Závěr	51
Seznam použité literatury	53
Seznam použitých obrázků.....	55
Seznam tabulek	56
Seznam příloh	56

Seznam použitých symbolů a zkratek

Symbol	Název	Jednotka
a	Osová vzdálenost	[mm]
AGV	Automated Guided Vehicle	
b	Šířka ozubení	[mm]
b	Šířka pera	[mm]
C_0	Základní statická únosnost	[N]
C	Základní dynamická únosnost	[N]
CNC	Computer Numerical Control	
d_m	Průměr roztečné kružnice pastorku uprostřed šířky zubu	[mm]
d_a	Průměr hlavové kružnice	[mm]
d_b	Průměr základní kružnice	[mm]
d_k	Průměr průmětu kuličky	[mm]
d_{pv}	Průměr pneumatického válce	[mm]
d	Průměr roztečné kružnice	[mm]
D	Průměr pístu	[mm]
E	Modul pružnosti	[MPa]
f_H	Pomocný součinitel pro výpočet roztečné kružnice	[-]
F_k	Přípustné axiální zatížení šroubu do vybočení	[N]
F_k	Síla na kuličku	[N]
F_m	Ekvivalentní střední zatížení kuličkového šroubu	[N]
F_r	Radiální síla	[N]
F_t	Obvodová síla	[N]
F_z	Zavírací síla na píst válce	[N]
F	Axiální síla	[N]
h_a	Výška hlavy zubu	[mm]
h	Zdvih pístu	[mm]
h	Výška pera	[mm]
i	Převodový poměr	[-]
I	Kvadratický moment průřezu	[mm ⁴]
k_k	Koeficient závislosti na uložení	[-]
K_A	Součinitel vnějších dynamických sil	[-]

K_{AS}	Součinitel vnějších dynamických sil pro výpočet s ohledem na trvalou deformaci, vznik trhliny nebo křehkého lomu z jednorázového přetížení	[-]
K_F	Součinitel přídatných zatížení (pro výpočet na ohyb)	[-]
$K_{H\alpha}$	Součinitel podílu zatížení jednotlivých zubů (pro výpočet na dotyk)	[-]
$K_{H\beta}$	Součinitel nerovnoměrnosti zatížení zubů po šířce (pro výpočet na dotyk)	[-]
K_{HV}	Součinitel vnitřních dynamických sil (pro výpočet na dotyk)	[-]
K_H	Součinitel přídatných zatížení (pro výpočet na dotyk)	[-]
l_p	Délka pera	[mm]
L_h	Trvanlivost ložiska v provozních hodinách	[h]
L_h	Trvanlivost kuličkového šroubu v provozních hodinách	[h]
L	Délka závitu kuličkového šroubu	[mm]
m	Modul ozubení	[mm]
M_K	Krouticí moment	[Nm]
n_m	Střední otáčky kuličkového šroubu	[min ⁻¹]
n	Otáčky	[min ⁻¹]
NOK	Not Okay	
p_b	Základní rozteč	[mm]
p_D	Dovolený měrný tlak	[MPa]
p	Tlak v materiálové komoře	[MPa]
p	Měrný tlak	[MPa]
p	Pracovní tlak pneumatického válce	[MPa]
P_H	Stoupání kuličkového šroubu	[N]
P	Výkon	[kW]
P	Ekvivalentní střední zatížení ložiska	[N]
PGD	Panoramaglasdach	
R_e	Mez kluzu	[MPa]
R_m	Mez pevnosti	[MPa]
S_{Fmin}	Součinitel bezpečnosti proti vzniku únavového lomu v patě zubu	[-]
S_{Hmin}	Součinitel bezpečnosti proti vzniku únavového poškození boků zubů	[-]
S	Plocha pístu	[mm]

t	Čas	[s]
V_{HV}	Tvrđost povrchu boku zubu	[HV]
V	Dávkovaný objem	[ml]
Y_{FS}	Součinitel tvaru zubu a koncentrace napětí	[-]
Y_{β}	Součinitel sklonu zubu	[-]
Y_{ϵ}	Součinitel vlivu záběru profilu	[-]
z	Počet zubů	[-]
Z_E	Součinitel mechanických vlastností materiálu	[-]
Z_H	Součinitel tvaru spoluzabírajících zubů	[-]
Z_R	Součinitel výchozí drsnosti boků zubů	[-]
Z_{ϵ}	Součinitel součtové délky dotykových křivek boků zubů	[-]
ϵ_{α}	Součinitel trvání záběru	[-]
η	Účinnost	[-]
σ_{Hlim}	Mez únavy v dotyku materiálu ozubeného kola	[MPa]
σ_{HP}	Přípustné napětí v dotyku (přípustný Hertzův tlak)	[MPa]
σ_{H0}	Napětí v dotyku při ideálním zatížení přesných zubů	[MPa]
σ_H	Napětí v dotyku (Hertzův tlak) ve valivém bodě	[MPa]
σ_{Flim}	Mez únavy v ohybu materiálu ozubeného kola	[MPa]
σ_{FP}	Přípustné napětí v ohybu	[MPa]
σ_F	Ohybové napětí v nebezpečném průřezu paty zubu	[MPa]
Ψ_D	Poměr šířky ozubení ke střednímu průměru	[-]

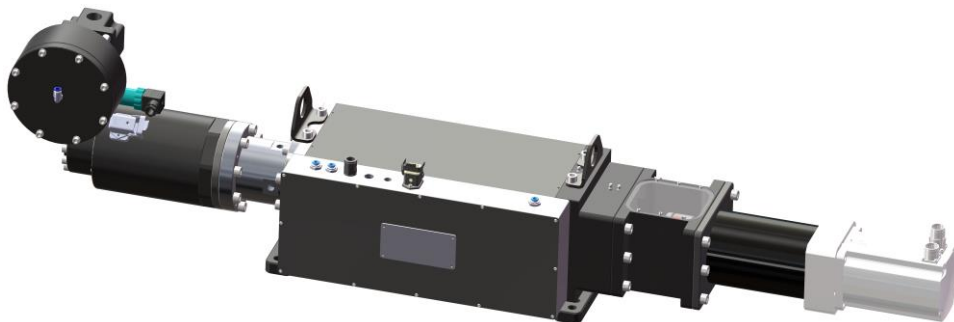
1 Úvod

Dávkovací jednotky se používají v automobilovém průmyslu na montážních linkách automobilů, popř. autodílů. Dávkuje se s nimi vysoce viskózní lepidlo, které je nasáváno ze sudů do aplikační pistole. Proces dávkování a lepení probíhá pod vysokým tlakem, často až 300 bar. Nejčastější je použití při lepení skel na automobily a lepení plastových i kovových dílů karosérií. Linky jsou často automatizované a lepení provádí robot, nebo manipulátor. Ruční lepení je pak v takové lepicí stanici navrženo jako nouzová strategie lepení. Dávkovací jednotky jsou často umístovány stacionárně, kdy je použita tzv. lepicí věž s aplikační pistolí a robot při nanášení lepidla manipuluje s lepeným dílem. Další používanou variantou je nanášení lepidla robotem. Dávkovací jednotka a aplikační pistole jsou připevněny přímo na robotu, což ovšem ovlivňuje jeho dynamiku.

1.1 Cíle diplomové práce

Cílem této diplomové práce je optimalizovat konstrukční řešení dávkovací jednotky, především za účelem snížení hmotnosti a zmenšení rozměrů konstrukce a zvýšení objemu dávkovaného materiálu.

Práce vychází z původního stavu dávkovacích jednotek, které jsou součástí technologie firmy BK Technic s.r.o. Optimalizace konstrukce je provedena ve spolupráci s touto společností. Jednotky jsou vyráběny v několika velikostech, přičemž tato diplomová práce se soustřeďuje pouze na největší a nejpoužívanější z nich. V případě schválení nové konstrukce vedením firmy má být stejná konstrukce, pouze s jinak dimenzovanými jednotlivými součástmi, použita i na ostatní velikosti dávkovacích jednotek. Součástí práce je i realizace v praxi, tedy podíl na zajištění výroby a účast při montáži a testování.



Obrázek 1 – Dávkovač 4011S01

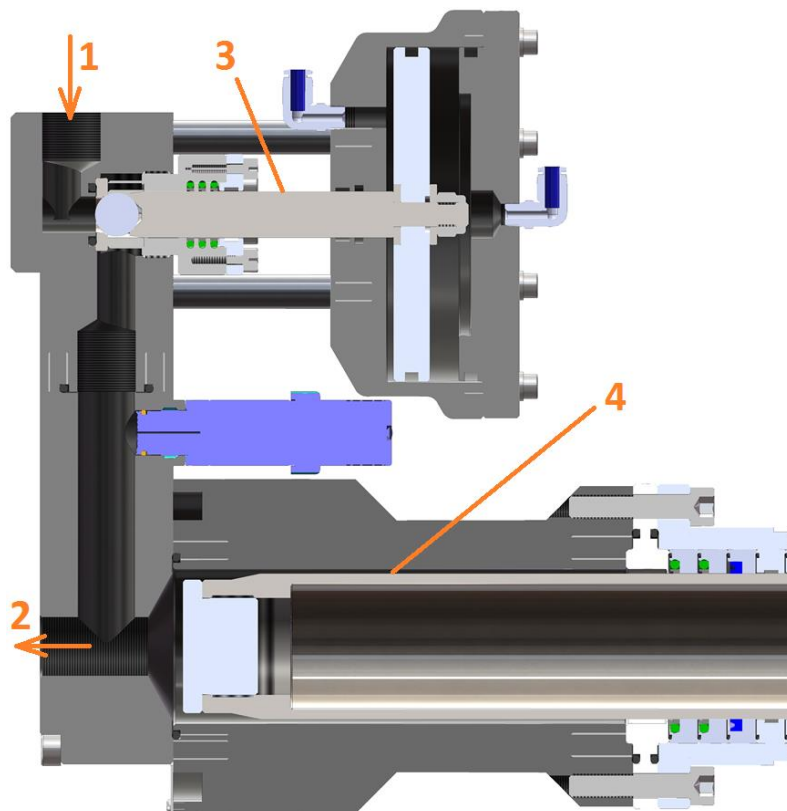
2 Seznámení s dávkovacími jednotkami

Tato kapitola pojednává o dávkovacích jednotkách (dávkovačích) a jejich úloze při lepení skel na karoserie automobilů na montážních linkách v automobilovém průmyslu. Celý proces lepení je zde taktéž popsán.

2.1 Princip funkce dávkovacích jednotek

Dávkovací jednotky jsou vysokotlaká automatická jednoúčelová zařízení, která mají za úkol dávkovat stanovené množství dávkovaného materiálu, ideálně bez změny teploty. Většinou je teplota aplikace vyšší než teplota okolí. V tom případě musí být pracovní prostor válce a přívod a odvod média vyhříván. Dávkovaným materiálem bývá vysoce viskózní lepidlo, popř. tmel. Činnost dávkovače se dá shrnout do čtyř po sobě jdoucích kroků, kdy pracovním členem je vytlačovací píst (4) na obrázku 2:

- 1) Otevření přívodu dávkovaného materiálu z čerpadla
- 2) Nasátí, popř. přetlačení dávkovaného materiálu do pracovního prostoru válce
- 3) Uzavření přívodu dávkovaného materiálu
- 4) Vytlačení dávkovaného materiálu do aplikační pistole



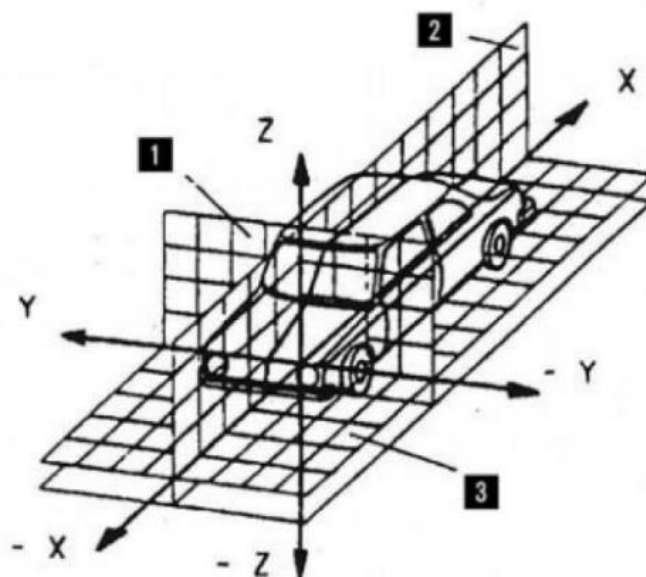
Obrázek 2 – Materiálová komora dávkovače; 1 – přívod lepidla, 2 – odvod lepidla, 3 – jehla otevírání/uzavírání přívodu lepidla, 4 – vytlačovací píst

2.2 Zařazení dávkovacích jednotek v procesu lepení skel na karoserie automobilů

Dávkovače jsou jedním z mnoha jednoúčelových zařízení v procesu lepení skel na karoserie automobilů. Jsou součástí speciálních montážních linek, tzv. lepicích stanic. Z velké většiny se v dnešní době jedná o automatizovaná a robotizovaná pracoviště, kde lidská obsluha plní pouze funkci údržby a dozoru. Tím je myšleno převážně udržování linky v chodu a odstraňování poruch při neplánovaných odstávkách. Často se jedná také o doplňování zásob spotřebních materiálů, popř. odebírání kusů, které jsou vyhodnoceny jako zmetky. Samotný proces lepení však často probíhá automaticky.

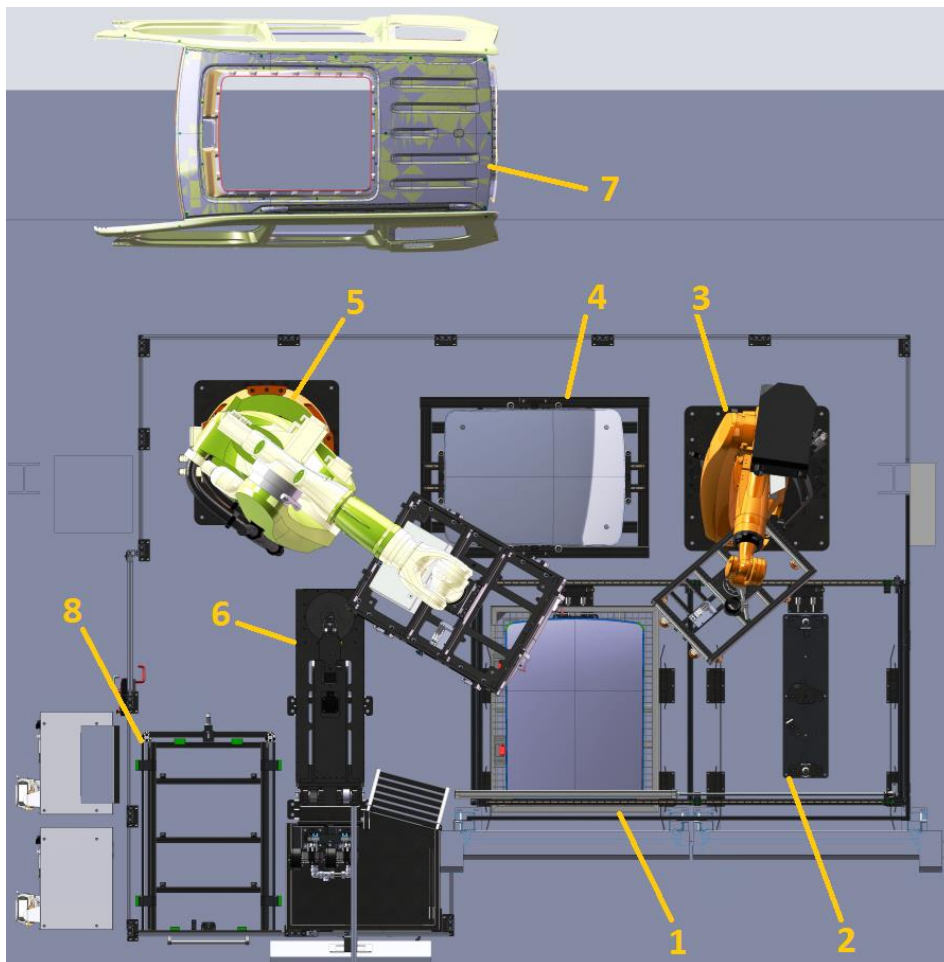
2.2.1 Popis chodu ukázkové lepicí stanice

Ačkoliv skutečnost bývá mnohdy jiná, pro popis chodu lepicí stanice je zde uveden ideální případ z pohledu současného průmyslového trendu. Jinými slovy, práci, kterou mohou konat stroje, konají stroje. Např. zavážení a zakládání polotovaru bývá často za pomoci lidské obsluhy. Stejně tak výměna prázdných sudů s lepidlem za plné. Polotovarem pro lepicí stanici je sklo, hotovým produktem je sklo nalepené na karoserii automobilu. V následujícím odstavci jsou zmíněny osy, které se používají v automobilovém průmyslu. Pro vysvětlení slouží obrázek 3. Osa X je osa ve směru pohybu montážní linky a zároveň ve směru jízdy automobilu. Osa Y je kolmá na osu X v horizontální rovině. Osa Z je kolmá k oběma zmíněným osám, a tudíž má vertikální směr.



Obrázek 3 – Souřadný systém používaný v automobilovém průmyslu [15]

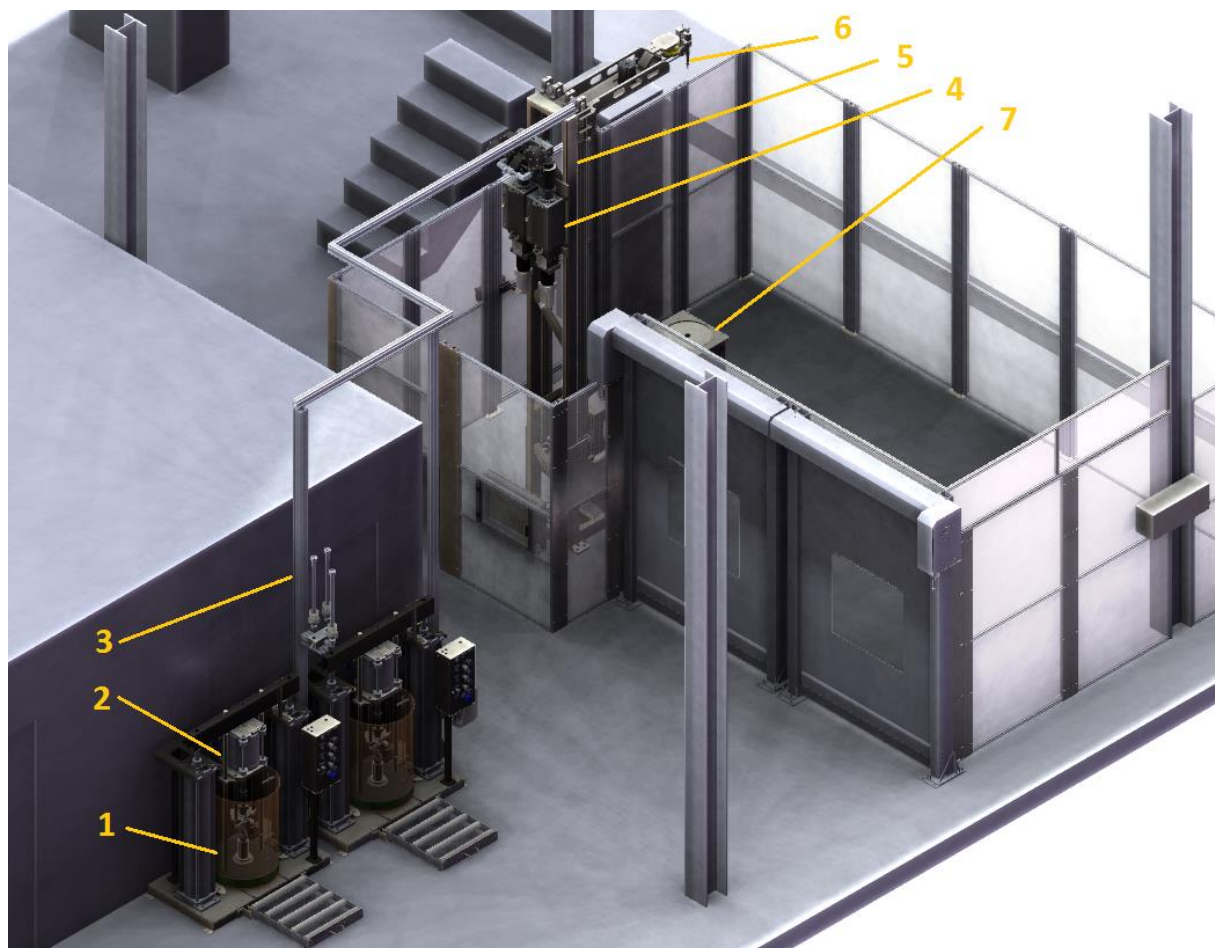
Na obrázku 4 je zjednodušený půdorysný pohled na lepicí stanici PGD. Nejprve je AGV vozíkem přivezena materiálová paleta (1) se zásobou skel na určené místo. Tam je paleta zcentrována v osách X a Y speciálním centrovacím přípravkem (2) a poté odemčena pro odebrání skel. Vstupní manipulátor, popř. robot (3) odebere a založí sklo do centrovacího stolu (4). Následně dojde k vycentrování skla v osách X a Y tak, aby byl robot lepení schopen odebírat ho vždy ve stejné pozici. Z centrovacího stolu je sklo vyjmuto robotem (5), jehož koncovým členem je speciálně tvarovaná úchopná konstrukce, tzv. gripper, který kopíruje vnější tvarové plochy skla. Robot sklo natočí kolmo k trysce aplikační pistole, která je umístěna na lepicí věži (6). Za pohybu robotu je na obvod skla nanášeno lepidlo tak, jak je blíže popsáno v kapitole 2.2.2. Po nanesení lepidla je sklo gripperem robotu přitlačeno na karoserii automobilu (7) potřebnou silou po potřebnou dobu.



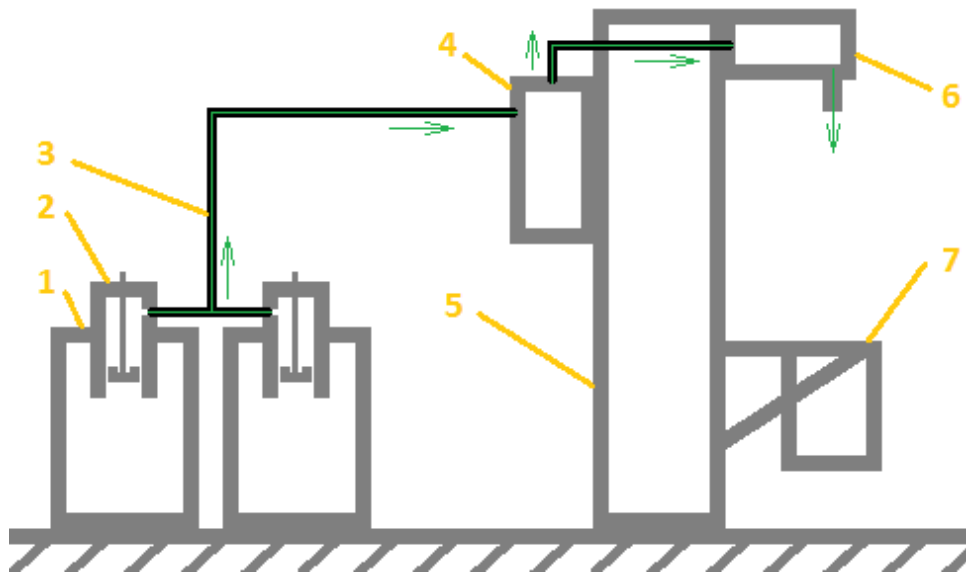
Obrázek 4 – Lepicí stanice PGD; 1 – paleta, 2 – centrování palety, 3 – manipulační robot, 4 – centrovací stůl, 5 – robot lepení, 6 – lepicí věž, 7 – střecha automobilu, 8 – NOK stůl

2.2.2 Popis technologie lepení

Pro popis lepicí technologie je opět zvolena na ukázkou již výše zmíněná lepicí stanice PGD (obrázek 5 a 6). Nanášený materiál, tedy vysoce viskózní lepidlo, popř. tmel, se dodává převážně v sudech (1) o objemu 200 litrů. Ty bývají kvůli zástavbovým možnostem zpravidla umístěny mimo lepicí stanici. Ze sudů je materiál čerpán pístovým čerpadlem (2) a vyhřívanou hadicí míří do dávkovače (4). Tam dojde k otevření přívodu materiálu a píst dávkovače nasaje požadované množství. Přívod materiálu se zavře, materiál je vytlačen pístem a putuje opět vyhřívanou hadicí do aplikační pistole (6). Pistolí je nanesena “houseska” lepidla, nebo tmelu po obvodu skla. Poté už je sklo gripperem přitlačeno na karoserii automobilu, zatímco tryska aplikační pistole je v ofukovacím boxu (7) zbavena zbylého přebytečného materiálu kvůli zabránění znečištění dalšího skla.



Obrázek 5 – Lepicí stanice PGD s lepicí technologií; 1 – sud s lepidlem; 2 – pístové čerpadlo; 3 – vedení pro vyhřívanou hadici a kabely; 4 – dávkovací jednotka; 5 – lepicí věž; 6 – aplikační pistole; 7 – ofukovací box



Obrázek 6 – Schéma lepicí technologie; 1 – sud s lepidlem, 2 – pístové čerpadlo, 3 – vyhřívaná hadice, 4 – dávkovací jednotka, 5 – lepicí věž, 6 – aplikační pistole, 7 – ofukovací box


3 Průzkum potenciálních řešení

V této kapitole je nejprve proveden popis a rozbor výchozí dávkovací jednotky. V dalším kroku jsou prozkoumány a sepsány varianty konstrukce, rozdělení dle různých aspektů, výhody a nevýhody jednotlivých variant a nakonec výběr řešení pro optimalizaci konstrukce.

3.1 Analýza výchozího stavu konstrukce dávkovací jednotky

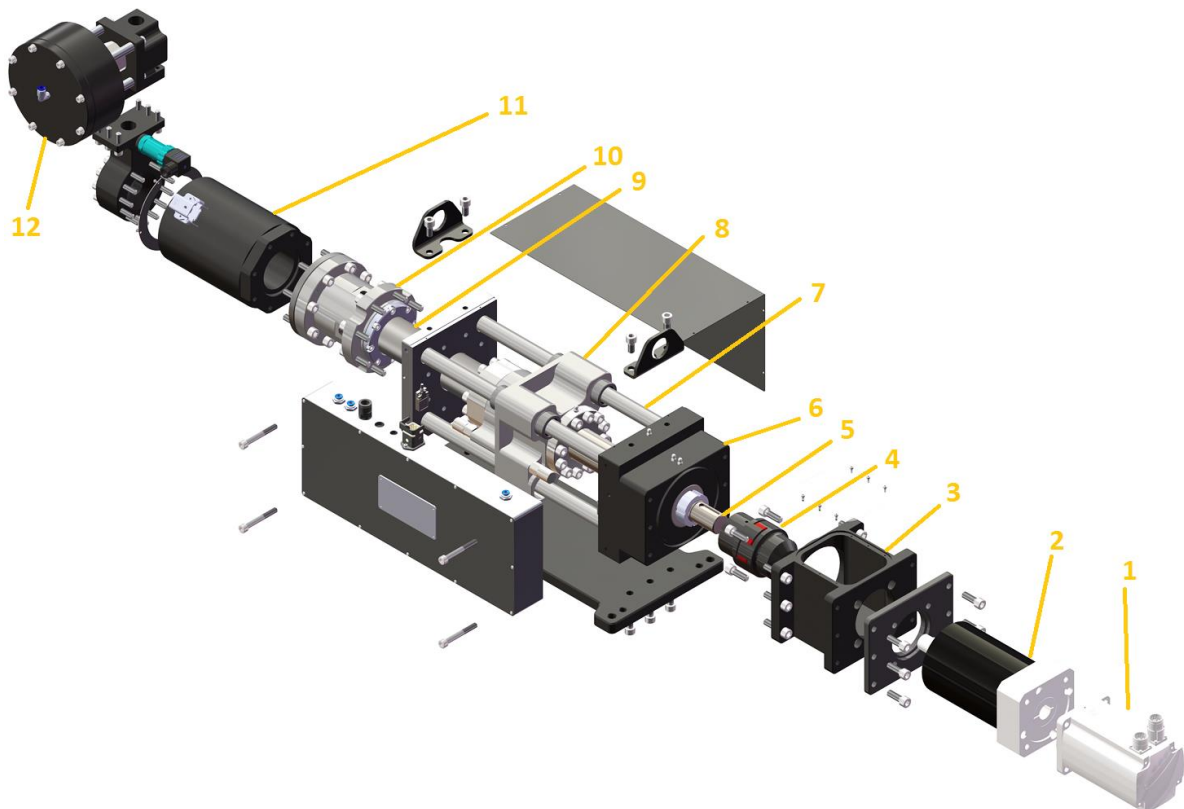
Největší a zároveň nejpoužívanější dávkovač 4011S01 firmy BK Technic s.r.o. je schopen dávkovat objem 450 ml s maximálním výstupním tlakem 300 bar. Veškeré důležité údaje jsou uvedeny v Tabulce 1.

Tabulka 1 – Technické údaje dávkovače 4011S01

Dávkovač 4011S01	Technické údaje	
	Maximální objem jedné dávky [ml]	450
	Maximální výstupní tlak [bar]	300
	Jmenovité otáčky servomotoru [min ⁻¹]	4000
	Nominální průtok [l/min]	0,6
	Zdvih pístu [mm]	160
	Stoupání kuličkového šroubu [mm]	10
	Vytlačený objem na otáčku [ml]	28
	Rozměry [mm]	1440 x 360 x 300
	Hmotnost [kg]	83

Dávkovač 4011S01 je zobrazen na obrázku 7. Pohon dávkovače zodpovídá za přenos krouticího momentu a rotačního pohybu. Je tvořen elektrickým servomotorem (1) s absolutním enkodérem a planetovou převodovkou (2). Výstupní hřídel planetové převodovky je spojena pomocí pružné spojky (4) s kuličkovým šroubem (5), kterým je převáděn rotační pohyb na lineární. Kuličkový šroub je letmo uložen v axiálním kuličkovém ložisku, dvouřadém radiálním kuličkovém ložisku a axiálním jehlovém ložisku. Na šroubu je kuličková matice, která je spojena s pohyblivou přírubou (8). Pro větší přesnost je příruba opatřena pouzdry a pohybuje se po vodících tyčích (7). Na druhý konec pohyblivé příruby je přišroubována příruba duté pístní tyče (9). Pístní tyč je uložena v domku se sadou těsnění a díky otáčení kuličkového šroubu koná spolu s kuličkovou maticí a přírubami lineární pohyb.

Dutá pístní tyč spolu se zašroubovanou zátkou na jejím konci tvoří koncový (pracovní) člen, materiálový píst. Ten slouží k nasátí materiálu do pracovního prostoru materiálového válce (11) a k následnému vytlačení mimo dávkovací jednotku, tedy do aplikační pistole. Před zahájením nasávání musí dojít k otevření přívodu materiálu. Při vytlačování materiálu musí být jeho přívod uzavřen. To je provedeno pneumaticky ovládaným pomocným pístem (12), jenž je spojen s jehlou, která otevírá a uzavírá kanál průchodu materiálu.



Obrázek 7 – Rozpad dávkovače 4011S01; 1 – elektrický servomotor, 2 – planetová převodovka, 3 – příruba spojky, 4 – spojka, 5 – hřídel kuličkového šroubu, 6 – příruba ložisek, 7 – vodící/spojovací tyč, 8 – pohyblivá příruba s kuličkovou maticí, 9 – dutá pístní tyč, 10 – domek těsnění, 11 – materiálový válec, 12 – válec a ventil otevírání/uzavírání přívodu materiálu

3.2 Rozdělení dle druhu pohonu

Pohonem se rozumí zařízení, které uvádí mechanismus do pohybu, tedy motor s převodovým ústrojím. Pohony lze rozdělit dle druhu pracovního pohybu na rotační a lineární. U rotačních pohonů je při aplikaci na dávkování nutné dále převést otáčivý pohyb na posuvný, což se dá realizovat mnoha způsoby. U lineárních pohonů tato nutnost odpadá.

3.2.1 Rotační motory

Elektrický servomotor

Elektrické servomotory se u dávkovačů používají velmi často. V porovnání s jinými motory nabízejí vysokou přesnost řízení polohy. Jsou ideální z hlediska polohování i mimo koncové polohy provázaných pracovních členů. Píst dávkovače se tak dá s vysokou přesností zastavit i mimo úvratě, čímž je regulováno dávkované množství. Další výhodou je možnost momentového přetížení. Mezi nevýhody lze zařadit

skutečnost, že v aplikaci na dávkovací jednotky je potřeba převést rotační pohyb na lineární, který je relativně pomalý. Servomotory mívají nominální otáčky běžně kolem 3000 1/min a při jejich poklesu narůstá krouticí moment, což je u servomotoru nežádoucí. Proto je rotační motory vhodné použít v kombinaci s převodovkami a jinými mechanismy pro změnu otáček.



Obrázek 8 – Servomotor SCHNEIDER BMH [16]

3.2.2 Lineární motory

Pneumatický a hydraulický motor

Přímočaré pneumatické válce jsou jako pohony dávkovačů vhodné především z hlediska vykonávání přímočarého pohybu. Pohon tak zároveň plní funkci pracovního členu, díky čemuž odpadá použití jiných přídatných zařízení pro převod druhu pohybu, nebo pro změnu otáček. Na pístnici přímočarého pneumatického válce lze přímo připevnit koncový člen (píst). Jejich aplikace je vhodná především na menší a středně velké dávkovače, kde postačí maximální posuvové síly o velikostech do 48 kN. Takováto posuvová síla je však na úkor velkých rozměrů válce. Mezi další nevýhody patří menší přesnost polohování. Např. firma Festo [9] uvádí 1,1 % z rozsahu zdvihu při zdvizích do 500 mm. Výhodou je možnost využití rozvodů stlačeného vzduchu v podnikových výrobních halách.

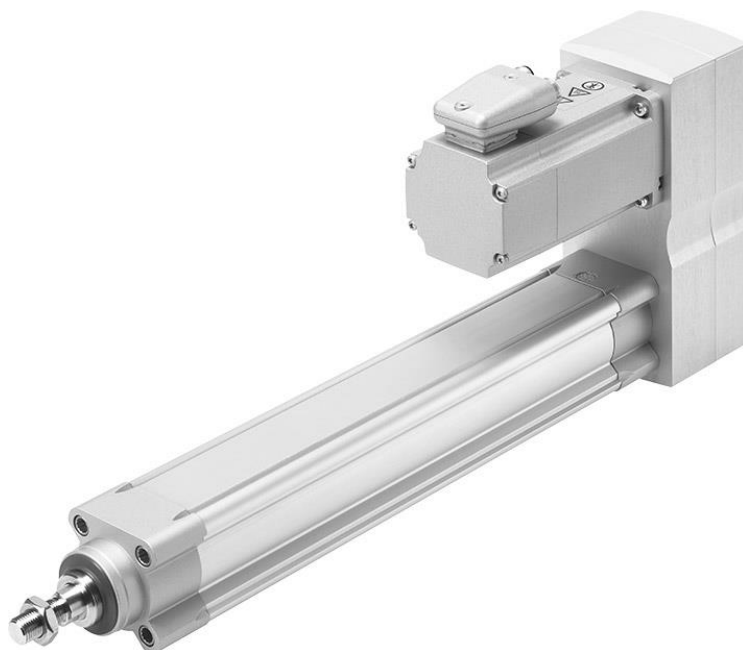


Obrázek 9 – Pneumotor Festo DSBG, Hydromotor Parker HMI [9], [17]

Princip fungování hydraulických válců je obdobný jako u pneumatických. Médiem však není stlačený vzduch, ale vhodná hydraulická kapalina. Při zachování rozměrů hydraulické válce v porovnání s pneumatickými pracují s mnohonásobně vyššími tlaky, tím pádem i s většími silami, což je pro aplikaci na dávkovače vhodné. Velkou nevýhodou je však nutnost hydraulického agregátu, který zahrnuje motor, čerpadlo, nádrž, chladič oleje a mnoho dalších zařízení. S tím přímo souvisí vysoké pořizovací i provozní náklady a složitější údržba. [12]

Elektromechanický válec

Elektromechanické válce jsou alternativou k válcům pneumatickým a hydraulickým. Elektromechanickým válcem se rozumí mechanická přímočará jednotka s pohybovou tyčí. Pohon obsahuje elektricky poháněné vřeteno, které převádí rotační pohyb motoru na přímočarý pohyb tyče. Výhodou jsou velké pracovní zdvihy s možností zastavení s přesností do 1 mm [10], dlouhá doba životnosti a velmi jednoduchá údržba. Nevýhodné jsou při aplikaci v dávkovačích malé posuvové síly, jejichž špičkové hodnoty se pohybují maximálně do 24 kN. To je dostačující pouze pro menší velikosti dávkovačů, kde je menší plocha materiálového pístu, tedy i menší potřebná síla na píst při zachování tlaku.



Obrázek 10 – Elektromechanický válec Festo ESBF se servomotorem a řemenovým převodem [9]

3.2.3 Přídavné mechanismy pro změnu otáček

Planetová převodovka

Planetové převodovky zastávají u dávkovačů časté využití, a to převážně díky svým malým rozměrům, možnosti dosažení vysokého převodového poměru, dlouhé životnosti, vysoké účinnosti a přesnosti. Protože se jedná o uzavřený řetězec ozubených kol, planetové převodovky musí splňovat složitější montážní podmínky, než je tomu u otevřených řetězců. To znamená komplikovanější výrobu, s čímž souvisí i vyšší pořizovací náklady. Nejčastější je kombinace planetových převodovek s elektrickými servomotory.

Ozubené soukolí

Čelní ozubená soukolí dokážou přenášet poměrně velká zatížení s účinností až 98 %. Roztečnými průměry ozubených kol je pevně definovaná osová vzdálenost a převodový poměr. V případě šikmých zubů je výhodou vyšší únosnost, plynulejší a tišší chod a delší trvání záběru. Nevýhodou je vznik axiálních sil. Při použití ozubených kol s přímými zuby je výhodou nízká cena a nevýhodou vyšší hlučnost. [7]

Řemenový převod

Dalším vhodným mechanismem pro přenos výkonu, změnu otáček, a tudíž i krouticího momentu, je řemenový převod. Vyznačuje se vysokou účinností (až 99 %), malými rozměry a výrobní jednoduchostí. Výhodou je také nastavitelnost osové vzdálenosti mezi hnací a hnanou řemenicí. Častější je použití ozubených řemenů, kde probíhá přenos síly převážně tvarovým stykem a které pracují bez skluzu. Tím zajišťují konstantní převodový poměr. Ten se doporučuje volit maximálně 1:8. [6]

3.3 Rozdělení dle druhu pracovního členu

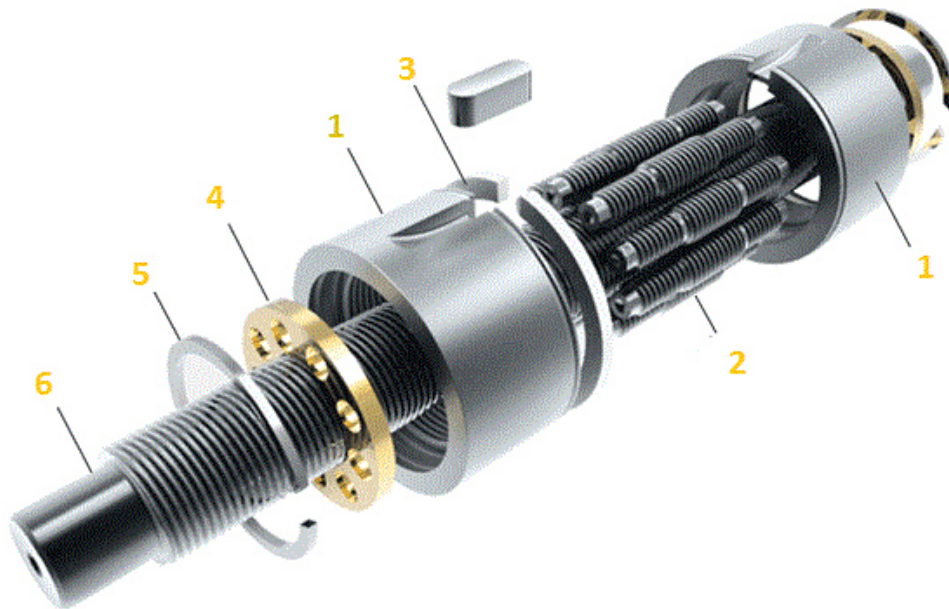
Za předpokladu použití lineárního motoru je jeho pístnice zároveň pracovním členem dávkovače, neboť koná přímočarý pohyb a je přímo spojena s pístem. V případě použití rotačního motoru je však potřeba převést rotační pohyb na lineární, což může být provedeno různými způsoby. Obecně k tomuto účelu může posloužit např. klikový, vačkový, nebo kulisový mechanismus. U zmíněných mechanismů je ovšem celý zdvih pístu vykonán za jednu otáčku hnacího hřídele mechanismu, což vzhledem k době trvání vytlačování lepidla znamená velmi nízké otáčky. Jako mnohem vhodnější se jeví použití tzv. pohybových šroubů, kde je zdvih dán počtem otočení šroubu a jeho stoupáním. Dají se použít šrouby trapézové, kuličkové, nebo válečkové. Trapézové šrouby jsou samosvorné, mají tedy vyšší nároky na krouticí moment. Jejich účinnost se pohybuje do 50 % a obecně v porovnání s kuličkovými, potažmo s válečkovými šrouby, mají nižší únosnost. V následujících podkapitolách jsou tedy popsány blíže jen kuličkové a válečkové šrouby.

3.3.1 Kuličkový šroub

Kuličkový šroub využívá k přenosu výkonu valivých tělísek (kuliček) mezi závitů šroubu a matice. Valivým pohybem je výrazně sníženo tření mezi maticí a hřídelí šroubu. Zároveň je potřeba menší krouticí moment, protože kuličkový šroub není samosvorný. V závislosti na dané aplikaci jsou možné vysoké posuvové rychlosti až 2 m/s, kdy zdvihy mohou dosahovat i přes 10 m [11]. Stoupání se běžně pohybuje od 5 do 40 mm a základní dynamická únosnost v řádu desítek tisíc Newtonů. Mezi další klady patří vysoká účinnost (přes 90 %) a vysoká tuhost, která se dá ještě zvýšit použitím předepnuté matice.

3.3.2 Válečkový šroub

Válečkové šrouby pracují na stejném principu jako kuličkové šrouby. Mezi závity šroubu a matice se však nachází válečky se závity. Vzniká tak mnohem více kontaktních bodů na stejný prostor oproti použití kuliček. U kuličkového šroubu většinou dochází ke kontaktu sousedních kuliček, a tudíž k jejich zahřívání a opotřebovávání. Planetární uložení válečků tento problém mezi sousedícími válečky nevykazuje, a navíc je tak dosaženo vyšší tuhosti. Válečkové šrouby obecně mají při stejných zástavbových rozměrech několikanásobně delší životnost než kuličkové šrouby. Další výhodou pro aplikaci na dávkovač je možnost jemnějšího stoupání. Nevýhodou je však složitější výroba, tudíž i vyšší pořizovací náklady. [13]



Obrázek 11 – Válečkový šroub; 1 – dělená matice, 2 – válečky se závity, 3 – vymezovací kroužek, 4 – planetární uložení válečků, 5 – přídržný prstenec, 6 – hřídel válečkového šroubu [18]

3.4 Materiály vyráběných dílů

Obecně je snaha používat co nejvíce normalizovaných, popř. jiných nakupovaných součástí. U tak specifického jednoúčelového zařízení, jako je dávkovač, je však nutné značnou část konstrukce navrhnout ze speciálních komponent. Důraz je kladen především na funkčnost, tedy vyhovující mechanické, fyzikální a technologické vlastnosti, při co nejnížší ceně materiálu a jeho zpracování. Každá část dávkovače má své konkrétní nároky. Například součásti, k nimž se dostane lepidlo, musejí být navrženy tak, aby vydržely tlak a teplotu při jeho nasávání a vytlačování. Většina dílů je obráběná

a ty, u kterých není vize v úspoře rozměrů a hmotnosti, mohou být vyráběny z běžně dostupných a používaných materiálů, jimiž jsou nejčastěji různé oceli, slitiny hliníku a plasty. V některých případech ovšem stojí za úvahu použití např. kompozitních materiálů se srovnatelnými, ideálně ještě příznivějšími vlastnostmi. Cílem je snížení hmotnosti, čehož by se dalo dosáhnout použitím materiálu s nižší hustotou, popř. materiálu s lepšími mechanickými vlastnostmi a obdobnou obrobiteľnosťou s tím, že by ho nebyl takový objem. Je to však téměř vždy malá úspora na úkor vyšší ceny.

Nejtěžším vyráběným dílem je příruba ložisek, kde je ovšem vidět předimenzovanost a předpokládá se výrazný zásah do její konstrukce. Další masivní součástí je materiálová komora, která je tak robustní především kvůli vysokým tlakům, kterým musí odolávat. Zároveň je i poměrně složitá na výrobu, jelikož zahrnuje jak soustružení, tak frézování. Obsahuje kapsy na výhřevné patrony, proto materiál komory musí mít dobrou teplotní vodivost.

3.5 Ostatní kritéria konstrukce

Ostatní kritéria konstrukce dávkovače se odvíjejí od specifických požadavků každé konkrétní aplikace. Dle velikosti skel, na která se nanáší lepidlo, se určuje potřebný dávkovaný objem a průtok, tedy i velikost dávkovače. Stávající dávkovače jsou vyráběny ve třech velikostech rozlišených maximálním objemem jedné dávky (10 ml, 125 ml, 450 ml). V případě, že je požadovaný objem jedné dávky vyšší, používají se dva stejné dávkovače v tandemu.

Dále se konstrukce dávkovačů liší podle druhu aplikovaného materiálu. Tím bývá vysoce viskózní jednokomponentní lepicí tmel na bázi polyuretanu, nebo dvoukomponentní lepidlo. U jednosložkového tmelu stačí zpravidla jeden dávkovač, popř. dva stejné dávkovače v tandemu. Při aplikaci dvousložkového, popř. jednosložkového materiálu v kombinaci s vytvrzovacím urychlovačem, je potřeba obě složky smísit. Používají se tedy opět dva dávkovače, které dávkují dané složky v požadovaném poměru. Taktéž by bylo možné upravit konstrukci a použít jen jeden dávkovač, který by byl schopen dávkovat obě složky současně.

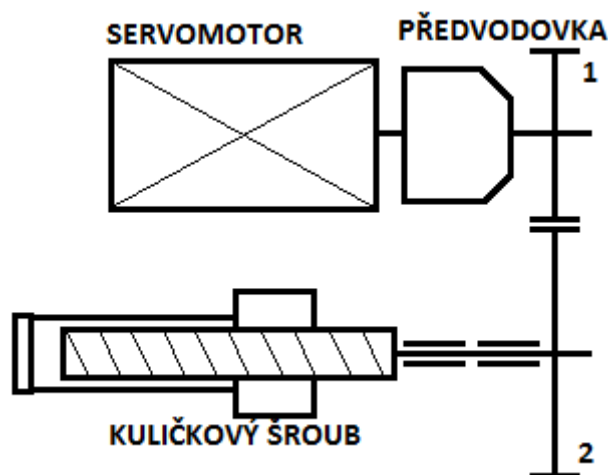
S aplikovaným materiálem přímo souvisí použitá těsnění. Pro každý tmel je po letech zkušeností používána jiná sada těsnění. Nejčastěji se pro těsnění používají materiály jako PTFE, PUR, nebo XH-PUR. Jsou dvě možnosti jejich umístění. Buď přímo na píst (pohybují se s pístem), nebo v přírubě (nepohybují se s pístem). Při umístění

těsnění na píst se ovšem při stoupajícím tlaku snižuje mazací schopnost. Tím narůstá otěr, dochází k místnímu přehřátí a rychlejšímu opotřebení. [14]

3.6 Zvolené řešení

Nejprve bylo třeba rozhodnout o objemu jedné dávky. Ten byl stanoven na přibližně 750 ml. Ze vzorce pro objem vyplývá, že pro navýšení objemu se nabízejí dvě možnosti. Zvětšení průřezu pístu a prodloužení jeho zdvihu. Z průřezu pístu a tlaku v materiálovém válci je možné spočítat sílu, která působí na píst a která je zároveň axiální silou působící na pohybový šroub. Zvětšení průřezu však nepřipadalo v úvahu, protože by tím výrazně vzrostla síla. Naopak byla zvažována změna průměru pístu z 60 mm na 50 mm. Tím, že axiální síla se mění s kvadrátem průměru pístu, by taková změna zapříčinila přibližně o třetinu menší sílu. To by ovšem znamenalo také delší zdvih a celkové prodloužení dávkovače. Proto byl nakonec ponechán stávající průměr 60 mm a vyššího dávkovaného objemu bylo dosaženo zvětšením zdvihu pístu ze 160 mm na 270 mm. Tyto hodnoty byly použity v rovnicích (1) a (2) pro návrh kuličkového šroubu.

Z vypočtené axiální síly, zdvihu pístu a dalších zadaných a zvolených hodnot byly vypočteny parametry pro volbu pohybového šroubu. U firmy SKF byly poptány válečkové šrouby různých průměrů a stoupání, které měly vyhovovat z hlediska životnosti (viz Příloha 1). Ve skutečnosti nakonec vyhovovaly pouze 2 ze 4 nabízených produktů. Původně bylo zamýšleno použít válečkový šroub menšího průměru a s menším stoupáním, což by umožnilo použít menší převodovku a celkově zmenšit rozměry dávkovače. Zároveň by to však znamenalo vyšší počet otočení šroubu na vykonání stejného zdvihu. Trvanlivost pohybového šroubu klesá s počtem jeho otočení. Pro porovnání k vyhovujícímu kuličkovému šroubu, válečkový šroub s dostačující dynamickou únosností by měl průměr 39 mm, stoupání 5 mm a byl by za dvojnásobnou cenu. Válečkový šroub o průměru 50 mm a se stoupáním 2 mm je dokonce trojnásobně dražší. Také doba dodání válečkových šroubů, v jednom případě 9, ve druhém 20 týdnů, je oproti době dodání kuličkového šroubu (5 týdnů) mnohem delší (viz Příloha 2). Po prodiskutování cenových nabídek bylo ve firmě BK Technic s.ro. rozhodnuto o ponechání kuličkového šroubu z důvodu nepříznivých cen a dlouhých dodacích termínů válečkových šroubů. Jedná se tedy o kuličkový šroub o průměru 50 mm a stoupání 10 mm.



Obrázek 12 – Schéma pohonu dávkovače

Zásadní změna se týká umístění pohonu. U výchozího dávkovače 4011S01 jsou motor, převodovka a kuličkový šroub umístěny v jedné ose. Pro zkrácení délky byl zvažován řemenový převod a převod ozubenými koly, kde je zároveň možné zredukovat převodový poměr, což by znamenalo menší planetovou převodovku a čímž by zároveň zmizela spojka a její příruba. Protože byl nakonec ponechán kuličkový šroub se stoupáním 10 mm, krouticí moment na kuličkovém šroubu není nižší, jak se původně předpokládalo. Po předběžném návrhu bylo zjištěno, že řemenový převod pro přenos takového krouticího momentu by způsoboval příliš velké radiální síly (až 4500 N), což by znamenalo speciální, příliš rozměrnou převodovku pro větší radiální zatížení a také složitější uložení hřídele kuličkového šroubu. Proto byl zvolen převod ozubenými koly, který přeneše řádově vyšší krouticí momenty a způsobuje v tomto případě téměř 10x menší síly na hřídele (viz Příloha 3).

4 Vlastní konstrukce dávkovací jednotky

Tato kapitola zahrnuje výpočtovou část diplomové práce, kde je proveden návrh a kontrola některých součástí, optimalizace dílů výchozí konstrukce a zobrazení nového optimalizovaného 3D modelu dávkovače.

4.1 Dimenzování jednotlivých součástí

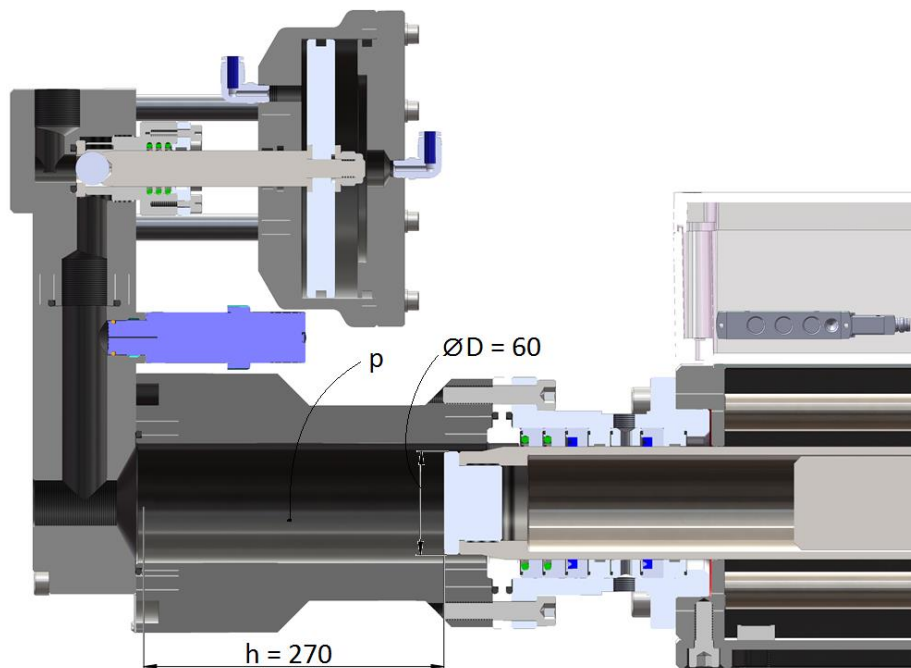
V praxi bývá takt lepicí stanice většinou od 60 do 120 sekund. Pro výpočet se uvažuje takt 80 sekund, přičemž dávkovač pracuje jen část z celkové doby. Na základě měření doby nasávání (zpětný chod) a vytlačování (dopředný chod) lepidla byla pro přehlednost vypracována tabulka časů, kdy a při jakých hodnotách dávkovač pracuje.

Měření proběhlo dne 11.2.2020 ve firmě ŠKODA AUTO a.s., kde byl takt linky 80 sekund. Protože nyní je delší zdvih, doba nasávání bude delší než u dávkovače 4011S01. Zatímco hodnoty pro původní dávkovač jsou přímo z praxe, hodnoty pro nový dávkovač jsou pouze teoretické. Nasávání se uvažuje při nominálních otáčkách motoru 4000 min^{-1} , kdy je průtok maximální. Vytlačování se uvažuje za stejného průtoku, jako u dávkovače 4011S01. Rychlost dávkování přímo souvisí s rychlostí robotu, který manipuluje se sklem, na které je lepidlo nanášeno. Nepředpokládá se, že by se doba vytlačování měla zkracovat. Dávkovač s vyšším objemem bude používán především tam, kde takový objem dává smysl a je nutné předpokládat, že více materiálu se vytlačuje delší dobu a doba taktu bude delší. Nový dávkovač, který je navrhován v této diplomové práci, má označení 4101S01.

Tabulka 2 – Porovnání původního a nového dávkovače

Dávkovač	4011S01 (původní)	4101S01 (nový)
Dávkovaný objem [ml]	450	750
Doba nasávání [s]	9,5	16
Při otáčkách motoru [min^{-1}]	4000	4000
Při průměrném tlaku v komoře [bar]	100	100
Doba vytlačování [s]	19	32
Při otáčkách motoru [min^{-1}]	1981	1943
Při průměrném tlaku v komoře [bar]	200	200
Celkový takt linky [s]	80	80

4.1.1 Návrh kuličkového šroubu [11]



Obrázek 13 – Výchozí rozměry pro výpočet kuličkového šroubu

Při návrhu kuličkového šroubu jsou hodnoty při nasávání označeny indexem 1 a hodnoty při vytlačování indexem 2.

Plocha pístu:

$$S = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 60^2}{4} = 2\,827,4 \text{ mm}^2 \quad (1)$$

Dávkovaný objem:

$$V = S \cdot h = 2827,4 \cdot 270 = 763\,398 \text{ mm}^3 = 763 \text{ ml} \quad (2)$$

Teoretická průměrná axiální síla při nasávání:

$$F_1 = p_1 \cdot S = 20 \cdot 2827,4 = 56\,548 \text{ N} \quad (3)$$

Teoretická průměrná axiální síla při vytlačování:

$$F_2 = p_2 \cdot S = 10 \cdot 2827,4 = 28\,274 \text{ N} \quad (4)$$

Maximální síla:

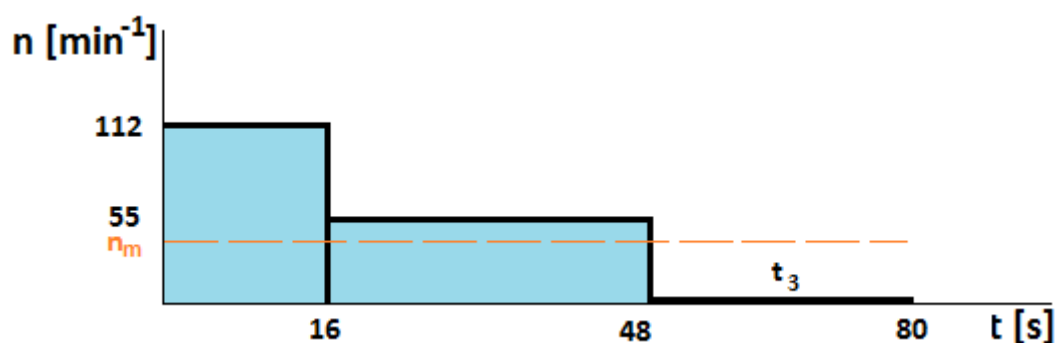
$$F_{1\max} = p_{\max} \cdot S = 30 \cdot 2827,4 = 84\,822 \text{ N} \quad (5)$$

Tabulka 3 – Pracovní cyklus dávkovače

	p_i [MPa]	t_i [s]	F_i [N]	n_i [min ⁻¹]
Nasávání	10	16	28274	112
Vytlačování	20	32	56548	55
Zbytek cyklu (šroub se neotáčí)	-	32	0	0

Střední otáčky:

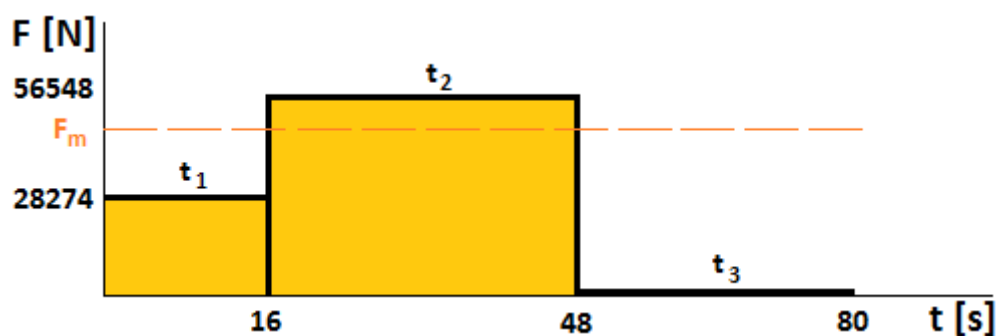
$$n_m = \sum_{i=1}^x n_i \cdot \frac{t_i}{100} = 112 \cdot \frac{16}{80} + 55 \cdot \frac{32}{80} + 0 \cdot \frac{32}{80} = 44,4 \text{ min}^{-1} \quad (6)$$



Obrázek 14 – Střední otáčky kuličkového šroubu

Ekvivalentní střední zatížení šroubu:

$$F_m = \sqrt[3]{\sum_{i=1}^x F_i^3 \cdot \frac{n_i \cdot t_i}{n_m \cdot 100}} = \sqrt[3]{28274^3 \cdot \frac{112 \cdot 16}{80 \cdot 44,4} + 56548^3 \cdot \frac{55 \cdot 32}{80 \cdot 44,4}} = 46\,570 \text{ N} \quad (7)$$



Obrázek 15 – Ekvivalentní střední zatížení kuličkového šroubu

Dle cenové nabídky od firmy KSK Precise Motion, a. s. (viz Příloha 2) byl zvolen kuličkový šroub s parametry viz Tabulka 4.

Tabulka 4 – Parametry kuličkového šroubu

Průměr [mm]	50
Stoupání [mm]	10
Základní dynamická únosnost [N]	130 000
Základní statická únosnost [N]	437 000
Délka závitu [mm]	400
Celková délka šroubu [mm]	600
Délka matice [mm]	142

Trvanlivost kuličkového šroubu:

$$L_h = \left(\frac{C}{F_m}\right)^3 \cdot \frac{10^6}{n_m \cdot 60} = \left(\frac{130000}{46570}\right)^3 \cdot \frac{10^6}{44,4 \cdot 60} = 8\,165 \text{ h} \quad (8)$$

Průměrný potřebný krouticí moment:

$$M_k = \frac{F_m \cdot P_h}{2000 \cdot \pi \cdot \eta_s} = \frac{46570 \cdot 10}{2000 \cdot \pi \cdot 0,88} = 84,23 \text{ Nm} \quad (9)$$

Kontrola vzpěrné tuhosti:

$$F_{kmax} = \frac{0,5 \cdot k_k \cdot \pi^2 \cdot E \cdot I}{L^2} = \frac{0,5 \cdot 0,25 \cdot \pi^2 \cdot 210000 \cdot \frac{\pi \cdot 50^4}{64}}{400^2} = 497\,000 \text{ N} \quad (10)$$

$$F_{kmax} = 497\,000 \text{ N} > F_{1max} = 84\,822 \text{ N} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

4.1.2 Návrh čelního soukolí s přímými zuby

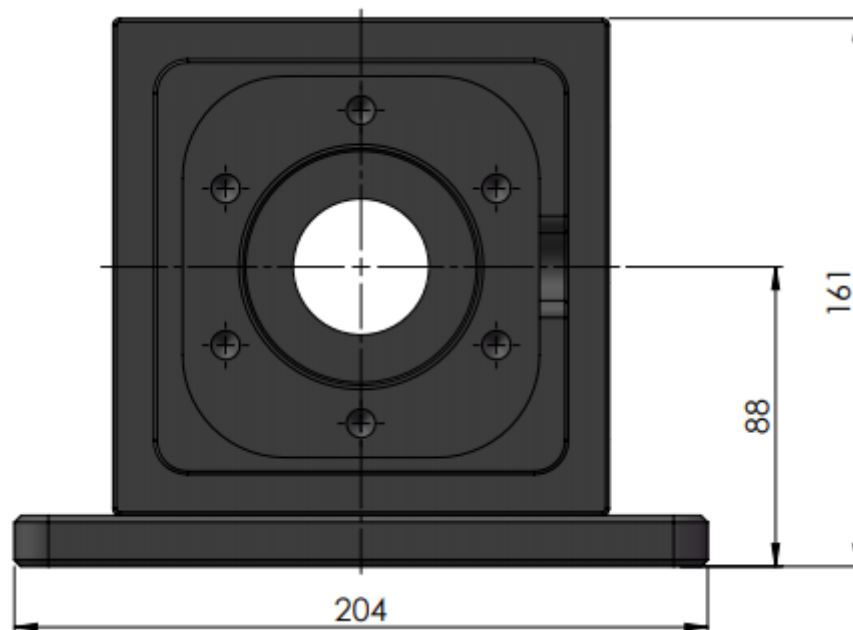
Při návrhu čelního soukolí s přímými zuby se vycházelo z potřebného přenášeného krouticího momentu, přibližného potřebného převodového poměru a přibližné osové vzdálenosti, která byla dána především rozměry dílů, nad kterými je nově umístěn servomotor s převodovkou, tedy příruby ložisek a pohyblivé příruby s vedením. Celkový převodový poměr má být kolem 40. Předběžně se počítá s planetovou převodovkou s převodovým poměrem 25, z čehož vyplývá přibližný potřebný převodový poměr počítaného ozubeného soukolí 1,6. Základní parametry, jako modul, počet zubů a maximální přípustný krouticí moment, byly pro přehled před samotným návrhovým výpočtem prozkoumány v katalogu firmy MÄDLER GmbH [19]. Dle toho bylo zvoleno ozubené soukolí viz Tabulka 5.

Maximální krouticí moment na hnaném kole:

$$M_{kmax} = \frac{F_{1max} \cdot P_h}{2000 \cdot \pi \cdot \eta_s} = \frac{84822 \cdot 10}{2000 \cdot \pi \cdot 0,88} = 153,4 \text{ Nm} \quad (11)$$

Maximální možný průměr hnaného kola vzhledem k rozměrům dávkovače:

$$d_{a2max} \cong 160 \text{ mm}$$



Obrázek 16 – Rozměry příruby ložisek a montážní desky

NÁVRHOVÝ VÝPOČET [8]:

Z katalogu firmy Haberkorn s.r.o. byla zvolena ozubená kola s parametry viz Tabulka 5.

Tabulka 5 – Základní parametry ozubených kol pro výpočet

	Pastorek (1)	Kolo (2)
z [-]	37	60
m [mm]	2,5	
d [mm]	92,5	150
b [mm]	25	
Materiál	12 051	
Zuby	Indukčně kaleny na 50 HRC	
σ_{Hlim} [MPa]	1140	
σ_{Flim} [MPa]	390	
R_e [MPa]	640	
R_m [MPa]	390	
V_{HV} [MPa]	600	

Průměr roztečné kružnice pastorku:

$$d_1 = f_H \sqrt[3]{\frac{K_H \cdot M_{K1}}{\psi_D \cdot \sigma_{HP}^2} \cdot \frac{i_{1,2} + 1}{i_{1,2}}} \quad (12)$$

$$f_H = 770$$

$$\psi_D = 0,6$$

$$K_H = K_A \cdot K_{H\beta} = 1,25 \cdot 1,04 = 1,3 \quad (13)$$

$$\sigma_{HP} = 0,8 \cdot \sigma_{Hlim} = 0,8 \cdot 1140 = 912 \text{ MPa} \quad (14)$$

$$i_{1,2} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{60}{37} = 1,622 \quad (15)$$

$$M_{K1max} = \frac{M_{k2max}}{i_{1,2} \cdot \eta_{1,2}} = \frac{153,4}{1,622 \cdot 0,98} = 96,5 \text{ Nm} \quad (16)$$

$$d_{m1} = 770 \cdot \sqrt[3]{\frac{1,3 \cdot 96,5}{0,6 \cdot 912^2} \cdot \frac{1,622 + 1}{1,622}} = 57 \text{ mm} \quad (17)$$

Modul:

$$m = \frac{d_1}{z_1} = \frac{57}{37} = 1,54 \text{ mm} \quad (18)$$

=> ZVOLEN MODUL $m = 2,5 \text{ mm}$

Geometrie soukolí:

$$a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{92,5 + 150}{2} = 121,25 \text{ mm} \quad (19)$$

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot h_a = d_1 + 2 \cdot m = 92,5 + 2 \cdot 2,5 = 97,5 \text{ mm} \quad (20)$$

$$d_{a2} = d_2 + 2 \cdot h_a = 150 + 2 \cdot 2,5 = 155 \text{ mm} \quad (21)$$

$$d_{b1} = d_1 \cdot \cos \alpha = 92,5 \cdot \cos 20^\circ = 86,92 \text{ mm} \quad (22)$$

$$d_{b2} = d_2 \cdot \cos \alpha = 150 \cdot \cos 20^\circ = 140,95 \text{ mm} \quad (23)$$

$$p_b = \pi \cdot m \cdot \cos \alpha = \pi \cdot 2,5 \cdot \cos 20^\circ = 7,38 \text{ mm} \quad (24)$$

SILOVÉ POMĚRY PŘI MAXIMÁLNÍM ZATÍŽENÍ:

$$F_t = \frac{2 \cdot M_{k1max}}{d_1} = \frac{2 \cdot 96,5}{0,0925} = 2086,5 \text{ N} \quad (25)$$

$$F_r = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha = 2086,5 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 759,4 \text{ N} \quad (26)$$

ZJEDNODUŠENÝ KONTROLNÍ VÝPOČET A PEVNOSTNÍ KONTROLA:

Součinitel trvání záběru:

$$\varepsilon_\alpha = \frac{0,5 \cdot \left(\sqrt{d_{a1}^2 - d_{b1}^2} + \sqrt{d_{a2}^2 - d_{b2}^2} \right) - a \cdot \sin \alpha}{p_b} \quad (27)$$

$$\varepsilon_{\alpha} = \frac{0,5 \cdot (\sqrt{97,5^2 - 86,92^2} + \sqrt{155^2 - 140,95^2}) - 121,25 \cdot \sin 20^{\circ}}{7,38} = 1,742$$

Kontrola z hlediska únavy v dotyku:

$$\sigma_H = \sigma_{H0} \cdot \sqrt{K_H} \leq \sigma_{HP} \quad (28)$$

$$\sigma_{H0} = Z_E \cdot Z_H \cdot Z_{\varepsilon} \cdot \sqrt{\frac{F_t}{b \cdot d_1} \cdot \frac{i_{1,2} + 1}{i_{1,2}}} \quad (29)$$

$$K_H = K_A \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{HV} = 1,25 \cdot 1,04 \cdot 1,2 = 1,56 \quad (30)$$

$$K_{H\alpha} \cdot K_{HV} = 1,2 \quad (31)$$

$$Z_E = 190; Z_H = 2,5; Z_{\varepsilon} = 0,86; Z_R = 1; S_{Hmin} = 1,3$$

$$\sigma_{H0} = 190 \cdot 2,5 \cdot 0,86 \cdot \sqrt{\frac{2086,5}{25 \cdot 192,5} \cdot \frac{1,622 + 1}{1,622}} = 342 \text{ MPa} \quad (32)$$

$$\sigma_H = 342 \cdot \sqrt{1,56} = 427 \text{ MPa} \quad (33)$$

$$\sigma_{HP1} = \frac{\sigma_{Hlim1} \cdot Z_R}{S_{Hmin}} = \frac{1140 \cdot 1}{1,3} = 877 \text{ MPa} \quad (34)$$

$$\sigma_H = 427 \text{ MPa} < \sigma_{HP1} = 877 \text{ MPa} \quad (35)$$

Kontrola na dotyk při jednorázovém působení největšího zatížení:

$$K_{AS} = 2$$

$$\sigma_{Hmax} = \sigma_{H0} \cdot \sqrt{\frac{F_{T1} \cdot K_H}{F_t}} = 342 \cdot \sqrt{\frac{4173 \cdot 1,56}{2086,5}} = 604 \text{ MPa} \quad (36)$$

$$\sigma_{HPmax} = 4 \cdot V_{HV} = 4 \cdot 600 = 2400 \text{ MPa} \quad (37)$$

$$F_{T1} = F_t \cdot K_{AS} = 2086,5 \cdot 2 = 4173 \text{ N} \quad (38)$$

$$\sigma_{Hmax} = 604 \text{ MPa} < \sigma_{HPmax} = 2400 \text{ MPa} \quad (39)$$

Kontrola z hlediska únavy v ohybu:

$$\sigma_F = \frac{F_t}{b \cdot m} \cdot K_F \cdot Y_{FS} \cdot Y_{\beta} \cdot Y_{\varepsilon} \leq \sigma_{FP} \quad (40)$$

$$K_F = 1,56; Y_{FS1} = 3,77; Y_{FS2} = 3,7; Y_{\beta} = 1; S_{Fmin} = 1,4 \quad (41)$$

$$\sigma_{FP1} = \frac{\sigma_{Flim}}{S_{Fmin}} = \frac{390}{1,4} = 279 \text{ MPa} \quad (42)$$

$$Y_{\varepsilon} = \frac{1}{\varepsilon_{\alpha}} = \frac{1}{1,742} = 0,574 \quad (43)$$

$$\sigma_{F1} = \frac{2086,5}{25 \cdot 2,5} \cdot 1,56 \cdot 3,77 \cdot 1 \cdot 0,566 = 111 \text{ MPa} \quad (44)$$

$$\sigma_{F2} = \frac{2086,5}{25 \cdot 2,5} \cdot 1,56 \cdot 3,7 \cdot 1 \cdot 0,566 = 109 \text{ MPa} \quad (45)$$

$$\sigma_{F1} = 111 \text{ MPa} < \sigma_{FP} = 279 \text{ MPa} \quad (46)$$

$$\sigma_{F2} = 109 \text{ MPa} < \sigma_{FP} = 279 \text{ MPa} \quad (47)$$

Kontrola na ohyb při jednorázovém působení největšího zatížení:

$$\sigma_{Fmax} = \sigma_F \cdot \frac{F_{T1}}{F_t} = \sigma_F \cdot K_{AS} \leq \sigma_{FPmax} \quad (48)$$

$$\sigma_{Fmax1} = 111 \cdot 2 = 222 \text{ MPa} \quad (49)$$

$$\sigma_{Fmax2} = 109 \cdot 2 = 218 \text{ MPa} \quad (50)$$

$$\sigma_{FPmax} = 0,8 \cdot \sigma_{FSt} = 0,8 \cdot 2,5 \cdot \sigma_{Flim1} = 0,8 \cdot 2,5 \cdot 390 = 780 \text{ MPa} \quad (51)$$

$$\sigma_{Fmax1} = 222 \text{ MPa} < \sigma_{FPmax} = 780 \text{ MPa} \quad (52)$$

$$\sigma_{Fmax2} = 218 \text{ MPa} < \sigma_{FPmax} = 780 \text{ MPa} \quad (53)$$

=> NAVRŽENÉ SOUKOLÍ VYHOVUJE



Obrázek 17 – Ozubené soukolí; 1 – pastorek, 2 – hnané kolo, 3 – skříň

Celková hmotnost ozubeného soukolí, jeho skříně, víka, šroubů a svěrných pouzder je 4,8 kg. Toto řešení znamená zásadní zkrácení celkové délky. Úspora hmotnosti se projeví na dalších dílech, které na tyto navazují. Dá se říct, že ozubené soukolí je mezi články mezi hřídelí kuličkového šroubu a hřídelí převodovky, který nahrazuje spojku.

4.1.3 Návrh planetové převodovky a servomotoru

Protože do převodového poměru nyní zasahuje čelní soukolí s přímými zuby, je potřeba menší krouticí moment převodovky a tím pádem i motoru. Menší servomotor i planetová převodovka znamenají úsporu téměř 7 kg hmotnosti.

NÁVRH PLANETOVÉ PŘEVODOVKY:

Maximální potřebný výstupní moment převodovky:

$$M_{K1\max} = 96,5 \text{ Nm}$$

Maximální radiální zatížení převodovky:

$$F_r = 759,4 \text{ N}$$

Požadovaný převodový poměr:

$$i_p = \frac{40}{i_{1,2}} = \frac{40}{1,622} \cong 24,7 \quad (54)$$

Na základě požadovaných hodnot byla zvolena převodovka GBX080025K firmy Neugart GmbH od distributora Schneider Electric s parametry viz Tabulka 6.

Tabulka 6 – Parametry převodovky GBX080025K

Převodový poměr [-]	25
Účinnost [-]	0,94
Trvalý výstupní krouticí moment [Nm]	110
Maximální výstupní krouticí moment [Nm]	176
Maximální radiální zatížení [N] při aplikaci na střed délky hřídele pro životnost 30000 h při 30 °C	650
Hmotnost [kg]	2,6

Skutečný celkový převodový poměr:

$$i = i_{1,2} \cdot i_p = 1,622 \cdot 25 = 40,55 \quad (55)$$

NÁVRH ELEKTRICKÉHO SERVOMOTORU:

Maximální potřebný moment motoru:

$$M_{Kpmax} = \frac{M_{K1max}}{i_p \cdot \eta_p} = \frac{96,5}{25 \cdot 0,94} = 4,1 \text{ Nm} \quad (56)$$

Na základě požadovaného krouticího momentu byl zvolen servomotor BMH0702P06F2A od firmy Schneider Electric. Motor bude spojen s převodovkou pomocí montážního adaptéru GBK0800702F a napájen ze servoměniče Lexium 32 od téhož distributora. Základní parametry zvoleného motoru jsou v Tabulce 7.

Tabulka 7 – Parametry servomotoru BMH0702P06F2A

Jmenovitý krouticí moment [Nm]	2,2
Jmenovitý výstupní výkon [W]	700
Jmenovité otáčky [min ⁻¹]	3000
Maximální krátkodobý krouticí moment [Nm]	7,4
Maximální otáčky [min ⁻¹]	8000
Rozlišení enkodéru (počet poloh na otáčku)	32768
Parkovací brzda	Ano
Hmotnost [kg]	3,3

4.1.4 Návrh ložisek [20]

Válečkové axiální ložisko:

Z katalogu SKF voleno ložisko 81 214 TN se základní dynamickou únosností

$$C = 146\,000 \text{ N}$$

$$L_{10h} = \left(\frac{C}{P}\right)^p \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n} = \left(\frac{146000}{46570}\right)^{\frac{10}{3}} \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 44,4} = 16\,929 \text{ h} \quad (57)$$

=> VYHOVUJE

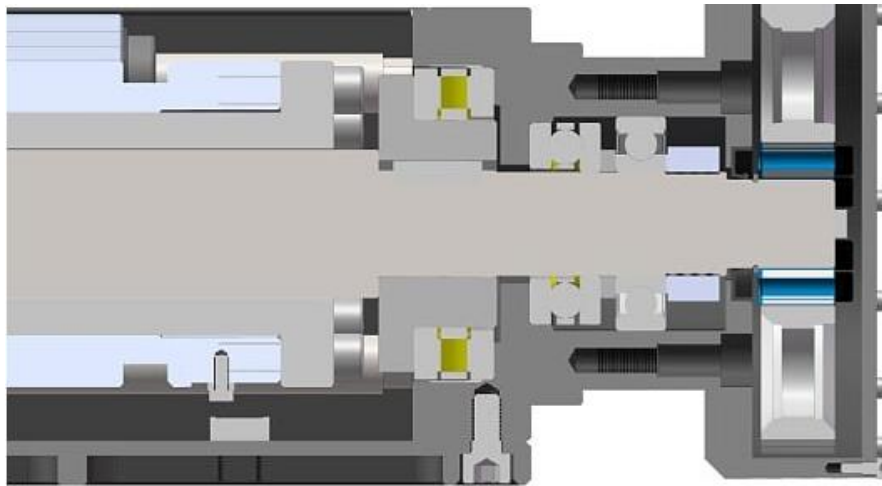
Kuličkové radiální ložisko:

Z katalogu SKF bylo zvoleno ložisko 81 214 TN se základní dynamickou únosností

$$C = 27\,000 \text{ N}$$

$$L_{10h} = \left(\frac{C}{P}\right)^p \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n} = \left(\frac{27000}{759,4}\right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 44,4} = 16\,871\,173 \text{ h} \quad (58)$$

=> VYHOVUJE



Obrázek 18 – uložení hřídele kuličkového šroubu v ložiskách

Z důvodu velkých axiálních sil bylo zvoleno válečkové axiální ložisko SKF 81214 TN, které má větší průměr vnitřního kroužku, než je průměr hřídele kuličkového šroubu. Proto je uloženo v přírubě, která je s hřídelí spojena perem. Další, menší kuličkové axiální ložisko SKF 51307, je použito pouze k dotažení pomocí matice s axiálním pojištěním HIA 35 od firmy Hiwin. Aby bylo možné tuto matici dotáhnout, musí k ní být přístup. Dotahuje se tak s využitím vnitřního kroužku kuličkového radiálního ložiska SKF 6207. Předpokládá se, že axiální sílu od pístu zachycuje válečkové axiální ložisko a radiální sílu od ozubených kol zachycuje kuličkové radiální ložisko, které je s ohledem na zástavbové možnosti a úsporu celkové délky dávkovače umístěno co nejbližší hnaného ozubeného kola. Pro zachycení radiální síly by bylo postačující menší ložisko, avšak z důvodů rozměrů navazujících komponent bylo zvoleno ložisko 6207.

Návrh těsného pera pod přírubu axiálního ložiska:

Minimální délka pera je vypočtena z pevnostní podmínky pro tlak [6]. Pero je zvoleno z [2].

Průměr hřídele $d = 36 \text{ mm} \Rightarrow b = 10 \text{ mm}; h = 8 \text{ mm}$

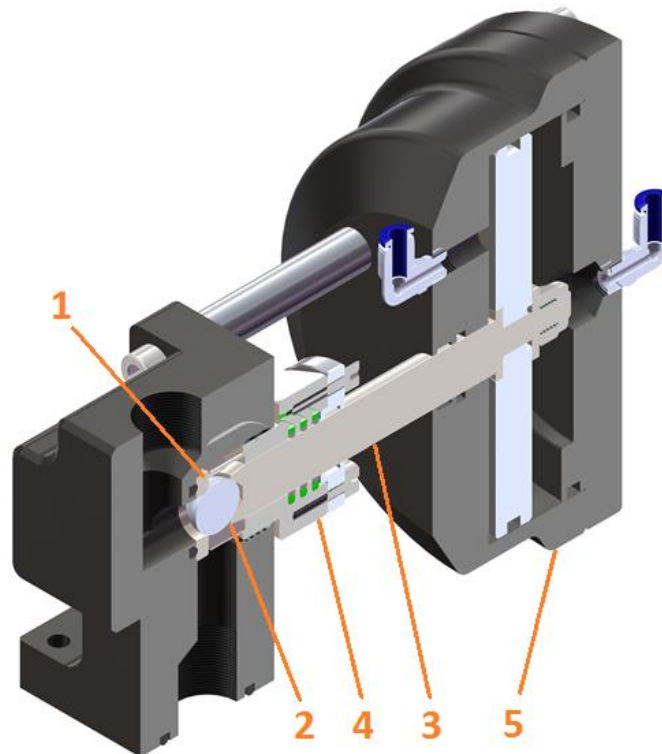
$$p = \frac{4 \cdot M_K}{h \cdot l_p \cdot d} \leq p_D \quad (59)$$

$$\Rightarrow l_p \geq \frac{4 \cdot M_{kmax}}{h \cdot p_D \cdot d} = \frac{4 \cdot 153400}{8 \cdot 120 \cdot 36} = 17,8 \text{ mm} \quad (60)$$

\Rightarrow VOLÍM PERO 10e7 x 8 x 30 ČSN 02 2562

4.1.5 Výpočet ventilu otevírání/zavírání přívodu lepidla

Ventil otevírání/zavírání přívodu materiálu je vyřešen následovně. Kulička (2), kterou na sedlo (1) dotlačí jehla (3), vedená v přírubě se sadou těsnění (4). Posouvání jehly zajišťuje pneumaticky ovládaný válec (5) s krátkým zdvihem. Zavírací síla, která zajišťuje dosedání kuličky na sedlo, musí být větší než síla způsobená tlakem v materiálovém bloku.



Obrázek 19 – Ventil otevírání/zavírání přívodu lepidla; 1 – sedlo, 2 – kulička, 3 – jehla ventilu, 4 – příruba se sadou těsnění, 5 – zavírací válec

Síla na kuličku při maximálním tlaku:

Průměr průmětu kuličky $d_k = 17 \text{ mm}$; $p_{\max} = 30 \text{ MPa}$

$$F_{k\max} = p_{\max} \cdot \frac{\pi \cdot d_k^2}{4} = 30 \cdot \frac{\pi \cdot 17^2}{4} = 6\,809 \text{ N} \quad (61)$$

Zavírací síla na píst válce při pracovním tlaku 6 bar:

$d_{pv} = 138 \text{ mm}$; $p = 0,6 \text{ MPa}$

$$F_z = p \cdot \frac{\pi \cdot d_{pv}^2}{4} = 0,6 \cdot \frac{\pi \cdot 138^2}{4} = 8\,974 \text{ N} \quad (62)$$

Na zavírání ventilu by při počítaných podmínkách stačila menší síla, tudíž by mohl být použit válec menšího průměru. Z bezpečnostních důvodů, například kvůli

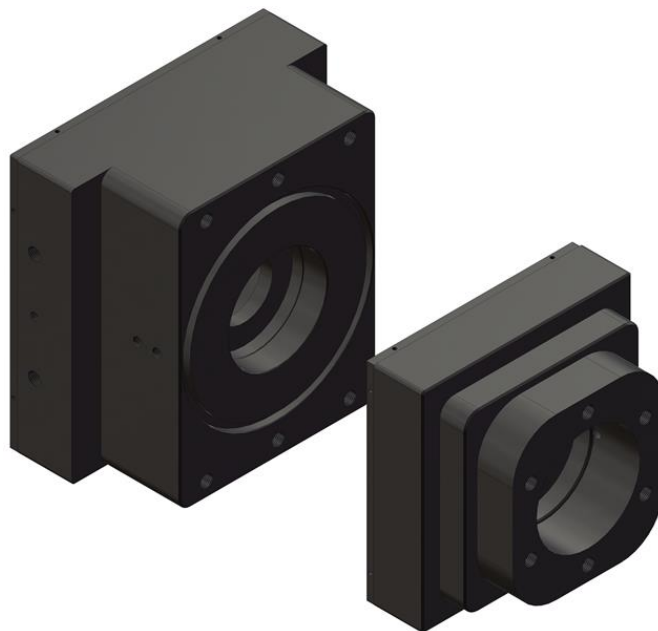
zatuhnutí lepidla, nebo nečekanému nárůstu tlaku v materiálové komoře, byl ponechán stávající průměr pístu 138 mm. Optimalizováno bylo těleso válce, které se podařilo odlehčit o 0,6 kg.

4.1.6 Optimalizace dalších stávajících dílů

Pro přehlednost, jak moc velké jsou hmotnostní a rozměrové úspory jednotlivých dílů, jsou zde porovnávány díly pro dávkovač o stejném dávkovaném objemu (450 ml) před optimalizací (4011S01) a po optimalizaci (4102S02). Prodloužená verze vznikne po optimalizaci prodloužením několika zásadních komponent, které přímo souvisí se zdvihem. Zbýlé součásti zůstávají pro verzi 4101S01 (750 ml) a 4102S01 (450 ml) stejné.

Příruba ložisek:

Kvůli umístění motoru s převodovkou rovnoběžně s kuličkovým šroubem došlo k vyřazení mohutné spojky a její příruby, čímž ubylo 5 kg. Sice do celkové sestavy zasahuje téměř stejně těžké ozubené soukolí, avšak přírubu ložisek se díky tomu podařilo zkrátit o 2 cm a její hmotnost snížit z 5,6 na 2,5 kg.

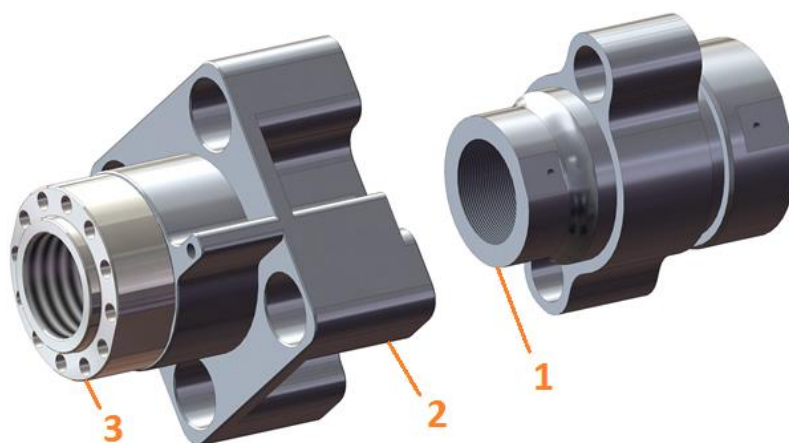


Obrázek 20 – Původní a optimalizovaná příruba ložisek

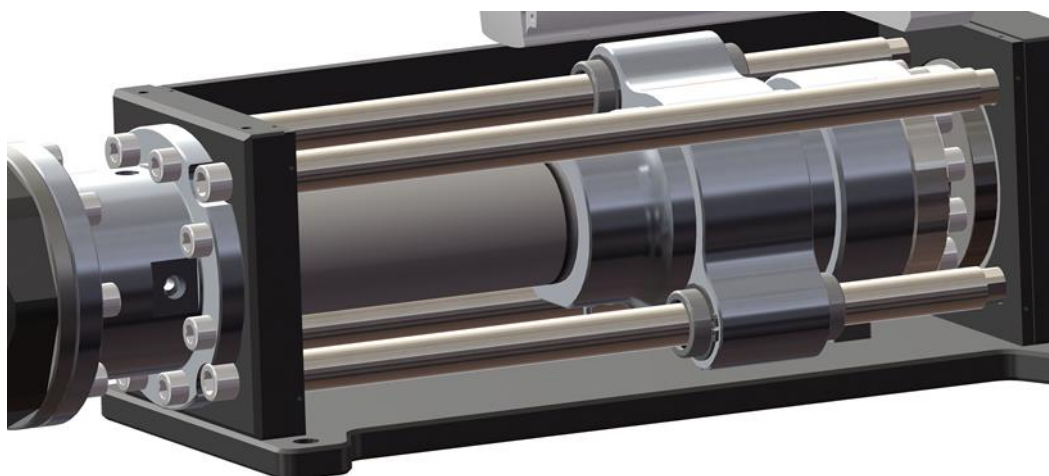
Pohyblivá příruba:

Další výrazná změna se týká pohyblivé příruby spojující pístní tyč a kuličkovou matici s vedením. Původně byla k pohyblivé přírubě (2) přišroubovaná z jedné strany kuličková matice a z druhé strany matice pro závit v pístní tyči (3). Matice pístní tyče

byla z oceli a byla jako samostatná součást pouze z důvodu výroby závitu na soustruhu. Po optimalizaci této části dávkovače je možné závit vyrobit na soustruhu přímo v pohyblivé přírubě (1), která je ze slitiny hliníku. Bylo rozhodnuto, že pro spojení příruby ložisek a příruby těsnění pístu budou postačovat čtyři tyče průměru 20 mm namísto 25 mm. Díry pro tyče jsou tedy v přírubě menší a jsou umístěny co nejbližší k ose otáčení kuličkového šroubu. Zároveň bylo rozhodnuto o vedení pouze dvěma pouzdry. Zbylé dvě tyče slouží pouze jako spojovací. Optimalizace těchto dílů tak znamená úsporu dalších přibližně 5 kg.



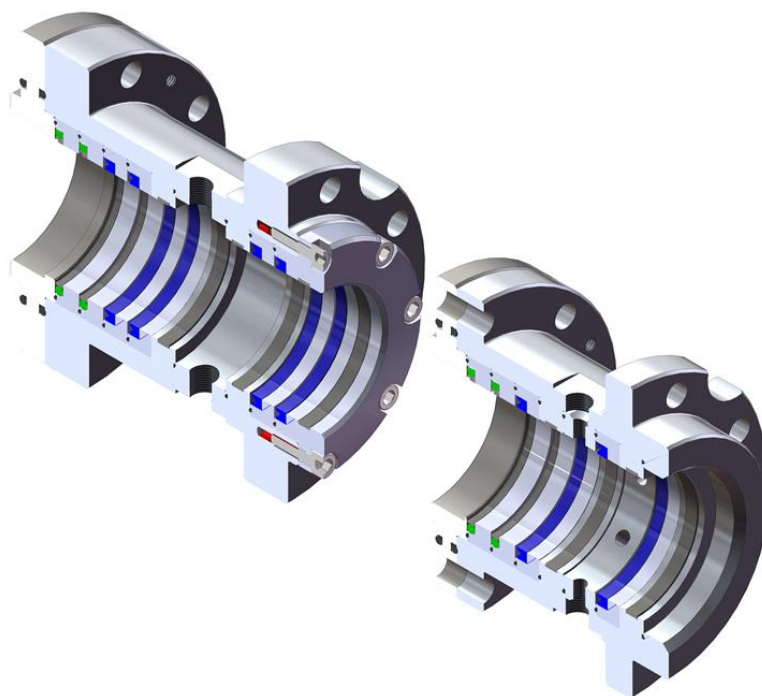
Obrázek 21 – Pohyblivá příruba před a po optimalizaci



Obrázek 22 – Pohyblivá část dávkovače a její vedení

Těsnění pístní tyče:

Ze sady těsnění pístní tyče byly vyřazeny dvě stírací manžety a zbývající jsou z tvrdšího materiálu. Příruba byla upravena tak, že se všechna těsnění a manžety navlékají z jedné strany a pro mazání byl vytvořen prsteneček s drážkou a dírami. Tím odpadl další díl a několik šroubů. Úspora hmotnosti 0,9 kg a zkrácení délky o 3 cm přispělo k dosažení cílů práce.



Obrázek 23 – Původní a optimalizované těsnění pístní tyče

Materiálový válec:

Materiálový válec nemohl být zkrácen, avšak odebráním přebytečného materiálu došlo k redukci hmotnosti o 1,4 kg v případě dávkovaného objemu 450 ml. U prodloužené verze (viz kapitola 4.2.2) je možné odebrat více přebytečného materiálu a hmotnostní úspora tak bude procentuálně mnohem vyšší.



Obrázek 24 – Původní a optimalizovaný materiálový válec

Montážní deska:

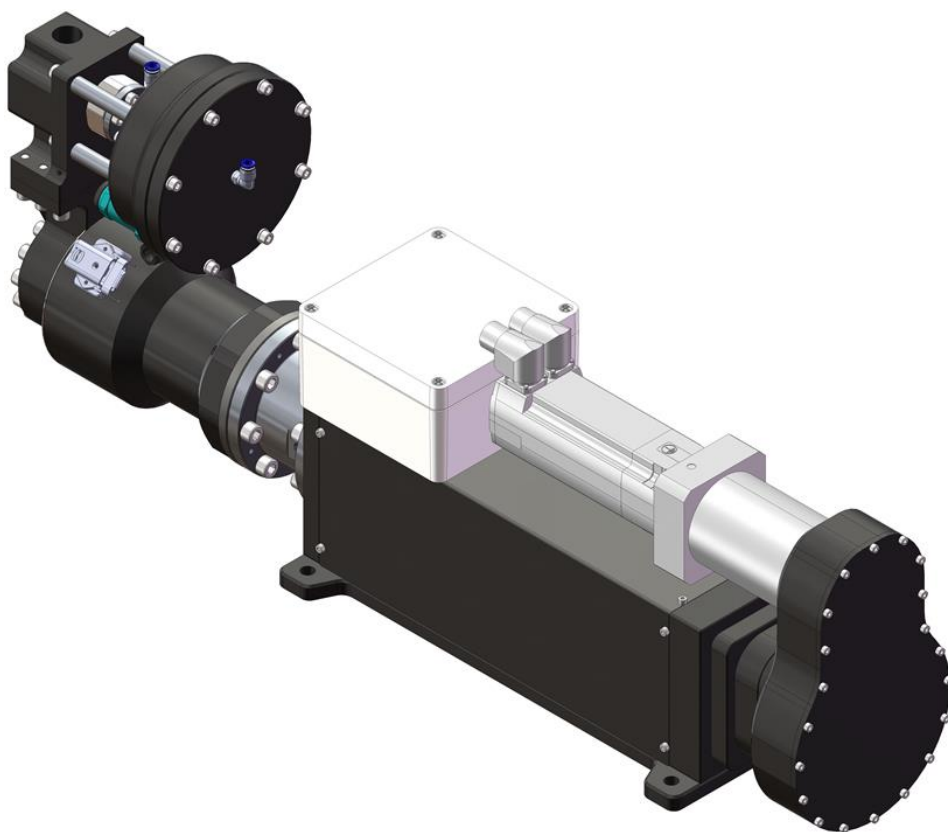
Zkrácením všech základních rozměrů, tedy délky, šířky i tloušťky montážní desky má nová verze pouhých 1,65 kg namísto původních 3,95 kg. Tloušťka byla změněna z 20 mm na 15 mm, šířka i délka kopíruje vnější rozměry ostatních dílů dávkovače a kapsy jsou v desce vyfrézovány do větší hloubky a s vhodnějším rozmístěním.



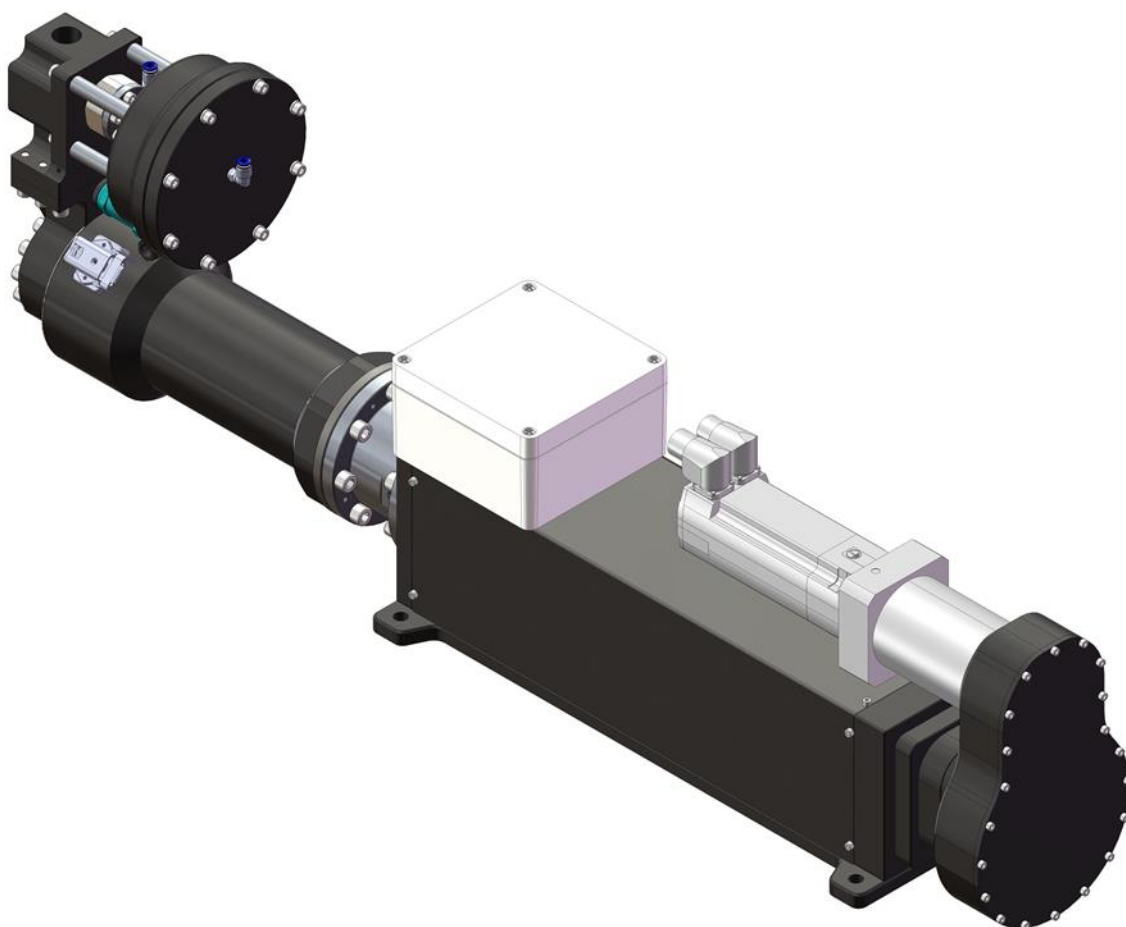
Obrázek 25 – Původní a optimalizovaná montážní deska

4.2 3D model sestavy

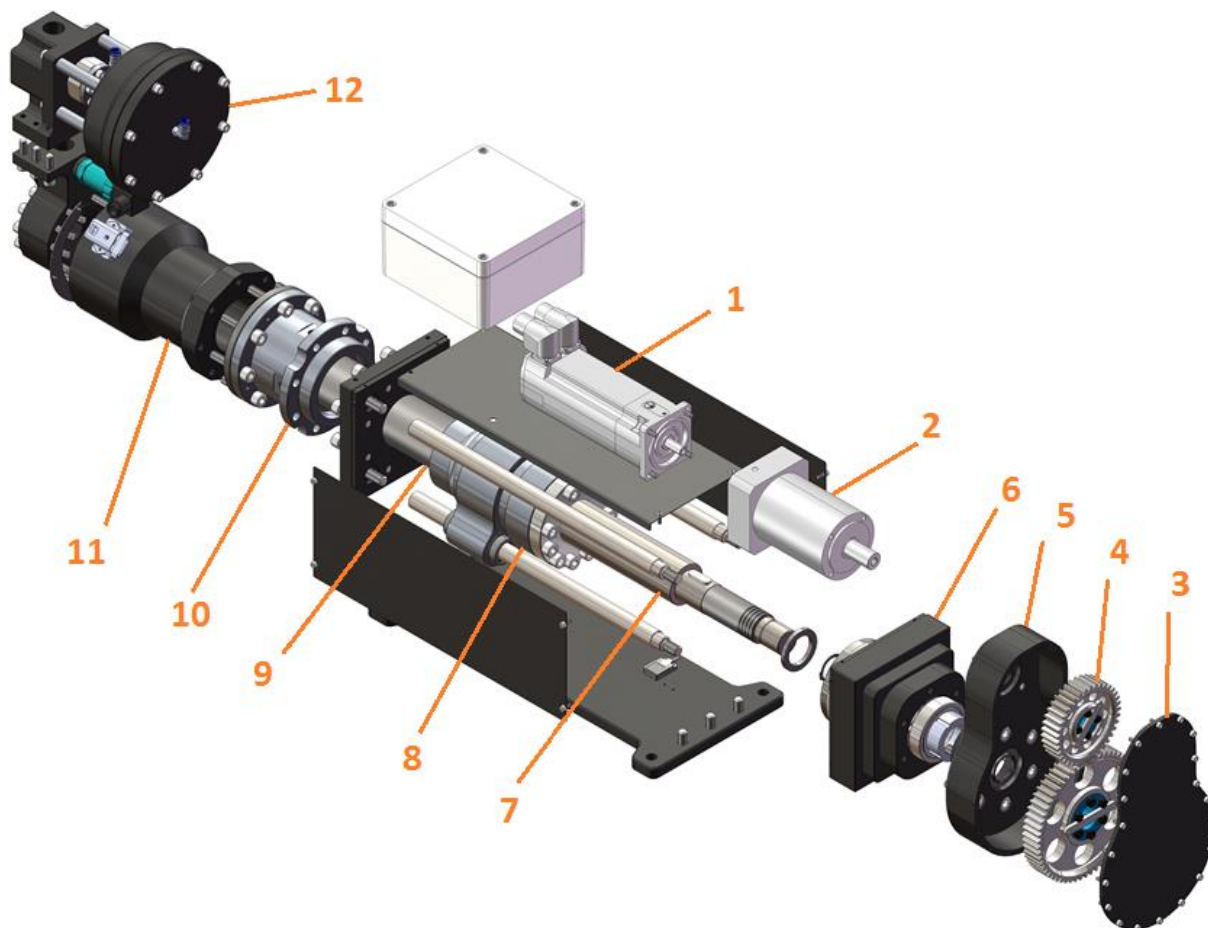
K realizaci 3D modelů, sestav a výkresové dokumentace byl použit program SolidWorks 2019. Nakupované díly byly vloženy z knihovny normalizovaných součástí, popř. je poskytl výrobce nebo distributor. Ostatní komponenty byly modelovány v prostředí programu dle potřeby a možností. Dávkovač byl modelován souběžně s výpočty a prošel mnohými změnami. Většina výchozích dílů byla optimalizována, některé součásti byly z konstrukce vyjmuty a jiné byly naopak nově navrženy a zahrnuty. Finální podoba optimalizované základní verze je vidět na Obrázku 26. Optimalizace tedy proběhla na dávkovači s výchozím objemem dávky 450 ml a prodloužené verze, kterou ukazuje Obrázek 27, bylo dosaženo pouhým prodloužením materiálového válce, kuličkového šroubu, pístití tyče, vodicích tyčí, montážní desky a krycích plechů.



Obrázek 26 – 3D model dávkovače 4102S01 – 450 ml



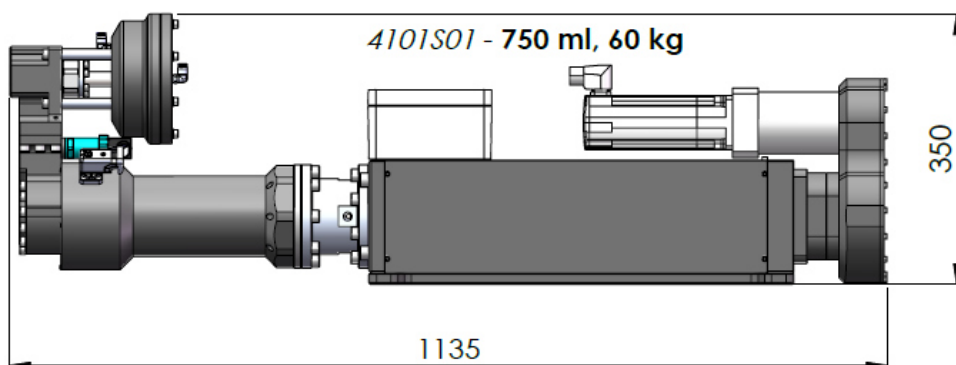
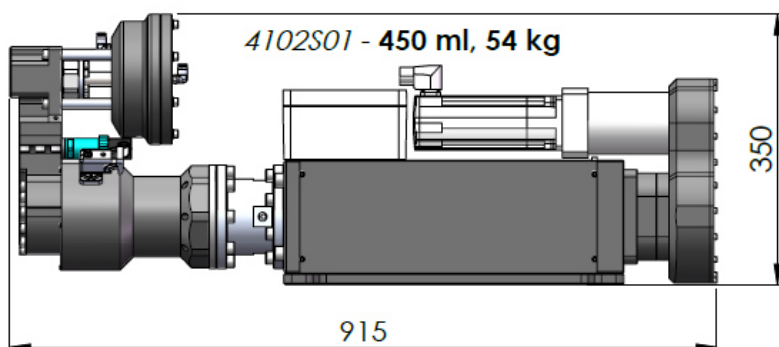
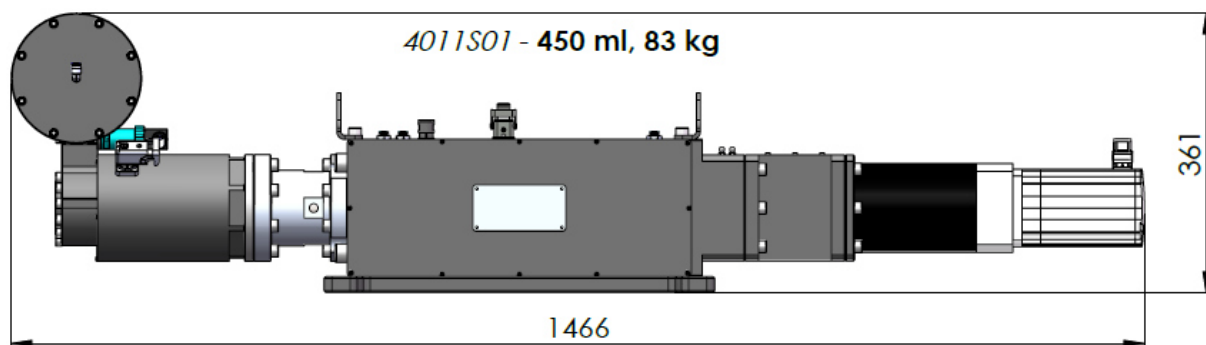
Obrázek 27 – 3D model dávkovače 4101S01 – 750 ml



Obrázek 28 – Rozpad dávkovače 4102S01 – 450 ml; 1 – elektrický servomotor, 2 – planetová převodovka, 3 – víko převodovky 4 – ozubený převod, 5 – skříň převodovky, 6 – příruba ložisek, 7 – kuličkový šroub, 8 – pohyblivá příruba s kuličkovou maticí, 9 – dutá pístní tyč, 10 – domek těsnění, 11 – materiálový válec, 12 – válec a ventil otevírání/uzavírání přívodu materiálu

Porovnání dávkovačů:

Z Obrázku 29 jsou patrné zásadní rozdíly mezi původním dávkovačem a dvěma novými optimalizovanými. Hmotnost se v případě dávkovače o původním dávkovaném objemu 450 ml podařilo snížit téměř o 30 kg a celková délka o více než 550 mm. Procentuálně to znamená 36% úsporu hmotnosti a 38% redukci délky. Optimalizovaný dávkovač pro vyšší dávkovaný objem (750 ml) je samozřejmě delší a těžší než první zmíněný optimalizovaný dávkovač. Ovšem nárůst zejména hmotnosti není nijak závratných (o pouhých 6 kg) a v porovnání s výchozím dávkovačem 4011S01 je tento podstatně odlehčen a zkrácen.



Obrázek 29 – Porovnání dávkovačů

5 Realizace dávkovací jednotky

Po schválení optimalizované konstrukce vedením společnosti BK Technic s.r.o. může být vyroben nový "prodloužený" dávkovač 4101S01, který bude s největší pravděpodobností sloužit jako prototyp a zůstane ještě mnoho měsíců ve firmě. Zařízení je potřeba řádně otestovat, ověřit funkčnost i při nepříznivých podmínkách a odladit nedostatky, než začne sériová výroba. K tomu je kromě samotného dávkovače potřeba dalších věcí. Jedná se o sudy s lepidlem, pístové čerpací jednotky, které dávkovači pomáhají při nasávání, vyhřívané hadice a aplikační pistole. V současnosti, z důvodu realizace zakázek s vyšší prioritou, se schvalovací proces optimalizovaného dávkovače stále zdržuje. Realizace je zatím v plánu na léto roku 2020.

5.1 Vyráběné součásti

5.1.1 Příprava výroby

Prvním krokem realizace po schválení je příprava výroby. Zahrnuje objednání polotovarů, zajištění kapacity obrobny v plánovaném termínu výroby, zajištění potřebných nástrojů a příprava podkladů pro výrobu.

5.1.2 Výroba vyráběných součástí

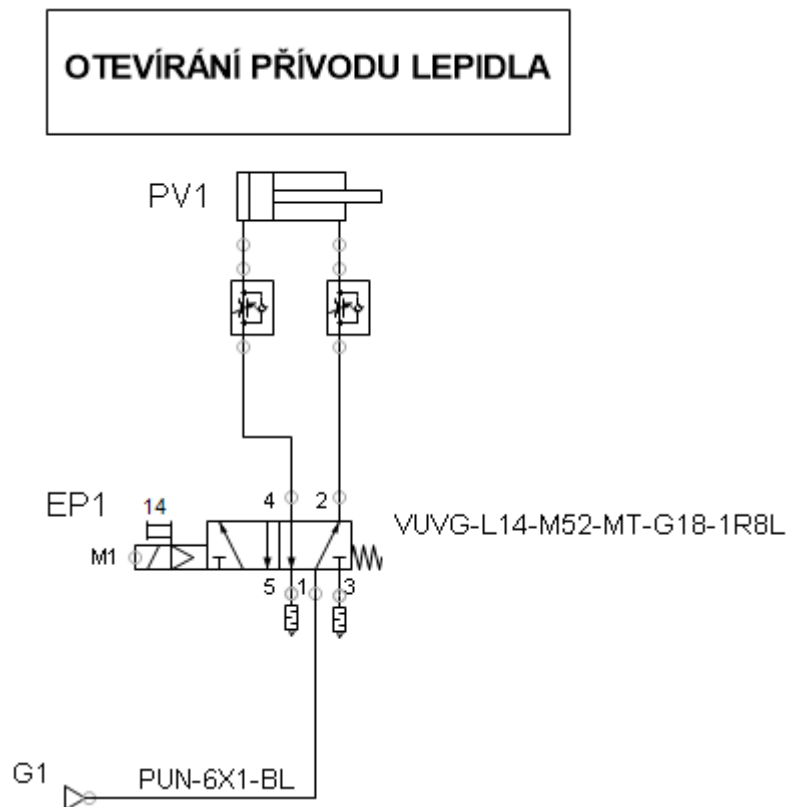
Veškeré vyráběné součásti jsou obráběné na obrobně firmy BK Technic s.r.o. Pro kapacitu obrobny jsou ideální rotační součásti, které lze kompletně obrobit na CNC soustruhu. Ke všem dílům určeným na soustruh je zhotovena výrobní výkresová dokumentace, dle níž obsluha stroje napíše CNC programy pro obrobení, zvolí vhodné nástroje a řezné podmínky a následně díly obrobí. Součásti vyráběné na CNC frézovacím centru nemají výrobní výkresy, neboť CAM programy, které vytváří CAM programátor, vycházejí přímo z 3D modelů.

5.2 Nakupované díly

Zároveň je potřeba objednat nakupované součásti. Kuličkový šroub od firmy KSK Precise Motion, a.s. (viz Příloha 2) je vyráběn na zakázku, dodává se s obrobeným koncem, např. pro uložení v ložiskách, dle požadavků zákazníka. Dodací termín je většinou 5 a více týdnů, a je to položka, na kterou se čeká nejdéle. Proto je vhodné kuličkový šroub objednat jako jednu z prvních položek. Následují ozubená kola dle poptávky od firmy Haberkorn s.r.o. (viz Příloha 4), která jsou mimo standartní nabídku kalených kol. Musejí být tedy kalena na zakázku a doba dodání je 4 týdny. Ozubená kola sice budou mít přesnou předvrtanou díru, přesto ale zamíří na obrobnu, kde budou odlehčena. Ostatní nakupované komponenty, jako elektromotor s převodovkou, svěrná upínací pouzdra, kuličková pouzdra a vodící tyče, pneumatický ventil, stírací manžety, bronzové kroužky, tlaková a indukční čidla, jsou běžně dostupné a jsou k dostání většinou v řádu několika dnů. Ještě příznivější situace z hlediska dodání je s normalizovanými díly, tedy ložisky, spojovacím materiálem, o kroužky, pojistnými kroužky, mazacími hlavicemi apod.

5.3 Montáž dávkovací jednotky

Po nashromáždění všech potřebných komponent může začít mechanická montáž. Tu provedou zkušební montéři firmy BK Technic s.r.o. dle montážních výkresů sestavy a podsestav dávkovací jednotky (viz Příloha 5). Následně může proběhnout instalace pneumatických a elektrických prvků dle pneumatických a elektrických schémat zapojení. K otevírání přívodu lepidla byl použit pneumatický válec, jehož průměr byl spočítán v kapitole 4.1.5 a který je vyráběn přímo ve firmě BK Technic. Tento pohon je ovládán 5/2 monostabilním elektromagnetickým ventilem VUVG od firmy Festo. Ze schématu na Obrázku 30 je vidět, že ve výchozí poloze ventilu je válec v dolní úvrti. V této poloze válce je přívod lepidla uzavřen.



Obrázek 30 – Pneumatické schéma zapojení otevírání přívodu lepidla

5.4 Zprovoznění a testování dávkovací jednotky

Dalším krokem po mechanické a elektrické montáži je zprovoznění dávkovače. Tím je myšleno naprogramování zařízení, aby bezpečně plnilo funkci. Tedy např. nastavení omezujících hodnot veličin, jako je tlak v závislosti na délce hadic a teplotě lepidla, průtok v závislosti na rychlosti robotu. Při zatuhnutí lepidla tlak dosahuje hodnot až 300 bar, což je v reálném provozu maximální hodnota, na kterou jsou některé

zásadní komponenty počítány a při které je dávkovač schopen bez problémů pracovat. Dále je třeba do programu zakomponovat tlakový senzor a čidla koncových poloh pístů.

Testování by mělo proběhnout v různých režimech. Od jakýchsi ideálních podmínek při ideální teplotě lepidla a kdy pístová čerpadla při nasávání „pomáhají“ dávkovači, který tak pracuje při nižším tlaku, po nejméně příznivé podmínky, kdy je potřeba vyšší tlak a maximální průtok.

5.5 Zhodnocení funkčnosti dávkovací jednotky

Po řádném otestování dávkovací jednotky může být vyhodnocena její funkčnost. Případné nedostatky by měly být odhaleny a následně odstraněny. Poté může začít sériová výroba.

6 Ekonomické zhodnocení a přínosy firmě

Kromě hmotnostních a rozměrových cílů optimalizace dávkovače byla samozřejmě také snaha dosáhnout co nejnižších nákladů na jeho výrobu. Ještě výraznější snížení hmotnosti konstrukce, např. použití kompozitních materiálů u některých vyráběných dílů, by znamenalo i vyšší cenu některých komponent. V případě výměny válečkového šroubu za kuličkový šroub by sice byla vyšší cena za tuto položku, avšak celá konstrukce by díky menším rozměrům a hmotnosti válečkového šroubu při stejné únosnosti znamenala další snížení rozměrů a hmotnosti navazujících dílů. Menší stoupání šroubu by však bylo příčinou vyššího počtu otočení, což má přímý vliv na životnost šroubu. Při axiální síle v řádu desítek tisíc N nebyla nalezena vhodná alternativa, která by přinesla úsporu hmotnosti a rozměrů a zároveň byla v příznivé cenové relaci. Proto byl ponechán vysoce únosný kuličkový šroub vyráběný na zakázku za cenu kolem 19 000 Kč.

Tabulka 8 – Ekonomické zhodnocení

Název	Výrobce/dodavatel	Počet kusů	Cena za kus [Kč]
Elektromotor + převodovka	Schneider Electric	1	28 563
Sada ložisek	SKF	1	3 600
Kuličkový šroub a matice	KSK PM	1	19 000
Vodící tyč VW20	Hiwin	4	330
Kuličkové pouzdro JBL-20AWW	Hiwin	4	620
Pojistná matice HIA 35	Hiwin	1	400
Sada ozubených kol	Haberkorn	1	1 810
Svěrná upínací pouzdra	Haberkorn	1	477
Sada těsnění a manžet	VYTKO	1	1 200
Rozvaděč	Rittal	1	1 600
Topná patrona	Hotset	2	600
Indukční snímač IQ20	SICK	2	1 329
Tlakový snímač PFT	SICK	1	4 239
Pneumatický ventil + šroubení	FESTO	1	1 360
Úhlový konektor	Harting	1	250
Svorkovnice + DIN lišta	Farnell	1	180
Plastické mazivo	Mogul	1	50
Plechové díly	Rekuper	1	1 800
Štítky	BK Technic	1	400
Polotovary obráběných dílů	ALFUN	1	20 000
Spojovací materiál	-	1	1 500
Celková cena [Kč]			94 087

Bylo tedy použito co nejvíce normalizovaných a jiných nakupovaných součástí, které jsou snadno dostupné jak cenově, tak z hlediska dodacích termínů. Jak lze vidět v tabulce 8, nejdražší položkou je pohon (kuličkový šroub a elektromotor s převodovkou). Nejsou zde zahrnuty náklady na práci konstruktéra, CNC programátora a montéra. Po zařazení těchto nákladů by byla výsledná výrobní cena odhadem dvojnásobná, pravděpodobně kolem 180 000 Kč. Protože obráběných dílů je přibližně stejný počet jako před optimalizací a náročnost je obdobná, výrobní cena nového dávkovače je srovnatelná s výrobní cenou původního dávkovače. Stejně tak u nakupovaných položek není výrazný rozdíl v jejich počtu a celkové ceně. Pro úplnost práce jsou cenové nabídky k nahlédnutí jako Přílohy 1 až 5.

Nižší hmotnost a menší rozměry konstrukce dávkovače znamenají také v případě jeho umístění na průmyslovém robotu možnost použití robotu s nižší nosností. Robot je v tom případě také menší, levnější a zástavbový prostor může být využit efektivněji než doposud.

7 Závěr

V diplomové práci byla navržena nová verze konstrukce dávkovací jednotky, což zahrnovalo optimalizaci pohonu, pracovního členu a dalších, především vyráběných součástí. Při návrhu se vycházelo z výchozího dávkovače. Jeho optimalizace byla zaměřena zejména na snížení hmotnosti, zkrácení rozměrů a zvýšení dávkovaného objemu.

Na úvod byly stručně představeny dávkovací jednotky a objasněny cíle práce. V kapitole 2 je vysvětlen princip funkce dávkovačů a důležité parametry, které bylo potřeba při návrhu dodržet. Součástí této kapitoly je také účel použití dávkovačů v praxi, tedy především jejich role v procesu lepení skel na karoserie automobilů, seznámení se souřadným systémem používaným v automobilovém průmyslu, popis chodu lepicí stanice a podíl dávkovacích jednotek v lepicí technologii obecně. Následuje podrobný průzkum možných řešení, jenž zahrnuje i detailní analýzu výchozího stavu konstrukce dávkovače, odhalení jeho nedostatků a možnosti optimalizace. Největší potenciál k dosažení cílů práce byl viděn v úpravách pohonu. Bylo nutné zamyslet se, jaké síly budou při aplikaci lepidla působit na píst, tedy i na pohybový šroub. Jak se dají tyto síly ovlivnit a jaké by to mělo dopady na rozměry a hmotnost konstrukce. Jestli je tento pracovní člen vyhovující, nebo jestli by bylo vhodnější jiné řešení. Otázkou bylo taktéž, zda mít těsnění a stírací manžety přímo na pístu, nebo v přírubě, v níž se píst pohybuje. Obě varianty mají svá pro a proti.

Po důkladném promyšlení všech zmíněných kritérií bylo představeno zvolené řešení. Nejdříve byl ze zadaných parametrů navržen kuličkový šroub, od něhož se odvíjely parametry pro další navazující komponenty. Následně bylo potřeba zabývat se spojením hřídele kuličkového šroubu s převodovkou. To bylo v další podkapitole vyřešeno pomocí ozubeného soukolí s přímými zuby. Díky tomuto nově přidanému převodu (1,627:1) mohla být zvolena planetová převodovka nižší řady a s menším převodovým poměrem (25:1) a také elektrický servomotor z nižší řady, což znamená úsporu hmotnosti a ceny. Po návrhu pohonu byly optimalizovány vyráběné součásti.

Protože původní dávkovaný objem 450 ml je v plánu využívat nadále, ale zároveň firma BK Technic s.r.o. požadovala jeho zvýšení, byly vytvořeny dvě optimalizované verze. Zařízení je navrženo tak, aby komponent souvisejících s dávkovaným objemem bylo co nejméně a aby zvýšení objemu šlo dosáhnout pouhým prodloužením zdvihu pístu. Nová verze pod označením 4102S01 má tak původní objem jedné dávky 450 ml a prodloužená verze 4101S01 dávkuje objem 750 ml. Změny v hmotnostech a rozměrech jsou značné a viditelné v Tabulce 9.

Tabulka 9 – Porovnání dávkovačů

	Dávkovač		
	4011S01 (původní)	4102S01	4101S01
Objem jedné dávky [ml]	450	450	750
Hmotnost [kg]	83	54	60
Délka [mm]	1466	915	1135
Šířka [mm]	309	204	204
Výška [mm]	361	350	350

Optimalizace konstrukce dávkovací jednotky byla provedena a praktická realizace projektu proběhne v nejbližší možné době. Cíle diplomové práce tak byly splněny.

Seznam použité literatury

- [1] GLEY, J. E., Ch. R. MISCHKE, R. G. BUDYNAS, M. HARTL a M. VLK, *Konstruování strojních součástí*, 1. vyd. Brno: VUTIUM, 2010, xxv, 1159 s. ISBN 978-80-214-2629-0.
- [2] LEINVEBER, Jan, VÁVRA, Pavel. *Strojnické tabulky*, dopl. vyd. Úvaly: Albra, 2006. ISBN 80-7361-033-7.
- [3] *Pôvodný návod na obsluhu (Technická príručka) – Dávkovač ADKE 6000-10-20*, SCA Schucker GmbH, verzia 1005, 49 s
- [4] *Application technology* [online]. ATN HÖLZEL GmbH, ©2016. Dostupné z: https://atngmbh.com/fileadmin/user_upload/downloads/atn-broschur-kleben-16-01_en_web.pdf
- [5] *Roller screws catalogue* [online]. Evellix. ©10/2019. 136 s. Dostupné z: <https://www.ewellix.com/sites/default/files/Roller-screws-catalogue.pdf>
- [6] PEŠÍK, Lubomír. *Části strojů: Stručný přehled*. 5. Vydání, Liberec. Technická univerzita v Liberci, 2015. ISBN 978-80-7494-184-9.
- [7] PEŠÍK, Lubomír. *Části strojů: Stručný přehled*. 5. Vydání, Liberec. Technická univerzita v Liberci, 2015. ISBN 978-80-7494-183-2.
- [8] BUREŠ, Miroslav. *Návrh a pevnostní výpočet čelních a kuželových ozubených kol*. [online]. Technická univerzita v Liberci, 2006 [cit. 16. 3. 2020]. Dostupné z: http://www.kst.tul.cz/podklady/casti_fs/podklady/Navrh_a_pevnostni_vypocet_ozubenych_kol.pdf
- [9] *Přímočaré pohony DFPI* [online]. FESTO. ©03/2016. 23 s. Dostupné z: https://www.festo.com/cat/cs_cz/data/doc_cs/PDF/CZ/DFPI_CZ.PDF
- [10] *Elektrické válce konstrukční řady CMS* [online]. SEW-EURODRIVE. [cit. 16. 3. 2020]. Dostupné z: https://www.sew-eurodrive.cz/vyroby/servo_technologie/linearni_pohyb/elektrovalce_standardni_i cms a modularni cmsm/elektrovalce_standardni cms a modularni cmsm.html
- [11] KSK Precise Motion. *KSK Precise Motion* [online]. Copyright © 2008 [cit. 6.03.2020]. Dostupné z: <https://www.ksk-pm.cz/>
- [12] Porovnání pneumatických, hydraulických a elektrických lineárních pohonů. *Portál pro strojní konstruktéry* [online]. Copyright © 2013 [cit. 16.03.2020]. Dostupné z: <https://e-konstrukter.cz/novinka/porovnani-pneumatickych-hydraulickych-a-elektrickych-linearnich-pohonu>
- [13] Invertovaný Valeckový Sroub Servoaktuátor. *ServoDrive* [online]. Dostupné z: https://www.servo-drive.cz/invertovany_valeckovy_sroub_servoaktuator.php

- [14] *PIKRON.cz* [online]. Copyright © [cit. 16.03.2020]. Dostupné z: <https://www.pikron.cz/admin/images/1060.pdf>
- [15] *Requirements for mechanical design and CAD data*. Webasto ©10/2018, version 1.1, 10 s
- [16] *Schneider Electric Czech Republic* [online]. Copyright ©2020, Schneider Electric [cit. 29.03.2020]. Dostupné z: <https://www.se.com/cz/cs/>
- [17] *HMI/HMD Hydraulic Cylinders* [online]. © 2018, Parker Hannifin Corporation [cit. 29.03.2020]. Dostupné z: https://www.parker.com/Literature/Cylinder%20Europe/Cylinder%20Europe%20-%20English%20Literature/Product%20Literature/HMI_1150-9-uk.pdf
- [18] Roller screw actuators: design and applications. *Linear Motion Tips* [online]. Dostupné z: <https://www.linearmotiontips.com/roller-screw-actuators-design-and-applications/>
- [19] Spur Gears, Steel C45, Hardened Teeth, Module 2.5. *MÄDLER Webshop* [online]. Dostupné z: <https://www.maedler.de/product/1643/1618/1034/2314/stirnzahnraeder-aus-stahl-c45-verzahnung-gehaertet-modul-25>
- [20] *Hlavní katalog SKF* [online]. © 2007, SKF Group. 1132 s. Dostupné z: [https://www.arkov.cz/getattachment/4c979758-64b2-4b17-88d6-afb03ab3a85b/Hlavni-katalog-SKF-\(CZ\)](https://www.arkov.cz/getattachment/4c979758-64b2-4b17-88d6-afb03ab3a85b/Hlavni-katalog-SKF-(CZ))

Seznam použitých obrázků

<i>Obrázek 1 – Dávkovač 4011S01</i>	12
<i>Obrázek 2 – Materiálová komora dávkovače</i>	13
<i>Obrázek 3 – Souřadný systém používaný v automobilovém průmyslu</i>	14
<i>Obrázek 4 – Lepicí stanice PGD</i>	15
<i>Obrázek 5 – Lepicí stanice PGD s lepicí technologií</i>	16
<i>Obrázek 6 – Schéma lepicí technologie</i>	17
<i>Obrázek 7 – Rozpad dávkovače 4011S01</i>	19
<i>Obrázek 8 – Servomotor SCHNEIDER BMH</i>	20
<i>Obrázek 9 – Pneumotor Festo DSBG, Hydromotor Parker HMI</i>	21
<i>Obrázek 10 – Elektromechanický válec Festo ESBF se servomotorem a řemenovým převodem</i>	22
<i>Obrázek 11 – Válečkový šroub</i>	24
<i>Obrázek 12 – Schéma pohonu dávkovače</i>	27
<i>Obrázek 13 – Výchozí rozměry pro výpočet kuličkového šroubu</i>	29
<i>Obrázek 14 – Střední otáčky kuličkového šroubu</i>	30
<i>Obrázek 15 – Ekvivalentní střední zatížení kuličkového šroubu</i>	30
<i>Obrázek 16 – Rozměry příruby ložisek a montážní desky</i>	32
<i>Obrázek 17 – Ozubené soukolí</i>	35
<i>Obrázek 18 – uložení hřídele kuličkového šroubu v ložiskách</i>	38
<i>Obrázek 19 – Ventil otevírání/zavírání přívodu lepidla</i>	39
<i>Obrázek 20 – Původní a optimalizovaná příruha ložisek</i>	40
<i>Obrázek 21 – Pohyblivá příruha před a po optimalizaci</i>	41
<i>Obrázek 22 – Pohyblivá část dávkovače a její vedení</i>	41
<i>Obrázek 23 – Původní a optimalizované těsnění pístní tyče</i>	42
<i>Obrázek 24 – Původní a optimalizovaný materiálový válec</i>	42
<i>Obrázek 25 – Původní a optimalizovaná montážní deska</i>	43
<i>Obrázek 26 – 3D model dávkovače 4102S01 – 450 ml</i>	44
<i>Obrázek 27 – 3D model dávkovače 4101S01 – 750 ml</i>	44
<i>Obrázek 28 – Rozpad dávkovače 4102S01 – 450 ml</i>	45
<i>Obrázek 29 – Porovnání dávkovačů</i>	46
<i>Obrázek 30 – Pneumatické schéma zapojení otevírání přívodu lepidla</i>	48

Seznam tabulek

<i>Tabulka 1 – Technické údaje dávkovače 4011S01</i>	18
<i>Tabulka 2 – Porovnání původního a nového dávkovače</i>	28
<i>Tabulka 3 – Pracovní cyklus dávkovače</i>	30
<i>Tabulka 4 – Parametry kuličkového šroubu</i>	31
<i>Tabulka 5 – Základní parametry ozubených kol pro výpočet</i>	32
<i>Tabulka 6 – Parametry převodovky GBX080025K</i>	36
<i>Tabulka 7 – Parametry servomotoru BMH0702P06F2A</i>	37
<i>Tabulka 8 – Ekonomické zhodnocení</i>	50
<i>Tabulka 9 – Porovnání dávkovačů</i>	52

Seznam příloh

Příloha 1 – Cenová nabídka válečkového šroubu od firmy SKF
Příloha 2 – Cenová nabídka kuličkového šroubu od firmy KSK Precise Motion, a.s.
Příloha 3 – Cenová nabídka řemenového převodu od firmy Haberkorn s.r.o.
Příloha 4 – Cenová nabídka ozubeného soukolí od firmy Haberkorn s.r.o.
Příloha 5 – Cenová nabídka na elektromotor, převodovku a další příslušenství od firmy Schneider Electric CZ, s.r.o.
Příloha 6 – Výkresy sestav a podsestav dávkovací jednotky 4102S01
Příloha 7 – Sada výrobních výkresů soustružených dílů dávkovače 4102S01

SKF CZ, a.s.
U Meštanského pivovaru 1417/7
170 04 Praha 7
Česká republika

Datum: 10.01.2020

Strana: 1

Od: Renata Dobrusova

Pro: BK Technic s r.o.

Tel.: 420 234 642 111

Fax: 420 234 642 415

Fax:

Vaše poptávka: Martin Pecho

Naše nabídka: 200140 02

End User:

Vážené dámy a pánové,
 v návaznosti na Vaši poptávku Vám nabízíme:

Označení SKF	Cena [EUR / ks]	Dodací lhůta [dny]	Plánovaný odběr [ks/rok]
M/1156760	1.236,32	15 weeks	40
SRC 25X5R 400.00/580.00 G5 --Z WPR – NUTSTD, cena platí v případě objednání min.20ks v jedné dodávce			
M/1156761	2.237,66	20 weeks	40
SVC 50X2R 400.00/580.00 G5 --Z WPR --, cena platí v případě objednání min.20ks v jedné dodávce			
M/1156873	1.293,78	10 weeks	40
SRC 30X5R 400.00/580.00 G5 --Z WPR -- NUTSTD, cena platí v případě objednání min.10ks v jedné dodávce			

Pozn.:

Jedná se o rámcovou nabídku platnou jako celek. Nutné objednat rámcově.

Dodací podmínky:

Dodací podmínka DAP BK Technic s.r.o. Český Dub; dle INCOTERMS 2010. V uvedené ceně není započtena daň z přidané hodnoty.

Podmínky této nabídky se řídí Všeobecnými obchodními podmínkami SKF CZ, a.s., ve znění platném ke dni uzavření smlouvy, jejichž text je dostupný na stránkách www.skf.cz. Uvedené se netýká objednávek podaných na základe již uzavřených smluv.

SKF CZ, a.s.
U Meštanského pivovaru 1417/7
170 04 Praha 7
Česká republika

Datum: 10.01.2020

Strana: 2

Dodací lhůta je platná v okamžiku vystavení nabídky. Možnost meziprodeje je prodávajícím vyhrazena.

Platební podmínky:

1. platba na zálohovou fakturu

Platnost nabídky:

Do 10.03.2020

V případě potřeby doplňujících údajů, resp. vysvětlení, prosíme, neváhejte se na nás obrátit
Těšíme se na další spolupráci

S pozdravem

ANTONIN VLCEK

NABÍDKA č. N200787/1

Firma: BK Technic s.r.o.
 Zámecká 63
 463 43 Český Dub
 Česká republika
Pro: Pecho Martin
Od: Foltanová Kamila
Datum: 17.4.2020
Vaše číslo poptávky:

Dobrý den,

jsme velice potěšení Vaší poptávkou a dovoluujeme si Vám zaslat následující nabídku.

Technická specifikace		Cenová specifikace	
Poz.	Produkt, popis	Objednací množství	cena bez DPH/ks (v CZK)
1	Kuličkový šroub		
	Č. výkresu zákazníka	1	24 000
	4102D31, R50-10K6-FSCDIN	5	16 000
	Nominální průměr (mm)		
	50		
	Stoupání (mm)		
	10		
	Počet chodů závitu		
	1		
	Třída přesnosti		
	IT5		
	Závitová délka (mm)		
	325		
	Celková délka (mm)		
	479		
	Typ matice		
	AP/HL		
	Počet pracovních závitů		
	8		
	Modifikovaná dynamická únosnost (kN)		
	156		
	Modifikovaná statická únosnost (kN)		
	452		
	Ucpávky		
	ANO		
	Provedení dle normy ISO		
	ISO 3408		
	Předepnutí Fv		
	S vůlí		

NABÍDKA č. N200787/1

Technická specifikace		Cenová specifikace	
Poz.	Produkt, popis	Objednací množství	cena bez DPH/ks (v CZK)
2	Kuličkový šroub		
	Č. výkresu zákazníka		
	prodloužená verze	1	25 000
	Nominální průměr (mm)	5	17 000
	Stoupání (mm)		
	Počet chodů závitu		
	Třída přesnosti		
	Závitová délka (mm)		
	Celková délka (mm)		
	Typ matice		
	Počet pracovních závitů		
	Modifikovaná dynamická únosnost (kN)		
	Modifikovaná statická únosnost (kN)		
	Ucpávky		
	Provedení dle normy ISO		
	Předepnutí Fv		

Dopravné:

Balení:

Termín dodání:

Platební podmínky:

Dodací podmínky:

Platnost nabídky:

inhibitorová fólie

8 týdnů po objednání a odsouhlasení výkresové dokumentace

Splatnost faktury 14 dnů

EXW Kuřim, CZ (Incoterms 2010)

30 dnů ode dne vystavení

Věříme, že Vám naše nabídka bude vyhovovat a těšíme se na spolupráci s Vámi.

V případě jakýchkoli dotazů nás prosím kontaktujte.

S pozdravem

Kamila Foltanová

Prodej | Sales | Verkauf | Продавец

tel.: +420 533 033 733

mob.: +420 602 792 896

fax: +420 533 033 734

e-mail: kamila.foltanova@ksk-pm.cz

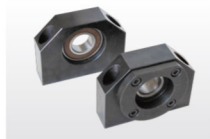
NABÍDKA č. N200787/1



Kuličkové šrouby



Trapézové šrouby



Uložení



Radiálně axiální ložiska



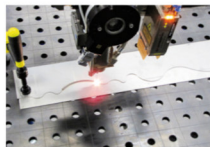
Linární aktuátory



Laserové kalení



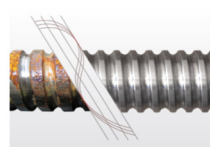
Navarování



Svařování



Kooperace



Opravy šroubů

NABÍDKA č. N200787/1

IČ 24782947 | DIČ CZ24782947 | společnost vedená u Krajského soudu v Brně, oddíl B, vložka 6551



Návrh řemenového převodu - Detaily pohonu

Design Flex

Navrženo pro: Martin Pecho
BK technic s.r.o.

Zajišťuje: Tomáš Stach
Haberkorn s.r.o.
tomas.stach@haberkorn.cz
605200712 Telefon

Aplikace: **Pohon kuličkového šroubu**

VSTUP

Známý řemen: PowerGrip GTX

Hnací

Hnaný

Známa velikost:

22 Zuby

72 Zuby

Poměr otáček: 3,27 Do pomala

Otáčky za minutu:

80,0

24,4

Výkon motoru: 140 Nm, Účinnost: 92,00 %

Maximální obvodová rychlost:

33 m / s

33 m / s

Provozní faktor: 1,6

Konstr. výkon: 224 Nm

Středová vzdálenost: 180 mm +/-20%

Kontrolovaná pouzdra: Taper-Lock, Minimální díra

Stand. motoru: Elektrický motor

Kontrolované řemeny: PowerGrip GTX

ZVOLENÝ POHON

Typ řemene: **PowerGrip GTX - 8MX**

Řemen

Hnací

Hnaný

Díl č.: 720-8MX-65

22-8M-85

72-8M-85

Poměr otáček: **3,27 Do pomala**

Produkt č.: 9327-50123

Rychlost hnaná: **24,4**

Horní šířka: --

170,0 mm

170,0 mm

Nominální výkon: **241,24 Nm**

Hmotnost: 271 g

--

--

Na hřídel: **6220 N**

Obv. rychl. m/s: 0,2 m / s

0,2 m / s

0,2 m / s

Středová vzdálenost: 159,1 mm

Otáčky za minutu: 19,6

80,0

24,4

Instalační tolerance: **124,0 mm až 159,8 mm**

Pouzdro položka č.: --

Minimální díra

3020

Díra: --

25 mm - 76,2 mm

Boř točivého momentu --

--

90 Nm

Roztečný průměr: --

56,02 mm

183,3 mm

NAPĚTÍ

Statické napětí (na drážku/žebro): 3032 až 3336 N

Nový řemen

Použitý řemen

2123 až 2426 N

Statický Belt Pull (Celková síla): 5558 až 6114 N

3032 až 3336 N

3891 až 4446 N

Průhyb na drážku/žebro: 3,00 mm

3,00 mm

3,00 mm

Síla v průhybu na drážku/žebro: 26 až 29 kgf

26 až 29 kgf

19 až 21 kgf

Sonic - měřič napětí: 3032 až 3336 N

3032 až 3336 N

2123 až 2426 N

Frekvence řemene: 307 až 322 Hz

307 až 322 Hz

257 až 275 Hz

Pokud plánujete demontáž použitých řemenů, změřte a zaznamenejte napětí před demontáží a napněte řemen na původní napětí.

Nastavení Sonicu:

Hmota 5,8g / m, Šířka: 65 mm/#R, Rozpětí: 146 mm

POZNÁMKY

- Menší kladka musí mít stejnou šířku jako řemen
- Motážní přesnost vychází ze zadaného rozsahu osových vzdáleností.
- Hnací řemenice musí mít požadovaný průměr díry. Počítejte s delší dobou výroby..
- Hnací řemenice je širší, než je nezbytné.
- Hnací řemenice; hřídel by měla odpovídat volnému uložení H8. Hřídel musí vniknout na 100%.
- Hnaná řemenice je širší, než je nezbytné.

Tato zpráva: (1) se vztahuje pouze na produkty Gates; (2) obsahuje důvěrné informace; (3) lze poskytnout pouze na podporu prodeje nebo údržbu našich výrobků; a (4) není zárukou výkonnosti.

Výrobky Brány nejsou navrženy, vyrobeny nebo zkoušeny pro použití v aplikacích letadel, včetně letadel, vrtule nebo rotoru pohonné systémy, a všechny osazené nebo bezpilotních vzdušných prostředcích všeho druhu. Zvedací a Brzdové systémy mají zvláštní ohledy. Kupující má výlučnou odpovědnost za výběr a testování produktů pro každé zamýšlené použití.

Tato zpráva a jakýkoli výrobek uvedený v této zprávě se vztahují Gates Standardních podmínkách prodeje, včetně všech odmítnutí odpovědnosti, vyloučení a omezení záruky, vyjádřené nebo předpokládané. Tyto podmínky lze nalézt na ww2.gates.com/terms-of-sale

Datum vystavení dokladu: 17.04.2020

BK Technic s.r.o.
Zámecká 63
463 43 Český Dub
Česká republika

IČO: 28727223
DIČ: CZ28727223
Číslo zákazníka: 19523
Zástupce: Martin PECHO
Telefon: +420 778 003 889
Fax:

E-mail: martin.pecho@bk-technic.cz
Vaše ozn.: 16.4.2020

Nabídka: TNST-500/2020

Strana číslo: 1

Vážený pane, děkujeme Vám za Vaši poptávku a níže Vám nabízíme:

	Předmět zdanitelného plnění	Množství / j.	Cena za jedn. v CZK bez DPH	Cena celkem bez DPH	Sazba DPH
1	T43463x Ozubené kolo s nábojem a přímým ozubením - upraveno Modul 2,5 Z37 - Indukčně kalené oubení 50±5 HRC Dodací termín: 2 týdny	1 ks	528,00	528,00	21%
2	T43463x Ozubené kolo s nábojem a přímým ozubením - upraveno Modul 2,5 Z37 - Indukčně kalené oubení 50±5 HRC Dodací termín: 4 týdny	10 ks	507,00	5 070,00	21%
3	T43479x Ozubené kolo s nábojem a přímým ozubením - upraveno Modul 2,5 Z60 - Indukčně kalené oubení 50±5 HRC Dodací termín: 2 týdny	1 ks	1 282,00	1 282,00	21%
4	T43479x Ozubené kolo s nábojem a přímým ozubením - upraveno Modul 2,5 Z60 - Indukčně kalené oubení 50±5 HRC Dodací termín: 2 týdny	10 ks	1 263,00	12 630,00	21%

Dodavatel: Haberkorn s.r.o.
Odběratel: BK Technic s.r.o.

HABERKORN

Nabídka: TNST-500/2020

Strana číslo: 2

		Částky v CZK		
		Základ	DPH	Celkem
základní sazba	21 %	19 510,00	4 097,10	23 607,10
Celkem		19 510,00	4 097,10	23 607,10
Zaokrouhlení				0,00
Částka k úhradě				23 607,10

Vystavil(a): Erik VRÁNA

Převzal(a), dne:

Platnost nabídky: 17. 5. 2020

Cena je stanovena FCA Mokrý Lazec, ČR podle INCOTERMS 2000. Náklady na balné a dopravu hradí kupující.

Platební podmínky: převodem, splatnost 14 dnů.

Způsob dopravy: zásilková služba

V případě vyprodání skladových zásob si vyhrazujeme právo na změnu dodacího termínu.

Termín dodání je platný, budou-li k datu dodání uhrazeny všechny závazky vůči firmě Haberkorn s.r.o. po datu splatnosti.

V případě, že jsou všechny závazky vůči firmě Haberkorn s.r.o. uhrazeny, považujte toto sdělení za bezpředmětné.

V ostatním platí Všeobecné obchodní podmínky Haberkorn s.r.o., které jsou zveřejněny na www.haberkorn.cz/VOP

Potěšilo by nás, kdybychom obdrželi Vaši objednávku.

S přátelským pozdravem,
Haberkorn s.r.o.

Kontaktní osoba: Erik VRÁNA
Telefon: +420 553 757 412

E-mail: erik.vrana@haberkorn.cz
WWW: www.haberkorn.cz

Fax: +420 553 757 127

Odběratel
Kont. osoba Rostislav Laris
Název firmy BK Technic s.r.o.
Adresa Zamecka 63, 463 43 Cesky Dub
Telefon
Fax
Email rostislav.laris@bk-technic.cz
WWW
IC 28727223
DIC

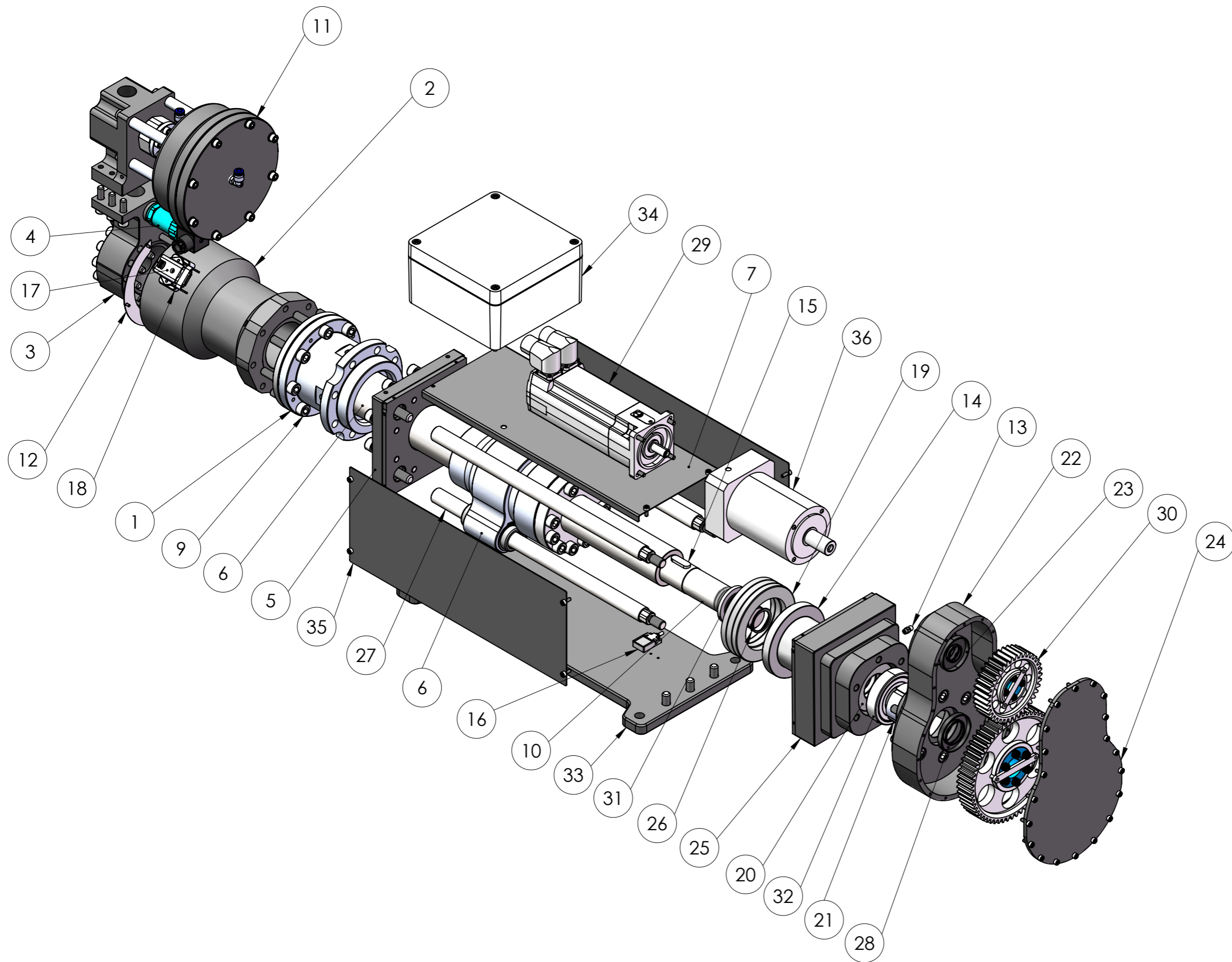
Číslo poptávky
Název projektu Poptávka, Thursday, April 16, 2020 10:04 AM

Dodavatel
Kont. osoba
Název firmy Schneider Electric CZ, s.r.o.
Adresa U Trezorky 921/2, Praha 5 Jinonice, Czech Republic
Telefon 281 088 111
Fax 224 810 849
Email podpora@schneider-electric.com
WWW www.schneider-electric.cz
IC 60467550
DIC CZ60467550



Nabídka číslo 84799
Datum 2020-04-16
Platnost 2020-07-16

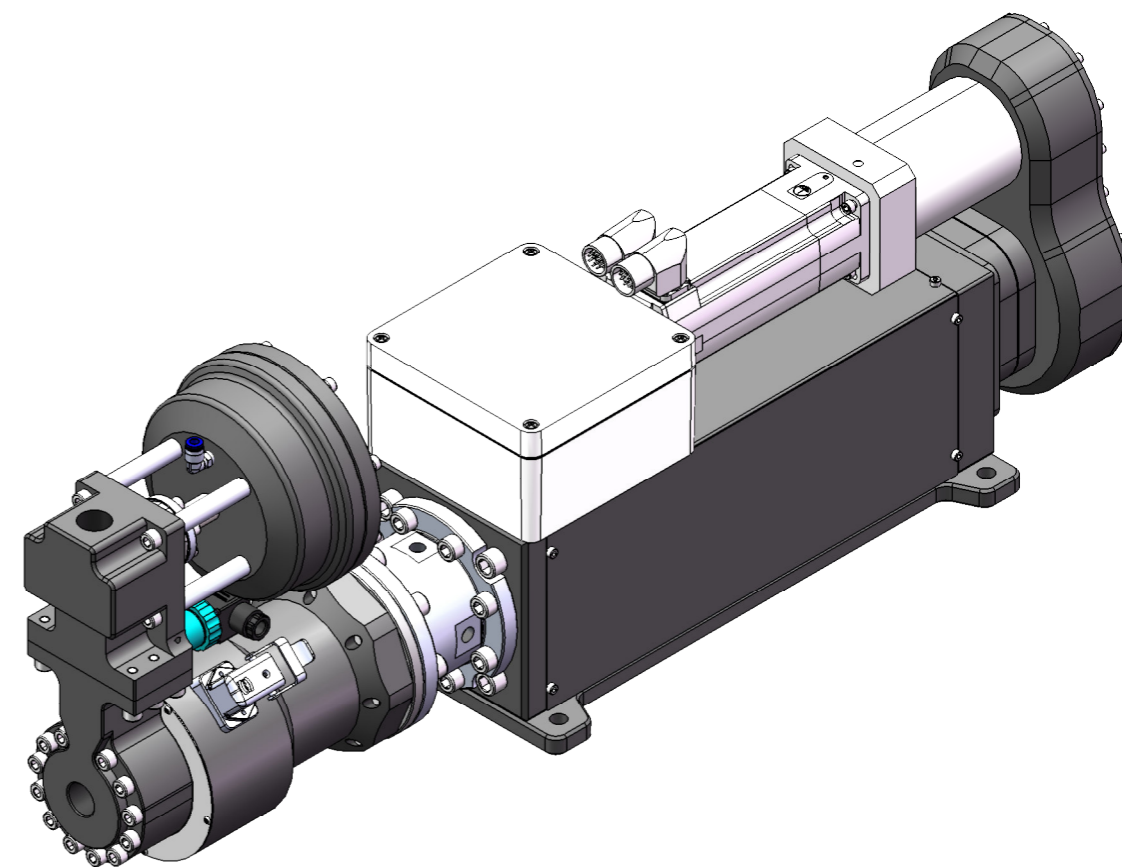
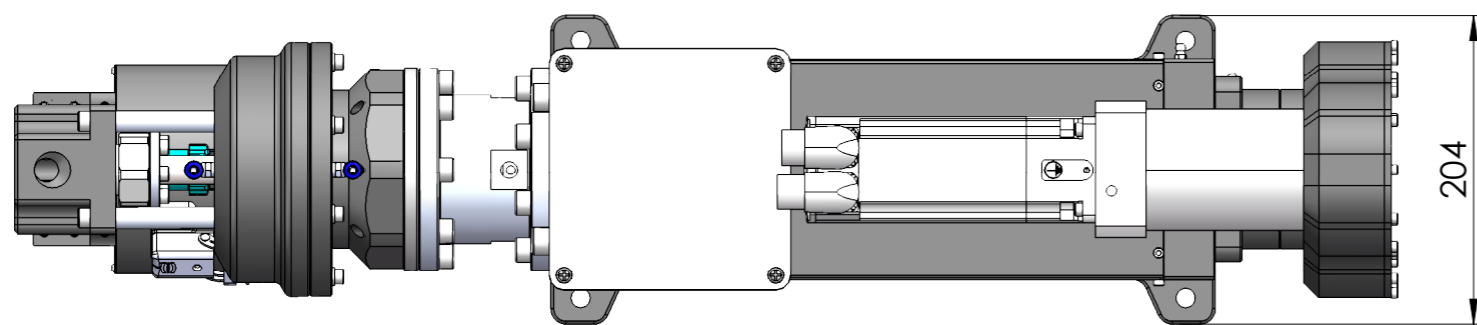
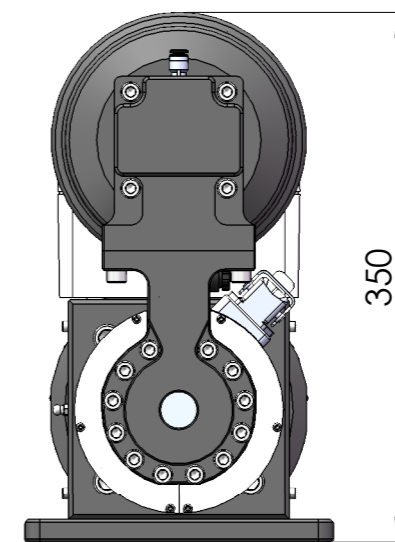
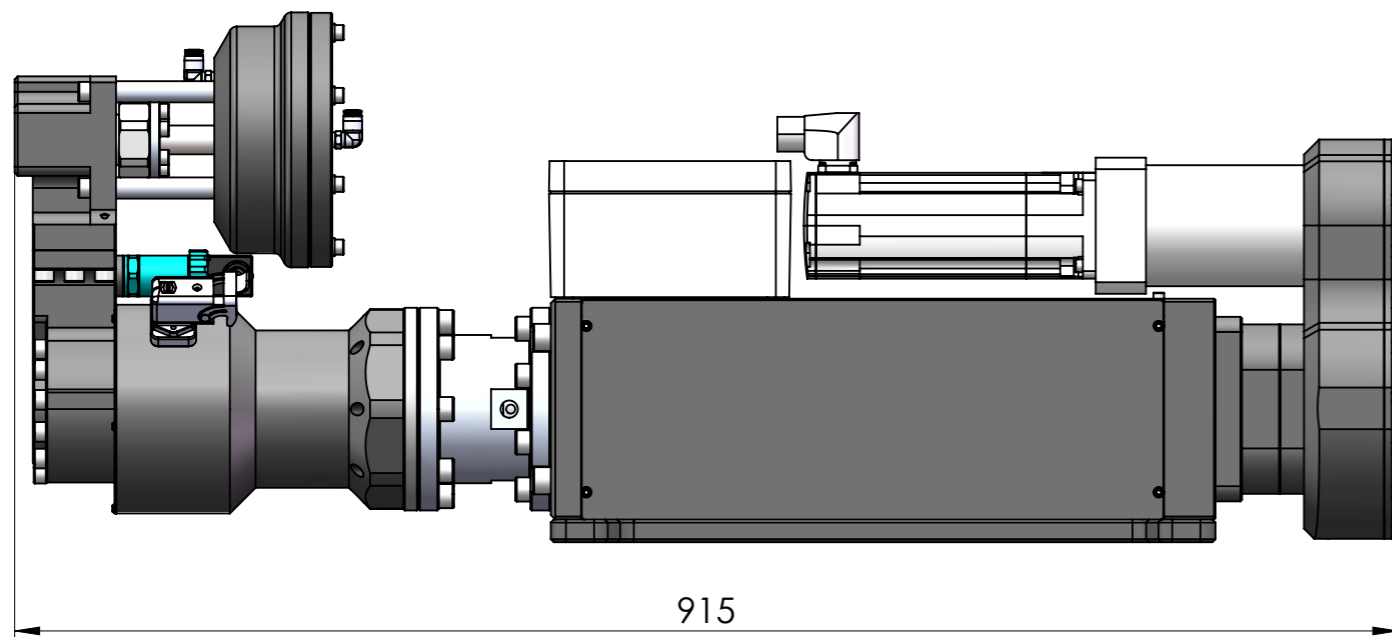
Export



# Položka	Referenční číslo	Název/Popis	LK	Množstevní jednotka	Objednávací množství	Objednávací kusů	Brutto cena / ceníková cena (CZK)	Rabatová skupina	Netto cena za kus (CZK)	Netto celková cena (CZK)	Soubory
Poptávka, Thursday, April 16, 2020 10:04 AM											
		Servomotor PMSM, příruba 70 mm IEC									
1	BMH0702T06F2A	2,5 N	LK3	ks	1,00	1,00	17 365,00	TE-11-1	7 814,25	7 814,25	
2	LXM32MD18M2	Servoměnič In / Ip = 6 /18 A, 1 x 230 V,	LK1	ks	1,00	1,00	27 870,00	TE-11-1	8 034,92	8 034,92	
3	VW3M3308	Komunikační modul Profinet >Kab. motorový 1,5 mm2, délka 3 m,	LK3	ks	1,00	1,00	4 818,00	TE-11-1	2 315,05	2 315,05	
4	VW3M5101R30	konek	LK1	ks	1,00	1,00	2 530,00	TE-11-1	1 215,41	1 215,41	
5	VW3M8102R30	>kabel pro enkoder M23 - RJ45, 3m >Planetová převodovka přímá, příruba	LK1	ks	1,00	1,00	1 822,00	TE-11-1	875,47	875,47	
6	GBX080025K	080 >Montážní adaptér GBX/Y80 BSH/BMH	LK3	ks	1,00	1,00	13 453,00	TE-11-1	6 861,03	6 861,03	
7	GBK0800702F	701/2	LK1	ks	1,00	1,00	2 841,00	TE-11-1	1 446,92	1 446,92	
Celková cena bez DPH (CZK)										28 563,05	

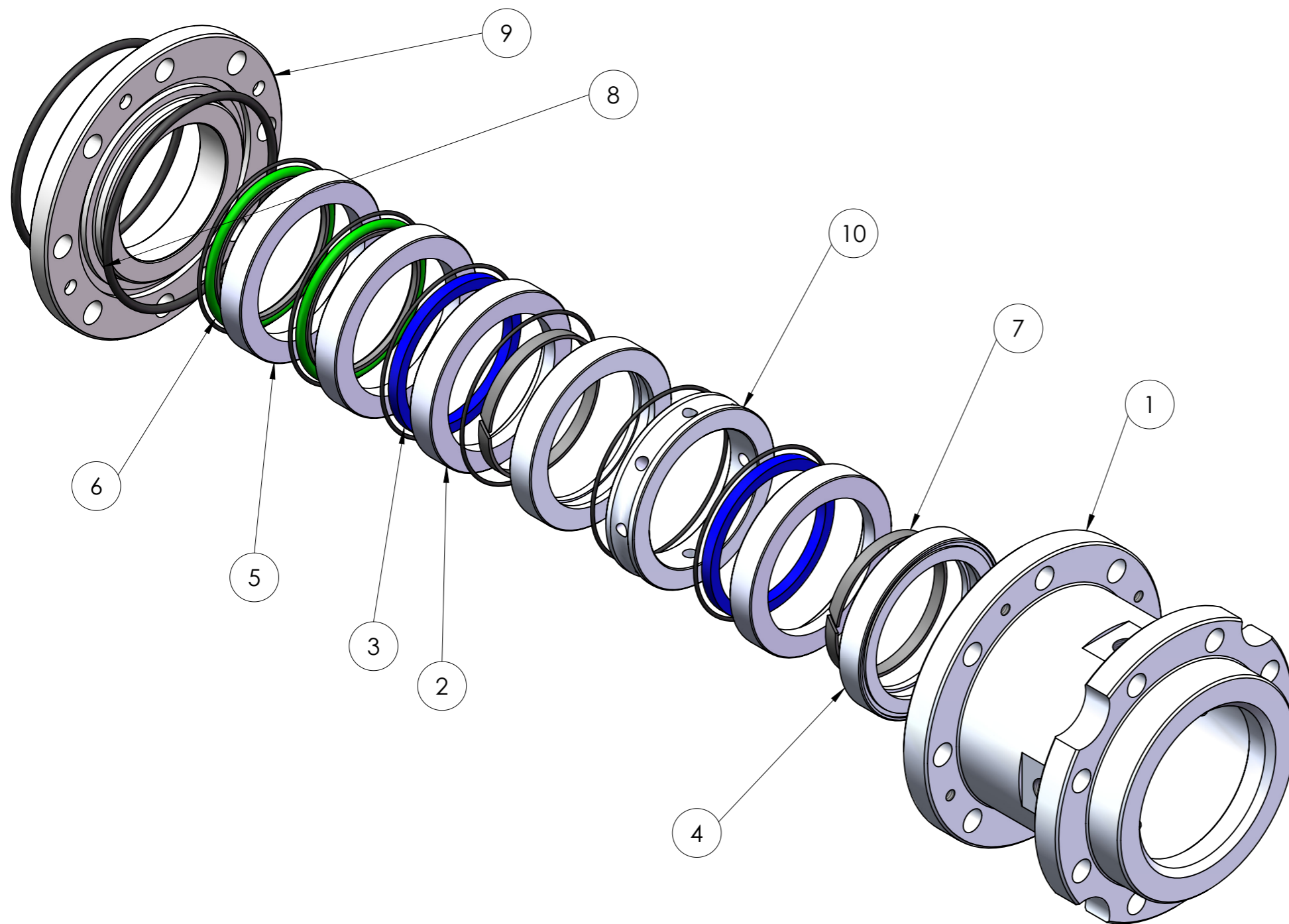


36	PLANETOVÁ PŘEVODOVKA SCHNEIDER	GBX080025K	1
35	KRYT BOČNÍ	4102D45	2
34	ROZVADĚČ RITTAL	9112.210	1
33	ZÁKLADOVÁ DESKA	4102D38	1
32	RADIÁLNÍ KULIČKOVÉ LOŽISKO	6207-2RS	1
31	DISTANČNÍ PODLOŽKA	4102D39	1
30	SESTAVA OZUBENÉHO SOUKOLÍ	4102S05	1
29	SERVOMOTOR SCHNEIDER	BMH0702P06F2A	1
28	GUFERO A 30-52-7 NBR	DIN 3760	1
27	ROZPĚRNÁ TYČ	4007D09	4
26	POJISTNÝ KROUŽEK 12x1	ČSN 02 2930	1
25	PŘÍRUBA LOŽISKA	4102D11	1
24	VÍKO PŘEVODOVKY	4102D64	1
23	GUFERO A 20-47-7 NBR	DIN 3760	1
22	SKŘÍŇ PŘEVODOVKY	4102D61	1
21	POJISTNÁ MATICE HIWIN	HIA-35	1
20	AXIÁLNÍ KULIČKOVÉ LOŽISKO	51307	1
19	AXIÁLNÍ VÁLEČKOVÉ LOŽISKO	81214 TN	1
18	PŘÍRUBA KONEKTORU	4102D42	1
17	ÚHLOVÝ KONEKTOR HARTING	09200030801	1
16	ČIDLO SICK	IQ20-07BPPDQ0S	2
15	PERO A 10x8x40	DIN 6885	1
14	PŘÍRUBA KULIČKOVÉHO ŠROUBU	4102D34	1
13	MAZACÍ HLAVICE MK6	ČSN 23 1470	2
12	KRYT VYHŘÍVÁNÍ	4102D33	2
11	UZAVÍRACÍ VENTIL	13001S01	1
10	KULIČKOVÝ ŠROUB 50x10	4102D31	1
9	SADA ŠROUBŮ 4102	DIN 912	1
8	SADA O-KROUŽKŮ 4102	NBR 70 Sh	1
7	KRYT HORNÍ	4102D25	1
6	SESTAVA PÍSTNÍ TYČE	4102S03	1
5	PŘÍRUBA ROZPĚRNÝCH TYČÍ	4102D08	1
4	TLAKOVÝ SENZOR SICK	PFT-FRB400SF2OSSALSSZ	1
3	ČELNÍ PŘÍRUBA	4102D07	1
2	MATERIÁLOVÝ VÁLEC	4102D06	1
1	PŘÍRUBA S TĚSNĚNÍM	4102S02	1
Poz.	Název-rozměr	Číslo výkresu-norma	MNOŽ.



	BK Technic s.r.o. Zámecká 63, 463 43 Český Dub tel.: +420 778 003 889 email: info@bk-technic.cz www.bk-technic.cz	MATERIÁL:	HMOTNOST:
			DODAVATEL:
		SPECIFIKACE:	
		NÁZEV:	PÍSTOVÝ SERVO DÁVKOVAČ
KRESLIL: Martin Pecho	DATUM: 29.4.2020	ČÍSLO VÝKRESU:	4102S01
MĚŘÍTKO: 1:5	PŘESNOST: ISO 2768-mk TOLEROVÁNÍ: ISO 8015 PROMÍTÁNÍ: 		

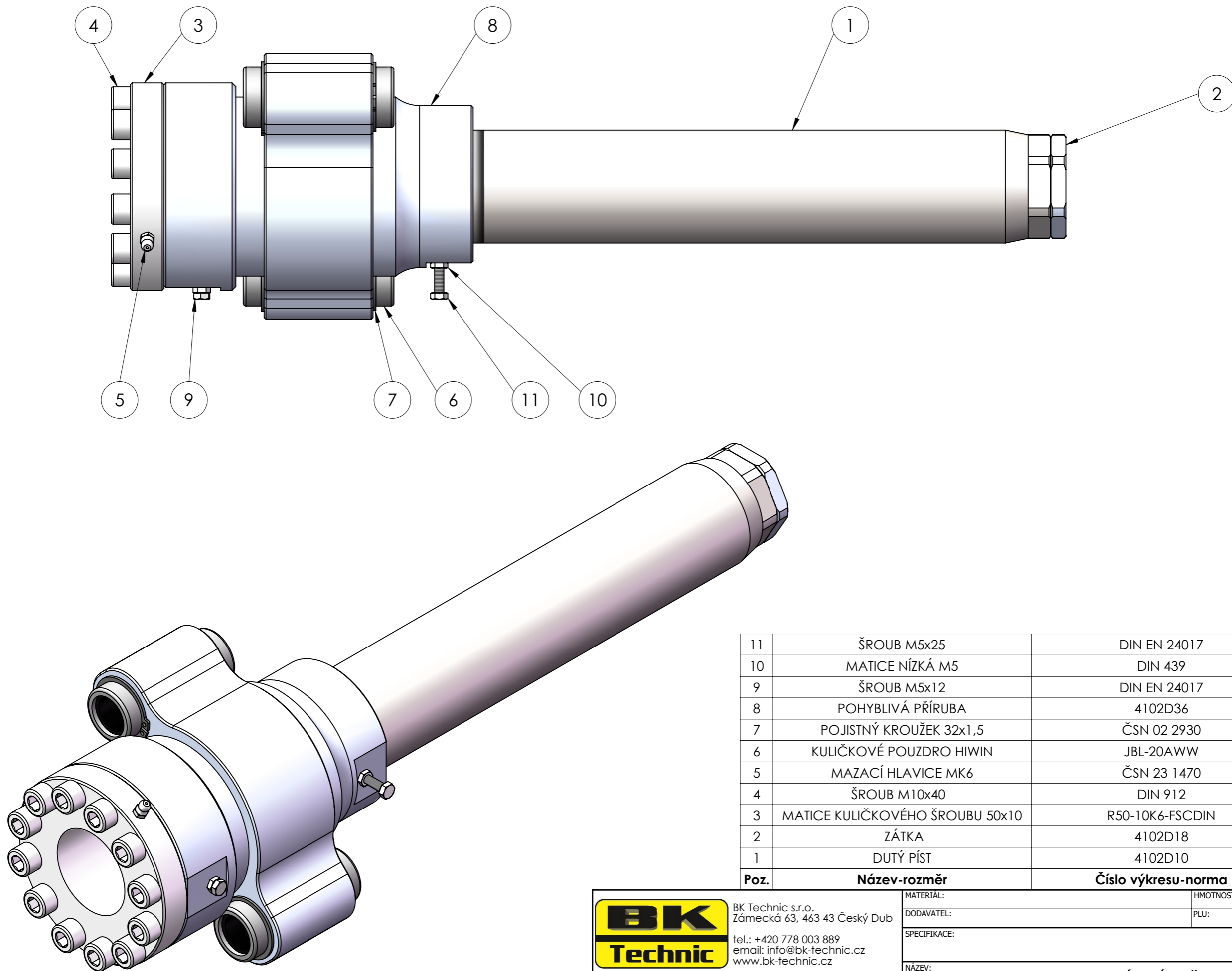


	BK Technic s.r.o. Zámecká 63, 463 43 Český Dub tel.: +420 778 003 889 email: info@bk-technic.cz www.bk-technic.cz		MATERIÁL:	HMOTNOST:
	KRESLIL: Martin Pecho DATUM: 29.4.2020		DODAVATEL:	PLU:
MĚŘITKO: 1:5 PŘESNOST: ISO 2768-mk TOLEROVÁNÍ: ISO 8015 PROMÍTÁNÍ:		SPECIFIKACE:		
		NÁZEV: PÍSTOVÝ SERVODÁVKOVAČ		
		ČÍSLO VÝKRESU: 4102S01		





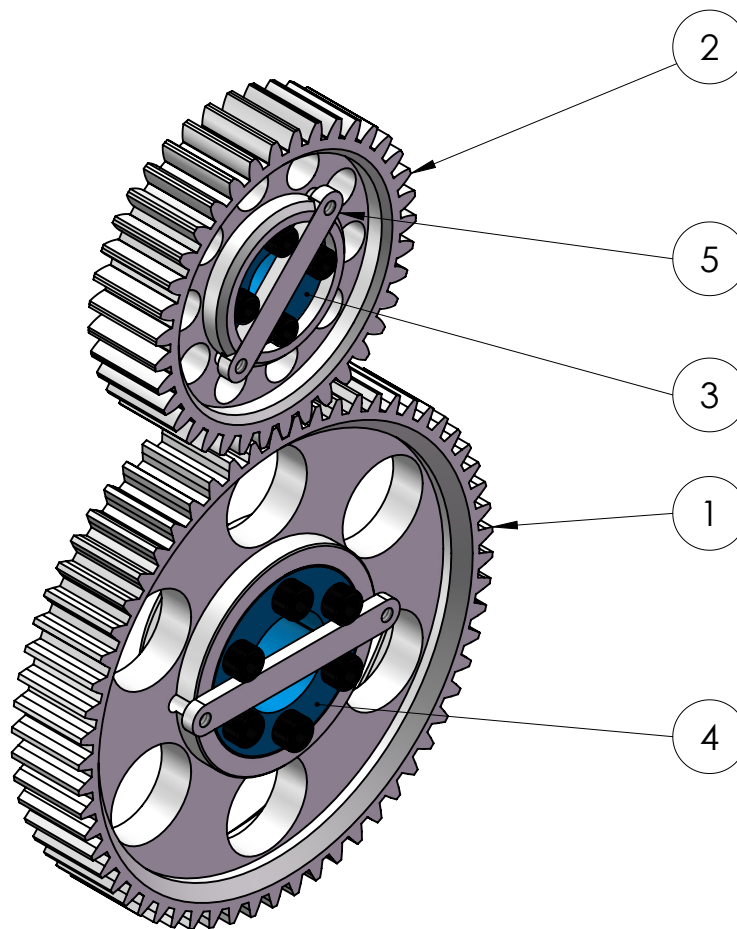
10	DOMEK VODÍCÍ PÁSKY	4102D41	1
9	MEZIPŘÍRUBA SESTAVY TĚSNĚNÍ	4102D05	1
8	SADA O-KROUŽKŮ 4102	NBR 70 Sh	9
7	VODÍCÍ PÁSKA	DF PTFE-BRONZ 5,6 x 1,5 - PR60	2
6	TĚSNĚNÍ	S09-E PTFEIII-FPM 60x70,7x3,9	2
5	DOMEK TĚSNĚNÍ	4102D03	2
4	DOMEK VODÍCÍ PÁSKY	4102D04	2
3	PÍSTOVÁ STÍRACÍ MANŽETA	TTU PUR 60x70x5	2
2	DOMEK TĚSNĚNÍ	4102D02	2
1	PŘÍRUBA TĚSNĚNÍ	4102D01	1
Poz.	Název-rozměr	Číslo výkresu-norma	MNOŽ.

	BK Technic s.r.o. Zámecká 63, 463 43 Český Dub tel.: +420 778 003 889 email: info@bk-technic.cz www.bk-technic.cz		MATERIÁL:	HMOTNOST:
	KRESLIL: Martin Pecho DATUM: 29.04.2020		DODAVATEL:	PLU:
MĚŘÍTKO: 1:2 PŘESNOST: ISO 2768-mk TOLEROVÁNÍ: ISO 8015 PROMÍTÁNÍ:		SPECIFIKACE:		
		NÁZEV: PŘÍRUBA S TĚSNĚNÍM		
		ČÍSLO VÝKRESU: 4102S02		



11	ŠROUB M5x25	DIN EN 24017	1
10	MATICE NÍZKÁ M5	DIN 439	2
9	ŠROUB M5x12	DIN EN 24017	1
8	POHYBLIVÁ PŘÍRUBA	4102D36	1
7	POJISTNÝ KROUŽEK 32x1,5	ČSN 02 2930	4
6	KULIČKOVÉ POUZDRO HIWIN	JBL-20AWW	2
5	MAZACÍ HLAVICE MK6	ČSN 23 1470	1
4	ŠROUB M10x40	DIN 912	12
3	MATICE KULIČKOVÉHO ŠROUBU 50x10	R50-10K6-FSCDIN	1
2	ZÁTKA	4102D18	1
1	DUTÝ PÍST	4102D10	1
Poz.	Název-rozměr	Číslo výkresu-norma	MNOŽ.

	BK Technic s.r.o. Zámecká 63, 463 43 Český Dub tel.: +420 778 003 889 email: info@bk-technic.cz www.bk-technic.cz		MATERIÁL:	HMOTNOST:
			DODAVATEL:	PLU:
KRESLIL: Martin Pecho		DATUM: 29.4.2020		NÁZEV: SESTAVA PÍSTNÍ TYČE
MĚŘÍTKO: 1:2		PŘESNOST: ISO 2768-mk TOLEROVÁNÍ: ISO 8015 PROMĚTÁNÍ: 		ČÍSLO VÝKRESU: 4102S03
				list 1/1



5	PŘÍLOŽKA	4102D65	2
4	SVĚRNÉ UPÍNACÍ POUZDRO HABERKORN	BK61 30x55	1
3	SVĚRNÉ UPÍNACÍ POUZDRO HABERKORN	BK61 20x38	1
2	OZUBENÉ KOLO HNACÍ	4102D69	1
1	OZUBENÉ KOLO HANÉ	4102D68	1
Poz.	Název-rozměr	Číslo výkresu-norma	MNOŽ.



BK Technic s.r.o.
Zámecká 63, 463 43 Český Dub
tel.: +420 778 003 889
email: info@bk-technic.cz
www.bk-technic.cz

MATERIÁL:

HMOTNOST: 2.18

DODAVATEL: BK Technic s.r.o.

PLU:

SPECIFIKACE:

NÁZEV:

KRESLIL: Martin Pecho

DATUM: 02.03.2020

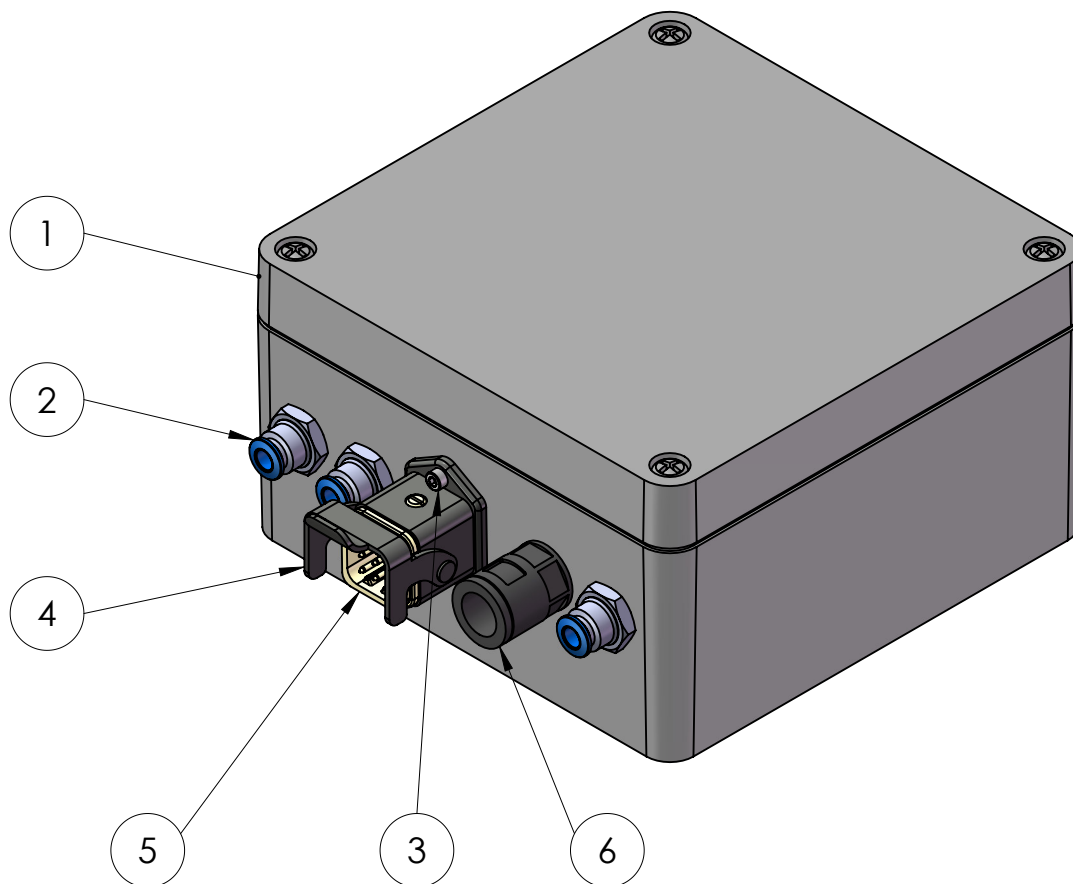
MĚŘÍTKO: 1:2

PŘESNOST: ISO 2768-mk
TOLEROVÁNÍ: ISO 8015
PROMÍTÁNÍ:

ČÍSLO VÝKRESU:

4102S05

list 1/1



6	ŠROUBENÍ SILVYN KCLICK	55501015	1
5	TĚLO KONTAKTŮ HARTING	09360082632	1
4	KONEKTOR HARTING	09200030301	1
3	ŠROUB M3x8	DIN 912	2
2	PRŮCHODKA FESTO	153158 QSS-6	3
1	ROZVADĚČ RITTAL	9112_210	1
Poz.	Název-rozměr	Číslo dílu	MNOŽ.



BK Technic s.r.o.
Zámecká 63, 463 43 Český Dub
tel.: +420 778 003 889
email: info@bk-technic.cz
www.bk-technic.cz

KRESLIL: Martin Pecho

DATUM: 29.04.2020

MĚŘÍTKO: 1:2

PŘESNOST: ISO 2768-mk
TOLEROVÁNÍ: ISO 8015
PROMÍTÁNÍ:

MATERIÁL:

HMOTNOST: 1,57

DODAVATEL: BK Technic s.r.o.

PLU:

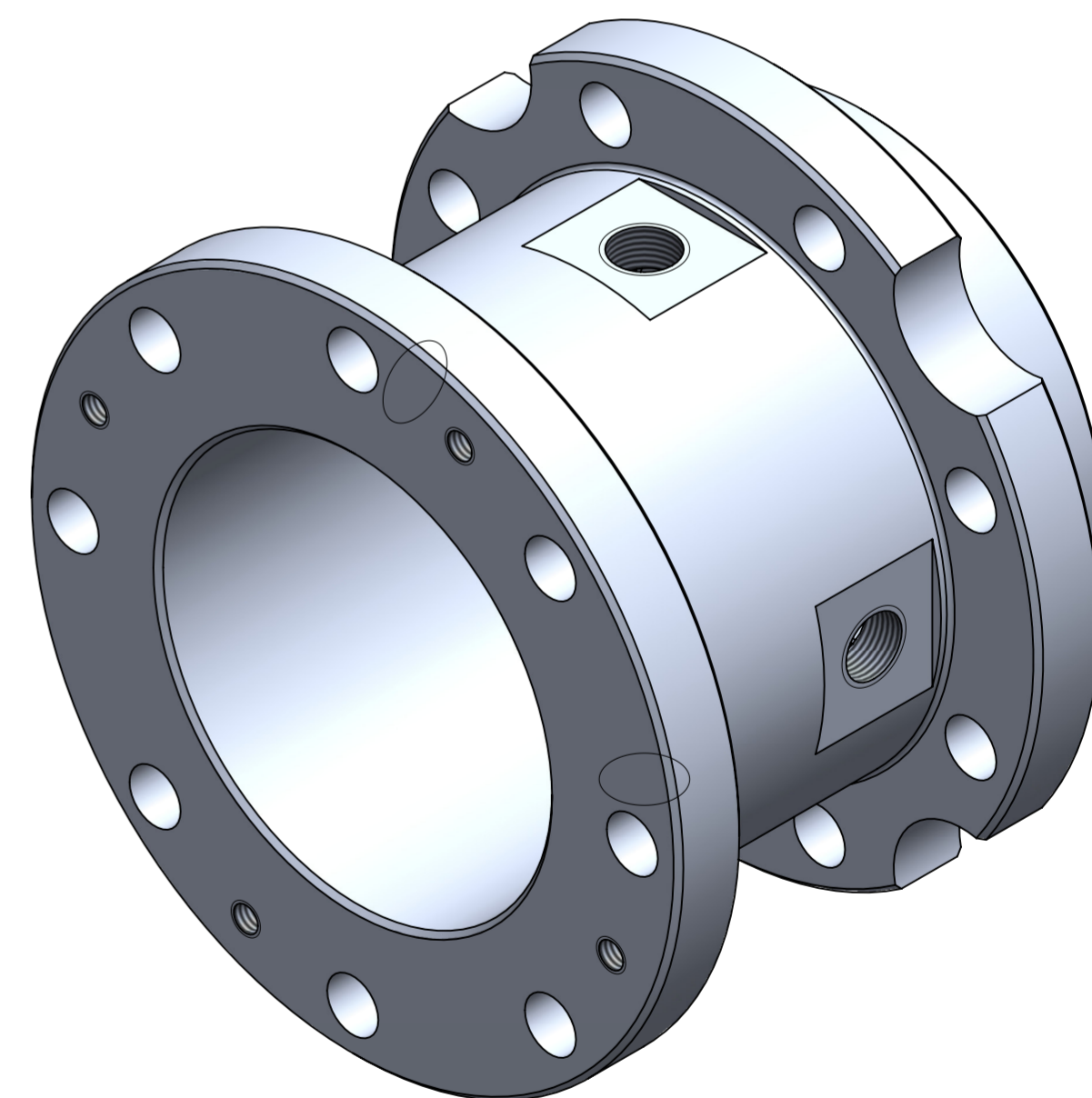
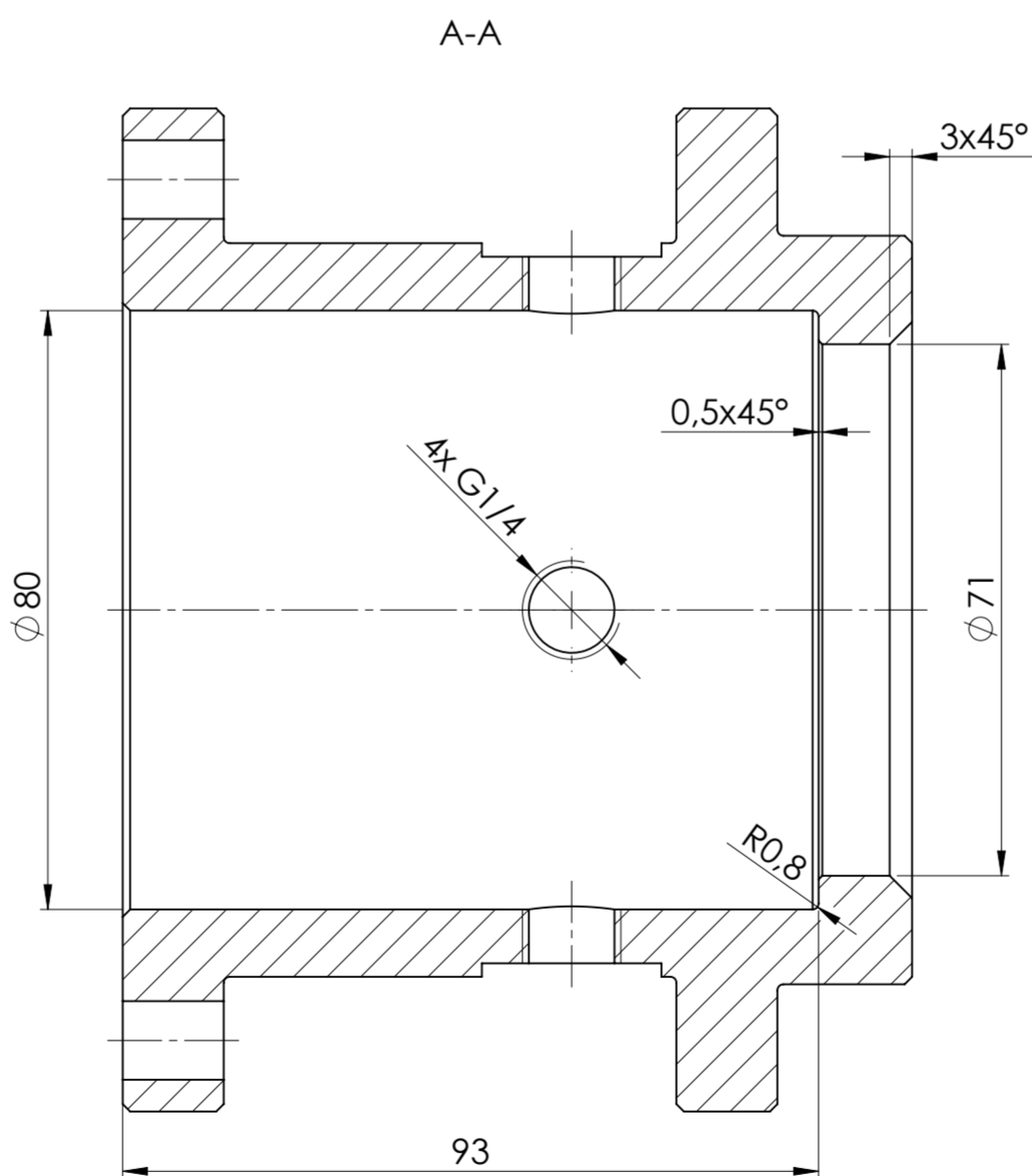
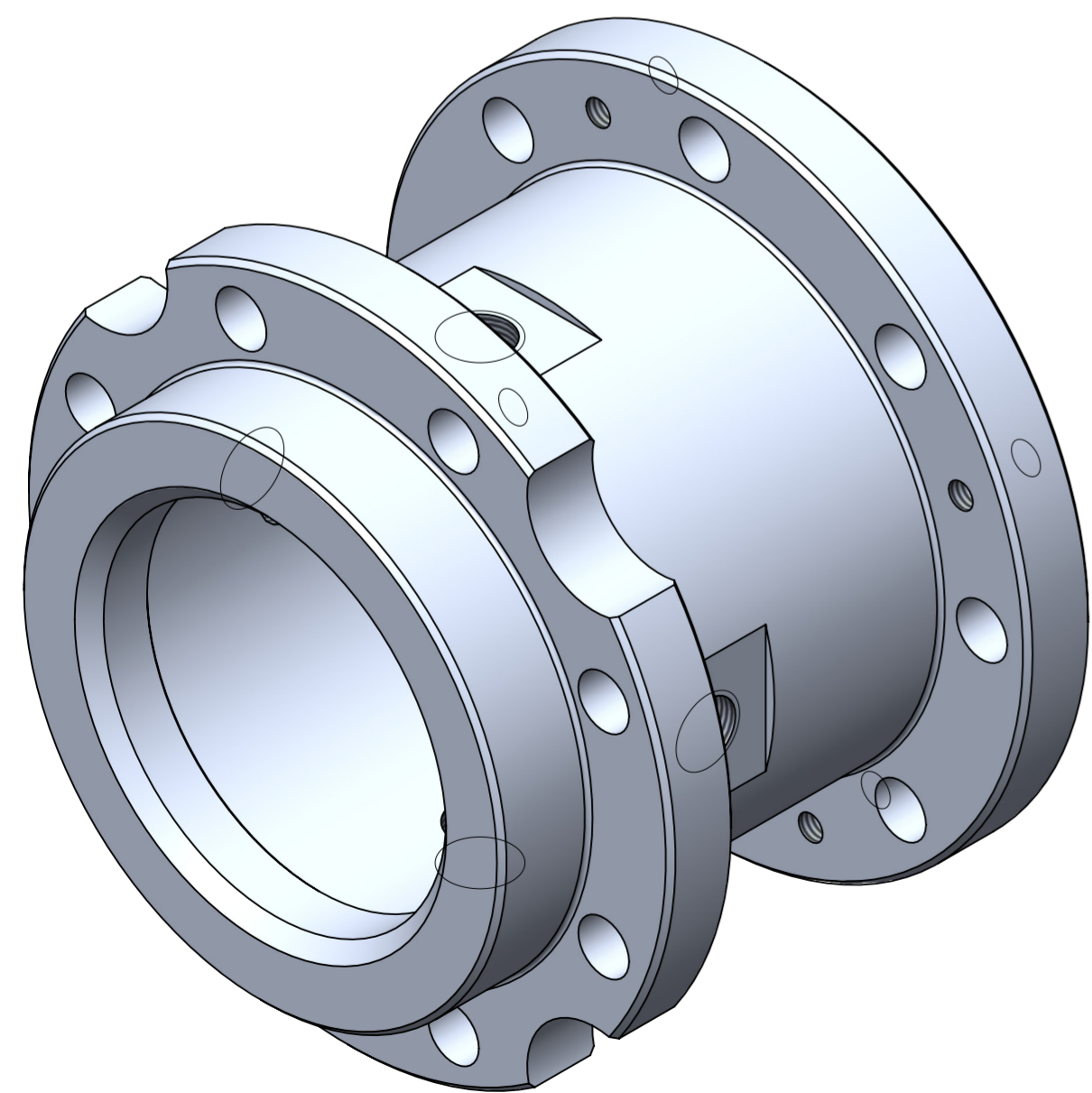
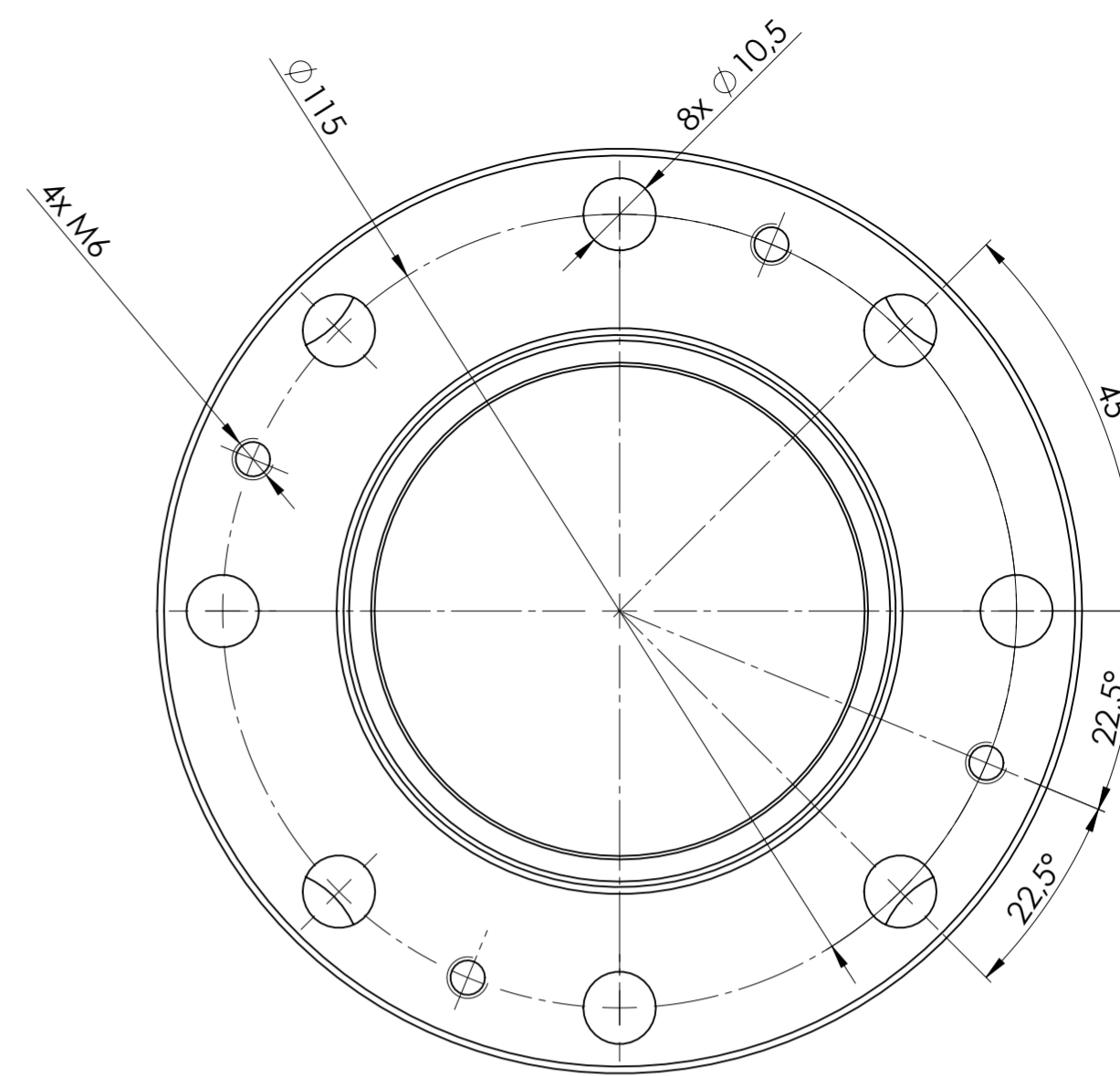
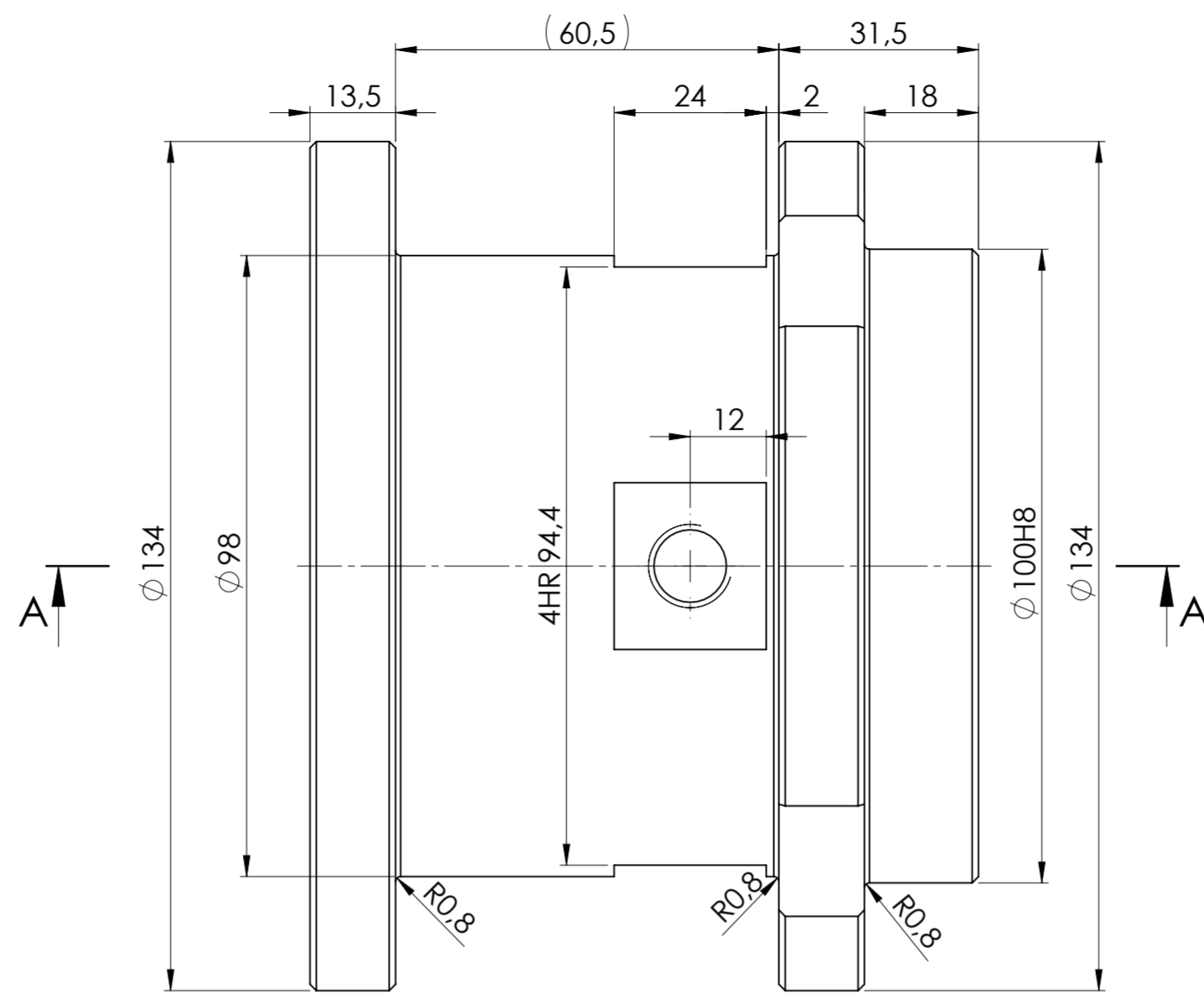
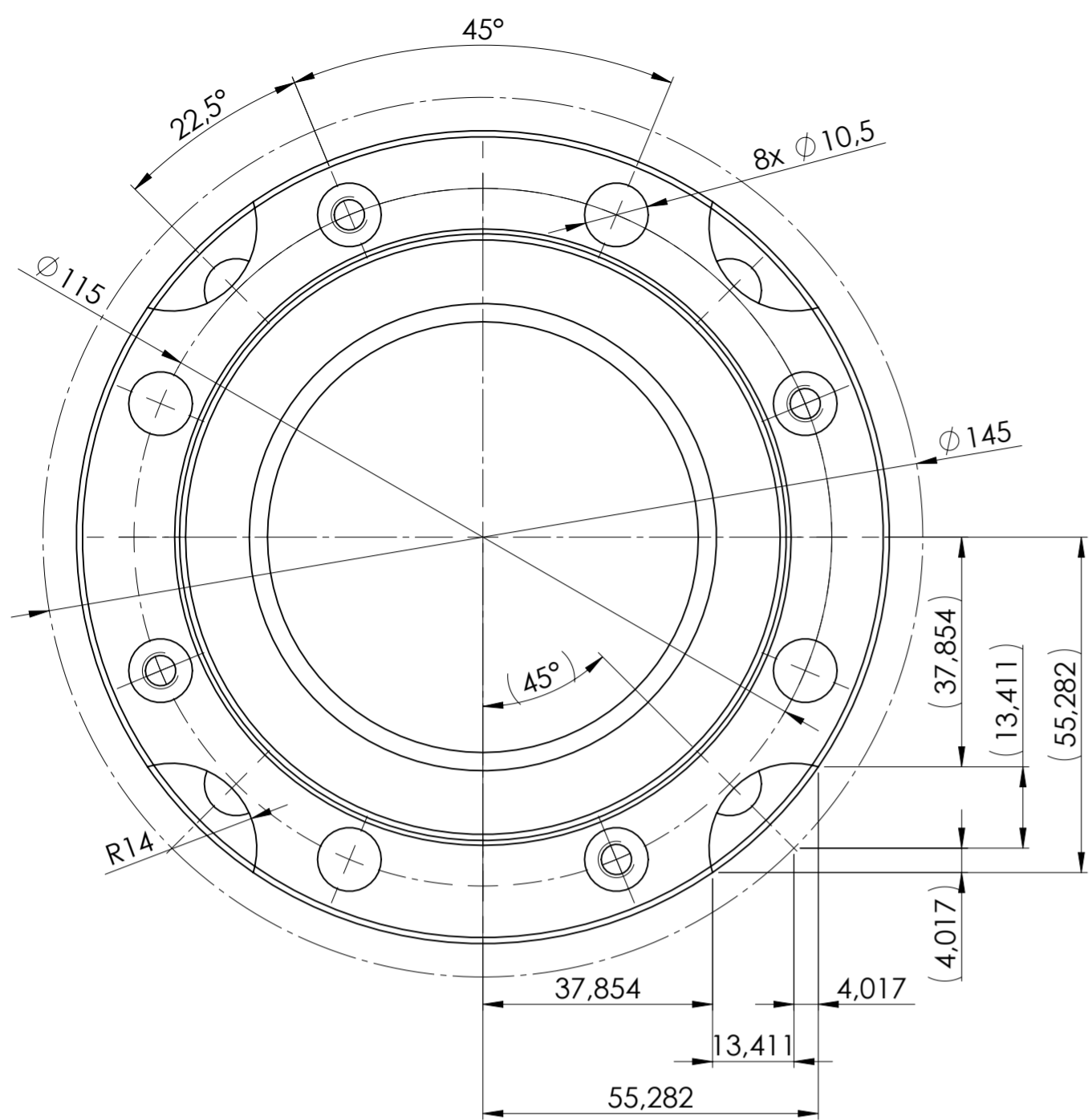
SPECIFIKACE:

NÁZEV:

ROZVADĚČ S KONEKTORY

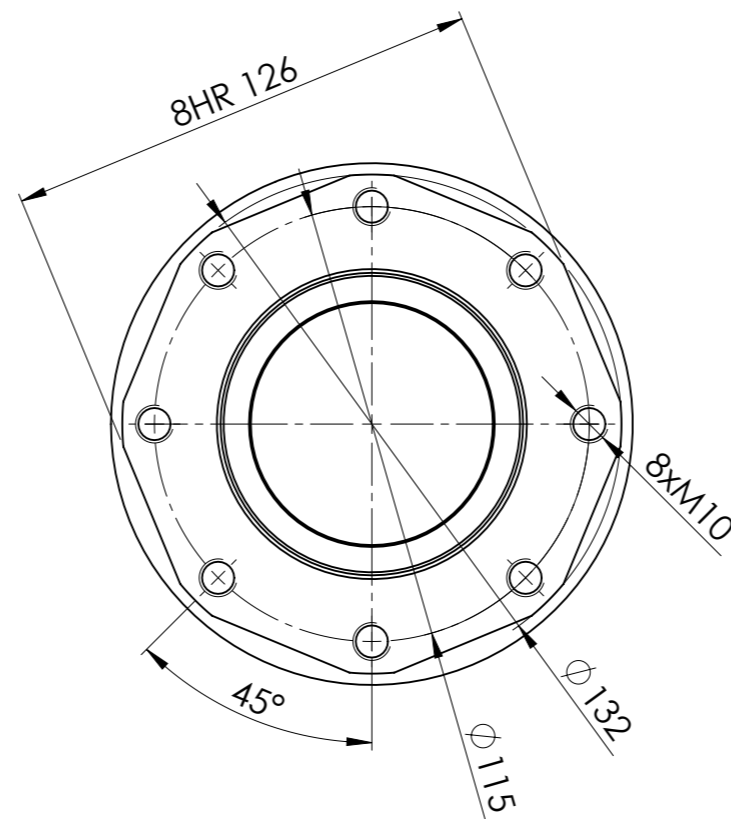
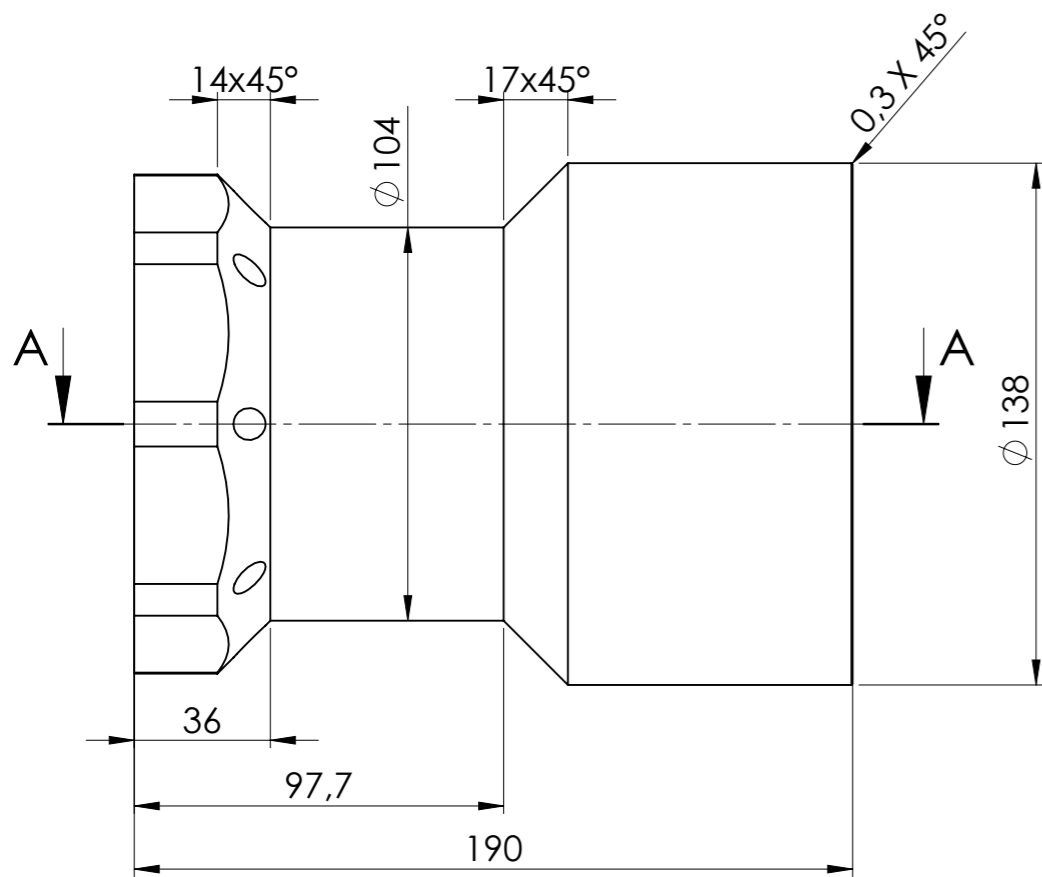
ČÍSLO VÝKRESU:

4102S06

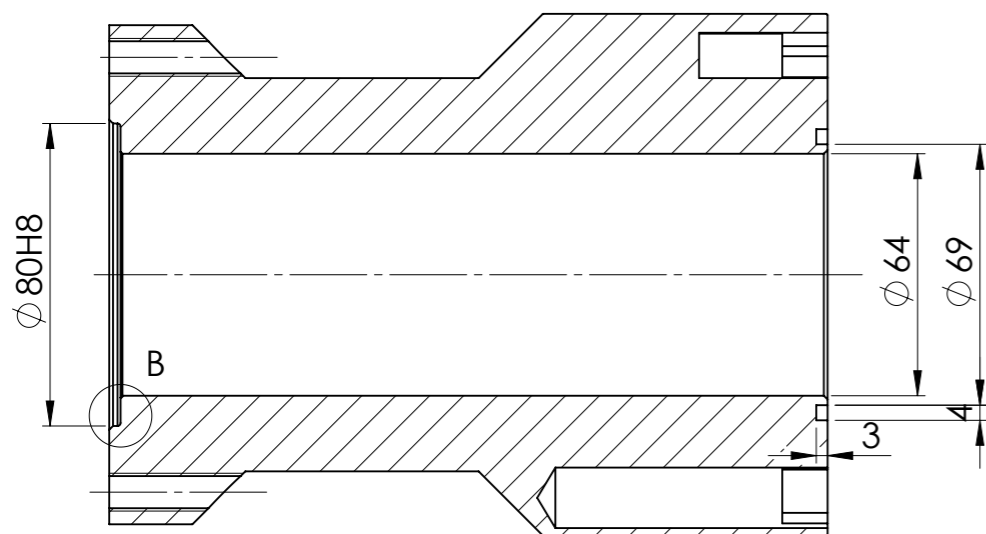


MNOŽSTVÍ:	1 ks
POVRCHOVÁ ÚPRAVA:	
ZUŠLECHTĚNÍ:	
NEKÓTOVANÁ SRAŽENÍ:	1x45°

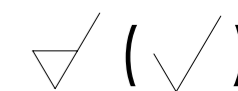
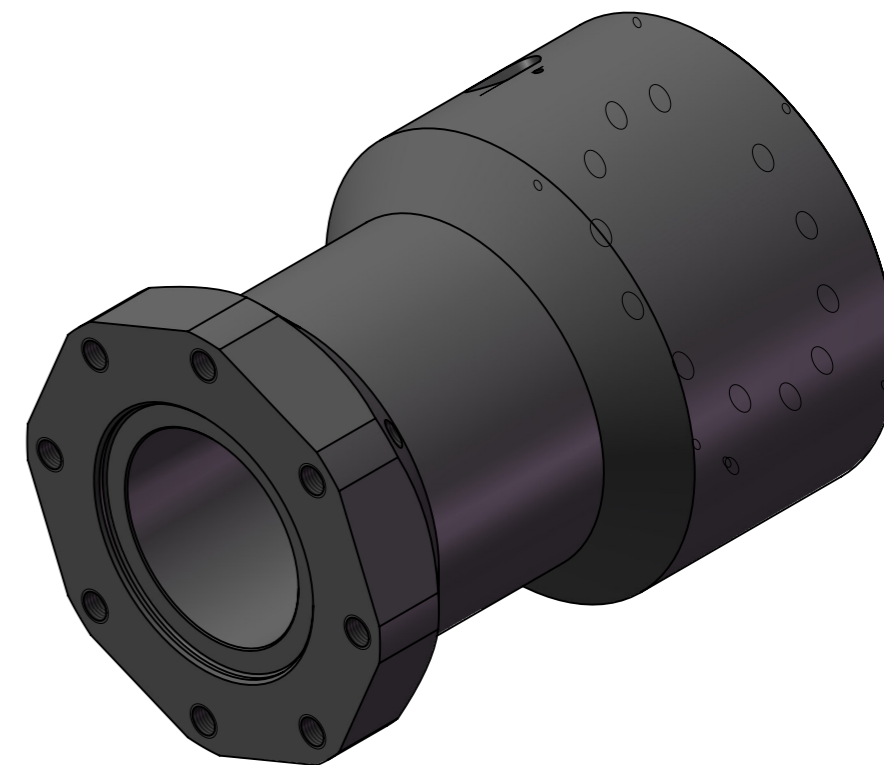
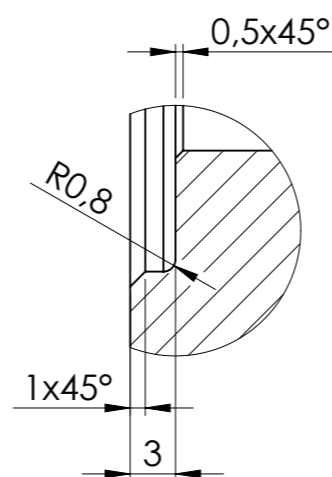
	BK Technic s.r.o. Zámecká 63, 463 43 Český Dub tel.: +420 778 003 889 email: info@bk-technic.cz www.bk-technic.cz	MATERIÁL: 3.3547 (EN-AW 5083)	HMOTNOST:
		DODAVATEL:	PLU:
KRESLIL: Martin Pecho	DATUM: 29.4.2020	SPECIFIKACE:	NÁZEV: PŘÍRUBA TĚSNĚNÍ
MĚŘÍTKO: 1:1	PŘESNOST: ISO 2768-mk TOLEROVÁNÍ: ISO 8015 PROMĚTÁNÍ:	ČÍSLO VÝKRESU:	4102D01




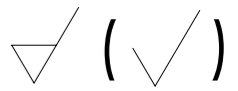
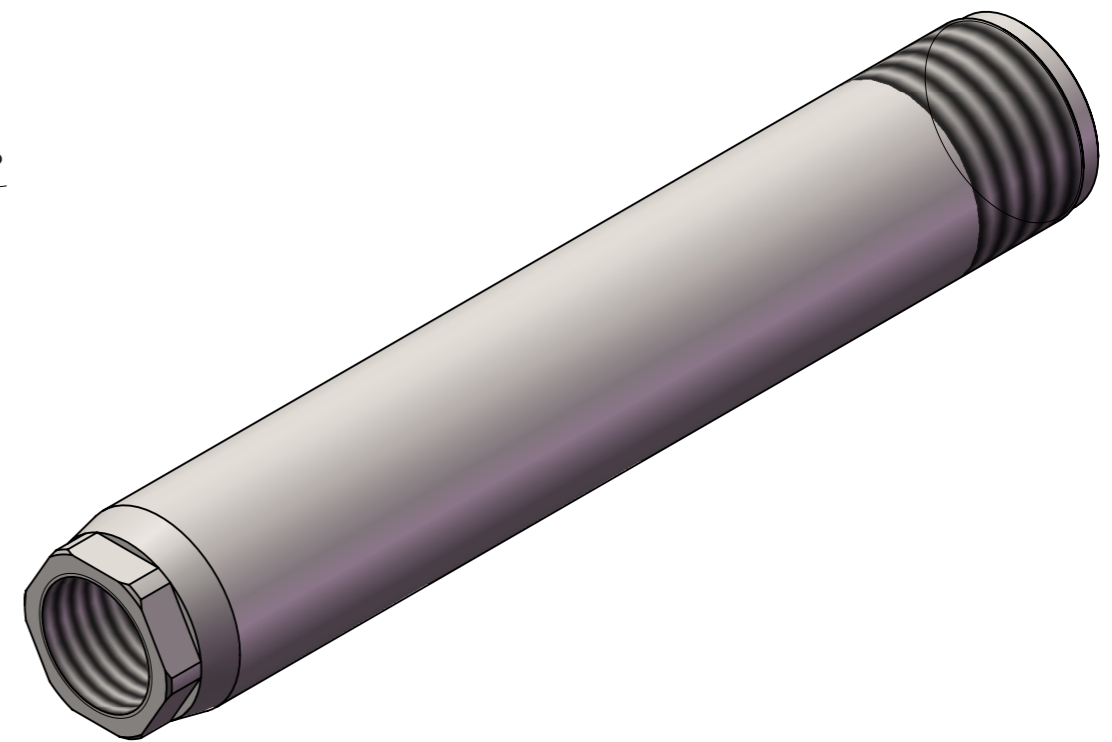
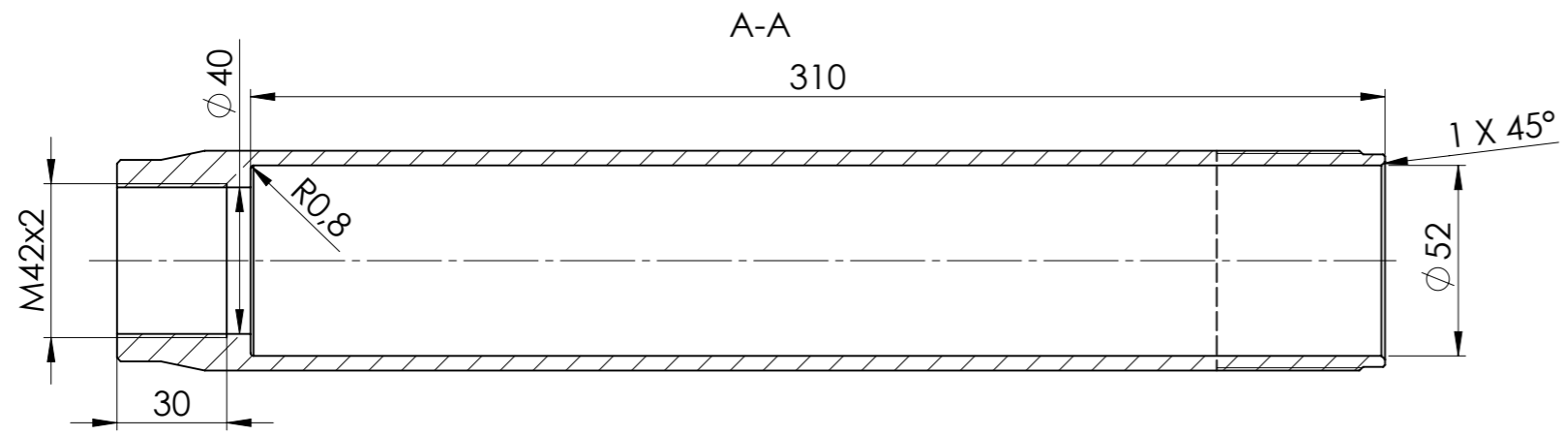
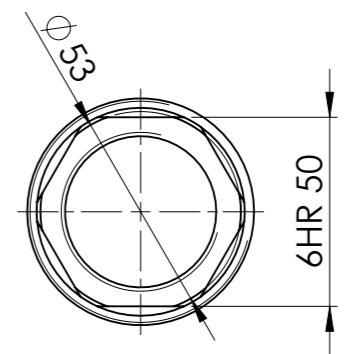
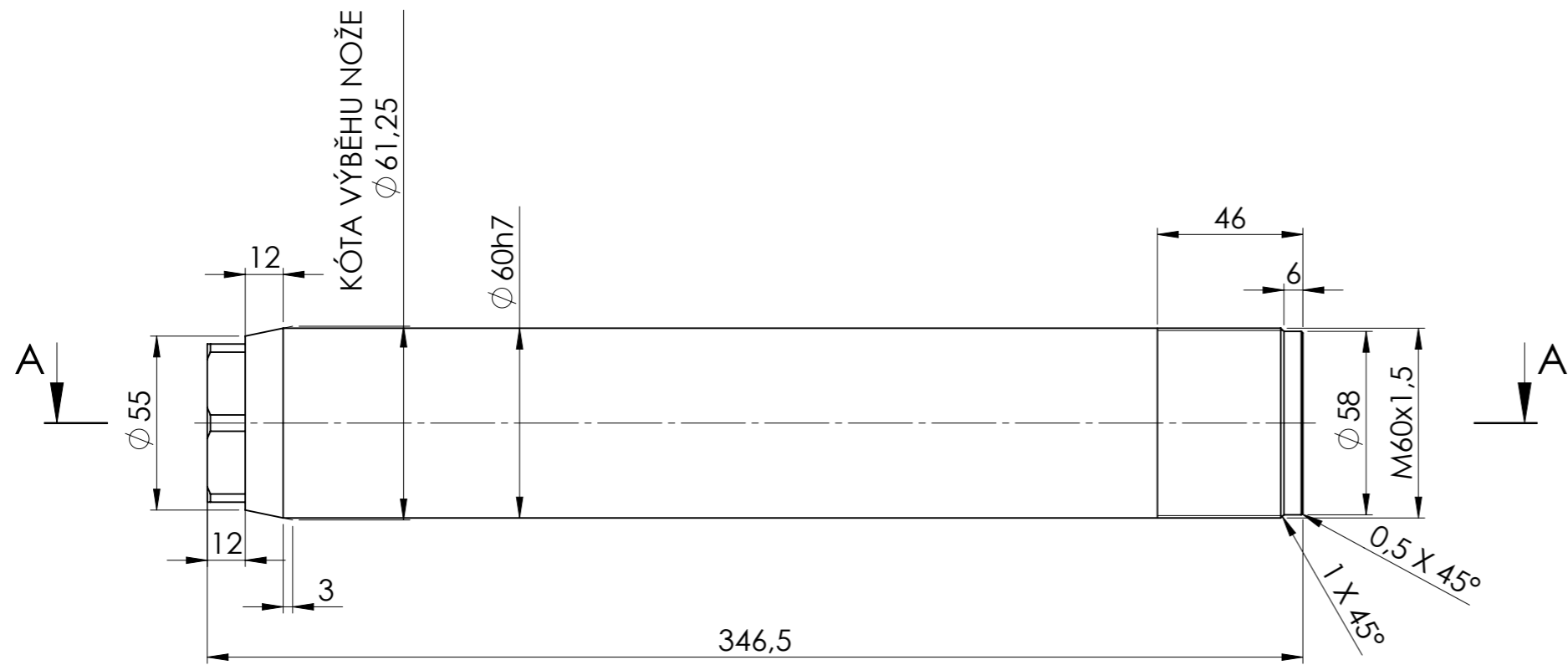
A-A




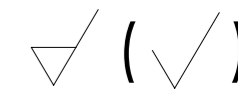
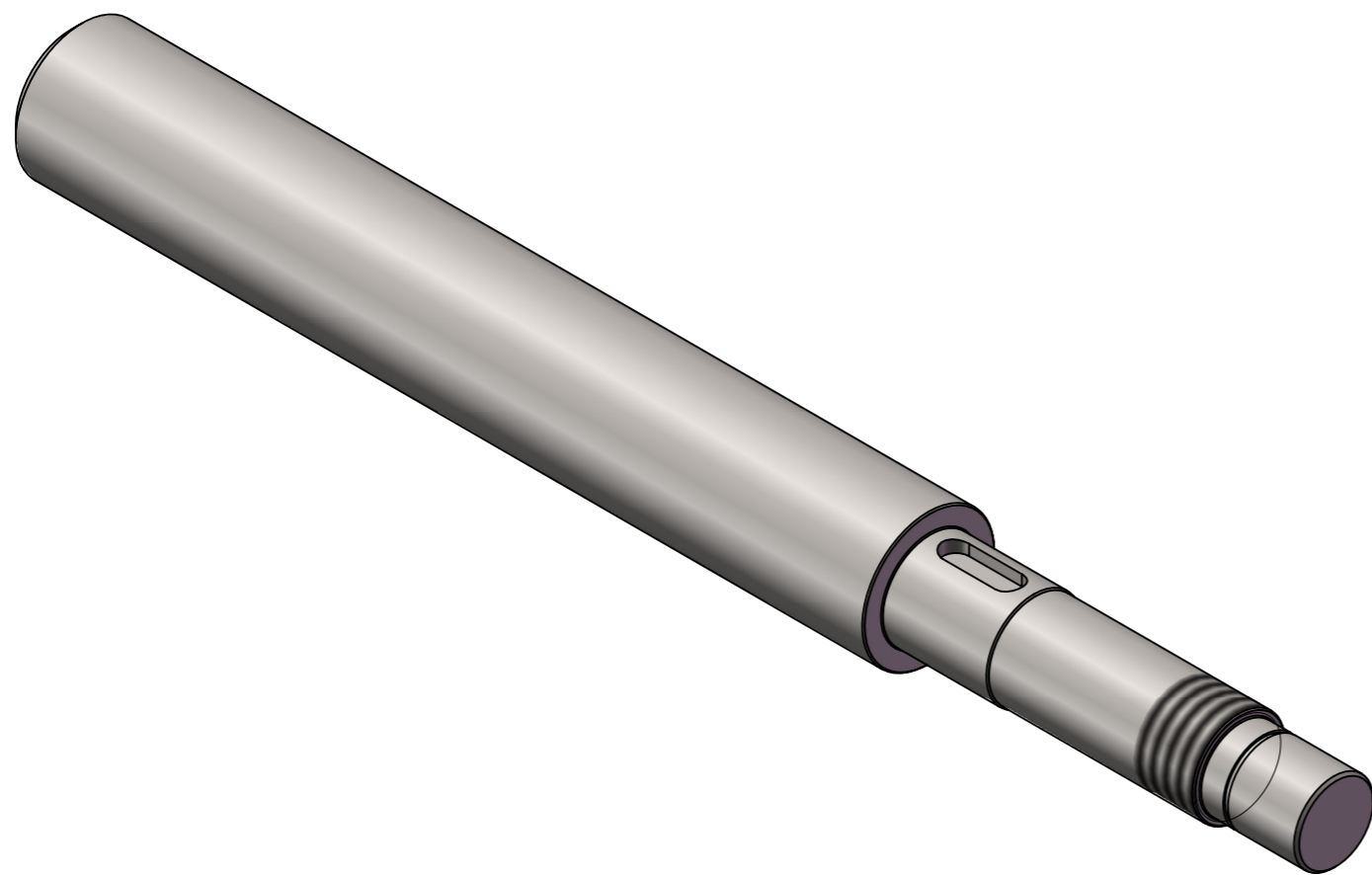
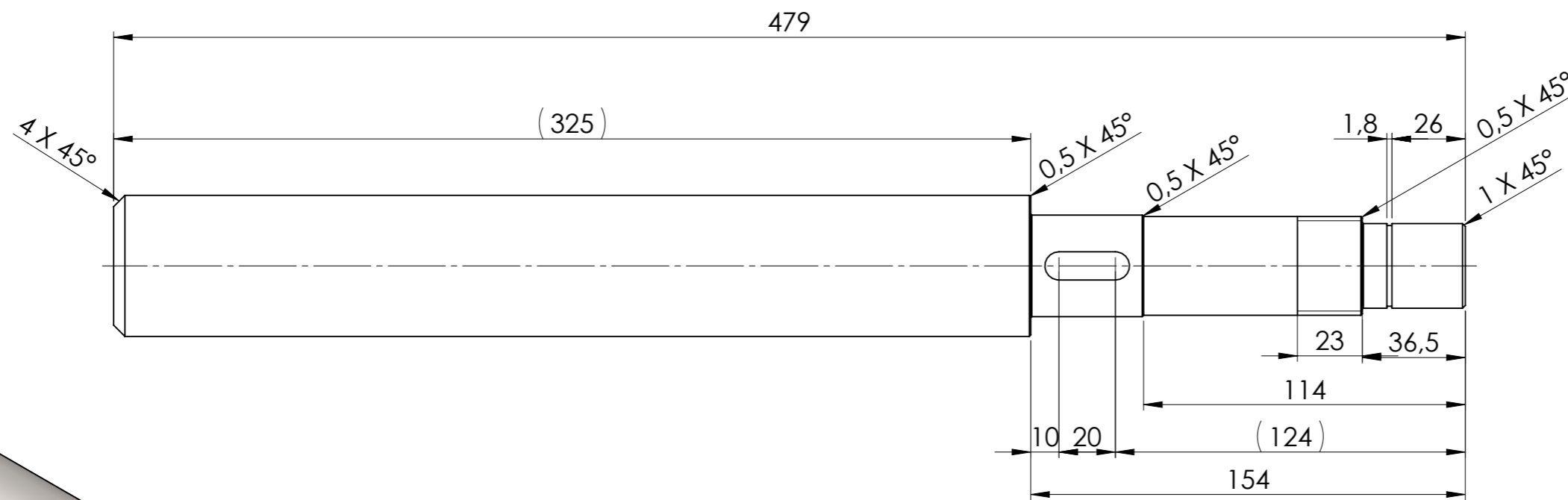
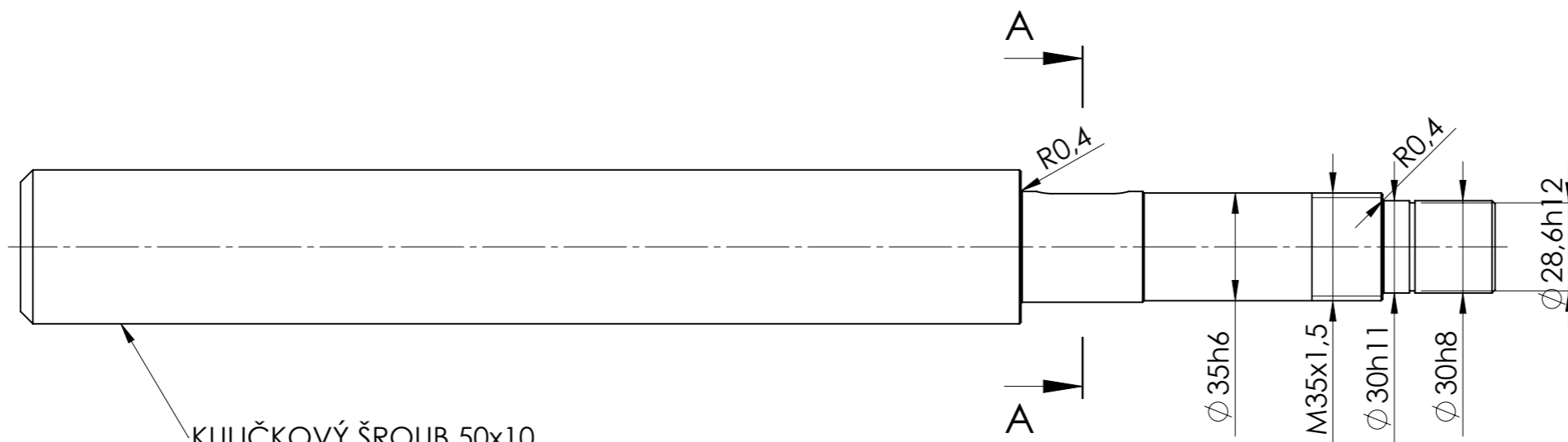
B (2:1)



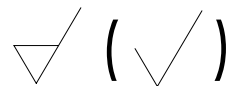
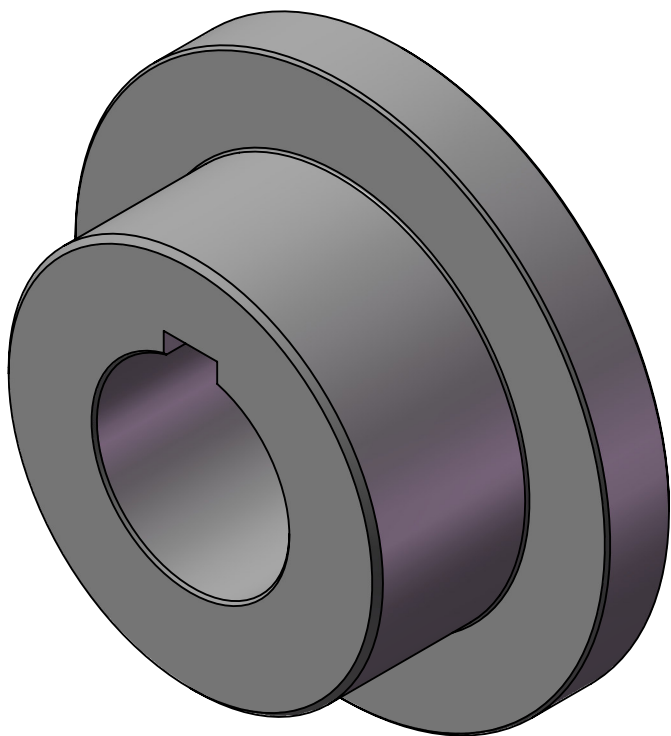
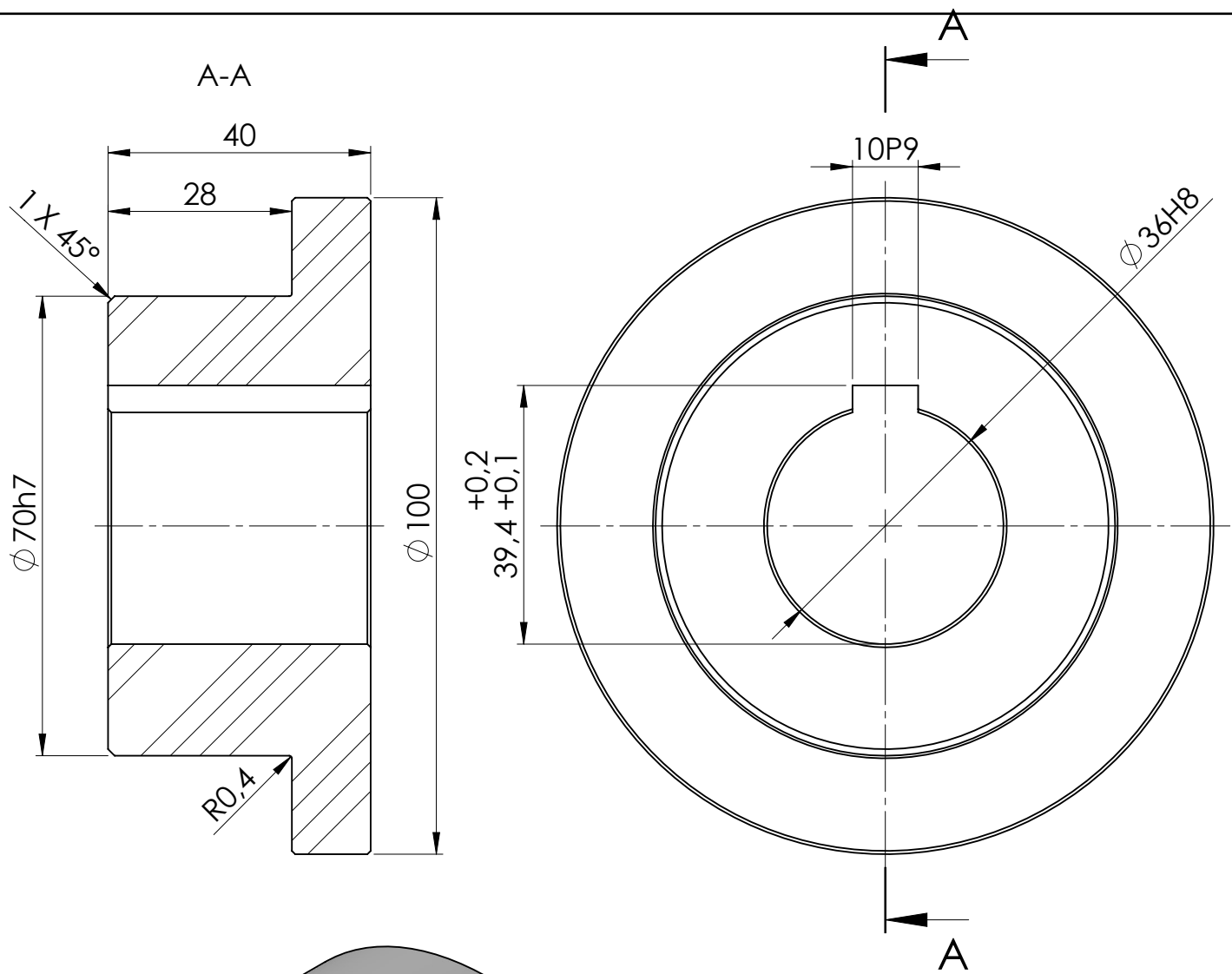
	BK Technic s.r.o. Zámecká 63, 463 43 Český Dub tel.: +420 778 003 889 email: info@bk-technic.cz www.bk-technic.cz	MATERIÁL: 3.3547 (EN-AW 5083)	HMOTNOST: 4,07
		DODAVATEL:	PLU:
KRESLIL: Martin Pecho		SPECIFIKACE:	
MĚŘITKO: 1:2		NÁZEV: MATERIÁLOVÝ VÁLEC	
MÉRITKO: 1:2		ČÍSLO VÝKRESU: 4102D06	
DATUM: 29.4.2020 PŘESNOST: ISO 2768-mK TOLEROVÁNÍ: ISO 8015 PROMÍTÁNÍ:		list 1/1	



	BK Technic s.r.o. Zámecká 63, 463 43 Český Dub tel.: +420 778 003 889 email: info@bk-technic.cz www.bk-technic.cz	MATERIÁL: 1.4301 (X5CrNi18-10)	HMOTNOST: 2.08
		DODAVATEL:	PLU:
KRESLIL: Martin Pecho		SPECIFIKACE:	
MĚŘITKO: 1:2		NÁZEV: DUTÝ PÍST	
DATUM: 29.4.2020 PŘESNOST: ISO 2768-mK TOLEROVÁNÍ: ISO 8015 PROMÍTÁNÍ:		ČÍSLO VÝKRESU: 4102D10	



	BK Technic s.r.o. Zámecká 63, 463 43 Český Dub tel.: +420 778 003 889 email: info@bk-technic.cz www.bk-technic.cz	MATERIÁL:	HMOTNOST:
		DODAVATEL:	PLU:
KRESLIL: Martin Pecho		SPECIFIKACE:	
DATUM: 16.04.2020		NÁZEV: KULIČKOVÝ ŠROUB 50x10	
MĚŘÍTKO: 1:2	PŘESNOST: ISO 2768-mK TOLEROVÁNÍ: ISO 8015 PROMITÁNÍ:	ČÍSLO VÝKRESU: 4102D31	list 1/1



MNOŽSTVÍ:	1 ks
POVRCHOVÁ ÚPRAVA:	
ZUŠLECHTĚNÍ:	
NEKÓTOVANÁ SRAŽENÍ:	0,5x45°



BK Technic s.r.o.
Zámecká 63, 463 43 Český Dub
tel.: +420 778 003 889
email: info@bk-technic.cz
www.bk-technic.cz

MATERIÁL: 11 373 - 1.0036 (S235JRG1)

HMOTNOST: 1.25

DODAVATEL:

PLU:

SPECIFIKACE:

NÁZEV:

KRESLIL: Martin Pecho

DATUM: 19.02.2016

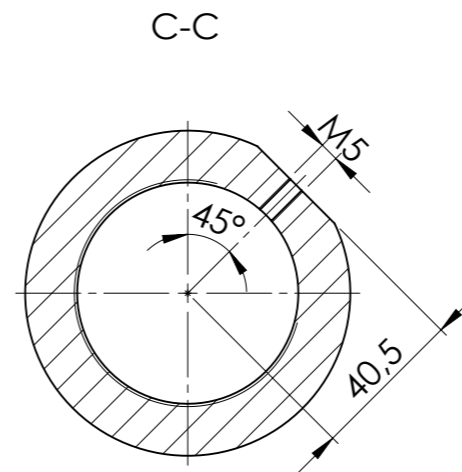
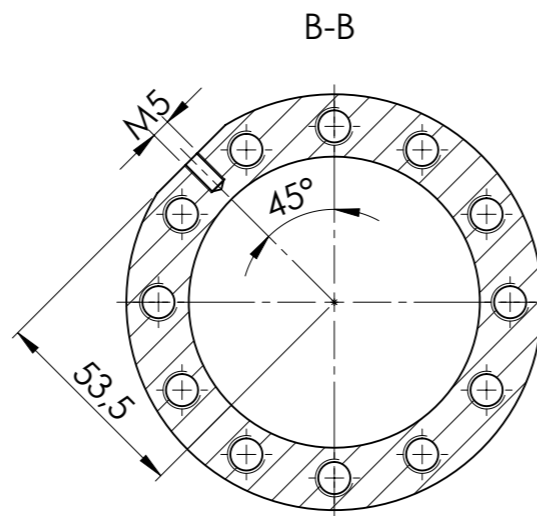
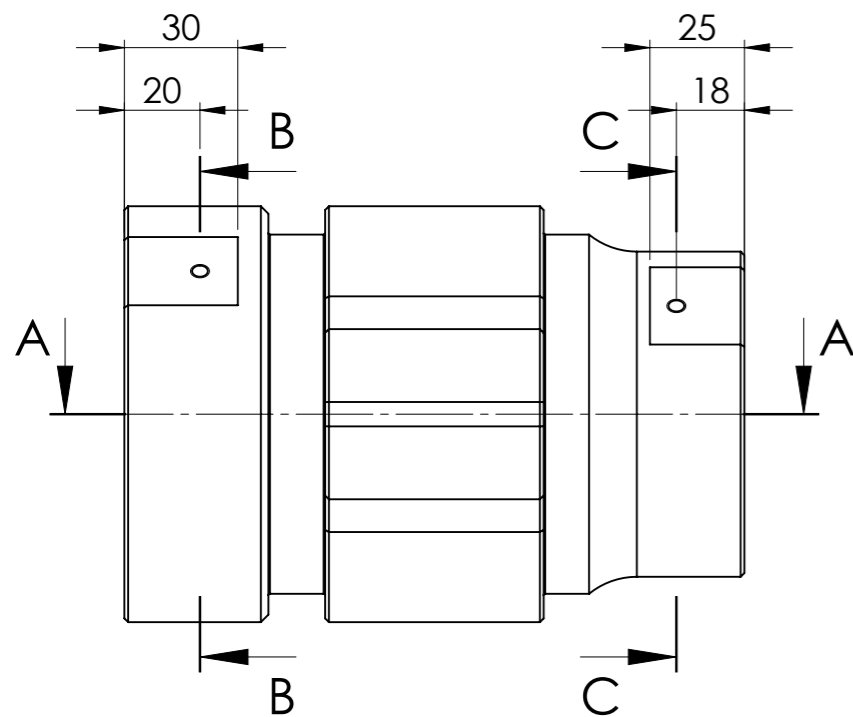
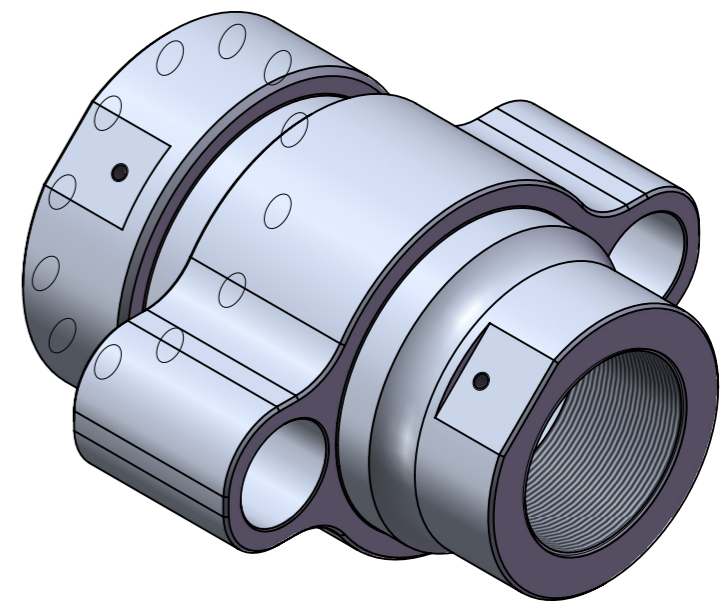
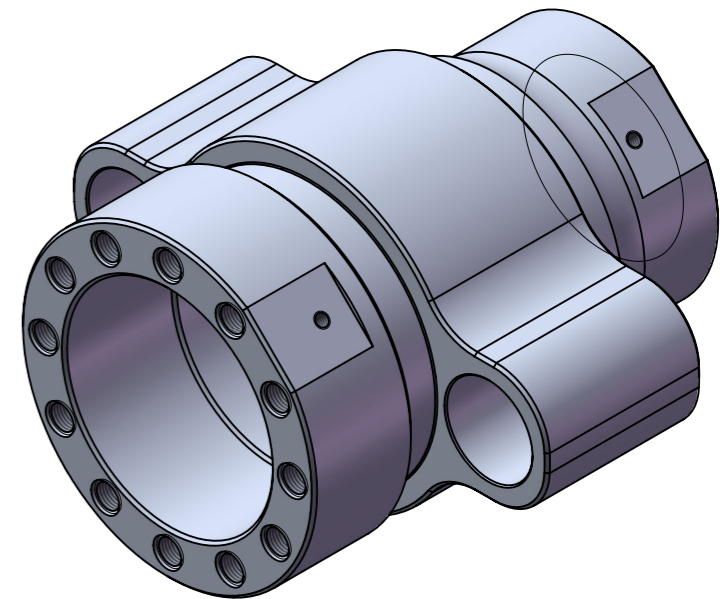
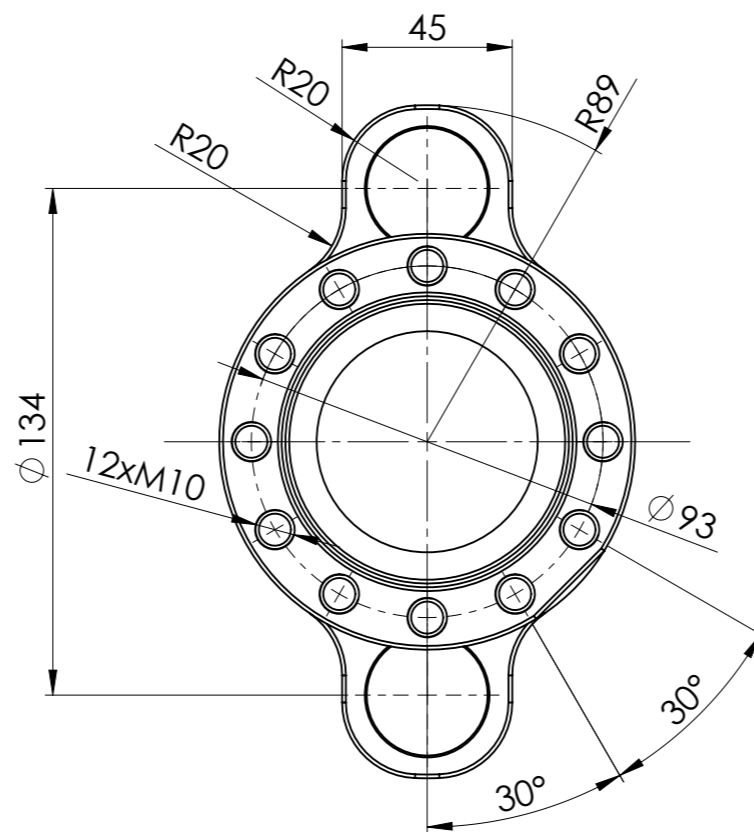
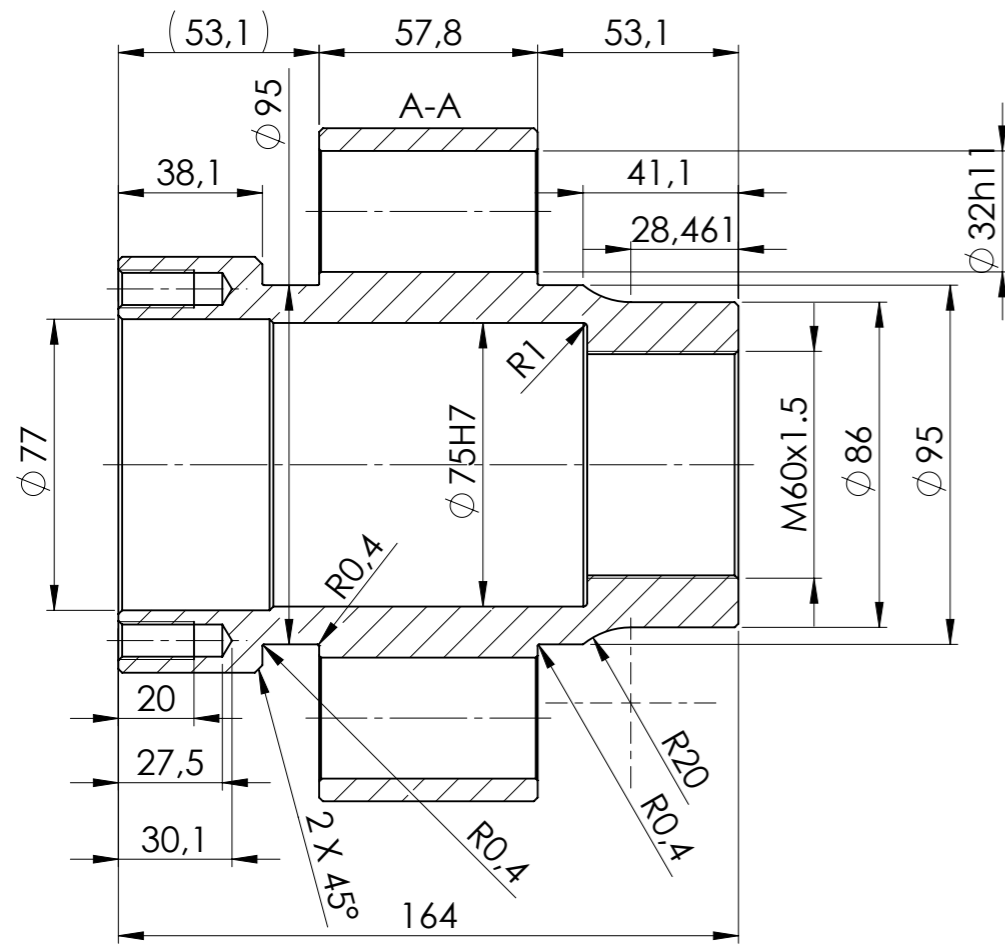
MĚŘÍTKO: 1:1

PŘESNOST: ISO 2768-mk
TOLEROVÁNÍ: ISO 8015
PROMÍTÁNÍ:

ČÍSLO VÝKRESU:

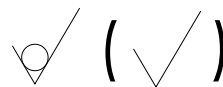
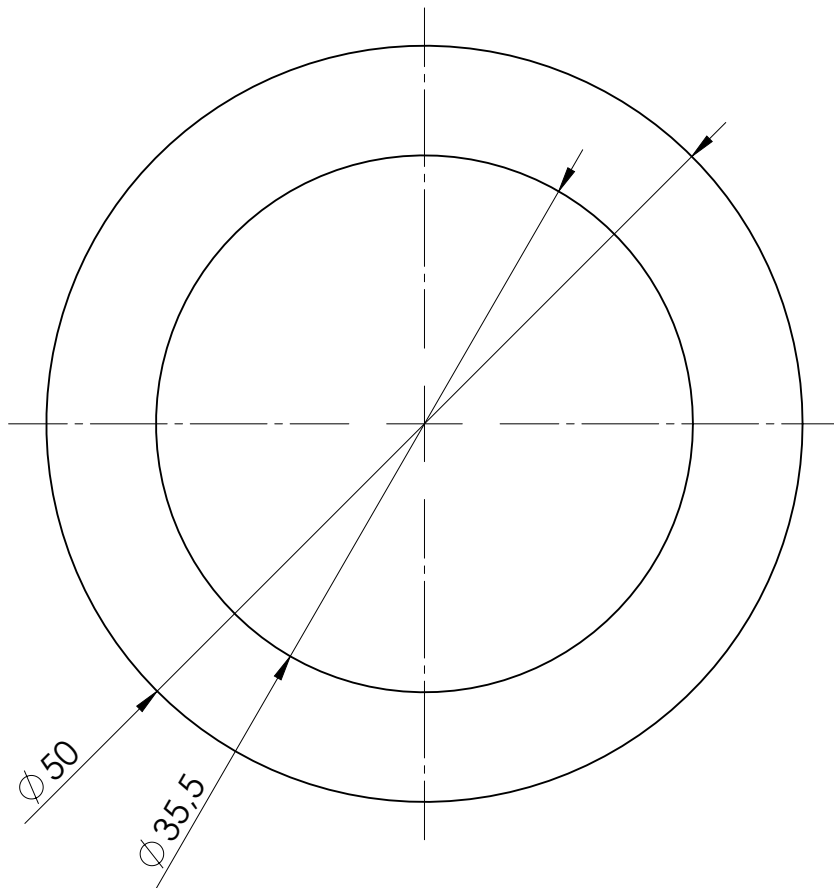
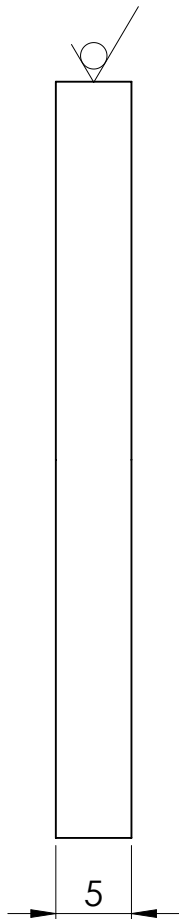
4102D34

list 1/1



MNOŽSTVÍ:	1 ks
POVRCHOVÁ ÚPRAVA:	
ZUŠLECHTĚNÍ:	
NEKÓTOVANÁ SRAŽENÍ:	1x45°

	BK Technic s.r.o. Zámecká 63, 463 43 Český Dub tel.: +420 778 003 889 email: info@bk-technic.cz www.bk-technic.cz	MATERIÁL: 3.3547 (EN-AW 5083)	HMOTNOST: 1,95
		DODAVATEL: BK Technic s.r.o.	PLU:
KRESLIL: Martin Pecho	DATUM: 29.4.2020	SPECIFIKACE:	
MĚŘÍTKO: 1:2	PŘESNOST: ISO 2768-mK TOLEROVÁNÍ: ISO 8015 PROMĚTÁNÍ:	NÁZEV: POHYBLIVÁ PŘÍRUBA	
		ČÍSLO VÝKRESU: 4102D36	



BK Technic s.r.o.
 Zámecká 63, 463 43 Český Dub
 tel.: +420 778 003 889
 email: info@bk-technic.cz
 www.bk-technic.cz

MATERIÁL: **11 373 - 1.0036 (S235JRG1)**

HMOTNOST: 0.04

DODAVATEL: BK Technic s.r.o.

PLU:

SPECIFIKACE:

NÁZEV:

DISTANČNÍ PODLOŽKA

KRESLIL: Martin Pecho

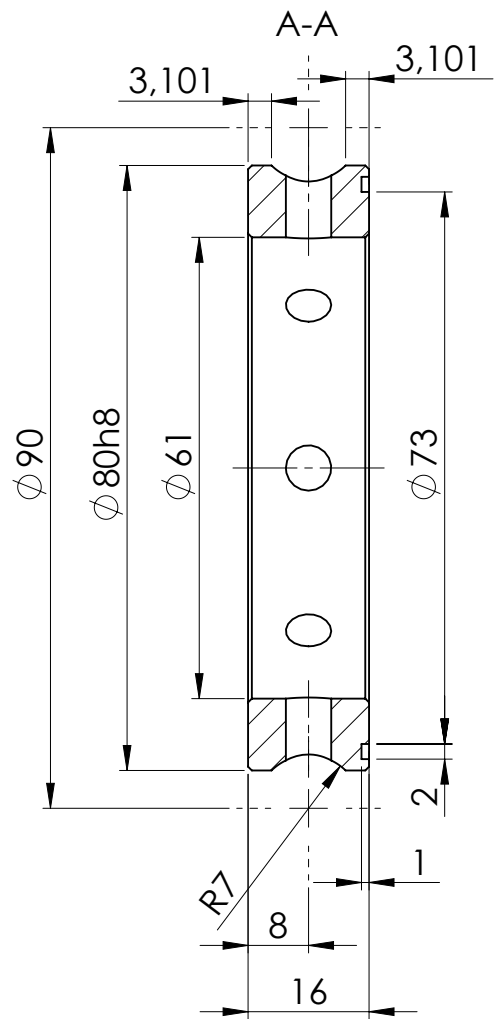
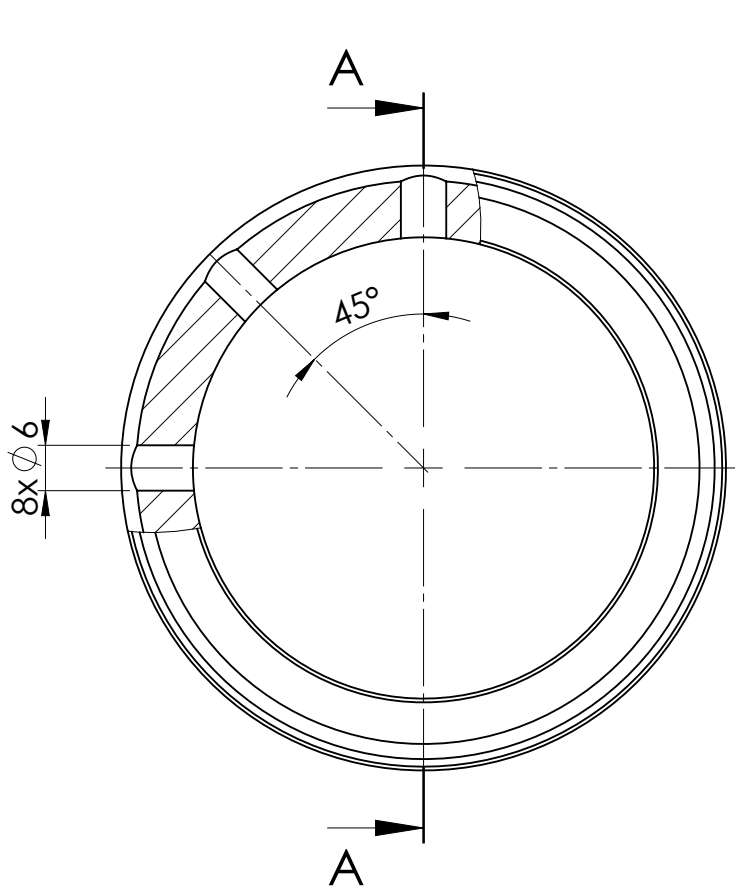
DATUM: 02.03.2020

MĚŘÍTKO: 2:1

PŘESNOST: ISO 2768-mk
 TOLEROVÁNÍ: ISO 8015
 PROMÍTÁNÍ:

ČÍSLO VÝKRESU:

4102D39



MNOŽSTVÍ:	1 ks
POVRCHOVÁ ÚPRAVA:	
ZUŠLECHTĚNÍ:	
NEKÓTOVANÁ SRAŽENÍ:	0,5x45°



BK Technic s.r.o.
Zámecká 63, 463 43 Český Dub
tel.: +420 778 003 889
email: info@bk-technic.cz
www.bk-technic.cz

MATERIÁL: 3.3547 (EN-AW 5083)

HMOTNOST: 0.07

DODAVATEL:

PLU:

SPECIFIKACE:

NÁZEV:

KRESLIL: Martin Pecho

DATUM: 15.09.2015

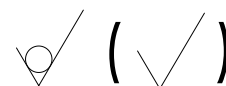
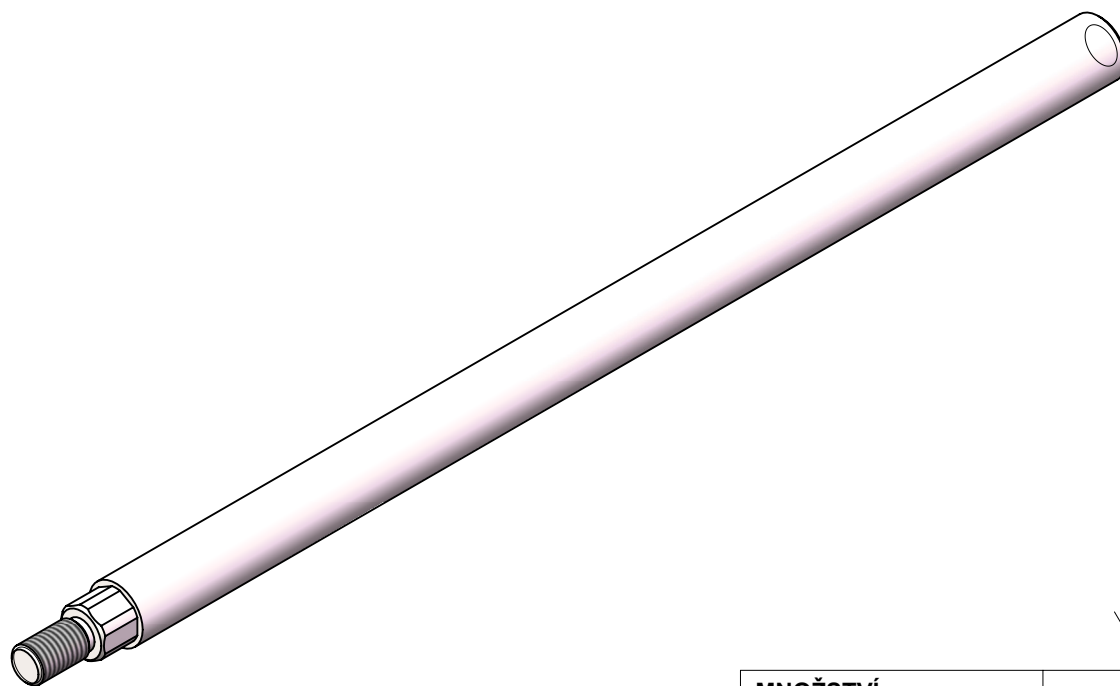
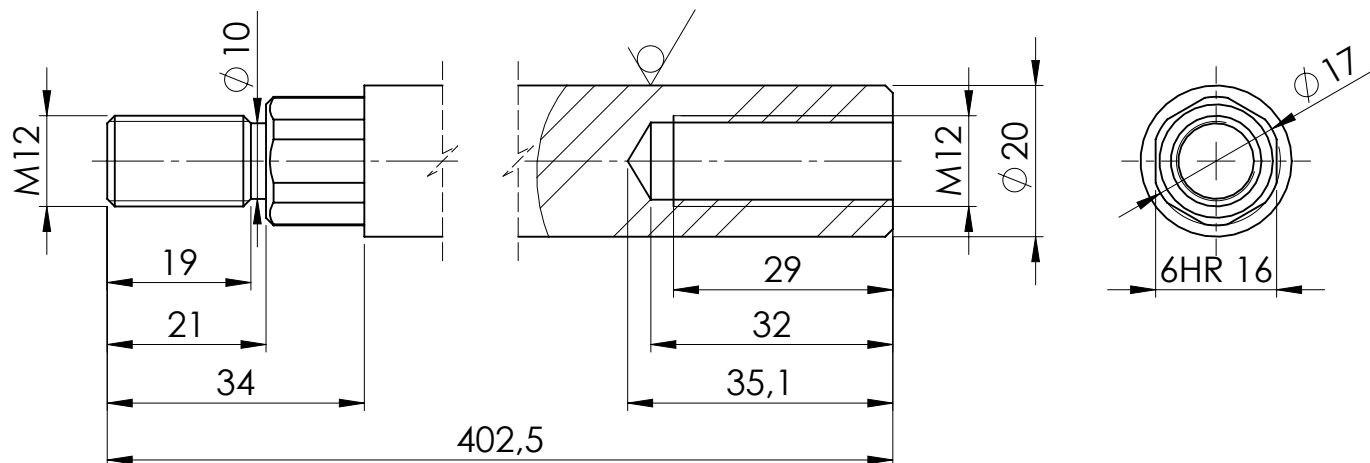
MĚŘÍTKO: 1:1

PŘESNOST: ISO 2768-mk
TOLEROVÁNÍ: ISO 8015
PROMÍTÁNÍ:



ČÍSLO VÝKRESU:

4102D41



MNOŽSTVÍ:	4 ks
POVRCHOVÁ ÚPRAVA:	
ZUŠLECHTĚNÍ:	
NEKÓTOVANÁ SRAŽENÍ:	1x45°



BK Technic s.r.o.
Zámecká 63, 463 43 Český Dub
tel.: +420 778 003 889
email: info@bk-technic.cz
www.bk-technic.cz

KRESLIL: Martin Pecho

DATUM: 29.4.2020

MĚŘÍTKO: 1:1

PŘESNOST: ISO 2768-mk
TOLEROVÁNÍ: ISO 8015
PROMÍTÁNÍ:

MATERIÁL: **HIWIN WV**

HMOTNOST: 0.92

DODAVATEL:

PLU:

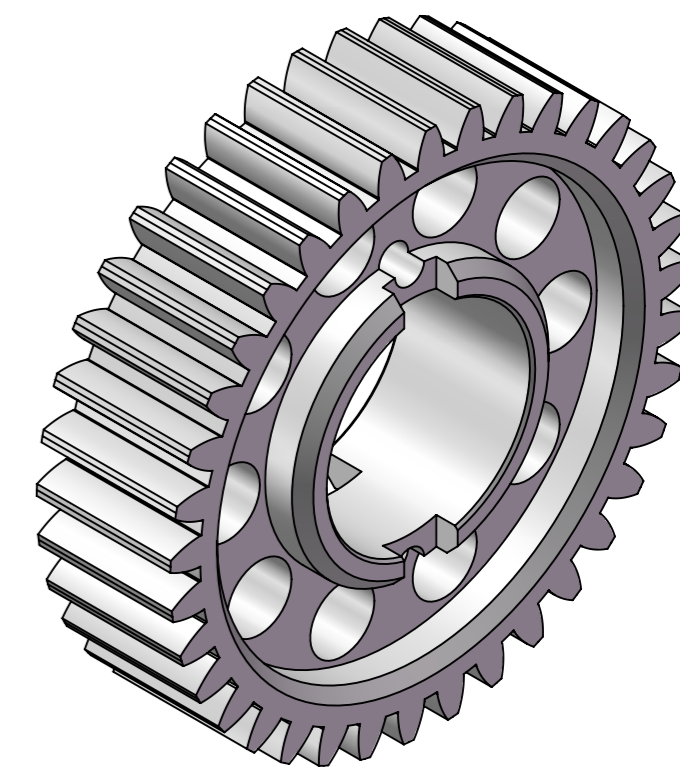
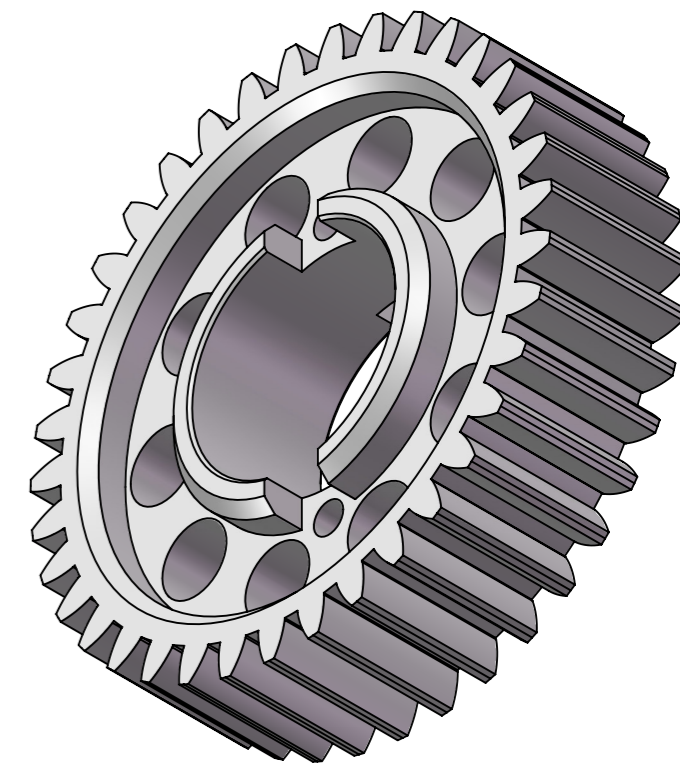
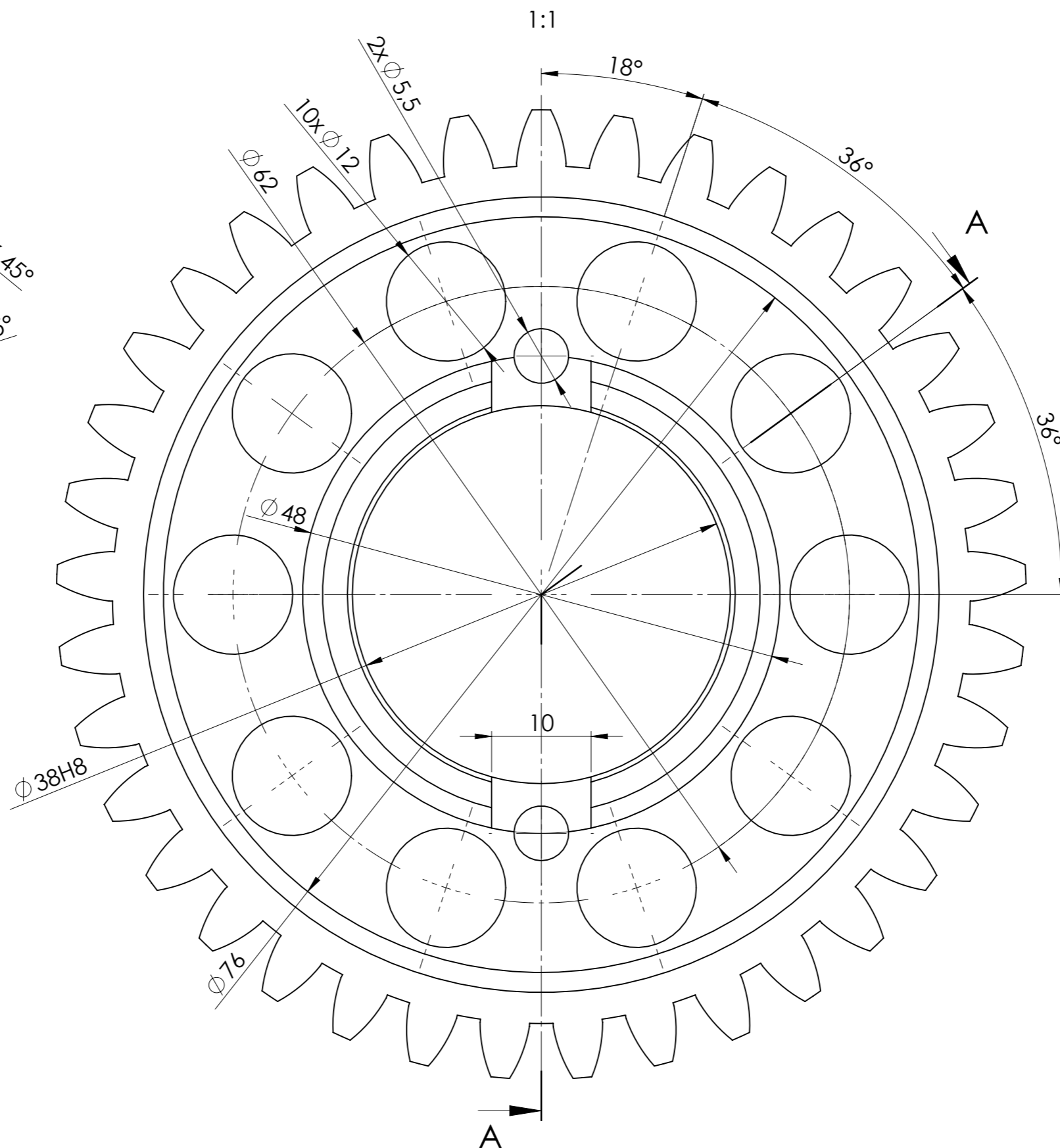
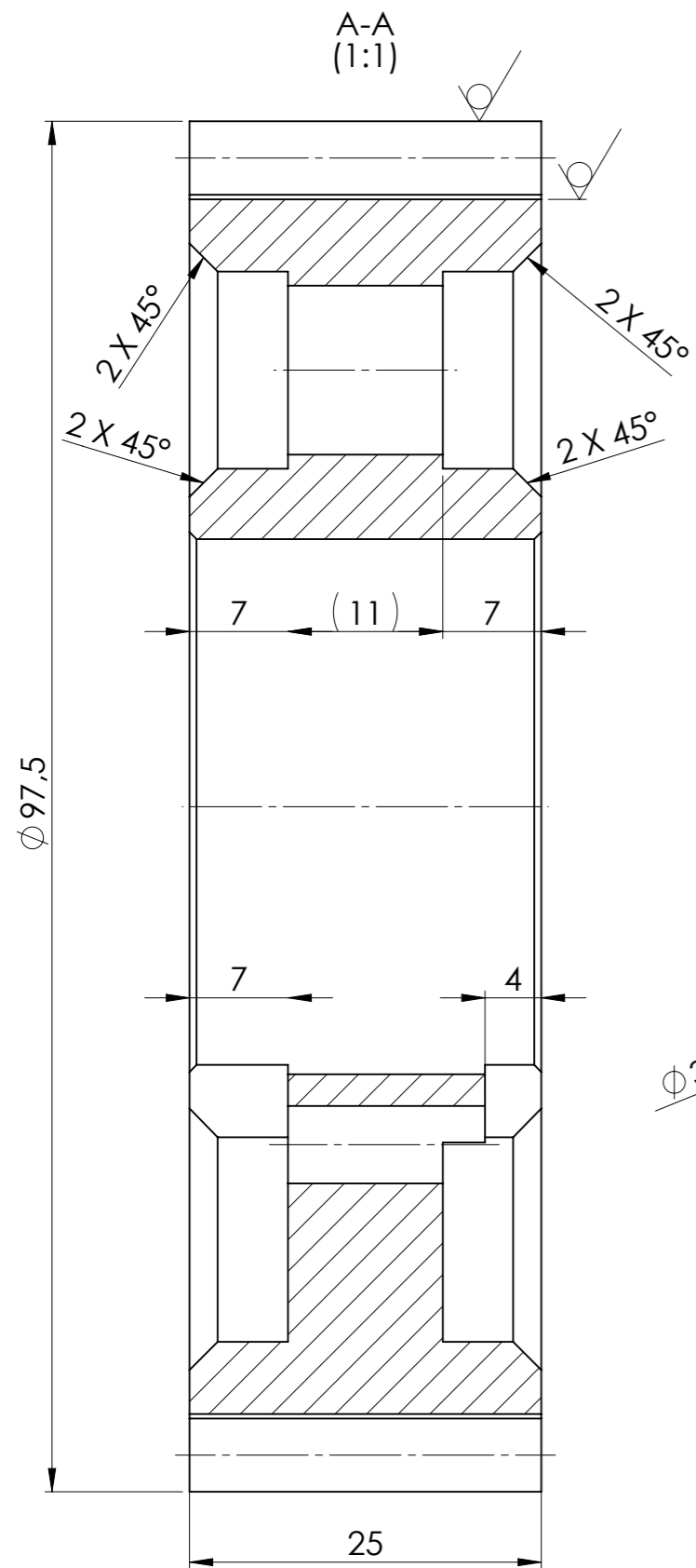
SPECIFIKACE:

NÁZEV:

ROZPĚRNÁ TYČ


ČÍSLO VÝKRESU:

4102D67



✓ (✓)

POLOTOVAR: OZUBENÉ KOLO HABERKORN **T43463x**
(modul 2,5 mm, 37 zubů, ozubení indukčně kaleno na HRC 50 ± 5)

	BK Technic s.r.o. Zámecká 63, 463 43 Český Dub tel.: +420 778 003 889 email: info@bk-technic.cz www.bk-technic.cz	MATERIÁL: 12 051	HMOTNOST: 0,66
		DODAVATEL: BK Technic s.r.o.	PLU:
KRESLIL: Martin Pecho		SPECIFIKACE:	
MÉRITKO: 2:1 (1:1)		NÁZEV: OZUBENÉ KOLO HNACÍ	
PŘESNOST: ISO 2768-mk		ČÍSLO VÝKRESU: 4102D69	
TOLEROVÁNÍ: ISO 8015		list 1/1	
PROMITÁNÍ: 