

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2341 Strojírenství
Studijní zaměření: Konstrukce průmyslové techniky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Šoupátkový uzávěr sypkých hmot

Autor: **Tomáš SMRČINA**

Vedoucí práce: **Doc. Ing. Jaroslav Krátký, Ph.D.**

Akademický rok 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tomáš SMRČINA**
Osobní číslo: **S09B0099K**
Studijní program: **B2341 Strojírenství**
Studijní obor: **Konstrukce průmyslové techniky**
Název tématu: **Šoupátkový uzávěr sypkých hmot**
Zadávací katedra: **Katedra konstruování strojů**

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

Základní požadavky:

Proveďte rešerši v dané oblasti. Zpracujte tematiku z hledisek principů, srovnání jednotlivých koncepcí, konstrukčních provedení, užitečných vlastností a aplikací.

Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Osnova bakalářské práce:

1. Vypracování konstrukčního návrhu včetně systémové specifikace a variant koncepčních návrhů, výběr optimálního řešení
2. Zajištění klíčových vlastností konstrukčního návrhu s potřebnými technickými výpočty a hodnocením
3. Vypracování potřebné technické dokumentace a technologického postupu
4. Komplexní hodnocení navrženého řešení



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

HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J. *Příručka strojního inženýra : obecné strojní části. 1, Spoje, otočná uložení, hřídelové spojky, akumulátory mechanické energie.* **Computer Press: Praha, 1999**

KRÁTKÝ, J., KRÓNEROVÁ, E. *Obecné strojní části 2 : základní a složené převodové mechanismy.* **ZČU Plzeň: ZČU Plzeň, 2011**

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

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Jaroslav Krátký, Ph.D.**
Katedra konstruování strojů
Konzultant bakalářské práce: **Doc. Ing. Jaroslav Krátký, Ph.D.**
Katedra konstruování strojů

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


Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.
děkan




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

V Plzni dne 24. září 2012

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce doc. Ing. Jaroslavu Krátkému, Ph.D. za poskytnutí odborných rad, věcné připomínky, ochotu a vstřícný přístup během zpracování této práce.

Mé poděkování patří také mým spolupracovníkům ze společnosti ZVVZ-Enven Engineering a.s. za ochotné jednání, spolupráci a poskytnutí všech potřebných informací.

Velké poděkování náleží celé mé rodině a přítelkyni za podporu, trpělivost a povzbuzování po celou dobu mého studia.

Prohlášení o autorství

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

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

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Tato **bakalářská práce** byla podpořena formou odborné konzultace Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky v rámci projektu č. CZ.1.07/2.3.00/35.0048 „Popularizace výzkumu a vývoje ve strojním inženýrství a jeho výsledků (POPULÁR)“

Odborným konzultantem byl Doc. Ing. Jaroslav Krátký, Ph.D., kterému děkuji za poskytnuté konzultace, kvalifikované rady a odbornou pomoc při sepsání této BP.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Smrčina	Jméno Tomáš	
STUDIJNÍ OBOR	Konstrukce průmyslové techniky		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Krátký, Ph.D.	Jméno Jaroslav	
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KKS		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtně- te
NÁZEV PRÁCE	Šoupátkový uzávěr sypkých hmot		

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

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	80	TEXTOVÁ ČÁST	49	GRAFICKÁ ČÁST	31
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

<p style="text-align: center;">STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</p> <p>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</p>	<p>Bakalářská práce se zabývá náhradou stávajícího ručního pohonu šoupátkového uzávěru za motoricky poháněný. Šoupátkový uzávěr má za úkol otevírat a uzavírat výpusť na dně zásobníku. Byl vybrán pohon od firmy Auma, navržen pohybový mechanismus, který otevírá a zavírá uzavírací list šoupátkového uzávěru. Výpočet byl překontrolován pomocí výpočtového programu PREV a dále byl vypracován konstrukční návrh a výkresy v programu Autodesk Inventor 2013. V bakalářské práci jsou použity teoretické výpočty v praktických aplikacích.</p>
<p style="text-align: center;">KLÍČOVÁ SLOVA</p> <p style="text-align: center;">ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</p>	<p>šoupátkový uzávěr sypkých hmot, víceotáčkový servopohon, pohybový šroub, ložiska, CAD, PREV</p>

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Smrčina	Name Tomáš	
FIELD OF STUDY	Design of manufacturing machines and equipment		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Krátký, Ph.D.	Name Jaroslav	
INSTITUTION	ZČU - FST - KKS		
TYPE OF WORK	DIPLÓMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Slide gate of bulk materials		

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

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	80	TEXT PART	49	GRAPHICAL PART	31
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	<p>Bachelor work deals with the replacement of the existing manual drive of slide gates for the motor-powered drive. The slide gate is intended to open and close the drain at the bottom of the tank. Chosen drive is from Auma company, designed motion mechanism that opens and closes the closing sheet of the slide gate. The calculation was checked by the calculation program PREV and design and drawings were developed in Autodesk Inventor 2013. In the bachelor work there are used theoretical calculations in practical applications.</p>
KEY WORDS	Slide gate of bulk materials, multiturn servo, motion screw, bearings, CAD, PREV

Obsah

1	Úvod.....	11
2	Analýza problému	12
2.1	Popis sypkých hmot.....	12
2.1.1	Dle původu sypkých hmot.....	12
2.1.2	Dle vlastností sypkých hmot	13
2.2	Zásobníky	14
2.2.1	Dle funkce	14
2.2.2	Dle tvaru komory	15
2.2.3	Dle výšky komory	17
2.3	Uzávěry.....	19
2.3.1	Dle typu	19
2.3.2	Dle pohonu	22
3	Šoupátkový uzávěr – stávající řešení	24
3.1	Rám.....	24
3.2	Uzavírací list.....	25
3.3	Páka	25
3.4	Ucpávka	26
4	Volba pohonu	27
4.1	Kritéria volby pohonu.....	27
4.2	Koncepce šoupátkových uzávěrů	28
4.2.1	Ruční	28
4.2.2	Pneumatický	28
4.2.3	Elektromotorický.....	28
5	Teorie výpočtu.....	29
5.1	Vlastnosti sypkých hmot (ČSN EN 1991-4)	29
5.2	Tlak na list šoupátkového uzávěru (ČSN 73 5570).....	29
5.3	Osová síla působící proti pohybu listu šoupátkového uzávěru.....	29
5.4	Kroutící moment.....	30
5.5	Volba pohonu	30
5.6	Dimenzování šroubu.....	31
5.7	Tlak v závitu	31
5.8	Kontrola pohybového šroubu na vzpěr (štíhlost)	31
5.9	Dimenzování pera.....	32
5.10	Volba ložisek	33

5.11	Návrh spoje pro uchycení matice.....	33
6	Konstrukční návrh.....	35
6.1	Zadání.....	35
6.2	Vypracování.....	35
6.2.1	Tlak na list šoupátkového uzávěru.....	36
6.2.2	Návrhová osová síla působící proti pohybu listu šoupátkového uzávěru	36
6.2.3	Potřebný průměr jádra šroubu.....	36
6.2.4	Volba šroubu z normalizovaných rozměrů	37
6.2.5	Návrhový kroutící moment	37
6.2.6	Volba pohonu	37
6.2.7	Pevnostní kontrola.....	38
6.2.8	Délka matice.....	39
6.2.9	Kontrola pohybového šroubu na vzpěr	39
6.2.10	Přenos kroutícího momentu perem	40
6.2.11	Volba ložisek.....	41
6.2.12	Šroubový spoj pro uchycení matice	42
7	Konstrukční řešení.....	44
8	Závěr.....	46
	Použité zdroje.....	47
	Použitá literatura	47
	Internetové zdroje.....	47
	Seznam příloh.....	49

1 Úvod

Tato práce má za úkol nahradit stávající ruční pohon šoupátkového uzávěru za motoricky poháněný. Zadavatel bakalářské práce je firma ZVVZ-Enven Engineering a.s., která se zaměřuje na realizaci kompletních projektů a dodávek zařízení na odlučování a odprašování plyných a tuhých znečišťujících látek z energetických a technologických plynů. Dále se zabývá kompletní realizací dodávek větracích a klimatizačních zařízení pro jaderné elektrárny, větrání metra, tunelů, dolů a klimatizaci budov.

V první části se práce zabývá sypkými hmotami, jejich dělením a vlastnostmi. Dále se zde seznámíme se základními druhy zásobníků sypkých hmot, se základními druhy uzávěrů a podrobným popisem šoupátkového uzávěru a popisem všech jeho funkčních částí.

V druhé části se práce zabývá návrhem všech funkčních součástí šoupátkového uzávěru podloženého výpočty, náhradou stávajícího ručního pohonu za motoricky poháněný a dimenzováním pohonu pro celou rozměrovou řadu šoupátkových uzávěrů.

2 Analýza problému

2.1 Popis sypkých hmot

Prach neboli tuhé znečišťující částice jsou všude okolo nás, v přírodě i z činností prováděných člověkem. A proto vzniká potřeba čistit odpadní plyny. V některých případech lze unikající tuhé částice vrátit zpět do výrobního procesu (keramické a sklářské suroviny, stavební hmoty, průmyslová hnojiva a další). V jiných případech (spalování uhlí, odpadků a jiné) toto udělat nelze, protože prach je v daném procesu nevyužitelný. Z toho vyplývá potřeba odloučení takovýchto znečišťujících částic z odpadního plynu v mechanických, látkových nebo elektrických odlučovačích. Odloučený prach se poté musí uskladnit před dalším zpracováním (viz. kapitola 2.2).

ZÁKLADNÍ DĚLENÍ:

- dle původu sypkých hmot
- dle vlastností sypkých hmot

2.1.1 Dle původu sypkých hmot

Přírodního původu

Vznikají samovolně díky chemickým reakcím, erozi a dalším přírodním procesům. Mezi sypké hmoty, které jsou přírodního původu, řadíme kosmický prach a prach vznikající z meteoritů. Mezi anorganický prach řadíme ten, který vzniká sopečnou činností nebo zvětváváním hornin. Při rozsáhlých stepních a lesních požárech vznikají popel a saze. Mezi organické můžeme zařadit pyly, bakterie, výtrusy, semena a další. Všechny tyto částice jsou unášeny větrem do ovzduší.

Z činností prováděných člověkem

Do kategorie sypkých hmot řadíme ty, které pochází z činnosti člověka. Prach, který vzniká při těžbě uhlí a rud. Následně při úpravárenských činnostech a zpracování v koksovárnách, briketárnách, hutním a slévárenském průmyslu. Při dopravě a manipulaci s uhlím, koksem, fosfáty, písky, kaolinem a jinými substráty vzniká prach z přepravovaného materiálu a dopravních strojů. Při průmyslové výrobě stavebních hmot v cementárnách, vápenkách, lomech, drtírnách a třídírnách. V chemickém průmyslu vznikají při výrobě průmyslových hnojiv, sazí, pigmentů a organických barviv. Úpravou kovových částí tryskáním před nátěrem, broušením, leštěním a lapováním povrchu vzniká kovový prach. Dále do této kategorie patří energetické výrobny. Mezi ně patří elektrárny, teplárny, spalovny a výtopny, které využívají tuhá fosilní paliva. Nezanedbatelným činitelem je i vytápění domů pevnými palivy, kterými jsou uhlí, koks a dřevo. Společným produktem používání tuhých paliv jsou saze a popílek.



Obr. 1 Popílek ¹⁵

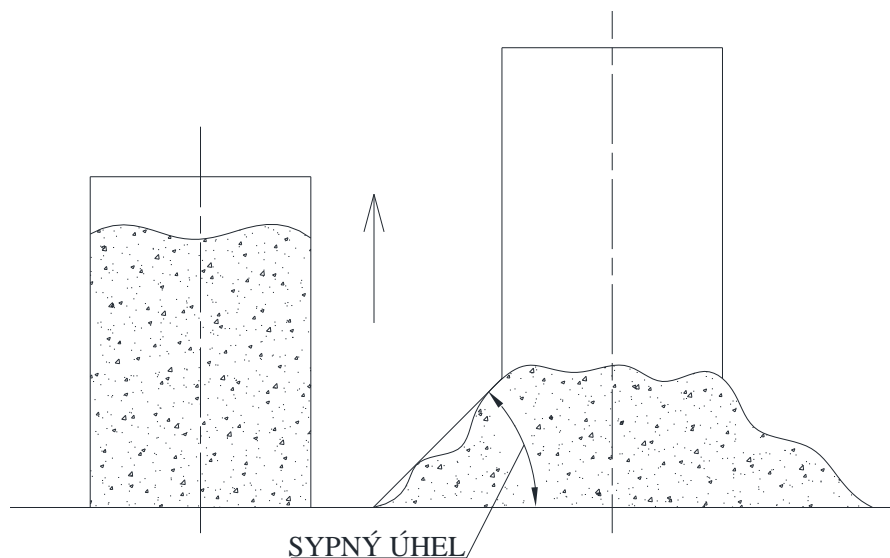
2.1.2 Dle vlastností sypkých hmot

Mechanické chování sypkých hmot je odlišné od mechanického chování spojitého materiálu, který tvoří pevné částice. Stav sypkých materiálů se kvůli pohyblivosti částic rychle mění. Následující parametry jsou důležité pro návrh a provoz zařízení, která pracují se sypkými hmotami.

Měrná, objemová a sypaná hmotnost tuhých částic

- Měrná hmotnost – se zjistí rozemletím materiálu na zrna menší než 0,125mm a zahřeje se na 105-110°C. Tím nám dojde k odpaření přebytečné vody a získáme hmotnost tuhé substance,
- Objemová hmotnost – je hmotnost materiálu s dutinami a póry, kterých jsme se v předchozím případě zbavili rozemletím,
- Sypaná hmotnost – je hmotnost ve stavu volně sypaného materiálu, ve kterém se dopravuje.

Sypný úhel – je úhel, který svírá tečna ke svahu s vodorovnou rovinou. Lze zjistit jednoduchým experimentem. Do válcové nádoby bez dna naplníme sypký materiál a pozvolna zdvihneme nádobu. Vznikne nám nedokonalý kužel. Každý materiál má jiný sypný úhel.



Obr. 2 Měření sypného úhlu ¹⁰

Zrnitost – je procentuální vyjádření složení podle velikosti zrn ve zvolené třídě zrnitosti. Prachové částice mají proměnný tvar. Rozlišujeme tři základní druhy.

- Izometrické částice – rozměry ve všech osách jsou přibližně shodné, jejich tvar hrudek lze přirovnat ke krychli nebo kouli,
- Ploché částice (laminární) – jeden rozměr je výrazně menší než dva další, mají tvar šupin nebo destiček,
- Vlákňité částice (fibrilární) – dva rozměry jsou výrazně menší než jeden zbývající, částice mají tvar vláken, tyčinek nebo jehlic,

Pórovitost – je veličina, která udává poměr objemu pórů a celkového objemu pevných částic s póry.

Vlhkost – se určuje v procentech hmotnosti a určuje obsah vody ve vzorku. Při úpravách, expedici a skladování se obsah vody mění. Schopnosti přijmout vodu říkáme nasákavost. A ta je důležitým faktorem pro posouzení lepivosti a přimrzání sypké hmoty v dopravnících.

Usazeniny – při dopravě a skladování dochází k tvorbě hrudek. Částice sypkých hmot se na sebe nabalují a tvoří větší celky. A to kvůli lepivosti a zvýšené vlhkosti plynu.

Abraze – je opotřebení, které přímo vyplývá z tvrdosti částic sypkého materiálu. Dále závisí na tvaru a velikosti částic, úhlu dopadu a rychlosti proudění, kterou jsou dopravovány do navazujících zařízení.

2.2 Zásobníky

Zásobníky jsou nádrže, které slouží k uskladnění sypkých materiálů. Jsou vyráběny v různých geometrických tvarech a z různých materiálů (železobeton, ocel, aj.). Účelem zásobníků je zrovnoměnit navazující technologické operace a optimalizovat dopravní systémy. Velikost ocelových svařovaných zásobníků (dodáván kompletní svařenec) bývá do průměru 4m a do objemu 100m³. Šroubované ze segmentů v místě stavby od průměru 2,5m a do objemu 980m³. Svařované ze segmentů v místě stavby od průměrů nad 4m a do objemu 980m³.

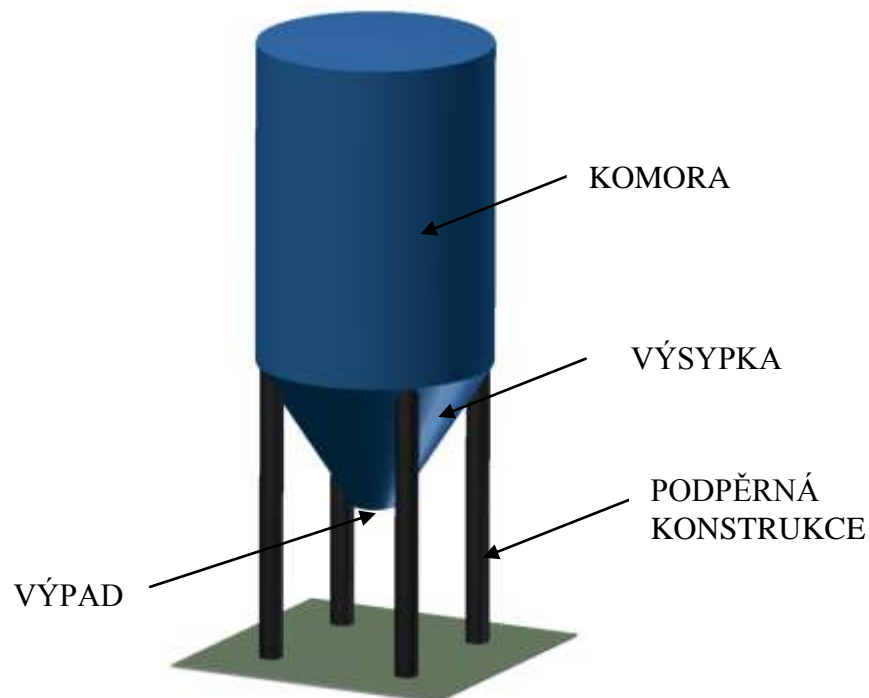
Zásobníky sypkých hmot dělíme:

- dle funkce
- dle tvaru komory
- dle výšky komory

2.2.1 Dle funkce

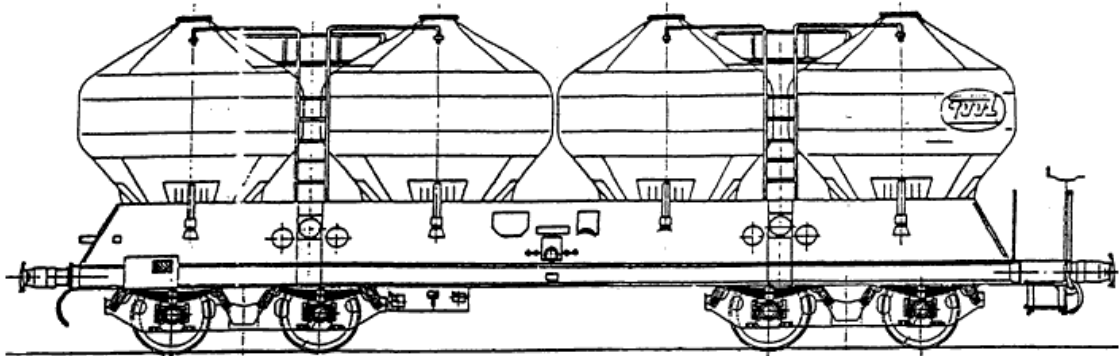
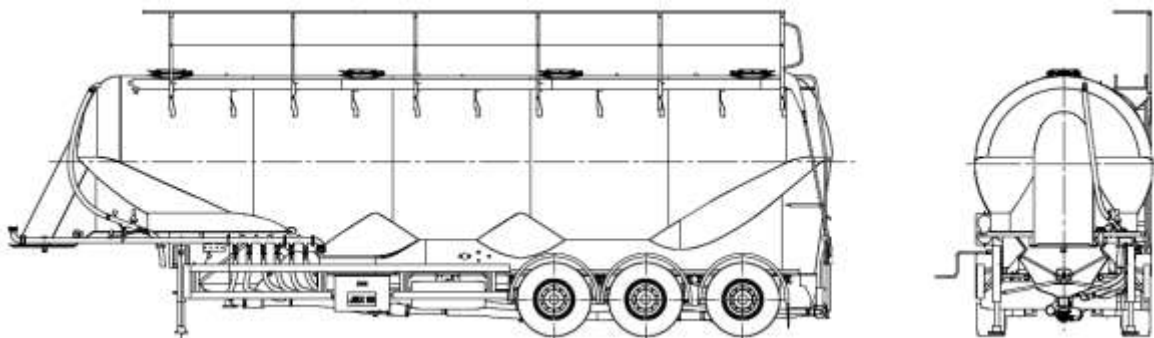
Podle funkce dělíme zásobníky na stacionární a mobilní.

- Stacionární zásobníky – jsou primárně určené ke skladování sypkého materiálu.



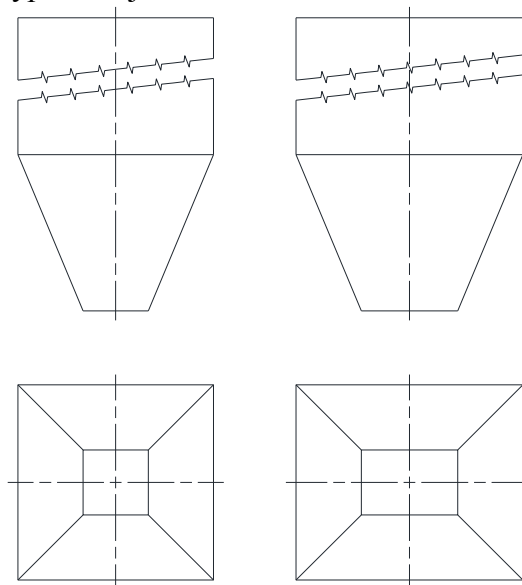
Obr. 3 Silo odprašků

- Mobilní zásobníky – řadíme sem zařízení, která primárně slouží k přepravě, avšak lze je využít i pro skladování. Např. vagony a vlečky.

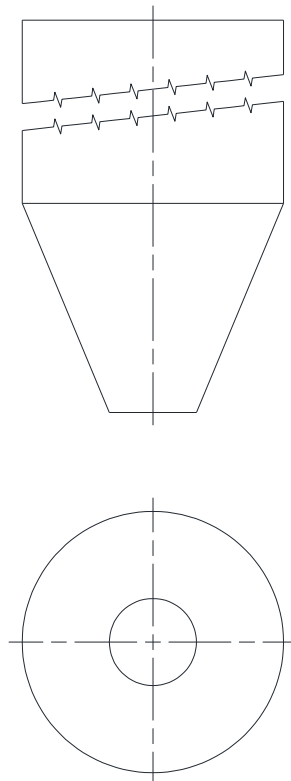
Obr. 4 Vagon pro přepravu sypkých hmot¹⁶Obr. 5 Cisternový návěs¹⁷

2.2.2 Dle tvaru komory

- **Pravoúhlé** – Jsou používány většinou pro menší kapacity skladování, protože stěny zásobníku jsou při zatížení nevhodně namáhány. Výsypka je většinou tvořena komolým jehlanem. Výpad může mít čtvercový nebo obdélníkový průřez. Nevýhodou je u těchto zásobníků zvýšené riziko vzniku tzv. mrtvých koutů, z těchto míst se materiál obvykle velmi špatně vyprazdňuje.

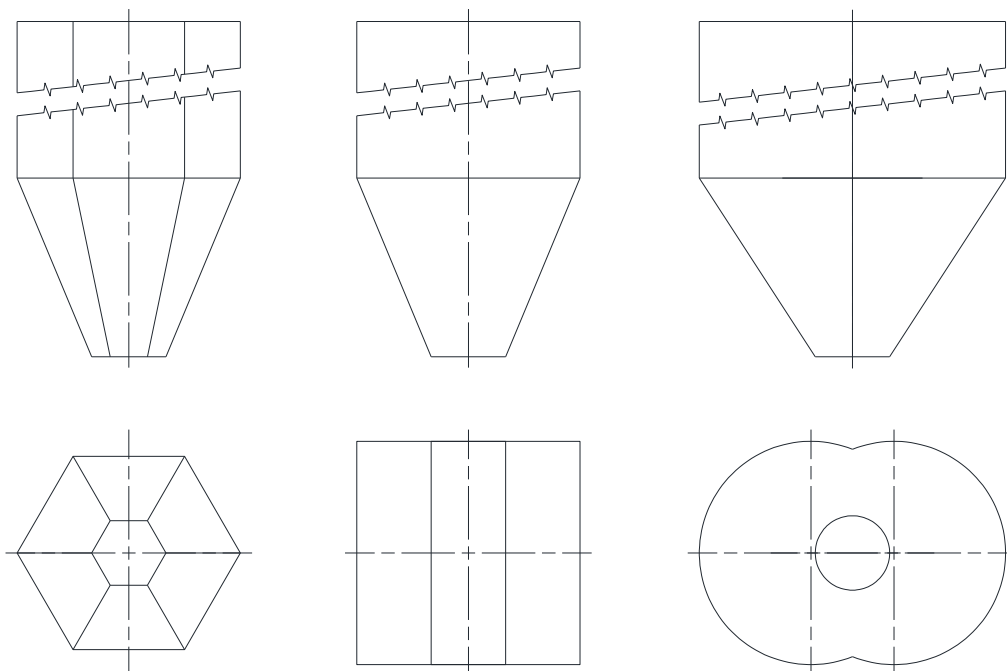
Obr. 6 Zásobník čtvercového a obdélníkového tvaru¹²

Kruhové – Jsou výhodnější než pravoúhlé zásobníky, jelikož jejich stěny lépe snáší namáhání. Vzhledem k symetrii zásobníku je výrobně jednodušší. Kruhové zásobníky mají většinou výsypku ve tvaru komolého kužele a tím je dosaženo dokonalejšího vyprazdňování.



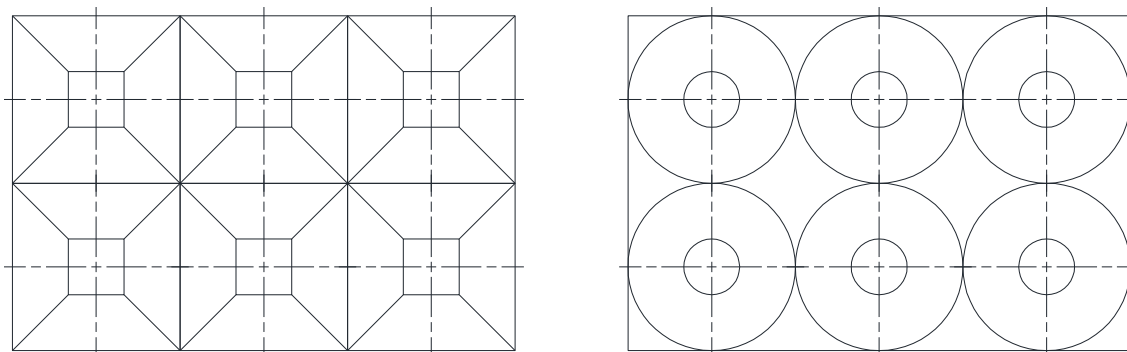
Obr. 7 Zásobník kruhového tvaru ¹²

- **Mnohoúhelníkové** – jejich tvar je nejčastěji tvořen mnohoúhelníkem nebo kombinací pravoúhlých a kruhových tvarů.



Obr. 8 Mnohoúhelníkové zásobníky ¹²

- **Sdružené** – jsou vytvořeny seskupením více pravoúhlých nebo více kruhových zásobníků. Seskupení pravoúhlých zásobníků je výhodnější z hlediska zastavěného prostoru. U kruhových zásobníků je využití zastavěné plochy menší.



Obr. 9 Porovnání využití zastavěné plochy při sdružení pravoúhlých a kruhových zásobníků ¹³

2.2.3 Dle výšky komory

Dle výšky komory dělíme zásobníky na bunkry a sila. Rozdělení vychází z normy ČSN 735570. Existují dvě pravidla, kterými se řídíme při stanovení, zda se jedná o bunkr nebo silo.

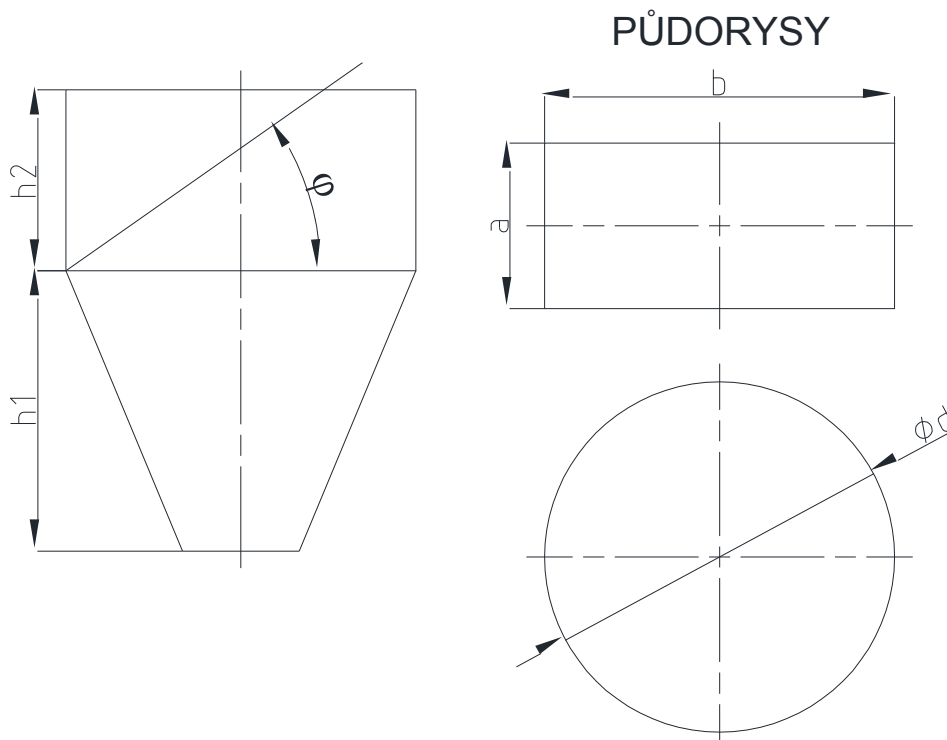
- **Bunkry** – řadíme do kategorie nízkých zásobníků

Pravidlo č.1: $h_2 \leq 1,5\sqrt{A}$

kde: h_2 – výška komory

A – průřez komory

Pravidlo č.2: Dle úhlu vnitřního tření skladované látky φ – pokud vedeme přímku z paty svislé stěny pod úhlem φ a neprotne protější svislou stěnu, jedná se o bunkr.



Obr. 10 Bunkr

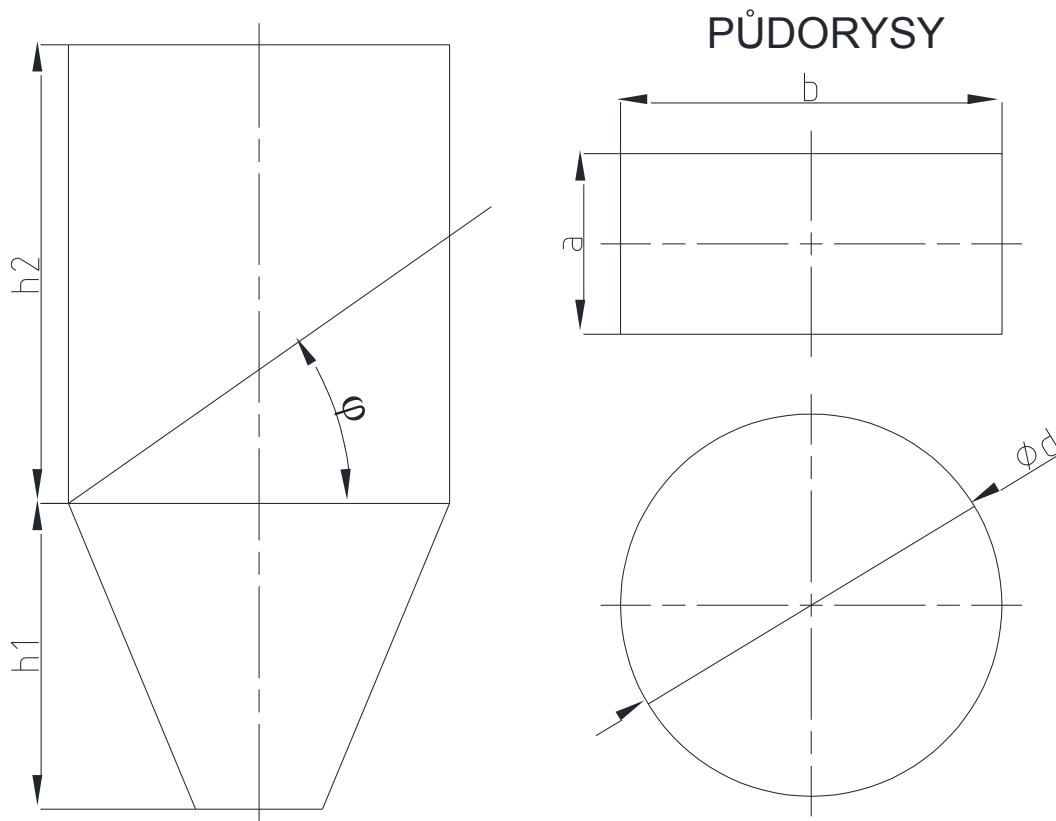
- **Sila** – řadíme do kategorie vysokých zásobníků

Pravidlo č.1: $h_2 \geq 1,5\sqrt{A}$

kde: h_2 – výška komory

A – průřez komory

Pravidlo č.2: Dle úhlu vnitřního tření skladované látky ϕ – pokud vedeme přímku z paty svislé stěny pod úhlem ϕ a protne protější svislou stěnu, jedná se o silo.



Obr. 11 Silo

2.3 Uzávěry

Uzávěry jsou určeny převážně k uzavírání toku sypkých nelepivých materiálů. Nejsou určeny k regulaci průtočného množství, protože by mohlo vlivem abraze dojít k možnému vzniku netěsností. Ale na otevírání a zavírání výpadu zásobníku.

Dělení uzávěrů:

- Dle typu
- Dle pohonu

2.3.1 Dle typu

- **Šoupátkové uzávěry** – připojovací příruba může být čtvercová, obdélníková a kruhová. Rám je většinou tvořen svařencem U profilů z konstrukční oceli třídy 11. Uzavírací list je vyroben z plechu oceli třídy 11 nebo z otěruvzdorného materiálu podle dopravovaného materiálu.(podrobnější informace viz. kapitola 3)



Obr. 12 Šoupátkový uzávěr s ručním pohonem ¹⁸

- **Uzavírací klapky** – skříň klapky může být konstruována jako svařenec nebo odlitek, který je na obou stranách zakončen přírubou. Uzavírací těleso je tvořeno většinou kruhovým, čtvercovým nebo obdélníkovým plechem, který se otáčí kolem středové osy. Materiálem skříňe je u svařenců běžná konstrukční ocel nebo abrazivní ocel. U odlitku to bývá většinou šedá litina. Všechny materiály i těsnění jsou voleny podle přepravovaného materiálu.

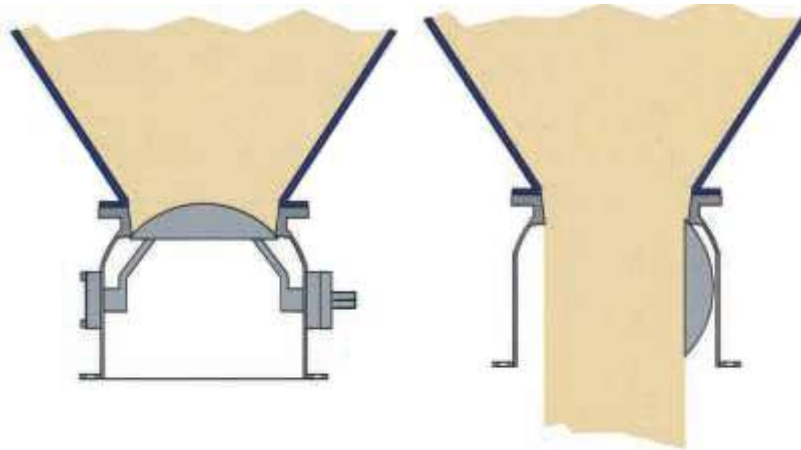


Obr. 13 Kruhová uzavírací klapka ¹⁹

- **Kulové uzávěry** – skříň kulového uzávěru je většinou konstruována jako odlitek. Uzavírací těleso má tvar kulového vrchlíku, který je spojen s ovládací hřídelí. Kulové uzávěry mají podobné vlastnosti jako uzavírací klapky. Avšak i při vysokém sloupci sypkého materiálu nad uzávěrem ho lze snadno otevřít díky tvaru uzavíracího tělesa (viz. obr. 15). Uzavírací těleso je vyrobeno z nerezové oceli a skříň je nejčastěji odlitek z tvárné litiny.



Obr. 14 Kulový uzávěr ²⁰



Obr. 15 Vlevo zavřený a vpravo otevřený kulový uzávěr ²¹

- **Segmentové uzávěry** – většinou mají čtvercový průřez a u atypických provedení může mít obdélníkový. Skříň je plechový svařenec a na vstupní straně někdy i na výstupní straně je opatřena přírubou. Uzávěr je tvořen jednou nebo dvěma kruhovými výsečemi, které jsou na čepech uloženy otočně ve skříni. U dvojitých segmentových uzávěrů je pohon upevněn na jeden segment a otáčivý pohyb je přenášen na druhý segment pomocí dvou ozubených kol. Skříň je vyráběna z konstrukční oceli třídy 11. Materiál uzavírací výseče je buď také z oceli třídy 11, nebo z otěruvzdorného materiálu podle dopravovaného materiálu.



Obr. 16 Jednoduchý segmentový uzávěr s pneumatickým pohonem ²²



Obr. 17 Dvojitý segmentový uzávěr s ručním pohonem ²³

2.3.2 Dle pohonu

- **Ruční** – pákou lze ovládat otočný pohyb uzavíracího listu (viz. obr. 17) nebo ovládacím kolem (viz. obr. 12) posuvný pohyb listu přes pohybový šroub a matici. Tento pohon vyniká jednoduchostí a nízkými výrobními náklady.
- **Elektromotorické** – lze s ním na dálku ovládat natáčení listu nebo posouvání listu přes pohybovou matici a šroub. Standardně je vybaven ručním kolem pro ovládání při výpadku elektřiny.



Obr. 18 Víceotáčkový elektronicky řízený servopohon ²⁴

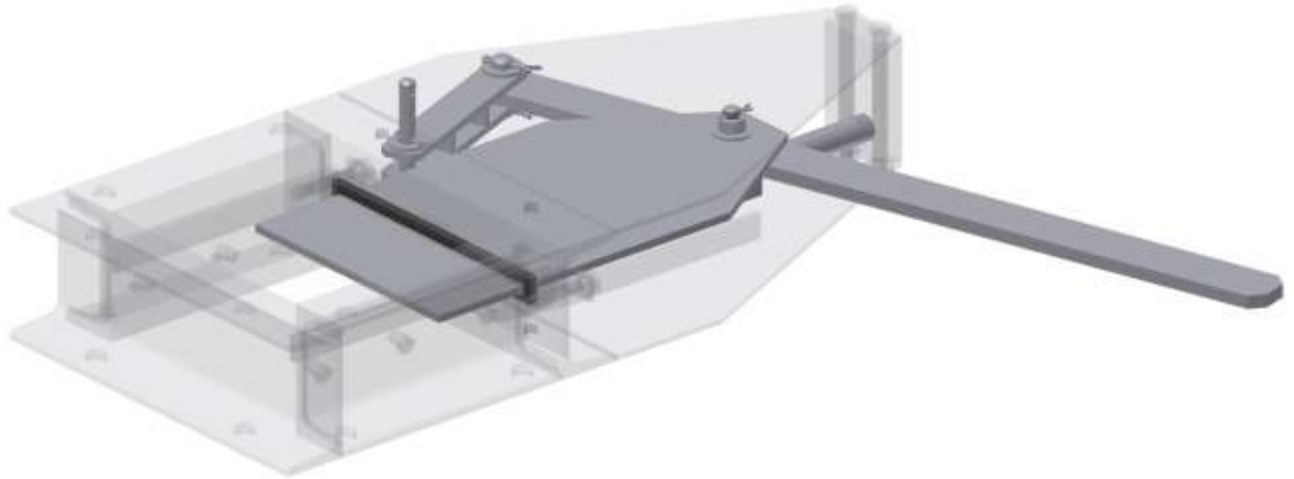
- **Pneumatické** – lze s nimi ovládat posuvný i otočný pohyb listu. Posuvný pohyb je přenášen přímo z pístnice na uzavírací list, se kterým je pevně spojen (viz. obr. 19). Při rotačním pohybu je pohon upevněn ke skříni a uzavíracímu segmentu přes čepy. Při vysouvání pístnice dochází k natáčení uzavíracího segmentu (viz. obr. 16). Tento pohon je vhodný do provozů, kde je rozvod tlakového vzduchu.



Obr. 19 Šoupátkový uzávěr s pneumatickým pohonem ²⁵

3 Šoupátkový uzávěr – stávající řešení

Šoupátkový uzávěr je otevírán a zavírán ručně přes pákový mechanismus a je složen z jednotlivých dílců, které jsou popsány v následujících podkapitolách.

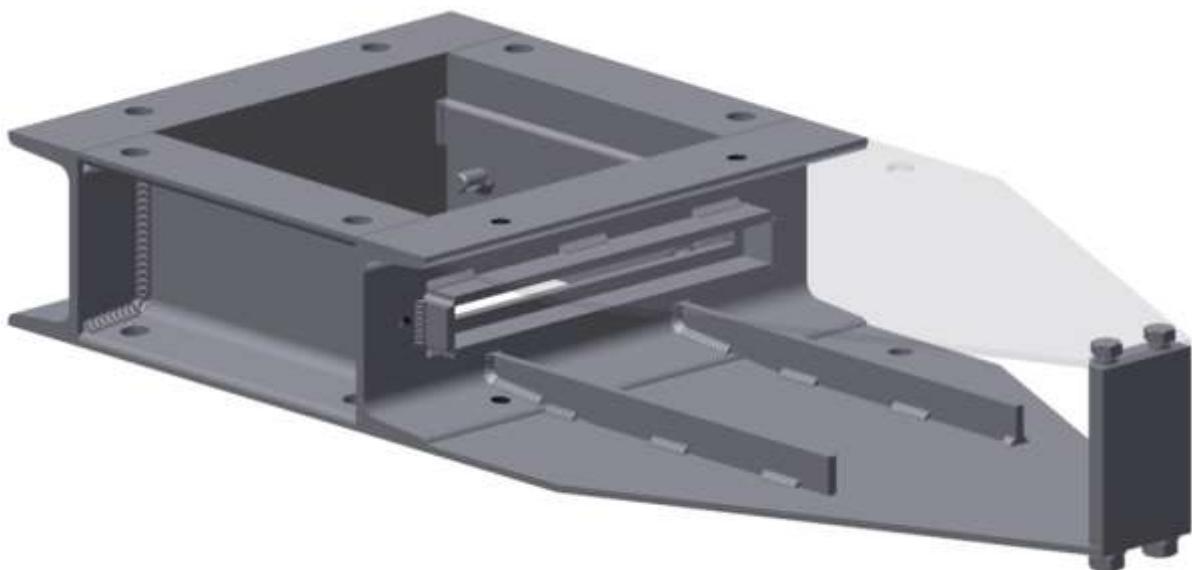


Obr. 20 Šoupátkový uzávěr

Dílní části šoupátkového uzávěru:

3.1 Rám

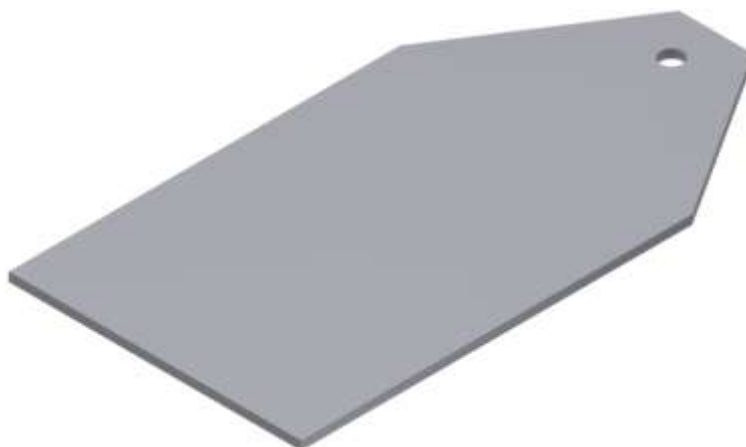
Rám je tvořen přírubou z profilů U100 dle DIN 1026-1. Příruba má vrtání na obou stranách pro napojení k navazujícím dílům. V čele příruby je vyříznutý otvor pro uzavírací list a okolo otvoru je přivařen rámeček pro ucpávku. A dále je přivařena dvojice plechů, které slouží k uchycení posuvového mechanismu. Spodní plech je vyztužen dvěma plochými tyčemi. Uvnitř příruby je přivařeno vedení, které je tvořeno shora plochou tyčí a zespodu kruhovými čepy.



Obr. 21 Rám šoupátkového uzávěru

3.2 Uzavírací list

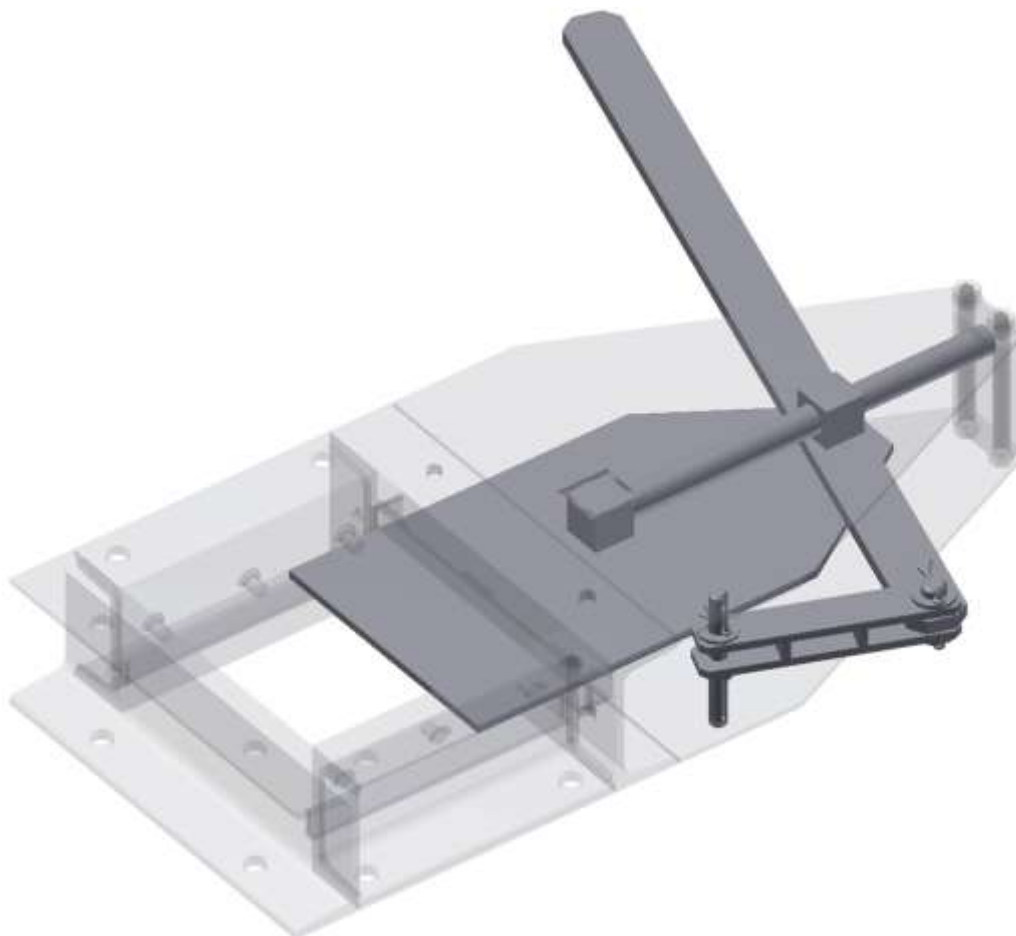
Uzavírací list je vyroben z běžné konstrukční oceli a má tloušťku 6 mm. Plech je tvarový s otvorem pro čep páky.



Obr. 22 Uzavírací list

3.3 Páka

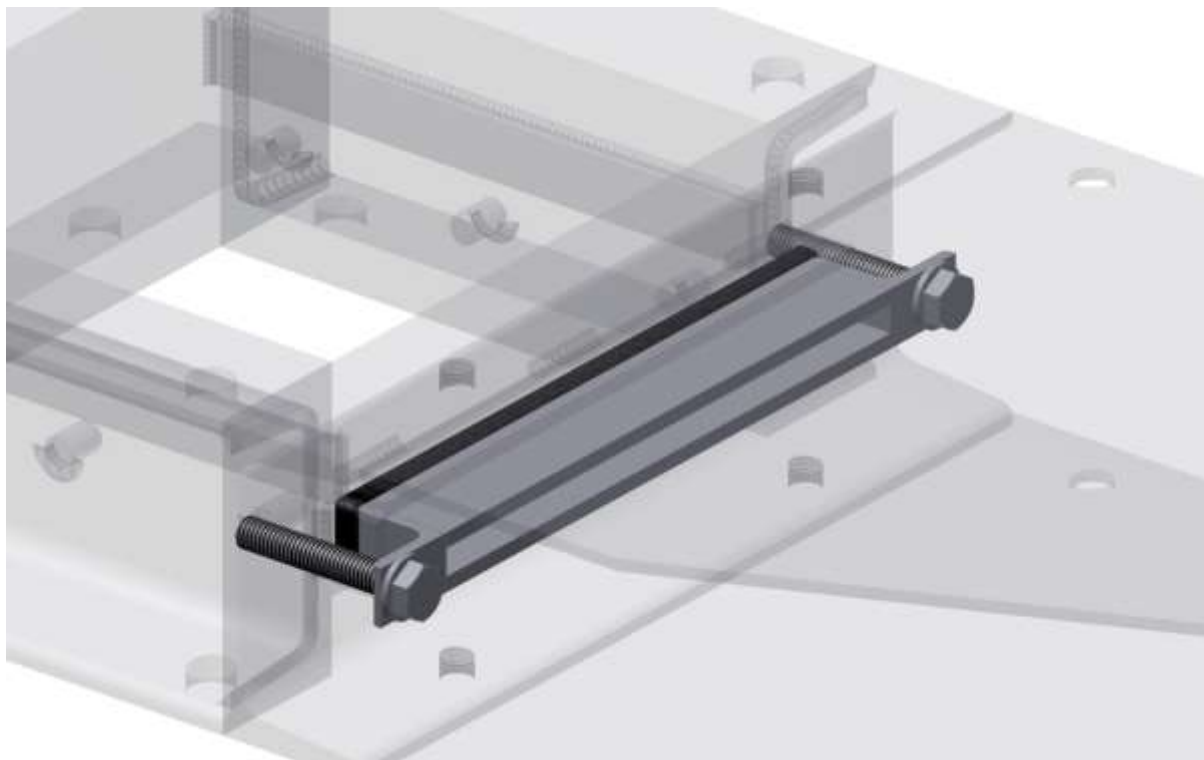
Pákový mechanismus se skládá z dvou pák, které jsou vzájemně spojeny čepem. Kratší páka je ukotvena k rámu. K delší páce je připevněn uzavírací list pomocí čepu, který je navlečen na kruhové tyči a ta zaručuje axiální vedení.



Obr. 23 Páka a posuvný mechanismus

3.4 Ucpávka

Ucpávka je svařenec s otvorem pro uzavírací list a vkládá se do rámečku, který je přivařen na rámu šoupátka. Pomocí šroubů a ucpávky je přitlačována těsnicí šňůra k rámu a uzavíracímu listu. Těsnicí šňůra je z expandovaného grafitu, a tak zaručuje výborné těsnící vlastnosti i za teplot až do 450°C.



Obr. 24 Ucpávka

4 Volba pohonu

4.1 Kritéria volby pohonu

Kritéria volby pohonu jsou zcela individuální pro každý návrh. Například dle provozních vlastností (místo použití, pracovní prostředí, přání zákazníka, ...), výrobních vlastností (vyrobitelnost, dostupnost dílů, ...) a ekonomických vlastností (výrobní a provozní náklady, ...). Základní kritéria jsou zanesena v tab. 1.

Pohon	Ruční	Pneumatický	Elektromotorický
Kritéria			
Provozní vlastnosti			
Dálková ovladatelnost	NE	ANO	ANO
Ruční ovladatelnost (výpadek pohonu)	ANO	NE	ANO
Potřeba elektrické energie	NE	NE	ANO
Potřeba stlačeného vzduchu	NE	ANO	NE
Snadná obsluha	ANO	ANO	ANO
Snadná údržba	ANO	NE	NE
Výrobní vlastnosti			
Snadná vyrobitelnost	ANO	NE	NE
Snadná smontovatelnost	ANO	ANO	ANO
Ekonomické vlastnosti			
Výrobní náklady	NIŽŠÍ	VYŠŠÍ	VYŠŠÍ
Provozní a servisní náklady	NIŽŠÍ	VYŠŠÍ	VYŠŠÍ
Náklady na demontáž a likvidaci	NIŽŠÍ	NIŽŠÍ	VYŠŠÍ
Požizovací cena	NIŽŠÍ	VYŠŠÍ	VYŠŠÍ

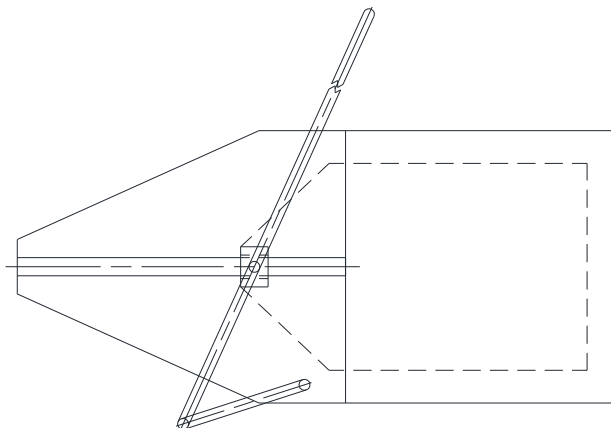
Tab. 1 Kritéria volby pohonu

Z tabulky vyplývá, že ruční pohon má nízké náklady. Pro následující pohony vycházejí náklady vyšší, ale je možno je dálkově ovládat například z velína. Pneumaticky ovládaný pohon je vhodný do prostředí, kde je rozvod tlakového vzduchu. Elektromotorický má při výpadku el. energie výhodu záložního ručního pohonu. I vzhledem k původnímu požadavku na náhradu ručního pohonu je vybrán elektromotoricky poháněný.

4.2 Koncepce šoupátkových uzávěrů

4.2.1 Ruční

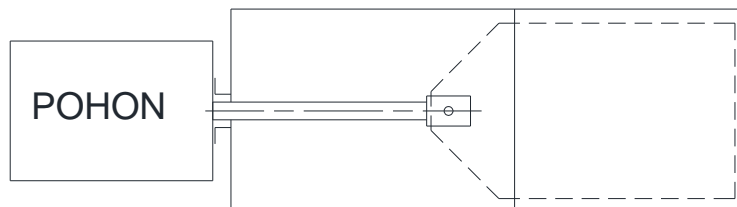
Šoupátkový uzávěr s ručním pohonem je detailně popsán kapitole 3, pákový mechanismus v podkapitole 3.3 a funkční schéma viz obr. 25.



Obr. 25 Funkční schéma šoupátkového uzávěru s ručním pohonem

4.2.2 Pneumatický

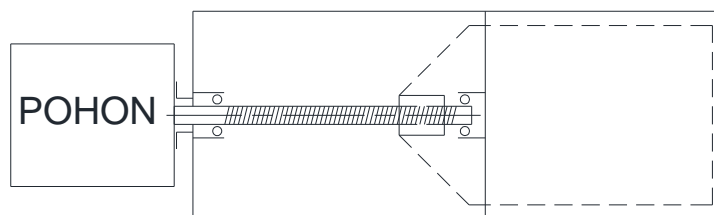
U pneumaticky poháněného šoupátkového uzávěru je uzavírací list přímo připevněn pomocí čepu k pístnici pneumatického válce. Pneumatický válec je k rámu připojen přes příruby pomocí spojovacího materiálu viz. obr. 26.



Obr. 26 Funkční schéma šoupátkového uzávěru s pneumatickým pohonem

4.2.3 Elektromotorický

Šoupátkový uzávěr poháněný elektromotorem využívá k transformaci rotačního pohybu na přímočarý pohyb pohybový šroub např. s trapézovým závitem. Hřídel se závitem je uložena na obou koncích v ložiskách, která jsou fixována v rámu uzávěru. Na uzavíracím listu je připevněna matice se závitem viz. obr. 27.



Obr. 27 Funkční schéma šoupátkového uzávěru s elektromotorickým pohonem

5 Teorie výpočtu

Pro návrh šoupátkového uzávěru si zvolíme pracovní sypký materiál a provozní hloubku uskladněného materiálu z . V dalších kapitolách zjistíme všechny důležité parametry a vzorce pro výpočet šoupátkového uzávěru. Rozměrová řada (dle světlosti příruby) 200x200, 250x250, 315x315, 400x400.

5.1 Vlastnosti sypkých hmot (ČSN EN 1991-4)

Dle normy Eurokód1: Zatížení konstrukcí – Část 4: Zatížení zásobníků a nádrží ČSN EN 1991-4 musíme nejprve identifikovat materiál, ze kterého je vyroben uzavírací list. Dle normy volíme povrch „hladký s mírným třením“ D2 – hladká měkká uhlíková ocel. Dále zjišťujeme vlastnosti popílků (viz. tab. 2) např.:

μ - součinitel tření o stěnu zásobníku

γ - objemová tíha náplně

φ - vnitřní úhel tření

Materiál	μ [-]	γ [kN/m ³]	φ [°]
Popílek	0,62	15	35
Hašené vápno	0,41	8	27
Koks	0,54	8	31
Práškové uhlí	0,51	8	27
Cement	0,46	16	30

Tab. 2 Vlastnosti materiálů pro povrch stěny D2 (zdroj: ČSN EN 1991-4)

5.2 Tlak na list šoupátkového uzávěru (ČSN 73 5570)

Dle normy pro navrhování konstrukcí zásobníků ČSN 735570 vypočítáme tlak náplně na dno zásobníku (uzavírací list). Pro náš případ jsme zvolili vzorec pro výpočet tlaku na dno bunkru, protože jsou více zatíženy než sila a dosáhneme tím větší univerzálnosti použití.

Pro který platí:

$$p_v^n = \frac{1}{\omega} \cdot p_h^n \text{ [MPa]}$$

kde: $p_h^n = \omega \cdot \gamma \cdot z$ - normový vodorovný tlak náplně na stěnu bunkru v hloubce z

$\omega = tg^2(45^\circ - \frac{\varphi}{2})$ - součinitel aktivního tlaku náplně

z - hloubka od povrchu náplně

5.3 Osová síla působící proti pohybu listu šoupátkového uzávěru

$$F_{NÁVRH} = (F_0 + F_1 + F_2) \text{ [N]}$$

kde:

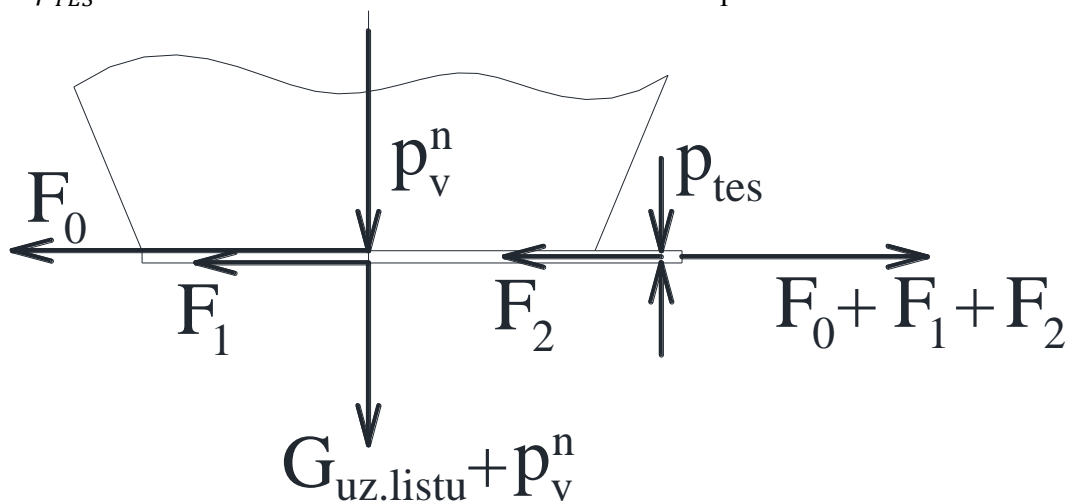
$F_0 = p_v^n \cdot A \cdot \mu$ - síla proti pohybu listu od zatížení prachem

$F_1 = [p_v^n \cdot A + (G_{UZAV.LISTU} \cdot g)] \cdot \varphi_{OCEL}$ - síla proti pohybu listu od tření ve vedení

$F_2 = p_{TES} \cdot b_{TES} \cdot l_{TES} \cdot \varphi_{TES}$ - síla proti pohybu listu od tření v ucpávce

$A = DN^2$ - plocha příruby šoupátkového uzávěru

DN	- délka strany čtvercové příruby
$G_{UZAV.LISTU} = DN^2 \cdot t \cdot \rho_{OCEL}$	- hmotnost uzavíracího listu
t	- tloušťka uzavíracího listu
g	- gravitační zrychlení
φ_{OCEL}	- součinitel tření pro ocel – ocel
$p_{TES} = 150 \text{ kPa}$	- teoretický tlak těsnění na uzavírací list
b_{TES}	- šířka těsnění
$l_{TES} = 2 \cdot DN$	- délka těsnění (tloušťka listu se zanedbává)
φ_{TES}	- součinitel tření pro ocel - těsnění



Obr. 28 Schéma působení sil na listu šoupátkového uzávěru ¹²

5.4 Kroutící moment

$$M_{tNÁVRH} = F_{NÁVRH} \frac{p_H}{2 \cdot \pi \cdot \eta} \text{ [N.m]}$$

kde:

p_H	- stoupání závitu
$\eta = \frac{tg\alpha}{tg(\alpha+\varphi)}$	- účinnost
$\alpha = tg^{-1}(\frac{p_H}{\pi \cdot d_2})$	- úhel stoupání
$\varphi = tg^{-1}f$	- třecí úhel
f	- součinitel tření volí se dle druhu závitu

5.5 Volba pohonu

Pro volbu servopohonu je nutné vypočítat kroutící moment a z katalogu výrobce pohonu ²⁶ vybrat vhodný pohon a popřípadě upravit kroutící moment a osovou sílu.

5.6 Dimenzování šroubu

Dimenzování pohybového šroubu s plošným dotykem:

- tah (tlak) $\sigma_t = \frac{F_{CELK}}{S_j} = \frac{F_{CELK}}{\frac{\pi \cdot d_3^2}{4}}$ [MPa]
- krut $\tau_k = \frac{M_t}{W_k} = \frac{M_t}{\frac{\pi \cdot d_3^3}{16}}$ [MPa]
- redukované napětí $\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_t^2 + 4 \cdot \tau_k^2} \leq \sigma_{dov}$ (rovnice pro běžné materiály)

Dovolené namáhání šroubu $\sigma_{dov} = \frac{R_{mš}}{s_m}$ [MPa]

Dovolené namáhání šroubu se zanedbáním krutu $\sigma_{dovU} = \frac{\sigma_{dovU}}{s_k}$ [MPa]

- kde: $s_m = 3$ - bezpečnost proti mezi pevnosti
 $s_k = 2$ - bezpečnost pro dovolené namáhání se zanedbáním krutu
 d_3 - malý průměr závitu

5.7 Tlak v závitu

$$p_z = \frac{F_{CELK}}{0,75 \cdot S_z} = \frac{F_{CELK}}{0,75 \cdot \pi \cdot d_2 \cdot H_1 \cdot n_z} \leq p_D \text{ [MPa]}$$

kde:

- S_z - plocha závitu
 d_2 - střední průměr závitu
 H_1 - nosná výška závitu
 $n_z = \frac{l_m}{p_H}$ - počet nosných závitů
 l_m - délka závitu matice

5.8 Kontrola pohybového šroubu na vzpěr (štíhlost)

Zejména dlouhé pohybové šrouby je nutno kontrolovat na namáhání na vzpěr (vybočení).

Pokud platí následující podmínka, není provádět kontrolní výpočet na vzpěr.

$$\lambda \leq \lambda_m$$

kde:

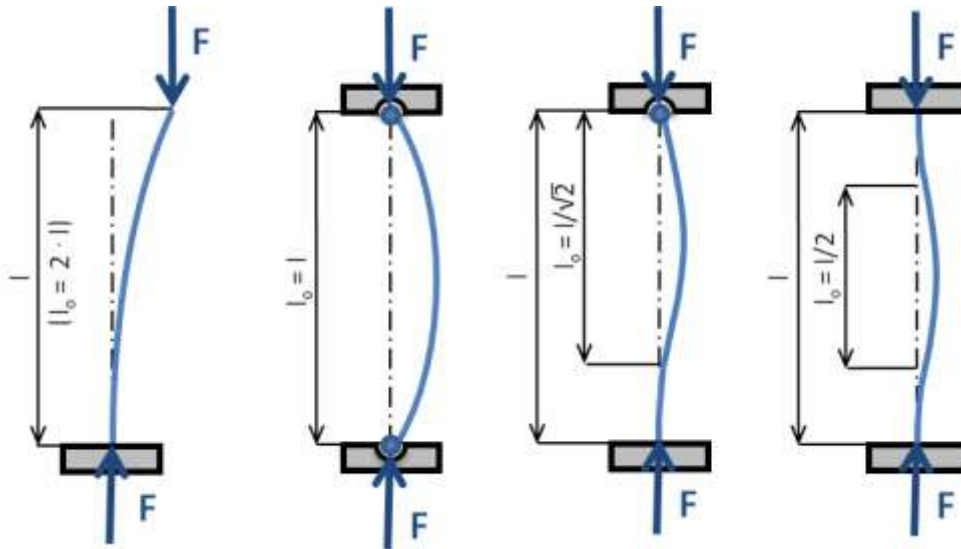
$$\lambda_m = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{0,5 \cdot Re}} \quad [-] \quad \text{- mezní štíhlost}$$

$$\lambda = \frac{l_0}{\sqrt{\frac{I_{min}}{s}}} \quad [-] \quad \text{- štíhlost}$$

$$I_{min} = \frac{\pi \cdot d_3^4}{64} \quad \text{- kvadratický moment průřezu šroubu}$$

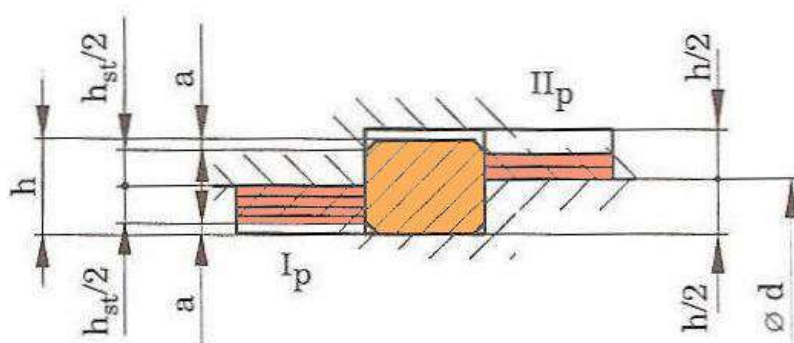
$$s = \frac{\pi \cdot d_3^2}{4} \quad \text{- průřez šroubu}$$

l_0 - ekvivalentní délka šroubu závislá na způsobu jeho uložení viz. obr. 29

Obr. 29 Základní případy určení ekvivalentních délek pro řešení vzpěru ¹

5.9 Dimenzování pera

Při dimenzování pera se kontroluje měrný tlak ve stykové ploše pera s hřídelí a nábojem. Šířka a výška pera se volí dle průměru hřídele. Délku pera dopočítáme z následujícího vztahu.

Obr. 30 Měrný tlak ve stykové ploše pera s hřídelí a nábojem ¹

$$I_p = II_p = \frac{F_t}{S_{\text{celk}}} = \frac{\frac{M_t}{d}}{c_{\text{ef}} \cdot n_p \cdot l_{\text{st}} \frac{h_{\text{st}}}{2}} \leq p_D \text{ [MPa]}$$

kde:

- F_t - obvodová síla
- S_{celk} - efektivní styková plocha pera
- c_{ef} - součinitel efektivního počtu nesoucích per (pro jedno pero = 1)
- n_p - počet per
- $h_{\text{st}} = h - 2 \cdot a$ - styková výška pera
- a - sražení pera
- l_{st} - styková délka pera

5.10 Volba ložisek

Ložiska volíme dle únosnosti a trvanlivosti.

$$F_{\text{CELK}} \leq \frac{C_{\text{oax}}}{S_o} \quad [\text{kN}] \quad \text{- únosnost ložiska}$$

kde:

$$C_{\text{oax}} = \frac{C_o}{2} \quad \text{- axiální únosnost radiálních ložisek (viz. katalog SKF ²⁷)}$$

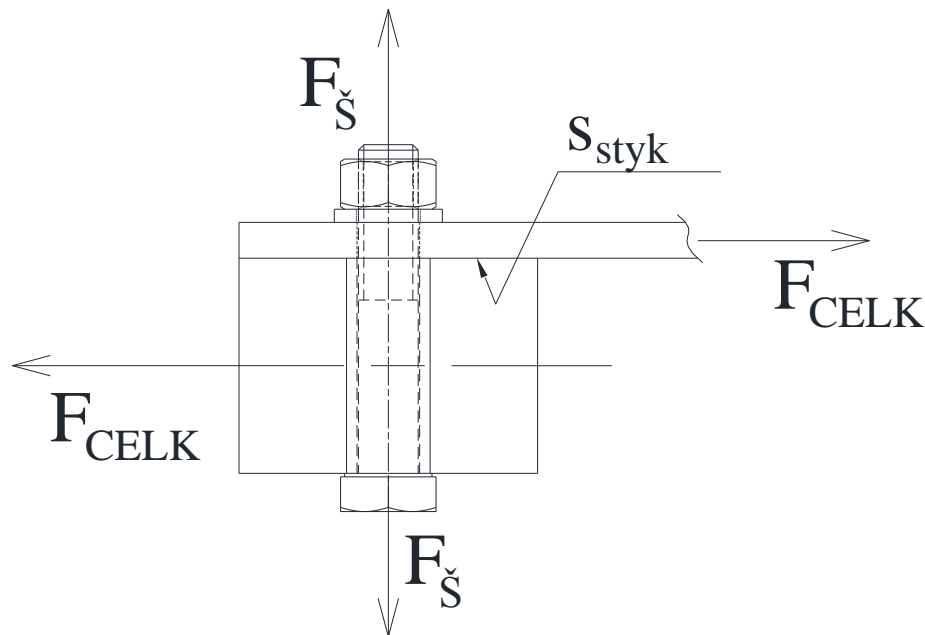
$$S_o \quad \text{- statická bezpečnost (pro normální chod = 1)}$$

$$L_{10,h} = \left(\frac{C_{\text{oax}}}{F_{\text{CELK}}} \right) \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n} \quad [\text{h}] \quad \text{- trvanlivost ložiska}$$

$$n \quad \text{- otáčky hřídele}$$

5.11 Návrh spoje pro uchycení matice

Spoj je navržen jako nalisovaný spoj. Tlak ve stykové ploše je vyvozen šroubovým spojem, který složí k přenosu posuvové síly z matice na uzavírací list šoupátkového uzávěru.



Obr. 31 Spoj matice s uzavíracím listem

Potřebný tlak:

$$F_{\text{CELK}} \cdot S_f = S_{\text{styk}} \cdot p_{\text{potř}} \cdot f_{\text{styk}}$$

kde:

S_f - součinitel bezpečnosti proti prokluzu

S_{styk} - styková plocha (matice)

$p_{\text{potř}}$ - potřebný tlak

f_{styk} - součinitel tření ve stykové ploše

Tlak vyvozený šroubovým spojem:

$$p_{\text{š}} = \frac{F_{\text{š}} \cdot i}{S_{\text{styk}}} \text{ [MPa]}$$

Pevnostní kontrola šroubu:

$$\sigma_{\text{š}} = \frac{F_{\text{š}}}{S_{\text{jš}}} \leq \sigma_{\text{dovš}} \text{ [MPa]}$$

kde:

- | | |
|---------------------|--------------------|
| $\sigma_{\text{š}}$ | - napětí ve šroubu |
| $F_{\text{š}}$ | - síla ve šroubu |
| i | - počet šroubů |

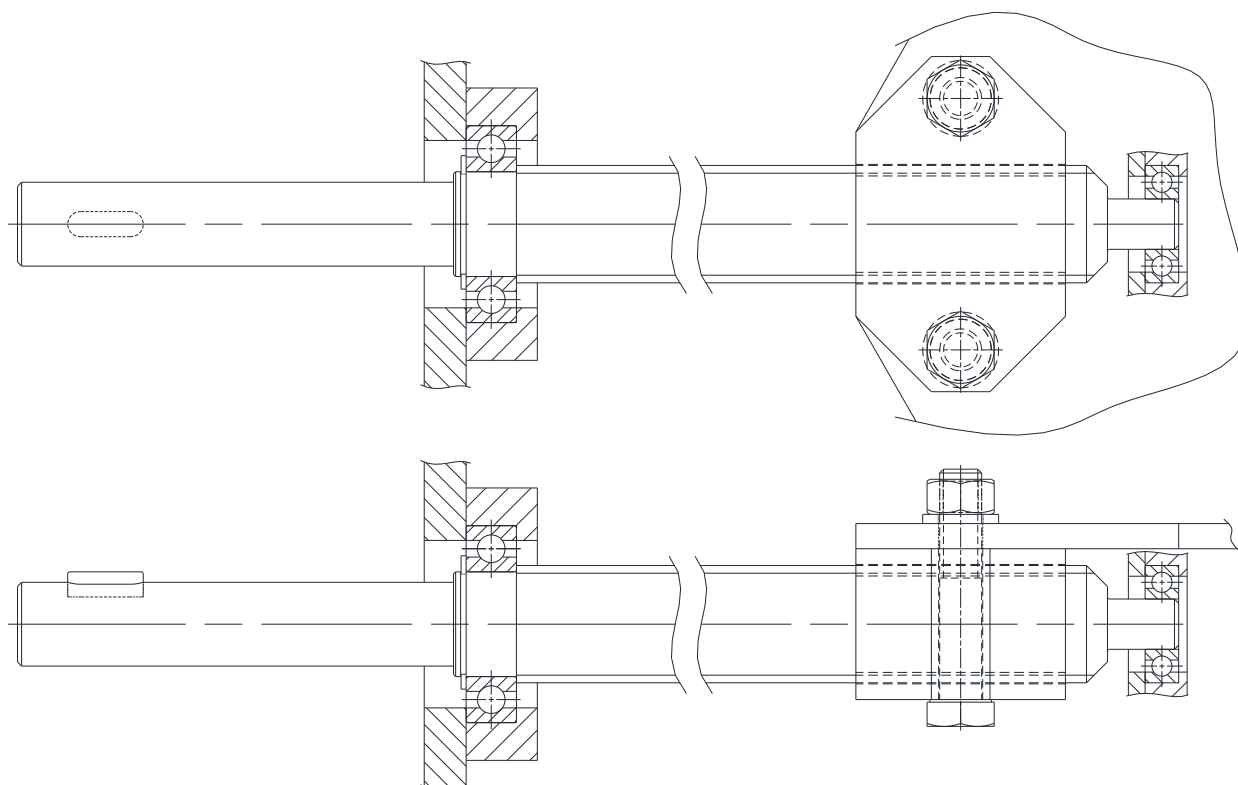
Dovolené namáhání šroubu:

$$\sigma_{\text{dovš}} = \frac{R_{e\text{š}}}{k_{\text{š}}} \text{ [MPa]}$$

kde:

- | | |
|-----------------|--|
| $R_{e\text{š}}$ | - mez kluzu materiálu šroubu (pro materiál 8.8 = 640MPa) |
| $k_{\text{š}}$ | - bezpečnost vůči mezi kluzu |

6 Konstrukční návrh



Obr. 32 Konstrukční schéma

6.1 Zadání

Navrhnout uzavírací mechanismus pro šoupátkový uzávěr a zvolit pohon od firmy Auma.

Zadané provozních parametry:

Sypký materiál: **popílek**

$$\mu = 0,62$$

$$\gamma = 15\text{kN/m}^3$$

$$\varphi = 35^\circ$$

$$z = 2m$$

$$t = 6\text{mm}$$

$$\varphi_{OCEL} = \varphi_{TES} = 0,2$$

$$b_{TES} = 10\text{mm}$$

Materiál pohybového šroubu: **S355J2 (ČSN 11 523)**

$$R_{mš} = 510\text{MPa} \quad Re_{\xi} = 355\text{MPa}$$

Materiál matice: šedá litina ČSN 42 2420

$$R_{mm} = 380\text{MPa} \text{ a } \sigma_{dovm} = 30\text{MPa}.$$

6.2 Vypracování

Výpočet bude prováděn dle teoretických výpočtů, které jsou uvedeny v kapitole 5.

6.2.1 Tlak na list šoupátkového uzávěru

Tlak na list šoupátka bude pro celou rozměrovou řadu stejný.

$$p_v^n = \frac{1}{\omega} \cdot p_h^n = \frac{1}{0,271} \cdot 8130 = 30000 \text{ Pa} = \underline{30,0 \text{ kPa}}$$

$$p_h^n = \omega \cdot \gamma \cdot z = 0,271 \cdot 15000 \cdot 2 = \underline{8130 \text{ Pa}}$$

$$\omega = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{35^\circ}{2} \right) = \underline{0,271}$$

6.2.2 Návrhová osová síla působící proti pohybu listu šoupátkového uzávěru

$$F_{NÁVRH} = (F_0 + F_1 + F_2)$$

$$F_{NÁVRH} = p_v^n \cdot A \cdot \mu + [p_v^n \cdot A + (G_{UZAV.LISTU} \cdot g)] \cdot \varphi_{OCEL} + p_{TES} \cdot b_{TES} \cdot l_{TES} \cdot \varphi_{TES}$$

$$F_{NÁVRH} = 30000 \cdot DN^2 \cdot 0,62 + [30000 \cdot DN^2 + (G_{UZAV.LISTU} \cdot 10)] \cdot 0,2 + 150000 \cdot 0,01 \cdot l_{TES} \cdot 0,2$$

$$G_{UZAV.LISTU} = DN^2 \cdot 0,006 \cdot 7860$$

$$l_{TES} = 2 \cdot DN$$

Světlost	DN[mm]	$F_{NÁVRH}$ [N]	F_0 [N]	F_1 [N]	F_2 [N]	$G_{UZAV.LISTU}$ [kg]	l_{TES} [mm]
200x200	200	1107,77	744	243,77	120	1,89	400
250x250	250	1693,4	1162,5	380,9	150	2,95	500
315x315	315	2639,29	1845,59	604,71	189	4,68	630
400x400	400	4191,09	2976,0	975,09	240	7,55	800

Tab. 3 Výsledné hodnoty sil

6.2.3 Potřebný průměr jádra šroubu

Dovolené namáhání šroubu

$$\sigma_{dov} = \frac{R_{mš}}{s_m} = \frac{510}{3} = 170 \text{ MPa}$$

Dovolené namáhání šroubu se zanedbáním krutu

$$\sigma_{dovU} = \frac{\sigma_{dovU}}{s_k} = \frac{170}{2} = 85 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{dovU} = \frac{F_{NÁVRH}}{S_j} = \frac{F_{NÁVRH}}{\frac{\pi \cdot d_3^2}{4}}$$

Z následujícího vzorce vypočítáme potřebný průměr šroubu.

$$d_{min} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{NÁVRH}}{\pi \cdot \sigma_{dovU}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{NÁVRH}}{\pi \cdot 85}}$$

Světlost	$F_{NÁVRH}$ [N]	d_{min} [mm]
200x200	1107,77	4,07
250x250	1693,4	5,036
315x315	2639,29	6,288
400x400	4191,09	7,92

Tab. 4 Výsledné potřebné průměry šroubu

Pro další návrh je nutno vybrat větší průměr hřídele v návaznosti na ložiska a pohon. Z katalogového listu víceotáčkových servopohonů pro uzavírací a regulační armatury ²⁶ od firmy

Auma jsem zjistil následující připojovací údaje servopohonu SA 7.01. Průměr hřídele je 20mm a pro přenos točivého momentu je použit spoj perem.

6.2.4 Volba šroubu z normalizovaných rozměrů

S přihlédnutím na potřebný průměr šroubu, ložiska a připojovací rozměry servopohonu volím z normalizovaných rozměrů trapézový závit **TR28x5**.

rozměry:

$$p_H = 5 \text{ mm}$$

$$d = 28 \text{ mm}$$

$$d_2 = 25,5 \text{ mm}$$

$$d_3 = 22,5 \text{ mm}$$

$$H_1 = 2,5$$

6.2.5 Návrhový krouticí moment

Slouží jako předběžný krouticí moment pro volbu servopohonu.

$$M_{tNÁVRH} = F_{NÁVRH} \frac{p_H}{2 \cdot \pi \cdot \eta} = F_{NÁVRH} \frac{5}{2 \cdot \pi \cdot 0,235}$$

Úhel stoupání:

$$\alpha = \operatorname{tg}^{-1} \left(\frac{p_H}{\pi \cdot d_2} \right) = \operatorname{tg}^{-1} \left(\frac{5}{\pi \cdot 25,5} \right) = 3,57^\circ = 3^\circ 34'$$

Třecí úhel:

$$\varphi = \operatorname{tg}^{-1} f = \operatorname{tg}^{-1}(0,2) = 11,3^\circ = 11^\circ 18'$$

Účinnost:

$$\eta = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi)} = \frac{\operatorname{tg} 3,57^\circ}{\operatorname{tg}(3,57^\circ + 11,3^\circ)} = 0,235$$

Světlost	$F_{NÁVRH}$ [N]	$M_{tNÁVRH}$ [N.m]
200x200	1107,77	3,75
250x250	1693,4	5,74
315x315	2639,29	8,94
400x400	4191,09	14,2

Tab. 5 Výsledné hodnoty točivého momentu

6.2.6 Volba pohonu

Z katalogu firmy Auma volím víceotáčkový servopohon, který je vhodný pro funkci otevře-no/zavře-no SA 07.1 s parametry:

$$M_{t\min} = 10 \text{ N.m}$$

$$M_{t\max} = 30 \text{ N.m}$$

$$n = 125 \text{ ot}^{-1}$$

Pro přenos točivého momentu byl z katalogu vybrán typ EN ISO 5210 B3 spoj perem s přípojovací přírubou typ F10.

Vypočtené návrhové síly a točivé momenty musíme pro velikost 200x200, 250x250 a 315x315 upravit dle točivého momentu servopohonu. Pro velikost 400x400 se korekce provádět nemusí (viz.: tab. 6)

Světlost	$F_{NÁVRH}$ [N]	F_{CELK} [N]	$M_{tNÁVRH}$ [N.m]	M_t [N.m]
200x200	1107,77	2953,1	3,75	10
250x250	1693,4		5,74	
315x315	2639,29		8,94	
400x400	4191,09		14,2	

Tab. 6 Upravené hodnoty dle servopohonu

6.2.7 Pevnostní kontrola

V pevnostní kontrolu provádíme se skutečnými hodnotami z katalogu. (viz.: tab. 6)

Pro výpočet redukovaného napětí zde byla použita rovnice pro běžné materiály.

tah (tlak):

$$\sigma_t = \frac{F_{CELK}}{S_j} = \frac{F_{CELK}}{\frac{\pi \cdot d_3^2}{4}} = \frac{F_{CELK}}{\frac{\pi \cdot 22,5^2}{4}}$$

krut:

$$\tau_k = \frac{M_t}{W_k} = \frac{M_t}{\frac{\pi \cdot d_3^3}{16}} = \frac{M_t}{\frac{\pi \cdot 22,5^3}{16}}$$

redukované napětí:

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_t^2 + 4 \cdot \tau_k^2}$$

Světlost	σ_t [MPa]	τ_k [MPa]	σ_{red} [MPa]
200x200	7,43	4,47	11,63
250x250			
315x315			
400x400	10,54	6,35	16,50

Tab. 7 Výsledné hodnoty pevnostní kontroly

Pro všechny velikosti platí podmínka: $\sigma_{red} < \sigma_{dov}$

6.2.8 Délka matice

Dovolený tlak v závitech pro dvojici materiálů ocel (šroub) a šedá litina (matice)

$p_D = 2$ až $7 =$ volím 4 MPa, z něho vypočítáme potřebnou délku matice.

$$p_z = \frac{F_{CELK}}{0,75 \cdot S_z} = \frac{F_{CELK}}{0,75 \cdot \pi \cdot d_2 \cdot H_1 \cdot \frac{l_m}{p_H}} \leq p_D \rightarrow l_m = \frac{F_{CELK} \cdot p_H}{0,75 \cdot \pi \cdot d_2 \cdot H_1 \cdot p_D}$$

$$l_m = \frac{F_{CELK} \cdot 5}{0,75 \cdot \pi \cdot 25,5 \cdot 2,5 \cdot 4}$$

Světlost	F_{CELK} [N]	l_m [mm]
200x200	2953,1	24,58
250x250		
315x315		
400x400	4191,09	34,88

Tab. 8 Výsledné délky matic

6.2.9 Kontrola pohybového šroubu na vzpěr

Kontrolu pohybového šroubu na vzpěr provádíme pomocí štíhlosti, kterou porovnáme s mezní štíhlostí. Pokud platí, následující podmínka není dále nutné pohybový šroub kontrolovat:

$$\lambda \leq \lambda_m$$

Mezní štíhlost:

$$\lambda_m = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{0,5 \cdot Re_s}} = \pi \cdot \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5}{0,5 \cdot 355}} = 108$$

Štíhlost: (ekvivalentní délka $l_0 = \frac{l}{2}$,protože je pohybový šroub vetknut z obou stran)

$$\lambda = \frac{l_0}{\sqrt{\frac{I_{\min}}{s}}} = \frac{l_0}{\sqrt{\frac{\frac{\pi \cdot d_3^4}{64}}{\frac{\pi \cdot d_3^2}{4}}}} = \frac{l_0}{\sqrt{\frac{d_3^2}{16}}} = \frac{l_0}{\sqrt{\frac{22,5^2}{16}}}$$

Světlost	l [mm]	l_0 [mm]	λ [-]
200x200	236	118	20,98
250x250	286	143	25,42
315x315	351	175,5	31,2
400x400	438,5	219,25	38,98

Tab. 9 Výsledné hodnoty štíhlosti

Podmínka $\lambda \leq \lambda_m$ byla splněna a proto není nutno dále kontrolovat na vzpěr.

6.2.10 Přenos kroutícího momentu perem

Pro přenos točivého momentu volím spoj perem s ohledem na výrobce servopohonu.

Pro materiál pouzdra volím $p_D = 120\text{MPa}$

$$I_p = II_p = \frac{F_t}{S_{\text{celk}}} = \frac{\frac{M_t}{\frac{d}{2}}}{c_{\text{ef}} \cdot n_p \cdot l_{\text{st}} \frac{h_{\text{st}}}{2}} = \frac{\frac{M_t}{\frac{d}{2}}}{c_{\text{ef}} \cdot n_p \cdot l_{\text{st}} \frac{(h - 2 \cdot a)}{2}} \leq p_D$$

Parametry pera pro hřídel průměr 20mm:

$$b = 6 \text{ mm}$$

$$h = 6 \text{ mm}$$

$$a = 0,5 \text{ mm}$$

$$\text{z toho: } l_{\text{st}} = \frac{F_t}{c_{\text{ef}} \cdot n_p \cdot \frac{(h-2 \cdot a)}{2} \cdot p_D} = \frac{F_t}{1,1 \cdot \frac{(6-2 \cdot 0,5)}{2} \cdot 120} = \frac{F_t}{300}$$

potřebná délka pera vychází ze vztahu: $l_{\text{potř}} = l_{\text{st}} + b = l_{\text{st}} + 6$

Dle potřebné délky nejbližší vyšší normalizovaný rozměr z normy DIN 6885

Světlost	M_t [N.m]	F_t [N]	l_{st} [mm]	$l_{\text{potř}}$ [mm]	l_{norm} [mm]
200x200	10	1000	3,33	9,33	14
250x250					
315x315					
400x400	14,2	1420	4,73	10,73	

Tab. 10 Výsledné hodnoty pro výpočet pera

Normalizovaná délka pera je pro všechny velikosti stejná, protože minimální normalizovaná délka pera je 14mm. Označení pera: **Pero 6e7 x 6 – 14 DIN 6885**

6.2.11 Volba ložisek

Ložiska jsou navrhována na únosnost a trvanlivost. Pro náš případ však bude rozhodující únosnost, protože se jedná o zařízení, které pracuje maximálně 2 krát do měsíce pár minut. Proto volím nízkou mezní trvanlivost ložiska na cca **140 hodin**.

Na pravé radiální ložisko nepůsobí žádné zatížení. Levé radiální ložisko musíme dimenzovat pro přenos axiálního zatížení. Ložiska volíme z katalogu SKF ²⁷ a vzhledem prostředí, kde budou použita (převážně venkovní), volím variantu **2Z** – s těsněním z obou stran.

Chod mechanismu bude klidný, a proto volím statickou bezpečnost $S_o = 1$.

Únosnost ložiska:

$$F_{CELK} \leq \frac{C_{oax}}{S_o} = \frac{C_o}{2}$$

Parametry ložisek:

6001 – 2Z

$$D = 28 \text{ mm}$$

$$d = 12 \text{ mm}$$

$$B = 8 \text{ mm}$$

$$C_{dyn} = 5,4 \text{ kN}$$

$$C_o = 2,36 \text{ kN}$$

$$C_{oax} = 1,18 \text{ kN}$$

6005 – 2Z

$$D = 47 \text{ mm}$$

$$d = 25 \text{ mm}$$

$$B = 12 \text{ mm}$$

$$C_{dyn} = 11,9 \text{ kN}$$

$$C_o = 6,55 \text{ kN}$$

$$C_{oax} = 3,28 \text{ kN}$$

6305 – 2Z

$$D = 62 \text{ mm}$$

$$d = 25 \text{ mm}$$

$$B = 17 \text{ mm}$$

$$C_{dyn} = 23,4 \text{ kN}$$

$$C_o = 11,6 \text{ kN}$$

$$C_{oax} = 5,8 \text{ kN}$$

Trvanlivost ložiska:

$$L_{10,h} = \left(\frac{C_{oax}}{F_{CELK}} \right) \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n}$$

Světlost	F_{CELK} [kN]	Pravé ložisko	Levé ložisko	Pro levé ložisko $L_{10,h}$ [h]
200x200	2,96	6001 – 2Z	6005 – 2Z	148
250x250				
315x315				
400x400	4,2		6305 – 2Z	353

Tab. 11 Přehled vybraných ložisek

V tab. 11 jsou vybrána ložiska, které splňují podmínky: $F_{CELK} \leq \frac{C_{oax}}{S_o}$ a $140 \leq L_{10,h}$

Pro pravé ložisko u všech velikostí šoupátkového uzávěru vyhovuje **6001 – 2Z**.

U levého ložiska pro velikosti šoupátkového uzávěru 200x200, 250x250 a 315x315 volím **6005 – 2Z** a pro velikost 400x400 volím **6305 – 2Z**.

6.2.12 Šroubový spoj pro uchycení matice

Z následujícího vztahu vypočítáme potřebný tlak pro přenos síly pomocí tření, který odpovídá tlaku vyvozenému od šroubového spoje. A z něho dimenzujeme šroub. Jelikož je matice pro všechny šoupátkové uzávěry stejná, budu dimenzovat šroubový spoj pouze pro maximální osovou sílu.

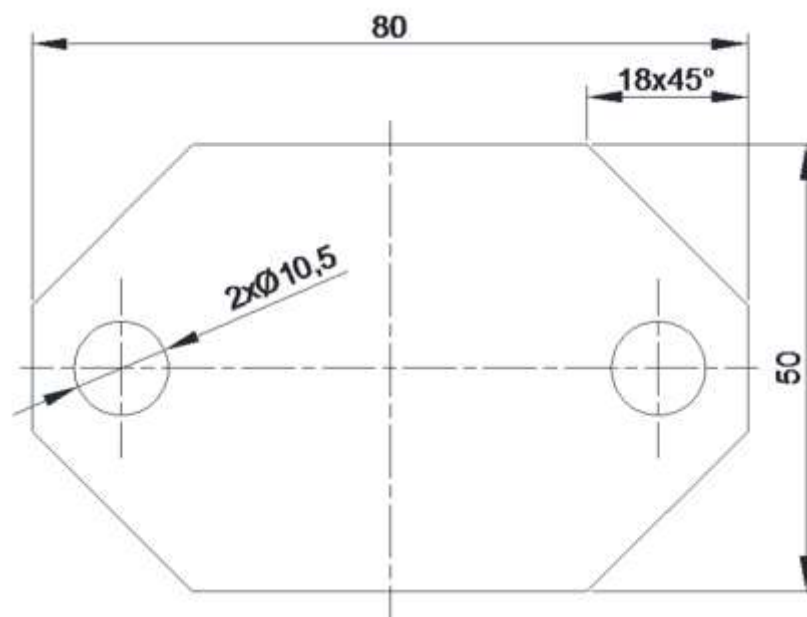
Potřebný tlak:

$$F_{\text{CELK}} \cdot S_f = S_{\text{styk}} \cdot p_{\text{potř}} \cdot f_{\text{styk}} \quad \Rightarrow \quad p_{\text{potř}} = \frac{F_{\text{CELK}} \cdot S_f}{S_{\text{styk}} \cdot f_{\text{styk}}}$$

Hodnotu součinitele bezpečnosti proti prokluzu volím $S_{\text{styk}} = 2$.

Součinitel tření mezi stykovými plochami ocel-litina pro otryskaný povrch volím $f_{\text{styk}} = 0,2$.

$$p_{\text{potř}} = \frac{F_{\text{CELK}} \cdot 2}{S_{\text{styk}} \cdot 0,2} = \frac{4191,09 \cdot 2}{\left(80 \cdot 50 - 2 \cdot 18^2 - \frac{\pi \cdot 10,5^2}{2}\right) \cdot 0,2} = 13,2 \text{ MPa}$$



Obr. 33 Styková plocha matice - S_{styk}

Z následujícího vztahu vyplývá, že tlak potřebný k přenesení je roven napětí ve šroubu.

$$p_{\text{potř}} = p_{\text{š}}$$

$$p_{\text{š}} = \frac{F_{\text{š}} \cdot i}{S_{\text{styk}}} \quad \Rightarrow \quad F_{\text{š}} = \frac{p_{\text{š}} \cdot S_{\text{styk}}}{i} = \frac{13,2 \cdot \left(80 \cdot 50 - 2 \cdot 18^2 - \frac{\pi \cdot 10,5^2}{2}\right)}{2} = 20980 \text{ N}$$

Pevnostní kontrola šroubu:

$$\sigma_{\text{š}} = \frac{F_{\text{š}}}{S_{j\text{š}}} = \frac{F_{\text{š}}}{\frac{\pi \cdot d_{3\text{potř}}^2}{4}} \leq \sigma_{\text{dovš}}$$

Dovolené napětí:

$$\sigma_{\text{dovš}} = \frac{R_{e\text{š}}}{k_{\text{š}}} = \frac{640}{1,5} = 427 \text{ MPa}$$

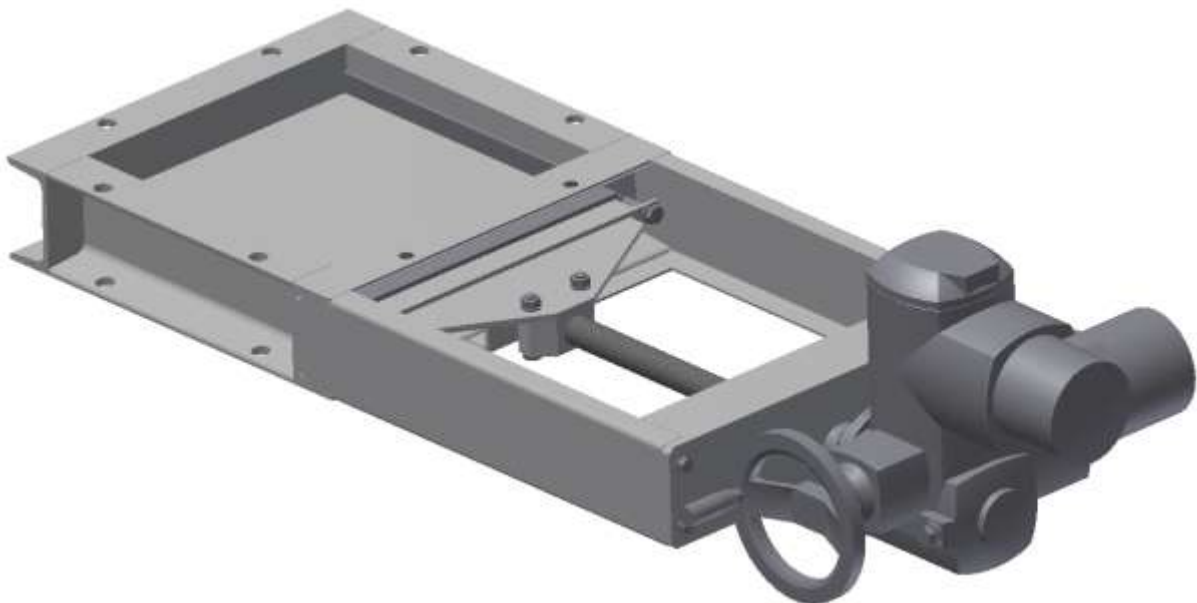
$$d_{3\text{potř}} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\text{š}}}{\pi \cdot \sigma_{\text{dovš}}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 20980}{\pi \cdot 427}} = 7,9 \text{ mm}$$

Ze strojnických tabulek volím nejbližší vyšší průměr jádra šroubu $\varnothing d_3 = 8.160\text{mm}$ a šroub **M10x1,5** z materiálu **8.8**.

Tímto je zakončen výpočet všech potřebných součástí pohybového mechanismu.

7 Konstrukční řešení

Koncepce šoupátkového uzávěru v části příruby zůstává stejná. Tvoří jí příruba čtvercového průřezu z profilu U100, která má po obou stranách 8 děr a z toho jsou dvě se závitem. Závité díry jsou na straně pohonu vzhledem k nemožnosti provedení klasického šroubového spoje při montáži. Na přírubě jsou přivařeny bočnice z ohnutého plechu tl.3mm a k nim je přišroubováno čelo z profilu L 100x65x10, dohromady tvoří nosný rám pro uložení pohybového šroubu a pohonu. Čelo je přišroubováno v důsledku montáže a demontáže pohybového šroubu. Pohon je přišroubován k přírubě, která je přivařena na čelo rámu. Koncepce ucpávky okolo uzavíracího listu a uzavírací list zůstávají nezměněny. Rám a příruba pro uchycení pohybového mechanismu byly navrženy jen pro potřeby této bakalářské práce a nebyly ověřeny žádným výpočtem.



Obr. 34 Celkový pohled na šoupátkový uzávěr

Pohybový šroub je vyroben z konstrukční oceli **S355J2**. V levé části obrázku (obr. 35) vidíme vyfrézovanou drážku pro pero. Následující osazení pro ložisko má zápich pro pojistný kroužek. Od něho pokračuje závit TR28x5 téměř po celé délce šroubu. Na konci je další osazení pro ložisko.



Obr. 35 Pohybový šroub s trapézovým závitem

Matice obr. 36 je vyrobena ze šedé litiny. Je v ní vyříznutý vnitřní závit TR28x5. A shora jsou vrtané dvě díry pro šrouby M10.



Obr. 36 Matice z šedé litiny

Na obr. 37 je možno vidět uspořádání pohybového šroubu osazeného ložisky bez rámu a pohonu. V drážce můžeme vidět nasazené pero. Pravé ložisko je zajištěno proti axiálnímu posuvu pojistným kroužkem a levé ložisko je volně nalisováno s vůlí v axiálním směru pro kompenzaci montážních nepřesností a případné délkové roztažnosti vlivem tepla. Matice je uchycena na uzavírací list pomocí dvou šroubů M10.



Obr. 37 Pohled na pohybový mechanismus bez rámu

Obr. 38 zobrazuje kompletní pohybový mechanismus zasazený do rámu a připojení k servopohonu. Je zde vidět spodní vedení uzavíracího listu, které tvoří čtyři kruhové tyče po obou stranách. Tyč obdélníkového průřezu, která je přivařena k rámu po stranách v celé délce uzávěru slouží jako horní vedení a zároveň jako těsnicí lišta, aby nedocházelo k propadávání uskladněného materiálu po stranách uzavíracího listu. Ložiska jsou nalisována v pouzdech, která jsou uchycena šroubovými spoji k rámu.



Obr. 38 Pohled na pohybový mechanismus zasazený do rámu

V příloze jsou dva výkresy. Výkres sestavy šoupátkového uzávěru pro velikost 315 (viz. příloha č. 2), který obsahuje řešení všech navržených součástí. Dále také výrobní výkres pohybového šroubu (viz. příloha č. 3).

8 Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo nahradit stávající ruční pohon šoupátkového uzávěru za elektromotoricky poháněný, provést k tomu patřičné výpočty částí pohonu a vypracovat patřičnou dokumentaci.

Pro pohon šoupátkového uzávěru byl zvolen víceotáčkový servopohon **SA 07.1** od firmy **Auma**, který je vhodný pro funkci otevřeno/zavřeno. Dle něho byl dimenzován pohybový šroub se závitem TR28x5 a následně další součásti. Všechny součásti pohybového mechanismu byly navrženy pro sypký materiál **popílek**. Mnou navržené součásti vyhovují pro všechny zadané podmínky. Nakonec byly zkontrolovány ve výpočtovém programu PREV. Kontrolní výpočet je součástí příloh.

Následně byl zpracován konstrukční návrh (model) v programu Autodesk Inventor 2013, který slouží jako podklad pro výkresovou dokumentaci. Pro potřeby práce byl vytvořen sestavný výkres šoupátkového uzávěru pro velikost 315 (viz. příloha č. 2) a výrobní výkres pohybového šroubu (viz. příloha č.3).

Pro použití v provozu by bylo nutné provést výpočet rámu a zhotovit kryt na část šoupátkového uzávěru, ve kterém se nachází pohybový mechanismus, aby došlo k omezení působení vnějších vlivů na pohybový mechanismus.

Použité zdroje

Použitá literatura

- [1] HOSNEDL, S. a kol. *Obecné strojní části 1*. Plzeň: ZČU-KKS, 2013.
- [2] KRÁTKÝ, J., KRÓNEROVÁ, E. a HOSNEDL, S.: *Obecné strojní části 2*. Plzeň: ZČU-KKS, 2012.
- [3] KRÁTKÝ, J., a KRÓNEROVÁ, E.: *Části a mechanismy strojů 1 – podklady k přednáškám*
- [4] KRÁTKÝ, J., a KRÓNEROVÁ, E.: *Části a mechanismy strojů 2 – podklady k přednáškám*
- [5] LEINVEBER, Jan. *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. Úvaly: ALBRA, 2003.
- [6] ČSN EN 1991. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 4: Zatížení zásobníků a nádrží*. 2008.
- [7] ČSN 73 5570. *Navrhování konstrukcí zásobníků*. 1978.
- [8] BAŽANT, Z. *Plošné betonové konstrukce*. Brno: CERM, 1998.

Internetové zdroje

- [9] RICHTER, M.: *Úvod do průmyslových technologií* [online]. [cit. 2012-10-10]. Dostupné z: http://envimod.fzp.ujep.cz/sites/default/files/upt_envimod_final-s_obalkou.pdf
- [10] POLÁK, J., PAVLIŠKA, J. a SLÍVA, A.: *Dopravní a manipulační zařízení I* [online]. [cit. 2012-10-24]. Dostupné z: http://www.id.vsb.cz/pol25/Polak_DaMZ_1_NP.pdf
- [11] POLÁK, J., BAILOTTI, K. a PAVLIŠKA, J. a HRABOVSKÝ, L.: *Dopravní a manipulační zařízení II* [online]. [cit. 2012-10-24]. Dostupné z: http://www.id.vsb.cz/pol25/Polak_DaMZ_2_NP.pdf
- [12] POLÁK, J. a SLÍVA, A.: *Dopravní a manipulační zařízení III* [online]. [cit. 2012-10-24]. Dostupné z: http://www.id.vsb.cz/pol25/Polak_DaMZ_3_NP.pdf
- [13] PERNA, M. *Návrh zásobníku na sypký vápenný hydrát*. Brno, 2009. [online]. [cit. 2012-10-28]. Dostupné z: http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=17935 . Diplomová práce. VUT Brno.
- [14] PILAŘ, V. *Návrh zásobníku pro obilí*. Brno, 2010. [online]. [cit. 2012-10-29]. Dostupné z: https://dspace.vutbr.cz/bitstream/handle/11012/16153/pilar_v_10_Z.pdf?sequence=1 . Diplomová práce. VUT Brno.
- [15] *Obrázek popílku* [online]. [cit. 2012-11-02]. Dostupné z: <http://www.silotransport.cz/popilek#lightbox>
- [16] *Obrázek vagónu* [online]. [cit. 2012-11-04]. Dostupné z: http://www.parostroj.net/katalog/nv/clanky/preprava_cementu/typ_vyk_451_11.gif
- [17] *Katalog cisternových návěsů* [online]. [cit. 2012-11-08]. Dostupné z: <http://www.zvvz.cz>
- [18] *Obrázek šoupátkového uzávěru* [online]. [cit. 2012-11-11]. Dostupné z: <http://www.has.cz/items/145/photo/detail/7218.jpg>
- [19] *Obrázek kruhového uzávěru* [online]. [cit. 2012-11-11]. Dostupné z: http://neumanns.cz/images/sort/klapka_5.jpg
- [20] *Obrázek kulového uzávěru* [online]. [cit. 2012-11-15]. Dostupné z: <http://www.has.cz/items/147/photo/detail/7155.jpg>

- [21] **Katalog kulových uzávěrů [online]. [cit. 2012-11-18]. Dostupné z: http://www.has.cz/_media/has-7c1eb60a387294f7600aeaaa91b546e8/prospekt-VSS_4L_1111_EDIT.pdf**
- [22] **Obrázek jednoduchého segmentového uzávěru [online]. [cit. 2012-11-25]. Dostupné z: <http://www.deltaeng.cz/soubory-ve-skladu/Podklady/seg%20uzav/32-VPDR650x15000-4.jpg>**
- [23] **Obrázek dvojitého segmentového uzávěru [online]. [cit. 2012-11-25]. Dostupné z: http://www.deltaeng.cz/soubory-ve-skladu/Podklady/dvoj%20seg%20uzav/KIF_1327.jpg**
- [24] **Obrázek víceotáčkového elektronicky řízeného servopohonu [online]. [cit. 2012-11-25]. Dostupné z: <http://www.zpa-pecky.cz/editor/filestore/File/produkty/moped/moped.gif>**
- [25] **Obrázek šoupátkového uzávěru s pneumatickým pohonem [online]. [cit. 2012-11-25]. Dostupné z: <http://filtrzeos.cz/Picture/Fotky/Dopluky/soupe1.gif>**
- [26] **AUMA. *Katalog: Servopohony pro uzavírací a regulační armatury.*[cit. 2012-02-25] Dostupné z: <http://www.armast.cz/pdf/pohony/servopohony-pro-uzaviraci-a-regulacni-armatury-soupatka-ventily-viceotackove-Typ-Auma-SA-07-1-SA-16-1-SAR-07-1-SAR-16-1.pdf>**
- [27] **SKF. *Katalog: Kuličková ložiska.*[cit. 2012-02-25] Dostupné z: <http://www.skf.com/files/515051.pdf>**
- [28] **Internetový vyhledávač: <http://www.google.cz>**
- [29] **Wikipedie, otevřená encyklopedie: http://cs.wikipedia.org/wiki/Hlavn%C3%AD_strana**

Seznam příloh

Příloha č.1 - Kontrolní výpočet v programu PREV

Příloha č.2 - Sestavný výkres šoupátkového uzávěru 315 KKS-003

Příloha č.3 - Výrobní výkres pohybového šroubu KKS-007

Příloha č.1

Kontrolní výpočet v programu PREV

Nazev : Posuv soupatka

Stroj : zasobnik

Autor : Smrcina

05/22/13

VENTIL.dhl

List : 1

Blok + souhmoti : zadani

Blok : 1 pocet souhmoti : 4
Souhmoti : 1.0 souradny system : kartecky
ish I material souradnice pocatku (1.loz.)
I x[mm] y[mm] z[mm]
I
1 I 11523.00 .00 .00 .00
I

Rozmery nosneho profilu hridele - zadane

Souhmoti : 1.0 pocet rezu : 4
rez I Z[mm] Dmax[mm] Dmin[mm]
I
1 I -113.00 20.00 .00
2 I -9.00 25.00 .00
3 I 6.00 26.00 .00
4 I 269.00 12.00 .00
I
z-tova sour. praveho konce hrid. : 297.00[mm]

Prevodove prvky - zadani polohy

Souhmoti : 1.0 pocet zaberu : 2
c. oznaceni I sour. Z[mm] uhel zaberu fi[deg]
I
1 1.02 I -94.00 360.00
2 3.04 I 260.00 720.00
I

Loziska - zadani polohy

Souhmoti : 1.0 pocet lozisek : 2
c. oznaceni I sour.Z[mm] podpera maz. uloz.
I
1 6005 I .00 .0 olej ra()
2 6001 I 272.00 .0 olej r
I

Nazev : Posuv soupatka

Stroj : zasobnik

Autor : Smrcina

05/22/13

VENTIL.dhl

List : 3

LOZISKA - popis

souhmoti : 1.00				pocet lozisek : 2
lozisko :	1	I lozisko :		2
<hr/>				
oznaceni :	6005	I oznaceni :		6001
vyrobce :	ZVL	I vyrobce :		ZVL
kulickove jednorade		I kulickove jednorade		
<hr/>				
vnitrni prumer :	25. [mm]	I vnitrni prumer :		12. [mm]
vnejsi prumer :	47. [mm]	I vnejsi prumer :		28. [mm]
sirka :	12. [mm]	I sirka :		8. [mm]
unosnost dyn. :	10000. [N]	I unosnost dyn. :		4500. [N]
unosnost stat. :	4920. [N]	I unosnost stat. :		2240. [N]
mezni otacky :	17000. [1/min]	I mezni otacky :		30000. [1/min]
typ vule :	normalni	I typ vule :		normalni
		I		
		I		
		I		
		I		
		I		
		I		
		I		
		I		
		I		
		I		

ZATIZENI V PREVODOVYCH PRVCICH

Souhmoti :	1.00			pocet ZMZ :	2
<hr/>					
Z a d a n e	h o d n o t y				
oznaceni	typ	mst.zs	Mk	otacky	doba behu
			[Nm]	[1/min]	[hod]
<hr/>					
1.02	spojka	1.01	10.0	I 125.0	140.0
<hr/>					
3.04	p. sroub	1.01	-10.0	I	
<hr/>					

Nazev : Posuv soupatka

Stroj : zasobnik

Autor : Smrcina

05/22/13

VENTIL.dhl

List : 4

ZATIZENI V OBECNYCH ZATEZNYCH PRVCICH

Souhmoti : 1.00

pocet OZM : 0

SILY V PREVODOVYCH PRVCICH

Souhmoti : 1.00

pocet ZZM : 2

z a d a n e	h o d n o t y	I	v y p o c t e n e	h o d n o t y			
oznaceni	typ	mst.zs	Mk	I	Fo	Fr	Fa
			[Nm]	I	[N]	[N]	[N]
1.02	spojka	1.01	10.0	I	.0	.0	.0
3.04	p. sroub	1.01	-10.0	I	.0	.0	3015.9

OBVODOVE RYCHLOSTI

zatez. místo	I	1.	I	3.	I
obv.rych.[m/s]	I	.00	I	.18	I

REAKCE V LOZISKACH

Souhmoti : 1.00

pocet lozisek : 2

l o z i s k o	I	v y p o c t e n e	h o d n o t y				
oznaceni	typ	mst.zs	I	Fx	Fy	Fr	Fa
			I	[N]	[N]	[N]	[N]
6005	r. kul.jr.	1.01	I	.0	.0	.0	-3015.9
6001	r. kul.jr.	1.01	I	.0	.0	.0	.0

Nazev : Posuv soupatka

Stroj : zasobnik

Autor : Smrcina

05/22/13

VENTIL.dhl

List : 5

DEFORMACE v prevodovych prvcich

Souhmoti : 1.00

pocet ZMZ : 2

p r e v o d . p r v k y I v y p o c t e n e h o d n o t y

ozn.	typ	ms.zs	I	pruhyb ux[mm]	pruhyb uy[mm]	pruhyb uo[mm]	natoceni fio[rad]	natoceni fik[rad]
------	-----	-------	---	------------------	------------------	------------------	----------------------	----------------------

1.02	spojka	1.01I		.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
------	--------	-------	--	----------	----------	----------	----------	----------

3.04	p. sroub	1.01I		.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00	.142E-02
------	----------	-------	--	----------	----------	----------	----------	----------

DEFORMACE v loziskach

Souhmoti : 1.00

pocet lozisek : 2

l o z i s k o

I v y p o c t e n e h o d n o t y

oznaceni typ

mst.zs I natoceni

I fio [rad]

6005	r. kul.jr.	1.01I		.0000E+00
------	------------	-------	--	-----------

6001	r. kul.jr.	1.01I		.0000E+00
------	------------	-------	--	-----------

Nazev : Posuv soupatka

Stroj : zasobnik

Autor : Smrcina

05/22/13

VENTIL.dhl

List : 6

maximalni NAPETI

Souhmoti : 1.00

I v y p o c t e n e h o d n o t y
mst. zs.I c. rezu souradnice napeti
[-] [-] I [-] z [mm] sigr [Mpa]

1	1 I	2	-94.0	11.0
---	-----	---	-------	------

Maximalni DEFORMACE a NAPETI

Souhmoti : 1.00

* velicina : m.st. stav poradi hodnota *
*
* pruhyb uo v ZZM [mm] : 0 0 0 .000E+00 *
* natoceni fio v ZZM [rad] : 0 0 0 .000E+00 *
* natoceni fio v lozisku [rad] : 0 0 0 .000E+00 *
* napeti [MPa] : 1 1 2 11.0 *

Nazev : Posuv soupatka

Stroj : zasobnik

Autor : Smrcina

05/22/13

VENTIL.dhl

List : 7

KONTROLA LOZISEK

Souhmoti : 1.00 pocet lozisek : 2

Dynamicka kontrola loziska 6005A
(vyrobce ZVL)

Koeficient bezpecnosti (dynamicky) loziska : 34.72 [-]
Trvanlivost loziska : 4860. [hod]
Potrebna unosnost pro loz. stejneho typu : 3065. [N]
Bezpecnost proti preotackovani : 136.00 [-]

Staticka kontrola loziska 6005A
(vyrobce ZVL)

Koeficient bezpecnosti (staticky) loziska : 3.26 [-]
Lozisko staticky vyhovuje pro vsechny druhy provozu .

.....

Dynamicka kontrola loziska 6001A
(vyrobce ZVL)

>>> Nulove ekvivalentni zatizeni loziska <<
>>> Ekvivalentni zatizeni P0 nulove <<<

Blok + souhmoti : zadani

Blok	:	1		pocet souhmoti	:	4
Souhmoti	:	2.0		souradny system	:	kartezky
ish	I	material		souradnice pocatku		(1.loz.)
	I			x[mm]		y[mm]
	I					z[mm]
	I					
2	I	11523.00		.00		.00
	I			.00		.00
	I					

Nazev : Posuv soupatka

Stroj : zasobnik

Autor : Smrcina

05/22/13

VENTIL.dhl

List : 8

Rozmery nosneho profilu hridele - zadane

Souhmoti : 2.0 pocet rezu : 4
rez I Z[mm] Dmax[mm] Dmin[mm]
I
1 I -113.00 20.00 .00
2 I -9.00 25.00 .00
3 I 6.00 26.00 .00
4 I 325.00 12.00 .00
I
z-tova sour. praveho konce hrid. : 338.00[mm]

Prevodove prvky - zadani polohy

Souhmoti : 2.0 pocet zaberu : 2
c. oznaceni I sour. Z[mm] uhel zaberu fi[deg]
I
1 5.06 I -94.00 360.00
2 7.08 I 310.00 720.00
I

Loziska - zadani polohy

Souhmoti : 2.0 pocet lozisek : 2
c. oznaceni I sour.Z[mm] podpera maz. uloz.
I
1 6005 I .00 .0 olej ra()
2 6001 I 322.00 .0 olej r
I

Obecna zatezna mista -zadani polohy

Souhmoti : 2.0 pocet OZM : 0

Nazev : Posuv soupatka

Stroj : zasobnik

Autor : Smrcina

05/22/13

VENTIL.dhl

List : 10

LOZISKA - popis

souhmoti : 2.00				pocet lozisek : 2
lozisko :	1	I	lozisko :	2
<hr/>				
oznaceni :	6005	I	oznaceni :	6001
vyrobce :	ZVL	I	vyrobce :	ZVL
kulickove jednorade		I	kulickove jednorade	
vnitrni prumer :	25. [mm]	I	vnitrni prumer :	12. [mm]
vnejsi prumer :	47. [mm]	I	vnejsi prumer :	28. [mm]
sirka :	12. [mm]	I	sirka :	8. [mm]
unosnost dyn. :	10000. [N]	I	unosnost dyn. :	4500. [N]
unosnost stat. :	4920. [N]	I	unosnost stat. :	2240. [N]
mezni otacky :	17000. [1/min]	I	mezni otacky :	30000. [1/min]
typ vule :	normalni	I	typ vule :	normalni
		I		
		I		
		I		
		I		
		I		
		I		
		I		
		I		
		I		
		I		

ZATIZENI V PREVODOVYCH PRVCICH

Souhmoti :	2.00			pocet ZMZ :	2
<hr/>					
Z a d a n e	h o d n o t y				
oznaceni	typ	mst.zs	Mk	otacky	doba behu
			[Nm]	[1/min]	[hod]
<hr/>					
5.06	spojka	1.01	10.0	I	125.0 140.0
.....I					
7.08	p. sroub	1.01	-10.0	I	

Nazev : Posuv soupatka

Stroj : zasobnik

Autor : Smrcina

05/22/13

VENTIL.dhl

List : 11

ZATIZENI V OBECNYCH ZATEZNYCH PRVCICH

Souhmoti : 2.00

pocet OZM : 0

SILY V PREVODOVYCH PRVCICH

Souhmoti : 2.00

pocet ZZM : 2

z a d a n e	h o d n o t y	I	v y p o c t e n e	h o d n o t y			
oznaceni	typ	mst.zs	Mk	I	Fo	Fr	Fa
			[Nm]	I	[N]	[N]	[N]
5.06	spojka	1.01	10.0	I	.0	.0	.0
7.08	p. sroub	1.01	-10.0	I	.0	.0	3015.9

OBVODOVE RYCHLOSTI

zatez. místo	I	5.	I	7.	I
obv. rych. [m/s]	I	.00	I	.18	I

REAKCE V LOZISKACH

Souhmoti : 2.00

pocet lozisek : 2

l o z i s k o		I	v y p o c t e n e	h o d n o t y			
oznaceni	typ	mst.zs	I	Fx	Fy	Fr	Fa
			I	[N]	[N]	[N]	[N]
6005	r. kul.jr.	1.01	I	.0	.0	.0	-3015.9
6001	r. kul.jr.	1.01	I	.0	.0	.0	.0

Nazev : Posuv soupatka

Stroj : zasobnik

Autor : Smrcina

05/22/13

VENTIL.dhl

List : 12

DEFORMACE v prevodovych prvcich

Souhmoti : 2.00

pocet ZMZ : 2

p r e v o d . p r v k y I v y p o c t e n e h o d n o t y

ozn.	typ	ms.zs	I	pruhyb ux[mm]	pruhyb uy[mm]	pruhyb uo[mm]	natoceni fio[rad]	natoceni fik[rad]
------	-----	-------	---	------------------	------------------	------------------	----------------------	----------------------

5.06	spojka	1.01I		.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
------	--------	-------	--	----------	----------	----------	----------	----------

7.08	p. sroub	1.01I		.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00	.155E-02
------	----------	-------	--	----------	----------	----------	----------	----------

DEFORMACE v loziskach

Souhmoti : 2.00

pocet lozisek : 2

l o z i s k o

I vypoctene hodnoty

oznaceni typ

mst.zs I natoceni

I fio [rad]

6005	r. kul.jr.	1.01I		.0000E+00
------	------------	-------	--	-----------

6001	r. kul.jr.	1.01I		.0000E+00
------	------------	-------	--	-----------

Nazev : Posuv soupatka

Stroj : zasobnik

Autor : Smrcina

05/22/13

VENTIL.dhl

List : 13

maximalni NAPETI

Souhmoti : 2.00

I v y p o c t e n e h o d n o t y
mst. zs.I c. rezu souradnice napeti
[-] [-] I [-] z [mm] sigr [Mpa]

1	1 I	2	-94.0	11.0
---	-----	---	-------	------

Maximalni DEFORMACE a NAPETI

Souhmoti : 2.00

* velicina : m.st. stav poradi hodnota *
* *
* pruhyb uo v ZZM [mm] : 0 0 0 .000E+00 *
* natoceni fio v ZZM [rad] : 0 0 0 .000E+00 *
* natoceni fio v lozisku [rad] : 0 0 0 .000E+00 *
* napeti [MPa] : 1 1 2 11.0 *

Nazev : Posuv soupatka

Stroj : zasobnik

Autor : Smrcina

05/22/13

VENTIL.dhl

List : 14

KONTROLA LOZISEK

Souhmoti : 2.00 pocet lozisek : 2

Dynamicka kontrola loziska 6005A
(vyrobce ZVL)

Koeficient bezpecnosti (dynamicky) loziska : 34.72 [-]
Trvanlivost loziska : 4860. [hod]
Potrebna unosnost pro loz. stejneho typu : 3065. [N]
Bezpecnost proti preotackovani : 136.00 [-]

Staticka kontrola loziska 6005A
(vyrobce ZVL)

Koeficient bezpecnosti (staticky) loziska : 3.26 [-]
Lozisko staticky vyhovuje pro vsechny druhy provozu .

.....

Dynamicka kontrola loziska 6001A
(vyrobce ZVL)

>>> Nulove ekvivalentni zatizeni loziska <<
>>> Ekvivalentni zatizeni P0 nulove <<<

Blok + souhmoti : zadani

Blok	:	1		pocet souhmoti	:	4
Souhmoti	:	3.0		souradny system	:	kartezky
ish	I	material		souradnice pocatku		(1.loz.)
	I			x[mm]		y[mm]
	I					z[mm]
	I					
3	I	11523.00		.00		.00
	I			.00		.00
	I					

Nazev : Posuv soupatka

Stroj : zasobnik

Autor : Smrcina

05/22/13

VENTIL.dhl

List : 15

Rozmery nosneho profilu hridele - zadane

Souhmoti : 3.0 pocet rezu : 4
rez I Z[mm] Dmax[mm] Dmin[mm]
I
1 I -113.00 20.00 .00
2 I -9.00 25.00 .00
3 I 6.00 26.00 .00
4 I 390.00 12.00 .00
I
z-tova sour. praveho konce hrid. : 403.00[mm]

Prevodove prvky - zadani polohy

Souhmoti : 3.0 pocet zaberu : 2
c. oznaceni I sour. Z[mm] uhel zaberu fi[deg]
I
1 10.11 I -94.00 360.00
2 12.13 I 375.00 720.00
I

Loziska - zadani polohy

Souhmoti : 3.0 pocet lozisek : 2
c. oznaceni I sour.Z[mm] podpera maz. uloz.
I
1 6005 I .00 .0 olej ra()
2 6001 I 387.00 .0 olej r
I

Obecna zatezna mista -zadani polohy

Souhmoti : 3.0 pocet OZM : 0

Nazev : Posuv soupatka

Stroj : zasobnik

Autor : Smrcina

05/22/13

VENTIL.dhl

List : 17

LOZISKA - popis

souhmoti : 3.00				pocet lozisek : 2
lozisko :	1	I lozisko :		2
<hr/>				
oznaceni :	6005	I oznaceni :		6001
vyrobce :	ZVL	I vyrobce :		ZVL
kulickove jednorade				
I				
vnitrni prumer :	25. [mm]	I vnitrni prumer :		12. [mm]
vnejsi prumer :	47. [mm]	I vnejsi prumer :		28. [mm]
sirka :	12. [mm]	I sirka :		8. [mm]
unosnost dyn. :	10000. [N]	I unosnost dyn. :		4500. [N]
unosnost stat. :	4920. [N]	I unosnost stat. :		2240. [N]
mezni otacky :	17000. [1/min]	I mezni otacky :		30000. [1/min]
typ vule :	normalni	I typ vule :		normalni
I				
I				
I				
I				
I				
I				
I				
I				
I				
I				

ZATIZENI V PREVODOVYCH PRVCICH

Souhmoti :	3.00			pocet ZMZ :	2
Z a d a n e h o d n o t y					
oznaceni	typ	mst.zs	Mk	otacky	doba behu
			[Nm]	[1/min]	[hod]
<hr/>					
10.11	spojka	1.01	10.0	I 125.0	140.0
.....I					
12.13	p. sroub	1.01	-10.0	I	

Nazev : Posuv soupatka

Stroj : zasobnik

Autor : Smrcina

05/22/13

VENTIL.dhl

List : 18

ZATIZENI V OBECNYCH ZATEZNYCH PRVCICH

Souhmoti : 3.00

pocet OZM : 0

SILY V PREVODOVYCH PRVCICH

Souhmoti : 3.00

pocet ZZM : 2

z a d a n e	h o d n o t y	I	v y p o c t e n e	h o d n o t y			
oznaceni	typ	mst.zs	Mk	I	Fo	Fr	Fa
			[Nm]	I	[N]	[N]	[N]
10.11	spojka	1.01	10.0	I	.0	.0	.0
12.13	p. sroub	1.01	-10.0	I	.0	.0	3015.9

OBVODOVE RYCHLOSTI

zatez. místo	I	10.	I	12.	I
obv. rych. [m/s]	I	.00	I	.18	I

REAKCE V LOZISKACH

Souhmoti : 3.00

pocet lozisek : 2

l o z i s k o	I	v y p o c t e n e	h o d n o t y				
oznaceni	typ	mst.zs	I	Fx	Fy	Fr	Fa
			I	[N]	[N]	[N]	[N]
6005	r. kul.jr.	1.01	I	.0	.0	.0	-3015.9
6001	r. kul.jr.	1.01	I	.0	.0	.0	.0

Nazev : Posuv soupatka

Stroj : zasobnik

Autor : Smrcina

05/22/13

VENTIL.dhl

List : 19

DEFORMACE v prevodovych prvcich

Souhmoti : 3.00

pocet ZMZ : 2

p r e v o d . p r v k y I v y p o c t e n e h o d n o t y

ozn.	typ	ms.zs	I	pruhyb ux[mm]	pruhyb uy[mm]	pruhyb uo[mm]	natoceni fio[rad]	natoceni fik[rad]
------	-----	-------	---	------------------	------------------	------------------	----------------------	----------------------

10.11	spojka	1.01I		.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
-------	--------	-------	--	----------	----------	----------	----------	----------

12.13	p. sroub	1.01I		.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00	.173E-02
-------	----------	-------	--	----------	----------	----------	----------	----------

DEFORMACE v loziskach

Souhmoti : 3.00

pocet lozisek : 2

l o z i s k o

I vypoctene hodnoty

oznaceni typ

mst.zs I natoceni

I fio [rad]

6005	r. kul.jr.	1.01I		.0000E+00
------	------------	-------	--	-----------

6001	r. kul.jr.	1.01I		.0000E+00
------	------------	-------	--	-----------

Nazev : Posuv soupatka

Stroj : zasobnik

Autor : Smrcina

05/22/13

VENTIL.dhl

List : 20

maximalni NAPETI

Souhmoti : 3.00

I v y p o c t e n e h o d n o t y
mst. zs.I c. rezu souradnice napeti
[-] [-] I [-] z [mm] sigr [Mpa]

1	1 I	4	.0	11.0
---	-----	---	----	------

Maximalni DEFORMACE a NAPETI

Souhmoti : 3.00

* velicina : m.st. stav poradi hodnota *
*
* pruhyb uo v ZZM [mm] : 0 0 0 .000E+00 *
* natoceni fio v ZZM [rad] : 0 0 0 .000E+00 *
* natoceni fio v lozisku [rad] : 0 0 0 .000E+00 *
* napeti [MPa] : 1 1 4 11.0 *

Nazev : Posuv soupatka

Stroj : zasobnik

Autor : Smrcina

05/22/13

VENTIL.dhl

List : 21

KONTROLA LOZISEK

Souhmoti : 3.00 pocet lozisek : 2

Dynamicka kontrola loziska 6005A
(vyrobce ZVL)

Koeficient bezpecnosti (dynamicky) loziska : 34.72 [-]
Trvanlivost loziska : 4680. [hod]
Potrebna unosnost pro loz. stejneho typu : 3065. [N]
Bezpecnost proti preotackovani : 136.00 [-]

Staticka kontrola loziska 6005A
(vyrobce ZVL)

Koeficient bezpecnosti (staticky) loziska : 3.26 [-]
Lozisko staticky vyhovuje pro vsechny druhy provozu .

.....

Dynamicka kontrola loziska 6001A
(vyrobce ZVL)

>>> Nulove ekvivalentni zatizeni loziska <<
>>> Ekvivalentni zatizeni P0 nulove <<<

Blok + souhmoti :zadani

Blok	:	1		pocet souhmoti	:	4
Souhmoti	:	4.0		souradny system	:	kartezky
ish	I	material		souradnice pocatku		(1.loz.)
	I			x[mm]		y[mm]
	I					z[mm]
	I					
4	I	11523.00		.00		.00
	I			.00		.00
	I					

Nazev : Posuv soupatka

Stroj : zasobnik

Autor : Smrcina

05/22/13

VENTIL.dhl

List : 22

Rozmery nosneho profilu hridele - zadane

Souhmoti : 4.0 pocet rezu : 4
rez I Z[mm] Dmax[mm] Dmin[mm]
I
1 I -113.00 20.00 .00
2 I -9.00 25.00 .00
3 I 6.00 26.00 .00
4 I 469.00 12.00 .00
I
z-tova sour. praveho konce hrid. : 497.00[mm]

Prevodove prvky - zadani polohy

Souhmoti : 4.0 pocet zaberu : 2
c. oznaceni I sour. Z[mm] uhel zaberu fi[deg]
I
1 15.16 I -94.00 360.00
2 16.17 I 460.00 720.00
I

Loziska - zadani polohy

Souhmoti : 4.0 pocet lozisek : 2
c. oznaceni I sour.Z[mm] podpera maz. uloz.
I
1 6305 I .00 .0 olej ra()
2 6001 I 472.00 .0 olej r
I

Obecna zatezna mista -zadani polohy

Souhmoti : 4.0 pocet OZM : 0

Nazev : Posuv soupatka

Stroj : zasobnik

Autor : Smrcina

05/22/13

VENTIL.dhl

List : 24

LOZISKA - popis

souhmoti : 4.00				pocet lozisek : 2
lozisko :	1	I	lozisko :	2
<hr/>				
oznaceni :	6305	I	oznaceni :	6001
vyrobce :	ZVL	I	vyrobce :	ZVL
kulickove jednorade				
I				
vnitrni prumer :	25. [mm]	I	vnitrni prumer :	12. [mm]
vnejsi prumer :	62. [mm]	I	vnejsi prumer :	28. [mm]
sirka :	17. [mm]	I	sirka :	8. [mm]
unosnost dyn. :	20700. [N]	I	unosnost dyn. :	4500. [N]
unosnost stat. :	10400. [N]	I	unosnost stat. :	2240. [N]
mezni otacky :	13000. [1/min]	I	mezni otacky :	30000. [1/min]
typ vule :	normalni	I	typ vule :	normalni
I				
I				
I				
I				
I				
I				
I				
I				
I				
I				
I				

ZATIZENI V PREVODOVYCH PRVCICH

Souhmoti :	4.00			pocet ZMZ :	2
Z a d a n e h o d n o t y					
oznaceni	typ	mst.zs	Mk	otacky	doba behu
			[Nm]	[1/min]	[hod]
<hr/>					
15.16	spojka	1.01	14.2	I	125.0 140.0
.....I					
16.17	p. sroub	1.01	-14.2	I	

Nazev : Posuv soupatka

Stroj : zasobnik

Autor : Smrcina

05/22/13

VENTIL.dhl

List : 25

ZATIZENI V OBECNYCH ZATEZNYCH PRVCICH

Souhmoti : 4.00 pocet OZM : 0

SILY V PREVODOVYCH PRVCICH

Souhmoti : 4.00 pocet ZZM : 2

z a d a n e	h o d n o t y	I	v y p o c t e n e	h o d n o t y			
oznaceni	typ	mst.zs	Mk	I	Fo	Fr	Fa
			[Nm]	I	[N]	[N]	[N]
15.16	spojka	1.01	14.2	I	.0	.0	.0
16.17	p. sroub	1.01	-14.2	I	.0	.0	4282.6

OBVODOVE RYCHLOSTI

zatez. místo	I	15.	I	16.	I
obv. rych. [m/s]	I	.00	I	.18	I

REAKCE V LOZISKACH

Souhmoti : 4.00 pocet lozisek : 2

l o z i s k o	I	v y p o c t e n e	h o d n o t y				
oznaceni	typ	mst.zs	I	Fx	Fy	Fr	Fa
			I	[N]	[N]	[N]	[N]
6305	r. kul.jr.	1.01	I	.0	.0	.0	-4282.6
6001	r. kul.jr.	1.01	I	.0	.0	.0	.0

Nazev : Posuv soupatka

Stroj : zasobnik

Autor : Smrcina

05/22/13

VENTIL.dhl

List : 26

DEFORMACE v prevodovych prvcich

Souhmoti : 4.00

pocet ZMZ : 2

p r e v o d . p r v k y I v y p o c t e n e h o d n o t y

ozn.	typ	ms.zs	I	pruhyb ux[mm]	pruhyb uy[mm]	pruhyb uo[mm]	natoceni fio[rad]	natoceni fik[rad]
------	-----	-------	---	------------------	------------------	------------------	----------------------	----------------------

15.16	spojka	1.01I		.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
-------	--------	-------	--	----------	----------	----------	----------	----------

16.17	p. sroub	1.01I		.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00	.279E-02
-------	----------	-------	--	----------	----------	----------	----------	----------

DEFORMACE v loziskach

Souhmoti : 4.00

pocet lozisek : 2

l o z i s k o

I vypoctene hodnoty

oznaceni typ

mst.zs I natoceni

I fio [rad]

6305	r. kul.jr.	1.01I		.0000E+00
------	------------	-------	--	-----------

6001	r. kul.jr.	1.01I		.0000E+00
------	------------	-------	--	-----------

Nazev : Posuv soupatka

Stroj : zasobnik

Autor : Smrcina

05/22/13

VENTIL.dhl

List : 27

maximalni NAPETI

Souhmoti : 4.00

I v y p o c t e n e h o d n o t y
mst. zs.I c. rezu souradnice napeti
[-] [-] I [-] z [mm] sigr [Mpa]

1	1 I	2	-94.0	15.7
---	-----	---	-------	------

Maximalni DEFORMACE a NAPETI

Souhmoti : 4.00

* velicina : m.st. stav poradi hodnota *
* *
* pruhyb uo v ZZM [mm] : 0 0 0 .000E+00 *
* natoceni fio v ZZM [rad] : 0 0 0 .000E+00 *
* natoceni fio v lozisku [rad] : 0 0 0 .000E+00 *
* napeti [MPa] : 1 1 2 15.7 *

Nazev : Posuv soupatka

Stroj : zasobnik

Autor : Smrcina

05/22/13

VENTIL.dhl

List : 28

KONTROLA LOZISEK

Souhmoti : 4.00 pocet lozisek : 2

Dynamicka kontrola loziska 6305A
(vyrobce ZVL)

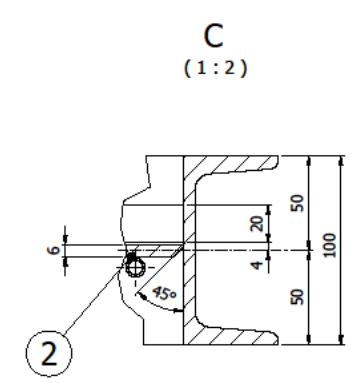
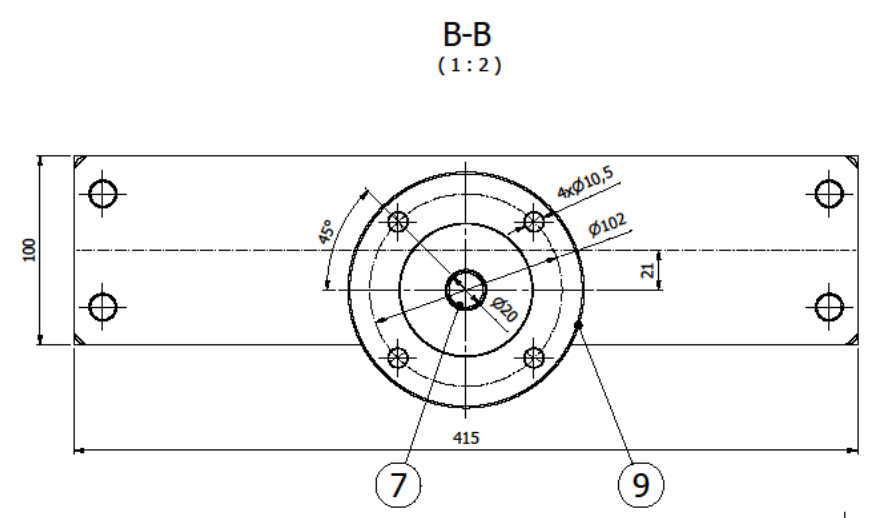
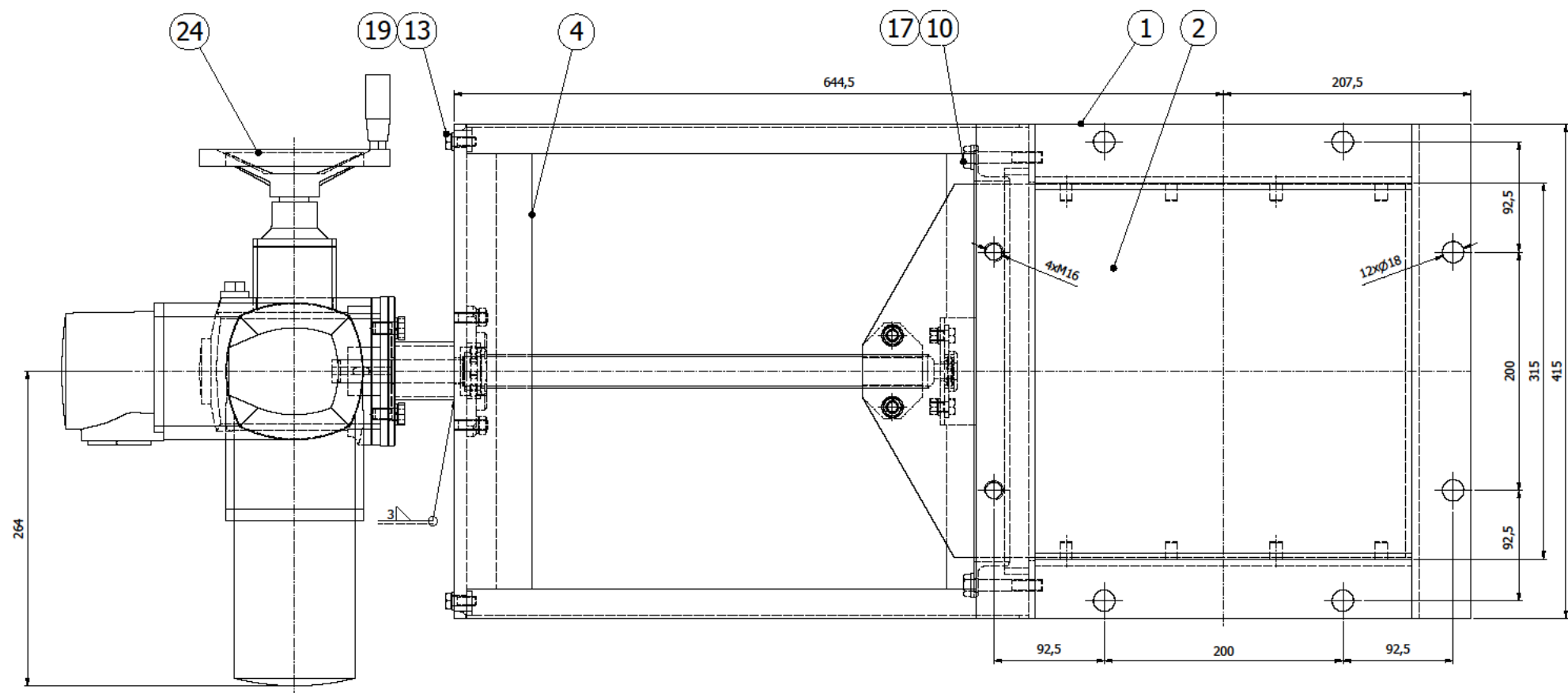
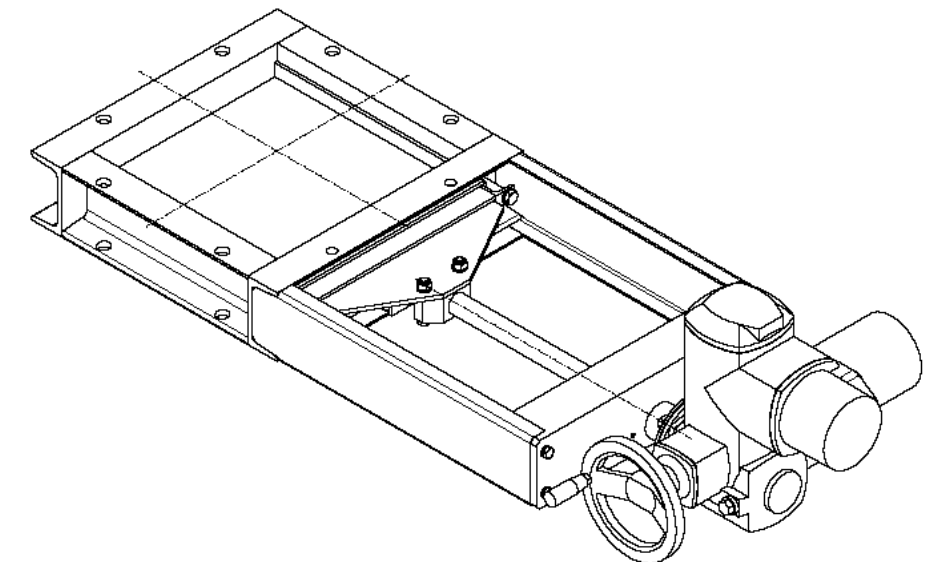
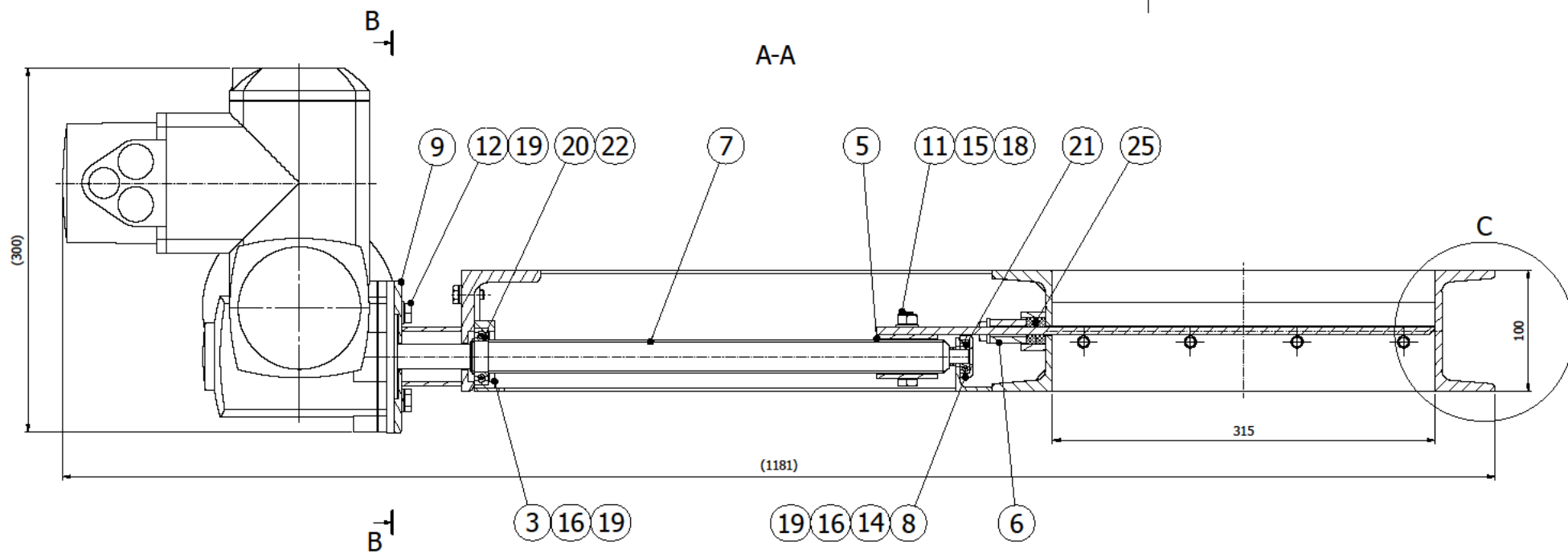
Koeficient bezpecnosti (dynamicky) loziska : 87.65 [-]
Trvanlivost loziska : 12271. [hod]
Potrebna unosnost pro loz. stejneho typu : 4660. [N]
Bezpecnost proti preotackovani : 104.00 [-]

Staticka kontrola loziska 6305A
(vyrobce ZVL)


Koeficient bezpecnosti (staticky) loziska : 4.86 [-]
Lozisko staticky vyhovuje pro vsechny druhy provozu .

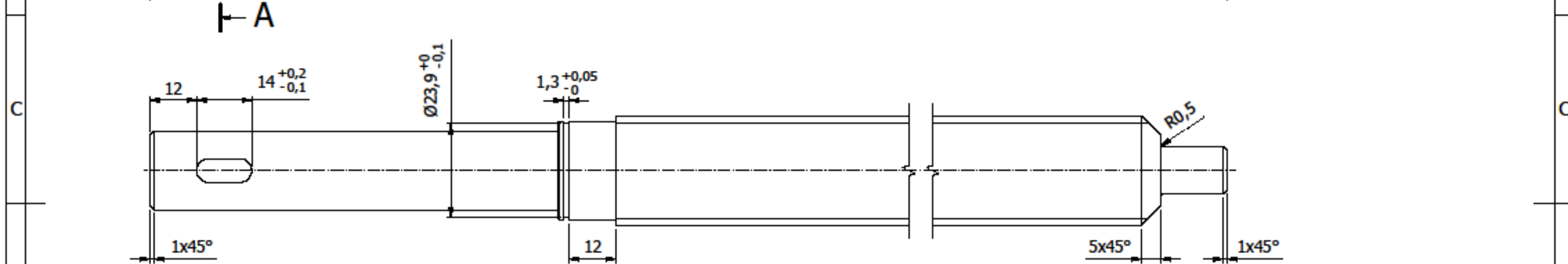
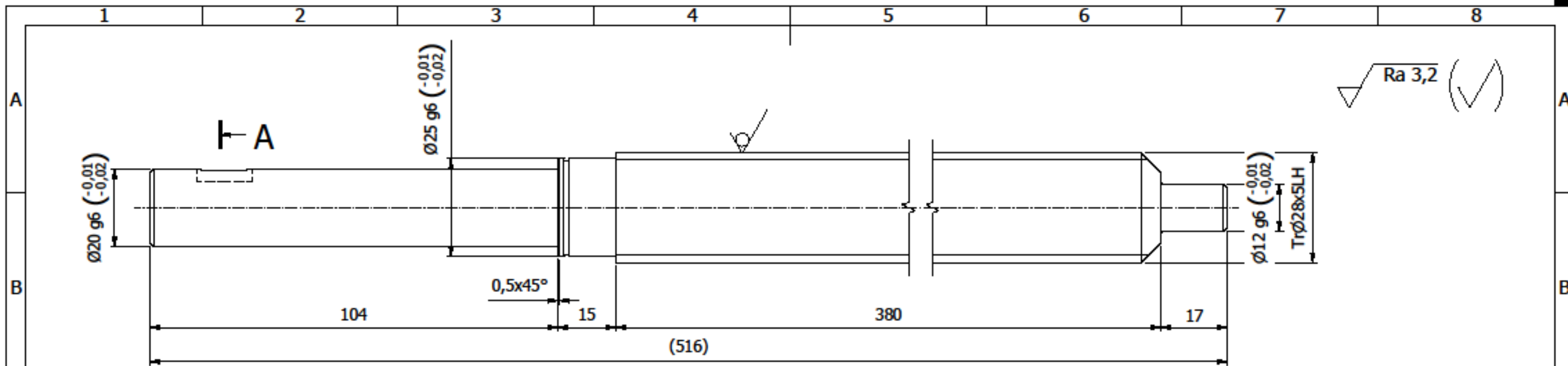
.....
Dynamicka kontrola loziska 6001A
(vyrobce ZVL)

>>> Nulove ekvivalentni zatizeni loziska <<
>>> Ekvivalentni zatizeni P0 nulove <<<

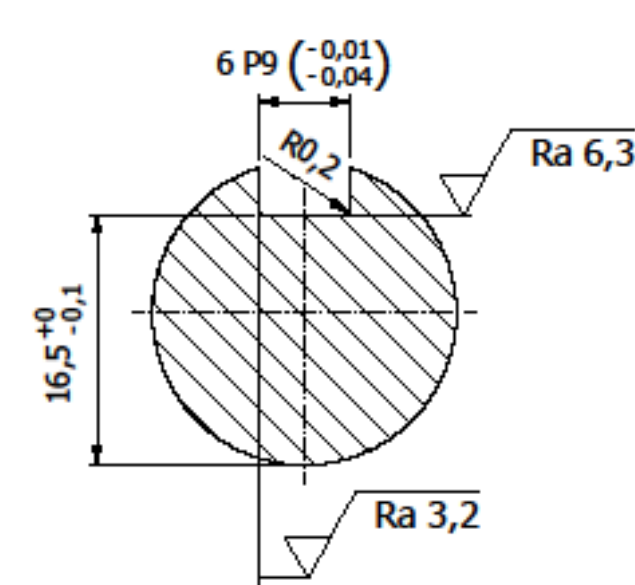


25	TĚSNÍCÍ ŠNŮRA 8x8-1,5m		PG 305	PERMANENT	0,08	1
24	SERVOPOHON SA 07.1-F10-B3			ALUMA	10	1
23	PERO 6e7x6 - 14	DIN 6885			0	1
22	KROUŽEK ø25x1,2	DIN 471			0	1
21	LOŽISKO 6001-2Z	DIN 625		SKF	0,02	1
20	LOŽISKO 6005-2Z	DIN 625		SKF	0,08	1
19	PODLOŽKA 8	DIN 127		POZINK	0	8
18	PODLOŽKA 10	DIN 127		POZINK	0	6
17	PODLOŽKA 10,5	EN ISO 7089		POZINK	0	2
16	MATICE M8	EN ISO 4032	8	POZINK	0,01	4
15	MATICE M10	EN ISO 4032	8	POZINK	0,01	2
14	ŠROUB M8x16	EN ISO 4017	8.8	POZINK	0,01	2
13	ŠROUB M8x20	EN ISO 4017	8.8	POZINK	0,01	4
12	ŠROUB M10x20	EN ISO 4017	8.8	POZINK	0,02	4
11	ŠROUB M10x55	EN ISO 4014	8.8	POZINK	0,04	2
10	ŠROUB M10x60	EN ISO 4014	8.8	POZINK	0,05	2
9	PŘÍRUBA SERVOPOHONU	KKS-013			0,62	1
8	LOŽISKOVÉ POUZDRŮ	KKS-012			0,05	1
7	POHYBOVÝ ŠROUB	KKS-007			2,16	1
6	UCPÁVKA	KKS-017			0,81	1
5	MATICE	KKS-011			0,73	1
4	ČELO	KKS-016			5,02	1
3	POUZDRŮ	KKS-010			0,36	1
2	LIST	KKS-015			6,26	1
1	RÁM ŠOUPÁTKA 315	KKS-014			19,7	1
POZ	NAZEV-ROZMER	VYKRES-NORMA	MATERIAL	POZNAMKA	HM.1KS	KS
KRESLIL:	Smladna Tomáš	DATUM:	4.4.2013			
SCHVÁLIL:				FORMÁT	MĚŘÍTKO	HMOTNOST
POZNÁMKA:				A1	2:5	46,3 kg


ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
ŠOUPÁTKOVÝ UZÁVĚŘ 315
 ČÍSLO VÝKRESU: **KKS-003**
 LIST/POČET: **1/1**



A-A
(2:1)



LEVÝ TRAPÉZOVÝ ZÁVIT ŠROUBU!

1	TYČ 28h11 - 516	EN 10278	S355J2		2,16	1	
POZ	NAZEV-ROZMER	NORMA	MATERIAL	POZNAMKA	HM.1KS	KS	
KRESLIL: Smrčina Tomáš		DATUM: 2.4.2013			FORMÁT	MĚŘÍTKO	HMOTNOST
SCHVÁLIL:					A3	1 : 1	2,2 kg
POZNÁMKA:							



NÁZEV	POHYBOVÝ ŠROUB	
ČÍSLO VÝKRESU	KKS-007	
LIST/POČET	1 / 1	