



Závěrečná zpráva o realizaci výsledků výzkumu a vývoje

ZÁKLADNÍ ÚDAJE O PŘÍJEMCI:

obchodní firma nebo název (popřípadě jméno a příjmení fyzické osoby):

STROJÍRNA BENC s.r.o.

identifikační číslo:

25971433

kód a název organizační jednotky (fakulta, ústav, apod.):

právní forma: **s.r.o.**

sídlo, popřípadě místo pobytu a místo podnikání:

Mikuláše Střely 122, Krucemburk, 582 66 – sídlo

Chotěbořská 576, Ždírec nad Doubravou.582 63 – místo podnikání

adresa ve veřejné informační síti a adresa elektronické pošty:

strojirnabenc.cz, info@strojirnabenc.cz

registrační číslo projektu:

CZ.01.1.02/0.0/0.0/17_176/0015697

HLAVNÍ ÚDAJE O VÝSLEDKU:

druh výsledku: 1 Funkční vzorek, 1 Užitný vzor

CZ-NACE výsledku: 28900

údaje o roku uplatnění výsledku: 2022

stupeň důvěrnosti údajů: Důvěrné

TVŮRCI VÝSLEDKU:

celkový počet autorů (tvůrců) podílejících se na dosažení výsledku:

počet domácích tvůrců, kteří byli v pracovněprávním nebo obdobném vztahu k příjemci:

6

jména a příjmení tvůrců:

Milan Brabec

Roman Fikar

Robert Pospíšil

Karel Kouba

Jaroslav Klepetko

Miroslav Stehno

Počet smluvních tvůrců spolupříjemce 4

Ing. Jirí Zlata

Bc. Pavel Choutka

Ondřej Váňa

Luboš Pelikán

ÚDAJE BLÍŽE URČUJÍCÍ VÝSLEDEK:

popis výsledku:

1x Kompletní funkční vzorek kontinuální odstředivky CHC 61 CZ, 1x Užitný vzor „Kontinuální odstředivka“ evidovaný pod č. 36669

klíčová slova:

Kontinuální odstředivka, odstředování drcených třísek, průmyslová odstředivka

podrobný popis dosavadního procesu výzkumu a vývoje za danou fázi - milníky, postupy, progres v projektu apod.:

Realizační tým nejprve nasměřoval svoji činnost zejména na monitoring trhu a zjistit potřeby firem týkající se zejména třískového obrábění, kde značná část řezné emulze končí v odpadu společně s třískami. Tento problém není pouze ekonomický, ale jsou zde i rizika ekologických škod. To je ještě markantnější v případě, kdy se namísto řezné emulze používá řezný olej, zejména v sériové výrobě. Další významnou oblastí využití průmyslových odstředivek je v galvanických provozech pro odstředění přebytečné lázně po ukončení procesu. Trh využití odstředivek se rozšiřuje zejména z důvodů neustále rostoucím požadavkům české i evropské legislativy v oblasti životního prostředí, která vytváří tlak na zákazníky v požadavcích na třídění a využívání odpadů. Po analýze vstupních dat vyplynuly skutečnosti pro návrh koncepce nové odstředivky, a to

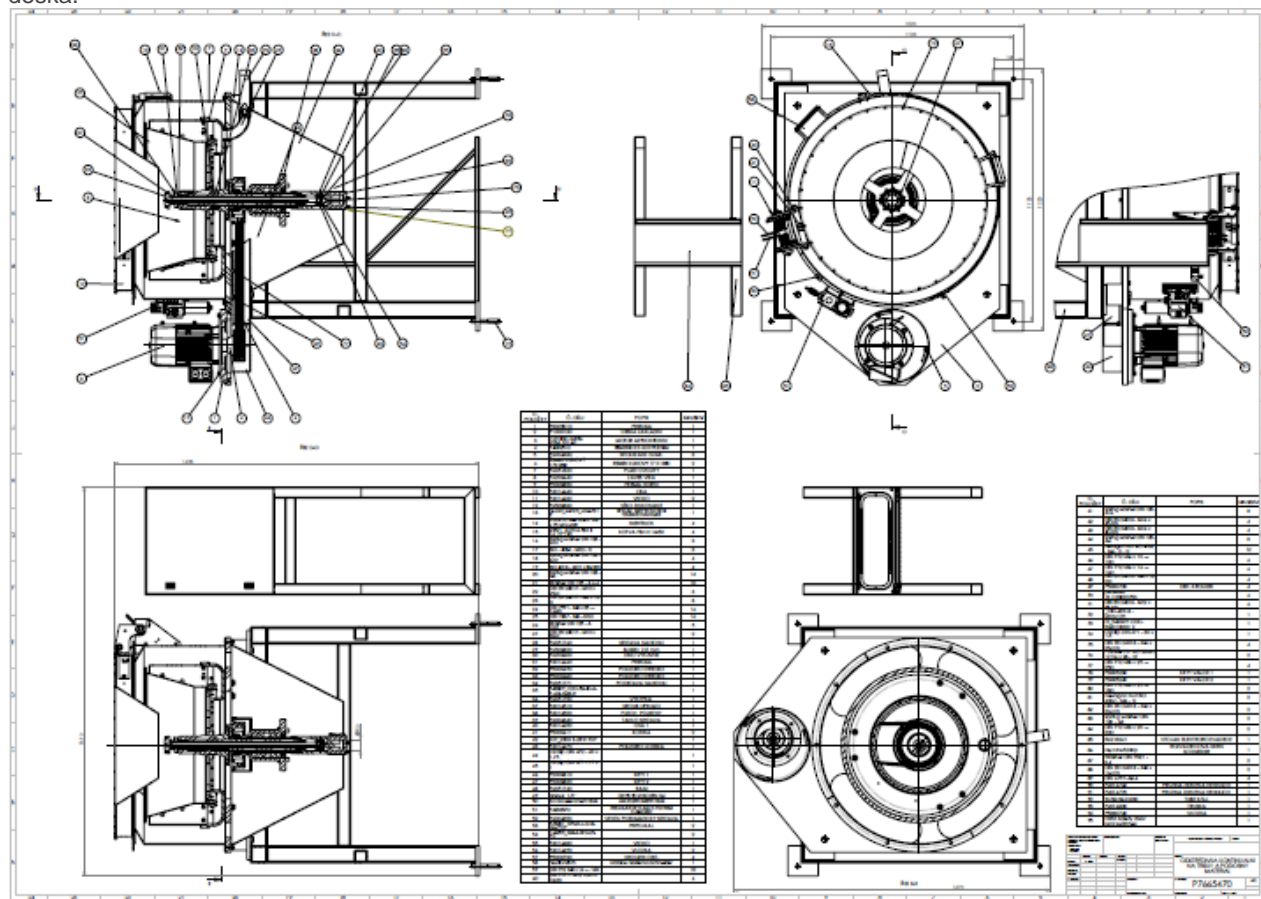


s možností kontinuálního provozu. V sériové výrobě jsou třísky od z obráběcího prostoru odváděny kontinuálně, a tudíž dávková odstředivka není příliš vhodná. Ofukování třísek částečně také pomůže ale jeho účinnost je nepatrná, principiálně je nejúčinnější odstředování - centrifugace slouží k rozdělení částic pomocí odstředivé síly. Často jde o urychlení sedimentace. Zatímco při sedimentaci se částice rozděluje podle své hustoty vlivem gravitačního zrychlení, při centrifugaci na ně působí mnoha větší odstředivé zrychlení. Rozdělení směsi proto probíhá mnohem rychleji. V nejjednodušších případech se centrifugace používá k oddělení pevných částí ze suspenze. Pomocí centrifugace je také možné rozdělit směs nemišitelných kapalin. S využitím vysokých rychlostí, jichž se dosahuje ve vysokotáčkových centrifugách a ultracentrifugách, lze také separovat jednotlivé části buněk z buněčného lízánu nebo rozdělit směsi makromolekul.

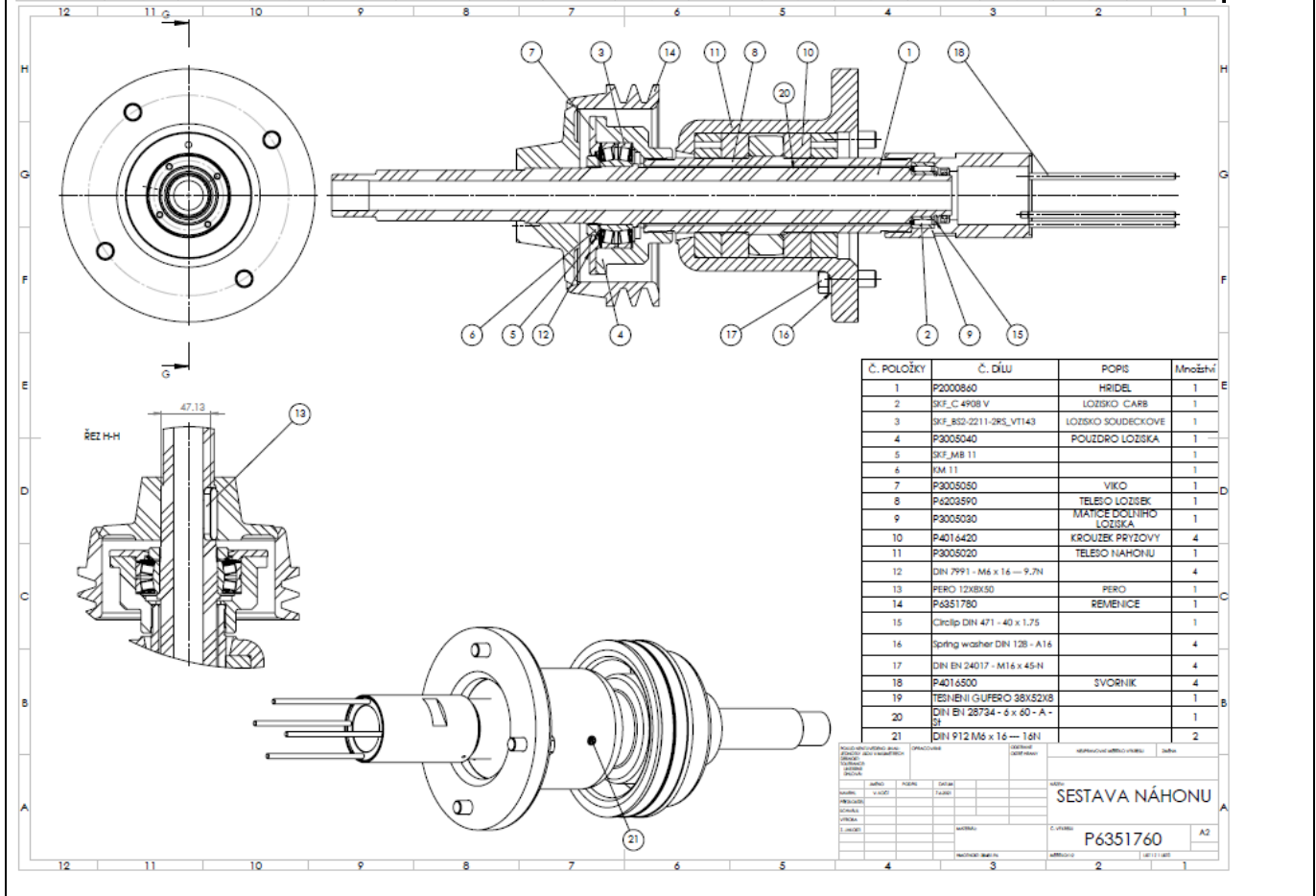
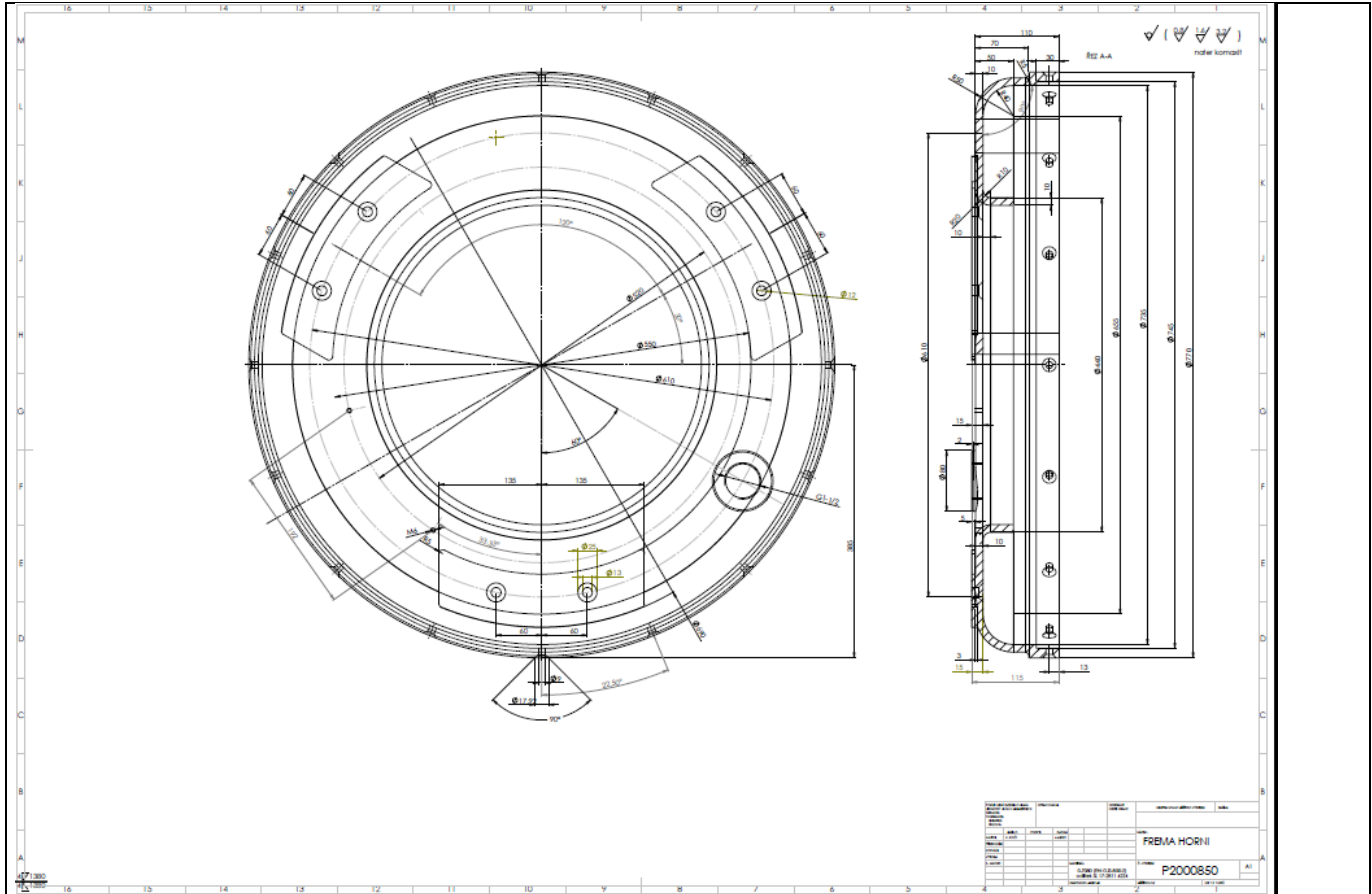
Princip centrifugace je rychlejší čím rychleji se točí rotor centrifugy. V praxi se pracuje s veličinou, jakou je například relativní centrifugální síla. K tomu se váže vztah, kde je vidět, že centrifugální síla závisí na poloměru rotoru centrifugy a počtu otáček: $RCF = 1,12 \cdot n^2 \cdot r \cdot 10^{-4}$ kde RCF je relativní centrifugální síla - N, n je počet otáček rotoru - ot/min, r je poloměr rotoru - cm.

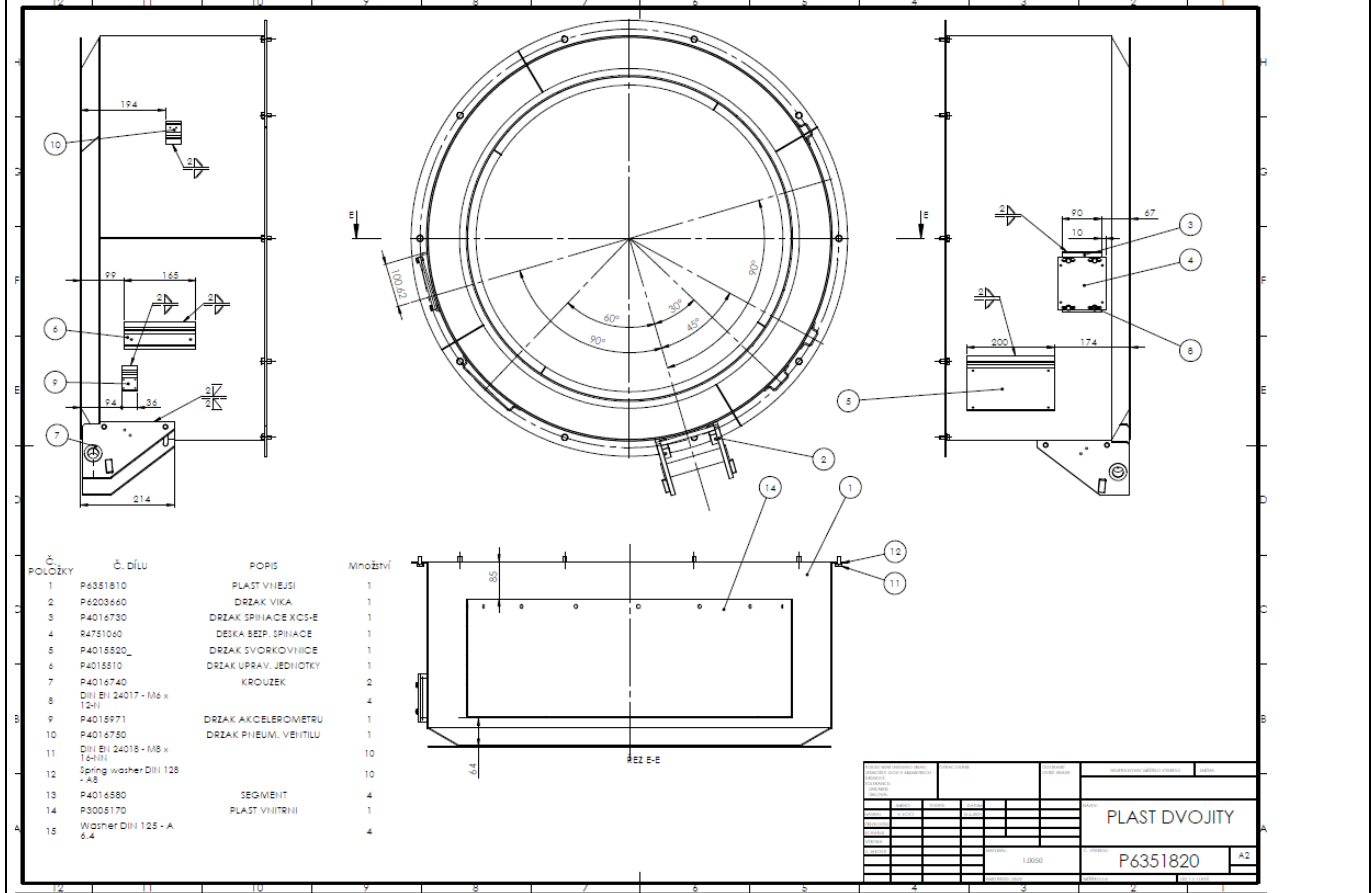
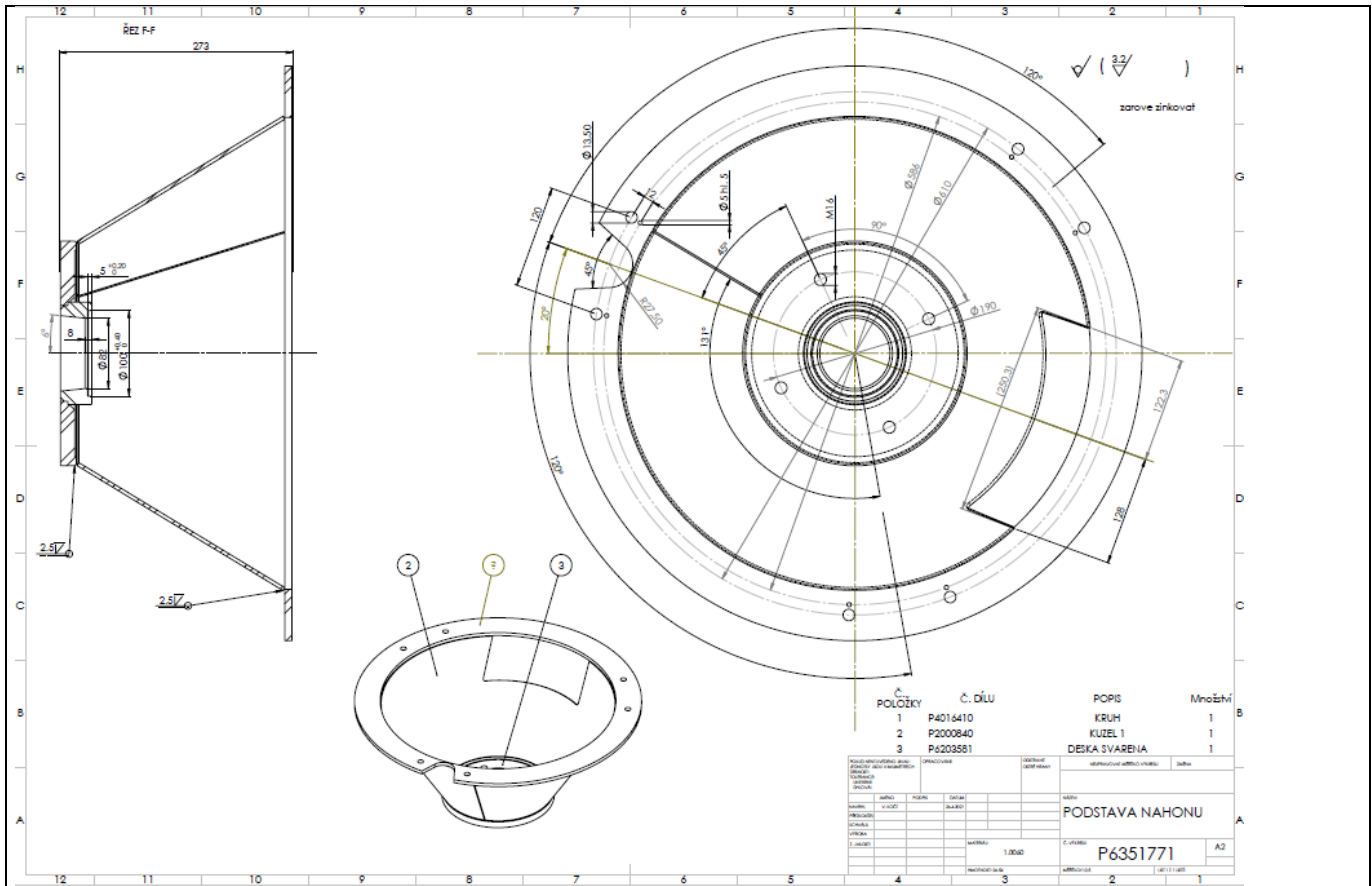
Rychlost, kterou se budou jednotlivé části ve směsi během centrifugace pohybovat, se uvádí jako tzv. sedimentační rychlost. Za ideálních podmínek je tato rychlost úměrná odstředivému zrychlení, které je popsáno výše a rozdílu hustoty částice a prostředí, v němž je dispergována. Dále závisí na velikosti částice a viskozitě směsi. Technologie odlejšování se zpravidla dělá za pomoci odstředivé síly. Odstředivá síla, je síla působící na hmotný bod určitého tělesa směrem od středu křivosti trajektorie. V tomto případě se jedná o pohyb po kružnici, a proto je tímto středem právě kružnice. Odstředivá síla je tedy setrvačná síla, která působí otočný referenční rámec (každodenním referenčním rámcem je například povrch Země). Existují dva základní ale zcela odlišné typy odstředivých sil. První je síla skutečná, která je reakcí na dostředivou sílu ve vztažné soustavě, v níž platí 1. Newtonův pohybový zákon. Druhou je pak setrvačná odstředivá síla například v otáčející se vztažné soustavě. Rotačním pohybem válcového nebo konického bubnu lze vyvinout odstředivé zrychlení i více než 1000 g (1 g odpovídá tíhovému zrychlení, tzn. cca 9,81 m/s²) a možnosti využití odstředivek různého druhu jsou omezeny jen fyzikálními zákony, g faktor u kontinuální odstředivky je v rozsahu 27 – 325 v závislosti na nastavených otáčkách motoru. Motor pro pohon bubnu je napájen z frekvenčního měniče, kterým je možné zvolit optimální otáčky pro odstředování v širokém rozsahu od cca 250 až do 1050 min⁻¹.

Odstředivka se skládá ze spodní frémy (podstavce) svařené z profilů Jekl, na kterém je na 4 silentblocích upevněna základní deska.



Na základové desce jsou zespodu upevněny uložení hřídele bubnu (náhon) s namontovaným bubnem a mechanismem zvedání a spouštění dna bubnu, výsypka na odstředěný materiál, seshora pak příruba s el. motorem, horní fréma, na které je upevněn vnitřní plášť, dále pak vnější plášť s víkem s násypkou, a z elektrorozvaděče na samostatně stojícím, z profilů Jekl svařovaném rámu.





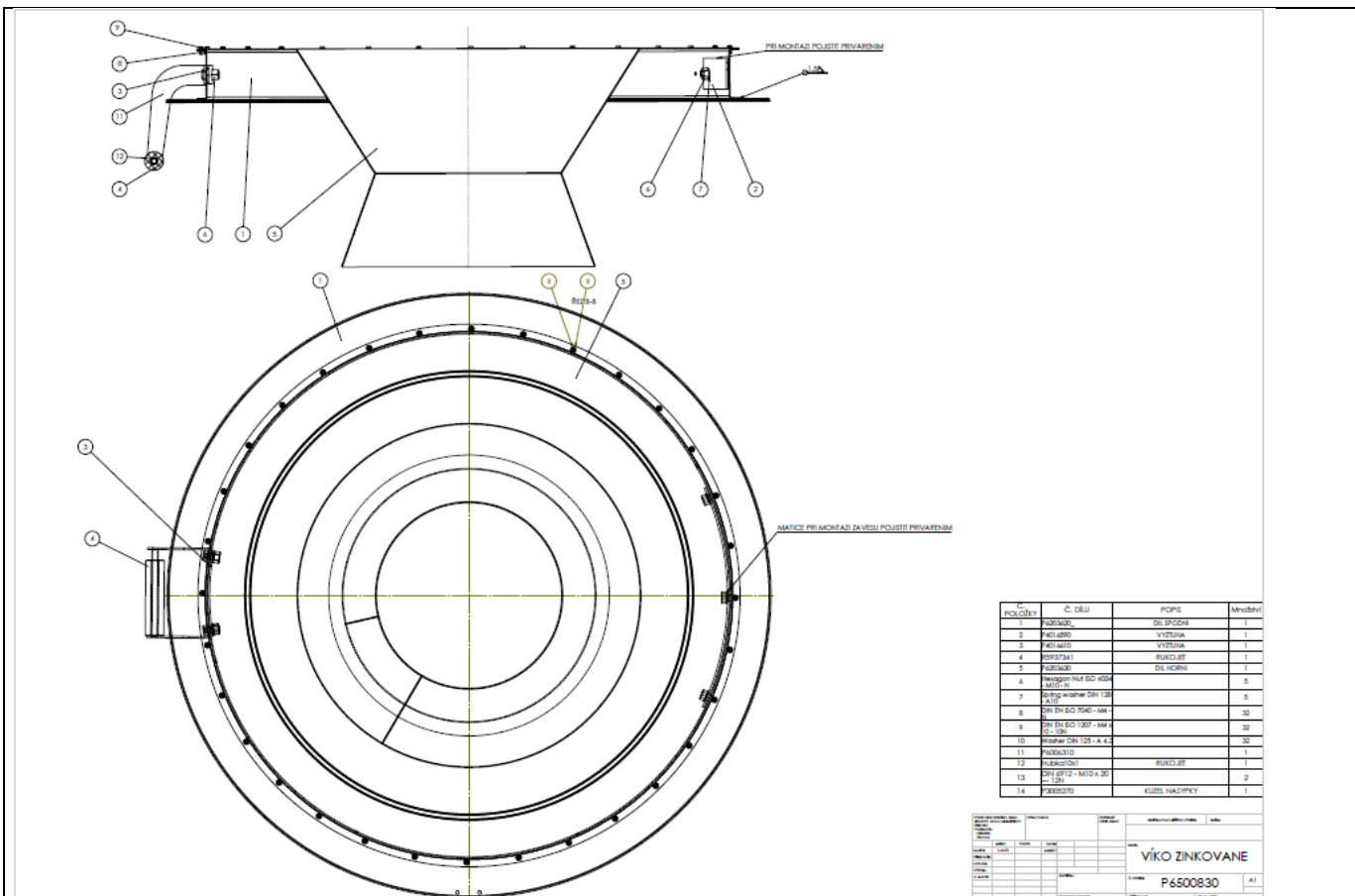


Č. POLOŽKY	Č. DÍLU	POPIS	Množství
1	P2000840	HRDEL	1
2	SKF_C 4908 V	LOŽSKO CARB	1
3	SKF_802-2211-2RS_VT143	LOŽSKO SOUDECKOVÉ	1
4	P300040	POUZIRO LOŽISKA	1
5	SKF_M8 11	PODLOŽKA POJISTNA	1
6	KM 11	MATICE	1
7	P300050	VIKO	1
8	P4200590	TELESO LOŽISEK	1
9	P300030	MATICE DOLNÍHO LOŽISKA	1
10	P4016420	KROUZEK PŘIVŮVY	4
11	P300020	TELESO NAHONU	1
12	DIN 7991 - M6 x 16 — 9.7H		4
13	PERO 12X8X50	PERO	1
14	P6351780	REMNICE	1
15	Circclip DIN 471 - 40 x 1.75		1
16	Spring washer DIN 128 - A16		4
17	DIN EN 24017 - M16 x 45-N		4
18	P4016500	SVORNIK	4

SESTAVA NÁHONU
P6500760

Č. POLOŽKY	Č. DÍLU	POPIS	Množství
1	P460080	SPODNÍ BUBEN	1
2	P300050	KEBII	1
3	P470190	DESKA	2
4	P401540	KEBII I	1
5	P471420	DESKA	2
6	P300100	PLAT BUBNU DOLNÍ	1
7	P300120	UMEC HORNÍ	1
8	P401540	KEBII I	1
9	P401550	KEBII I	1
10	SKF088	SKF 0800120	24
11	DIN EN 24018 - M10 C24H		24
12	DIN EN 2034 - 10 x 24 L4 - 8		4
13	P300111	PLAT BUBNU KRYELOVY	1
14	P300130	STO BUBNU	1

BUZEN 2.5 mm
P6500820



Všechny díly stroje jsou opatřeny ochranou proti korozi – žárové zinkování, nátěr polyuretanovou barvou. Víko je odklápěcí, doplněné manuálním upínačem, v zavěšené poloze jištěné bezpečnostním spínačem. Po otevření víka je blokován rozběh motoru, při běžícím motoru nejde víko zvednout. Buben je na konci hřídele upevněn pomocí stahovacího šroubu a 2 kleštinových samostředících pouzder a s řemenicí náhonu spojen dvěma čepy. Přírubový trojfázový elektromotor pohání buben odstředivky přes 2 klínové řemeny, řemenici a hřídel bubnu. Napnutí řemenů se provádí pootočením příruby, ve které je motor uložen excentricky. Motor pro pohon bubnu je napájen z frekvenčního měniče, kterým je možné zvolit optimální otáčky pro odstředování v širokém rozsahu od cca 250 až do 1050 min⁻¹. Hřídel bubnu je uložen v pouzdru náhonu pomocí 2 naklápěcích ložisek, větší horní soudečkové ložisko zachycuje radiální i axiální zatížení, spodní naklápěcí toroidní typu CARB jen radiální. Pro vyrovnávání výkyvů bubnu je pouzdro uloženo v tělese náhonu pomocí 4 gumových kroužků. Buben je z výroby dynamicky vyvážen, plášť bubnu je z plechu opatřeného několika řadami děr o průměru cca 2 mm, zevnitř může být překryt např. drátěným sítím. Dno bubnu je ve tvaru kužele, za provozu v automatickém režimu se pravidelně zvedá a spouští pomocí pneumatického válce ovládaného řídicí jednotkou stroje prostřednictvím 5/2 pneumatického ventilu, umístěného v elektrorozvaděči, v jeho dolní části. Rychlost spouštění a zvedání se reguluje škrticími ventily v přívodních hadicích tlakového vzduchu. Pro snížení oteru stěn bubnu ve spodní válcové části odstředovaným materiálem (zejména kovovými třískami) během zvedání dna sníží před každým zvednutím frekvenční měnič otáčky bubnu tak, aby odstředivé zrychlení na obvodu bubnu činilo cca 27 g (odpovídá 300 min⁻¹) a před každým spuštěním znovu zrychlí, až na 1030 min⁻¹ (tomu odpovídá zrychlení cca 322 g) Pro kontrolu příčných vibrací je v horní části pláště upevněn akcelerometr. Při překročení nastavené hodnoty zrychlení frekvenční měnič zbrzdí otáčky motoru a pak znovu zrychluje - dokud se obsah bubnu nerozloží rovnoměrně a otáčky stoupnou na nastavenou hodnotu bez překročení povolené hodnoty příčného zrychlení. Stroj se připojuje se na běžnou síť tlakového vzduchu, jmenovitý tlak v síti PN = 0,6 MPa. Úpravná jednotka s ručním ventilem, regulátorem tlaku a filtrem je upevněna na stojanu elektrorozvaděče. Pro občasné sfouknutí materiálu nahromaděného v prostoru mezi vnějším a vnitřním pláštěm do výsypky je vnější plášť vybaven 4 vzduchovými tryskami propojenými hadicemi a zaústěnými do pláště tangenciálně ve směru rotace bubnu. Do nich se vzduch vpusť ručním ventilem. Snížení doby doběhu bubnu po vypnutí elektrického pohonu je zajištěno brzděním elektromotoru frekvenčním měničem, kterým je motor napájen. Kromě elektrických prvků, které jsou součástí vlastního stroje (elektromotor, pneumatický ventil, akcelerometr, pohybové sensory, bezpečnostní spínač se zámkem), je elektrické zařízení, které je pro provoz odstředivky nezbytné, obsaženo v samostatné skříni elektrického rozvaděče. Na boku skříně je umístěn hlavní vypínač. Na dveřích skříně rozvaděče jsou umístěny ovládací prvky stroje.

Jednotlivé hlavní uzly odstředivky tedy jsou:

Nosný rám – svařený nosný rám, který je navržen tak aby se do něj dala zasunout bedna pro odstředěný materiál. Na tomto rámu je namontován třífázový motor s řemenovým převodem, který je připevněn na desku se silentblokama. Nadále se na něm nachází namontovaný buben s náhonem, násypkou a horní plášť.

Náhon – je konstruován tak aby vnitřkem bubnové hřídele mohlo procházet táhlo, které bude dno vnitřního bubnu zvedat a spouštět, ovládané přes axiální ložisko pneumatickým válcem na spodku náhonu.



Buben – buben disponuje štěrbínové síto a na horním okraji obruč pro přepad odolejovaného materiálu do vnější části dvojitého pláště a dál násypkou do bedny. Odstředěná kapalina pak odtéká po povrchu vnitřního pláště vnějšího bubnu trubkou zpět do obráběcího stroje, případně do sběrné nádoby.

Víko – víko disponuje kuželovou násypkou pro průběžné doplňování materiálu do bubnu. Během práce je toto víko trvale zavřené a jištěné pomocí magnetického zámku. Víko je konstruováno pro doplnění vyhřívací spirály v případě požadavku zákazníka na doplnění ohřevu.

Pneumatické zařízení – zajišťuje vytlačení odstředěného materiálu a vnitřní čištění prostoru odstředěné kapaliny.

Akcelerometr – na plášti je poté připevněn 3D akcelerometr pro kontrolu zrychlení a vibrací.

Rozvaděč – elektro rozvaděč je usazen na samostatném stojanu a disponuje ovládacím panelem a potřebnou elektronikou pro chod odstředivého zařízení (řídící systém, frekvenční měnič, bezpečnostní prvky, atd ...).

Detailnější popis konstrukce jednotlivých hlavních uzlů:

PNEUMATICKÉ ZAŘÍZENÍ

Jak už bylo zmíněno, pro správné fungování odstředování je třeba zajistit také vytlačování materiálu z bubnu odstředivky. Při chodu se materiál odstředivou silou zachytne na plášti bubnu. Odtud je třeba materiálu pomoci s tím, aby přepadl přes hranu bubnu. To je zaručeno tím, že kuželovitý tvar spodku bubnu se při pravidelných cyklech vysouvá a následně dochází k vytlačení materiálu. Zvedání spodní části bubnu je zajištěno pomocí pneumatického válce od firmy Festo typ 543309 CDC-50-40-A-P-AIB-SME s integrovanými koncovými čidly. Jedná se o výkonný pneumatický válec, který disponuje indukčními snímači, které posílají zpětnou vazbu do řídicího systému, zda je válec vysunutý nebo zasunutý. Do válce je možno připojit sílu vzduchu až o síle 6 barů, při které je možné vyvinout sílu o velikosti až 3000N. Ovládací ventil pro tento válec byl zvolen od firmy Camozzi typ EN831-11-PN3 s úpravnou jednotkou a regulátorem tlaku též od Camozzi. Jejich rozmístění je patrné na následujícím plánu sestavy zařízení. Vzhledem k vibracím, byla úpravná jednotka s regulátorem tlaku po dílenských zkouškách přesunuta na samostatný stojan s rozvaděčem.

Umístění pneumatických komponentů:

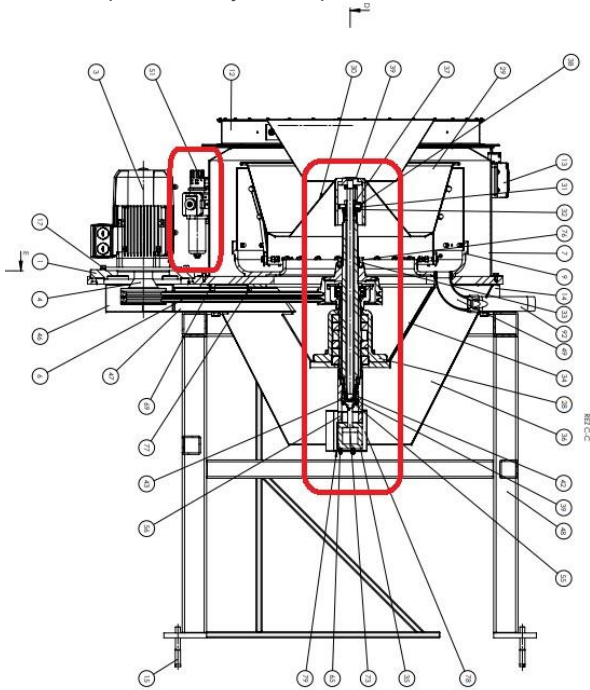
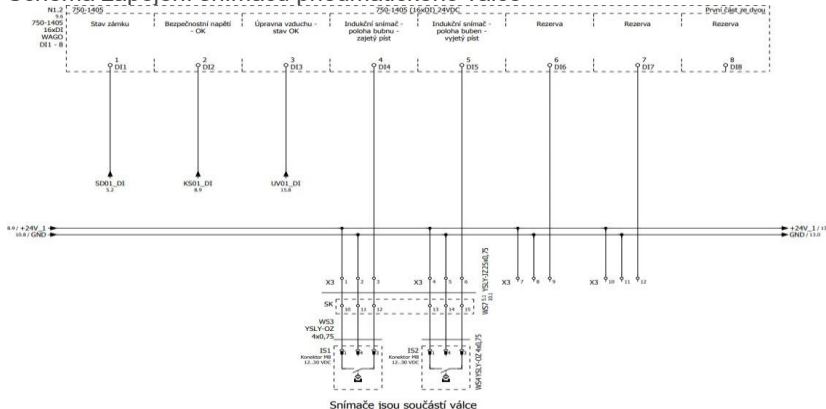


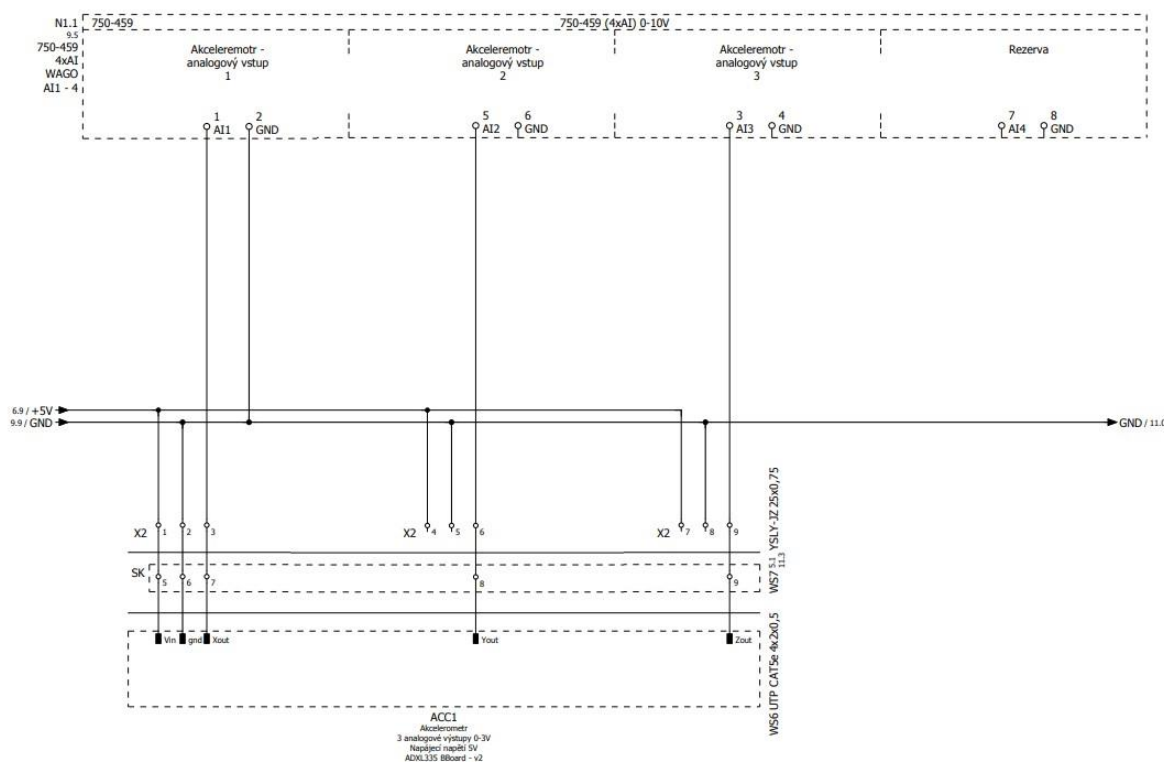
Schéma zapojení snímačů pneumatického válce



3D AKCELEROMETR

Pro správné fungování zejména automatického módu zařízení bylo třeba měřit příčné vibrace na plášti zařízení. Kontinuální odstředivka při svém chodu do bubnové části neustále přijímá materiál k odstředění. Tento materiál se do bubny odstředivky vespává sice kontinuálně ale nedokonale. Při vespávání se materiál musí řádně rozložit v bubnovém prostoru, při nesprávném rozložení dochází k hromadění materiálu na jednom místě a nedochází ke správnému odstředování a přepadávání materiálu. Proto, abychom správně rozložili materiál po celém prostoru bubny, je třeba měnit rychlosti otáčení, to zapříčiní změnu odstředivé síly a postupným rozložení materiálu po plášti bubny. Akcelerometr tedy měří vibrace celého zařízení. Tyto vibrace nastávají ve velkém množství právě tehdy, kdy se nahromadí materiál na jednom místě v bubnu. Akcelerometr tyto vibrace zachytí a pošle signál do řídicího systému, který zašle pokyn do frekvenčního měniče ať mění posílanou frekvenci do třífázového motoru a mění rychlost otáčení bubny. Pro toto zařízení byl udělán rozsáhlý průzkum o výběru a samotném fungování jednotlivých akcelerometrů. Trh nabízí široký výběr akcelerometrů. Liší se zejména velikostí měřicí škály vibrací. Následně se liší podle druhu, v kolika směrech umí akcelerometr měřit vibraci. V případě našeho zařízení bylo požadováno měření ve všech třech směrech rozměrech (X, Y, Z). Poté se také řešilo, zda je akcelerometr vhodný pro tuto aplikaci z hlediska konstrukce. Při testování byly využity akcelerometry, které z konstrukčního hlediska nelze použít v průmyslu a jejich konstrukce je čistě pro edukační nebo laboratorní účely. Posledním kritériem pro výběr byla cena samotného akcelerometru. V průběhu rešerše na téma akcelerometr byly vyřazeny akcelerometry přesahující určitou finanční hranici. Tyto akcelerometr svými parametry nedosahovali ideální poměr mezi finanční stránkou a „výkonem“ akcelerometru v tomto zařízení. Proto byl vyřazen akcelerometr typu PJM 3D 2 g - 400 g, který výrazně převyšoval představovanou cenu. Následně byly pro testovací účely zvoleny akcelerometry, které nejsou primárně konstruovány do velkého průmyslu. Proto bylo hned jasné, že nebudou nadále v této aplikaci používány. První byla zvolena levná varianta 3D akcelerometru typ ADXL335. Tento akcelerometr v případě zachycení vibrace na své analogové výstupy mikrokontroleru pošle analogový signál pro každou osu. V kombinaci se základní deskou Raspberry bylo testováno chování levné varianty akcelerometrů na odstředivém zařízení. Druhou levnější variantou byl 3D akcelerometr vyvinutý přímo pro edukační účely. Akcelerometr od Vernier typu 3D-BTA je už dražší variantou pro měření vibrací. Tento akcelerometr byl využit z důvodu jeho možnosti jednoduchého zobrazení všech třech os v případě vibrací. Po instalaci akcelerometru na odstředivku bylo možné si graficky zobrazit všechny tři osy vibrací a sledovat průběh grafu vibrací při testování zařízení. Pro testování odstředivého zařízení byl nakonec využíván akcelerometr typu ADXL335 Bboard – v2

schéma zapojení 3D akcelerometru



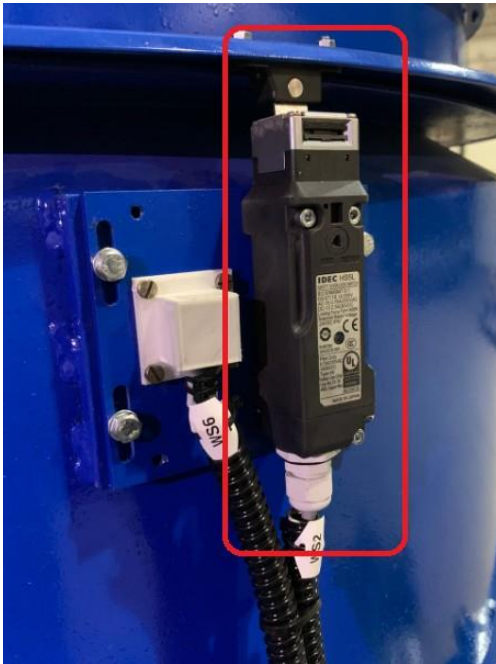
POHON HLAVNĚHO BUBNU

Buben je nádoba, do které se přes víko kontinuálně vespává materiál pro odstředování. Funkce bubnu je zachytit tento materiál a přes síť za pomoci odstředivé síly odolejovat materiál. Buben je z výroby dynamicky vyvážen a jeho plášť je z děrovaného plechu. Dno bubnu je ve tvaru kužele a za provozu se toto dno točí společně s celým bubnem a poté se taky zvedá. Pro to, aby se otáčel celý buben, bylo zapotřebí vybrat a nainstalovat vhodný motor. Pro toto zařízení byla potřeba zaručit velkých otáček a síly motoru. Proto byl zvolen třífázový asynchronní motor. Trh nabízí širokou škálu asynchronních motorů. Liší se zejména mírou otáček a točivého momentu. Pro toto zařízení byl vybrán motor od firmy Siemens typ 1LE1002 – 1AB52 – 2FA4. Jedná se o nízkonapěťový, 3kW (50 Hz) motor vhodný pro průmyslové aplikace a pro dlouhodobý chod při velké zátěži. Následně je motor připojený na frekvenční měnič pro jednoduché ovládání nejen směru otáčení bubnu ale také pohodlné regulaci otáček. Otáčky se dají díky tomu regulovat automaticky zvoleným programem nebo pomocí ovládacího panelu.

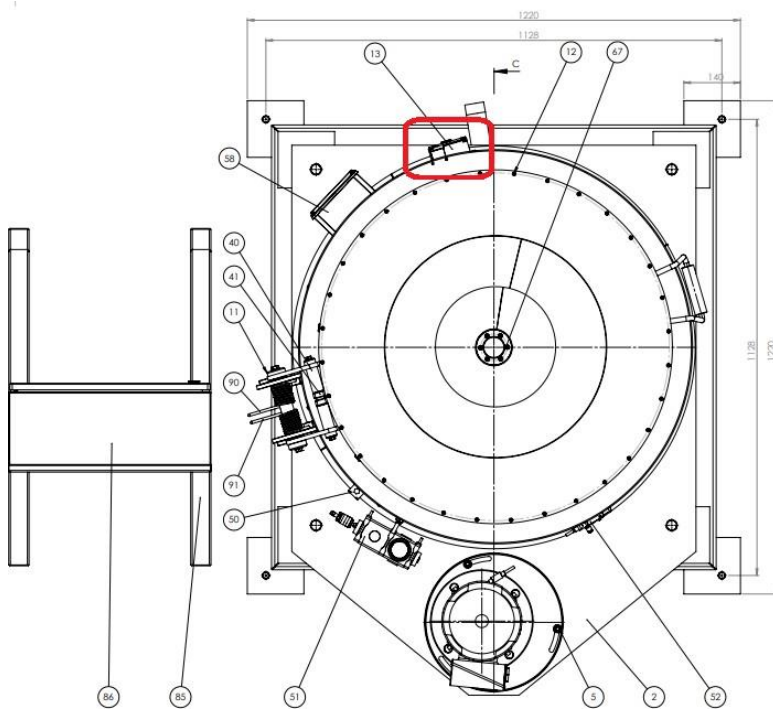


BEZPEČNOSTNÍ ZÁMEK

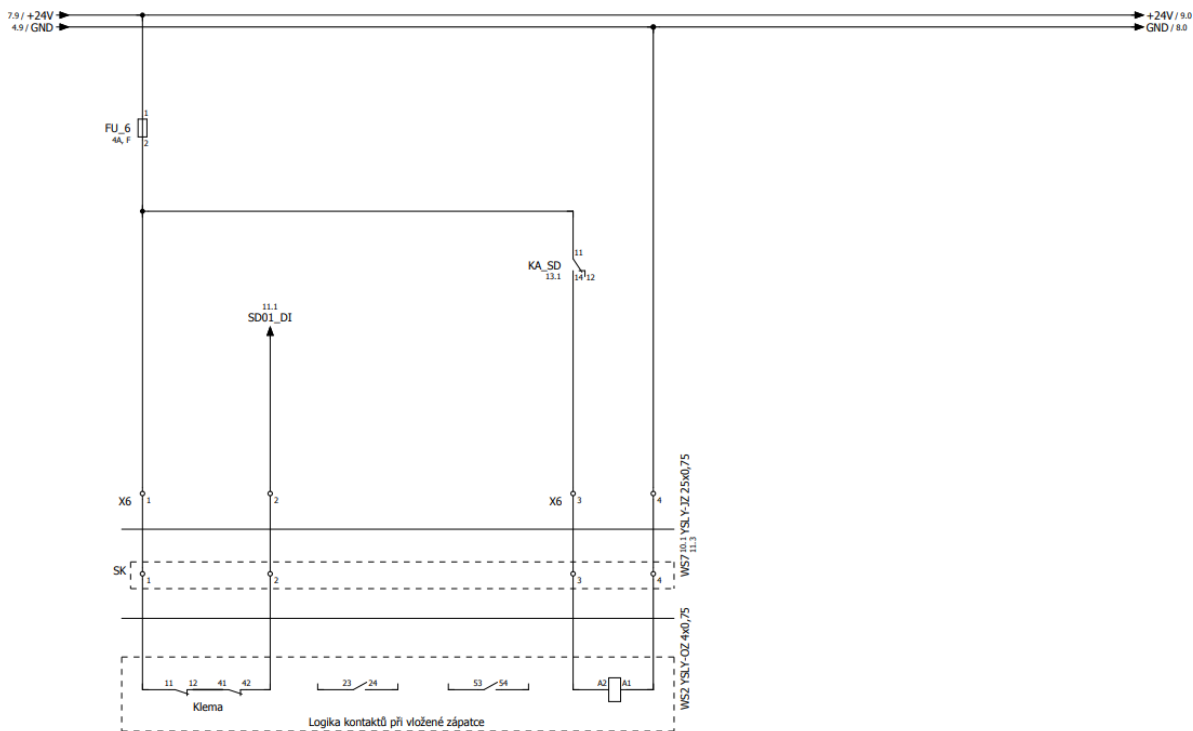
Zařízení disponuje víkem, které je možné v případě potřeby otevřít za účelem lepšího přístupu do bubnu při čištění a servisních činnostech. Za chodu zařízení, tedy když se točí buben a dochází k odstředování, je třeba z důvodu bezpečnosti ponechat víko zavřené. Jedním ze základních bezpečnostních prvků, kterými disponuje zařízení je bezpečnostní elektromagnetický zámek. Tento zámek je umístěn na konzoli vedle akcelerometru, která je umístěná na vnější části pláště zařízení. V případě, že je víko zavřené je možné spustit automatický cyklus odstředování nebo odstředivku ovládat ručně. V případě, že zámek není sepnutý a víko je otevřené, řídicí systém vyšle hlášku, že je před spuštěním a ovládáním odstředivky nejdříve potřeba zavřít víko. Zámek lze manuálně i odemknout v případě systémové chyby. V tom případě dojde k zastavení otáčení bubnu. Tento bezpečnostní prvek byl zaveden z důvodu zamezení úrazu obsluhy při manipulaci s odstředivkou a také k zamezení vniknutí velkých předmětů do bubnu odstředivky.



Umístění bezpečnostního zámku



Zapojení bezpečnostního zámku



Zámek vika

ROZVODNÁ SKŘÍŇ

Hlavním srdcem elektrické části zařízení je rozvodná skříň (rozvaděč). Rozvaděč je umístěn na samostatném stojanu svařeném z profilů Jakl. Ve spodní části stojanu se nachází úpravná jednotka vzduchu s regulátorem tlaku od f. Camozzi. Samostatný stojan zaručí odolnost vůči vibracím, která je žádaná z důvodů prodloužení životnosti elektrických prvků v rozvaděči. Mezi tyto prvky patří řídicí systém, frekvenční měnič, ovládací ventil, bezpečnostní relé, ovládací dotykový LCD displej a poté stykače, relátka, jističe, proudové chrániče, pojistky. Rozvaděč je také opatřen vypínačem, kontrolkami, signalizačním majákem a ventilátorem chlazení vnitřku rozvaděče. Pro toto zařízení byl zvolen rozvaděč o rozměrech 800x600x300 (VxŠxH), který je ošetřen šedou práškovou barvou RAL7035 s druhem krytí IP 54/20. Celý rozvaděč, a i zařízení je navrženo pro připojení k třífázové elektrické síti 3/PE+N 400/230 V, 50 Hz.

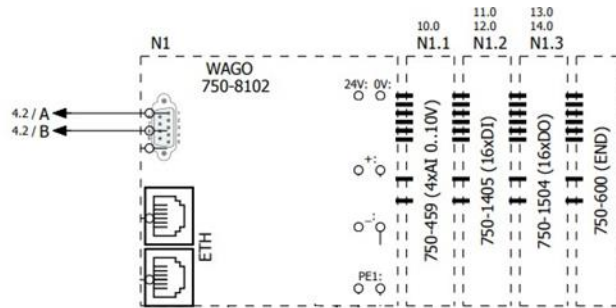




RIDICÍ SYSTÉM

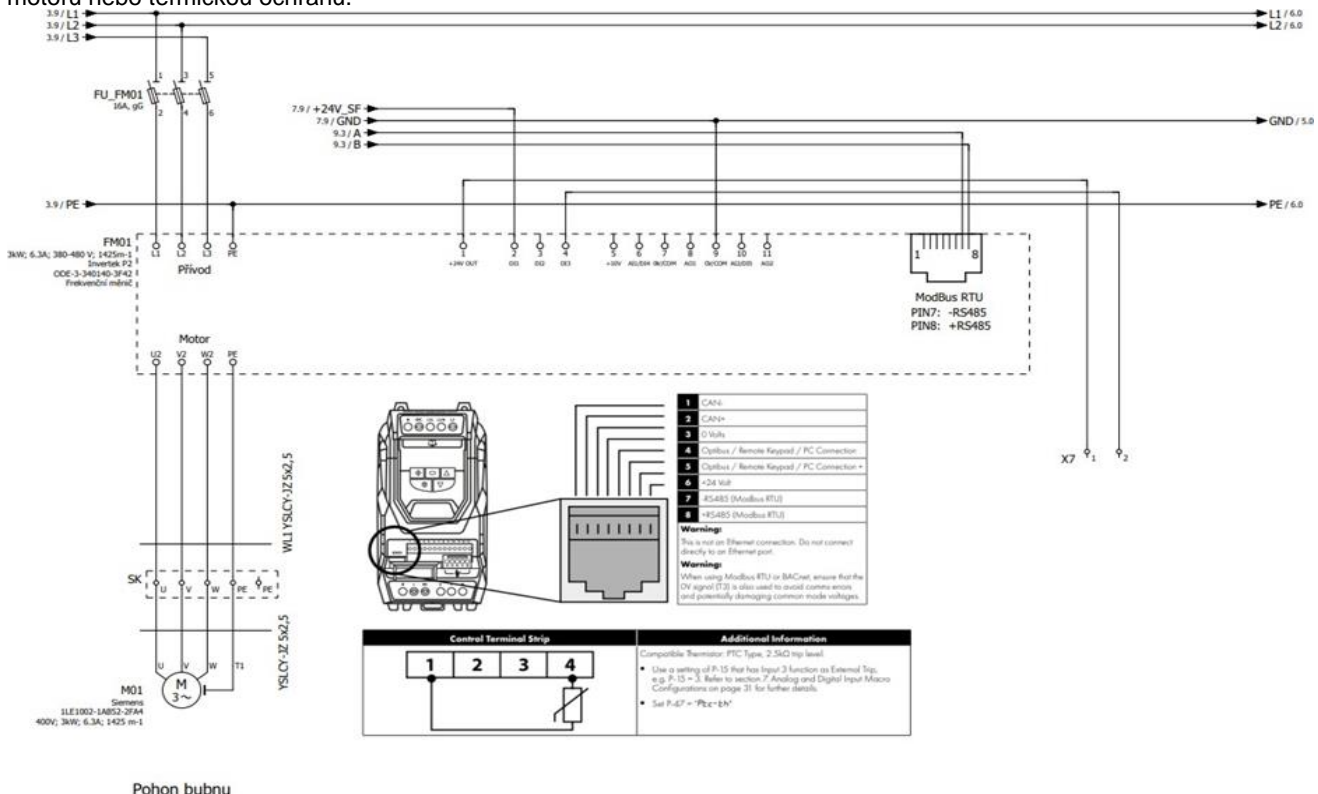
V průběhu výzkumu a studování rešerše byl kladen důraz na zvolení vhodného řídicího systému (PLC). Bylo třeba vybrat nejvhodnější řídicí systém, který bude vyhovovat specifickým požadavkům v oblasti efektivního řízení odstředivky. Byly kladeny nároky na kompatibilitu s ostatními systémy v rámci různých výrobních podniků a celistvých linek. Dále také na hardwarovou odolnost zařízení zejména vůči vibracím, nároky na údržbu a možnost náhradních dílů nebo budoucího rozšíření řídicího systému. Když se vzaly do úvahy tyto požadavky, vhodným řídicím systémem bylo zvoleno PLC od firmy Wago. Pro toto zařízení byl použit Fieldbus kontrolér 750-8102. Jedná se o kontrolér vybavený 2x Ethernet a RS232/485 rozhraním. Má napájecí napětí DC 24 V a poskytuje 2 rozhraní. Protokoly TCP/IP, PROFIBUS, CAN, INTERBUS, ASI, KNX a protokol MODBUS. K tomuto PLC je připojena rozšiřovací karta typu 750-459, která disponuje vstupy/výstupy pro analogové signály a podporuje protokol Modbus TCP/RTU. Využívá se zejména kvůli připojení 3D akcelerometru, který vyžaduje analogové vstupy k řídicímu systému. Následně jsou na hlavní PLC připojeny karty typu 750-1405 a 750-1504 pro připojení dodatečných digitálních vstupů a výstupů potřebných pro připojení dalších periférií. Celý řídicí systém je zakončen zakončovacím modulem typu 750-600.

RS-485		
Signal	Description	
1	NC	Not assigned
2	NC	Not assigned
3	A (Tx/Rx+)	Transmit/receive data +
4	NC	Not assigned
5	FB_GND	Ground
6	FB_5V	Power Supply
7	NC	Not assigned
8	B (Tx/Rx-)	Transmit/receive data -
9	NC	Not assigned
Enclosure	Shield	Shielding



FREKVENČNÍ MĚNIČ

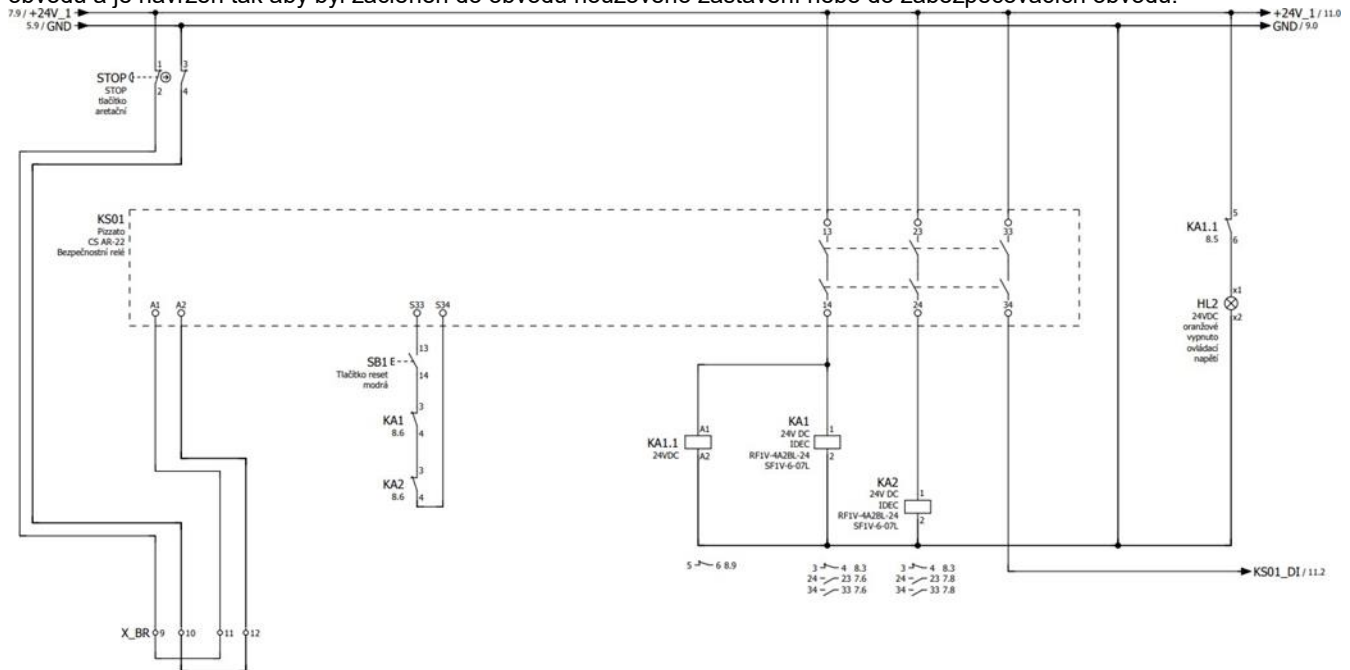
Dalším důležitým komponentem pro správné řízení celého zařízení je volba vhodného frekvenčního měniče pro řízení asynchronního motoru, který otáček bubnem odstředivky. Při výběru frekvenčního měniče bylo dbáno na spolehlivost, kvalitu a cenovou dostupnost frekvenčních měničů. Dalším omezujícím aspektem pro volbu frekvenčního měniče byla jeho dostupnost u dodavatelů. Původní návrh a rešerše v oblasti frekvenčního měniče, který by měl být používán v odstředivce počítal s frekvenčním měničem od firmy ABB. Z důvodu jeho nedostupnosti v požadovaném termínu se vzala jeho levnější alternativa od firmy Inverterk. Pro toto zařízení byl vybrán frekvenční měnič Inverterk ODE-3-340140-3F42. Tento frekvenční měnič má vstupní napětí 380 - 480 V AC a výstupní napětí 0-460V AC. Má široký rozsah vstupních frekvencí a kvalitní regulaci otáček, což zajišťuje vysokou účinnost a nízkou spotřebu energie. Má také řadu funkcí, jako je například automatické ladění, ochranu motoru nebo termickou ochranu.





BEZPEČNOSTNÍ RELÉ

Při návrhu a realizace jakéhokoliv systému je třeba dbát na maximální bezpečnosti jak samotného stroje, tak pracovníků, kteří daný stroj obsluhují. V rámci vývoje odstředivého zařízení bylo dbáno na maximální zabezpečení obou těchto aspektů. Celé zařízení je vybaveno jak softwarovými, tak hardwarovými prvky, které chrání obsluhu i samotné zařízení. Jedním z těchto zařízení je například modul pro nouzové zastavení Pizzato CS AR-22. Tento modul zajišťuje přerušení jednoho nebo více obvodů a je navržen tak aby byl začleněn do obvodu nouzového zastavení nebo do zabezpečovacích obvodů.



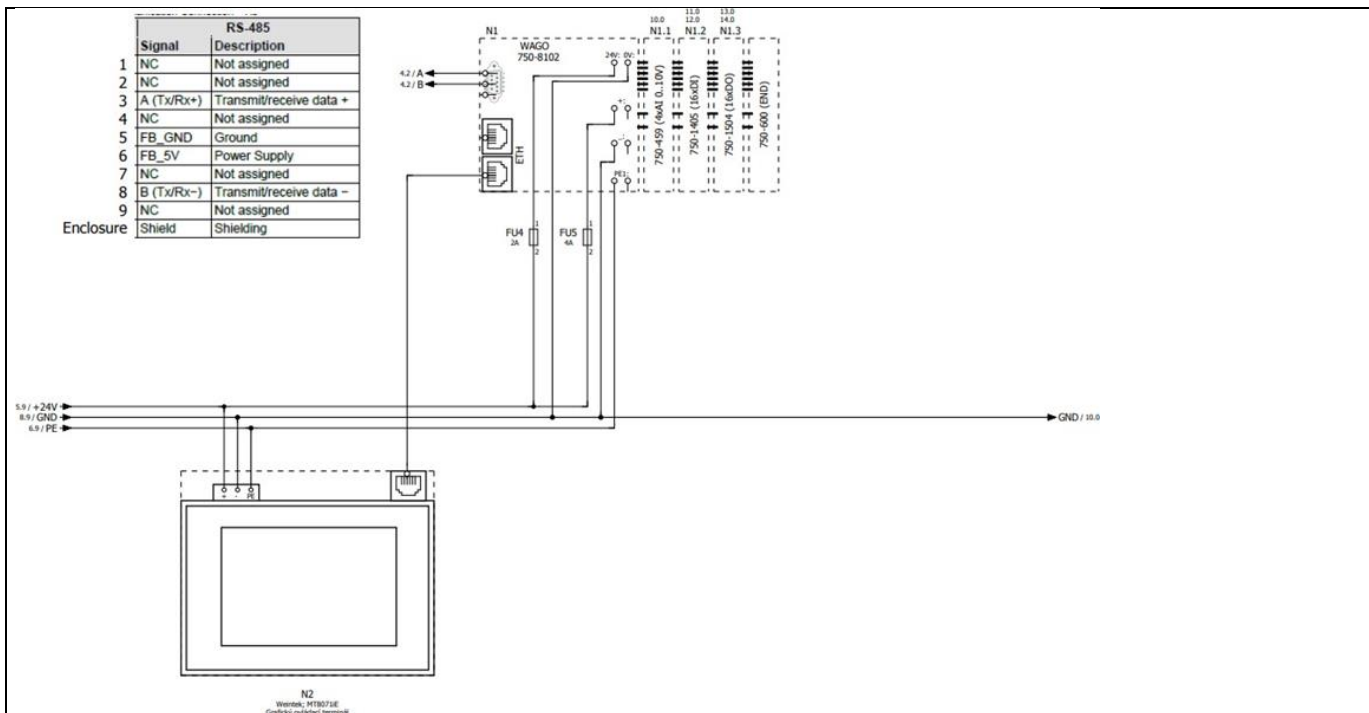
Součástí dalších hardwarových prvků zařízení jsou další prvky, jako jsou pojistky, jističe a chrániče. Nedílnou součástí odstředivky je STOP tlačítko umístěné na dveřích rozvaděče pro okamžité nouzové zastavení celého zařízení.

GRAFICKÝ OVLÁDACÍ TERMINÁL

Obsluha zařízení ovládá odstředivku pomocí grafického ovládacího terminálu. Pro toto zařízení bylo třeba vybrat cenově dostupný, dostatečně velký ale také průmyslový dotykový displej. Trh nabízí mnoho kvalitních displejů, mezi které patří displeje od firmy Wago, ABB nebo Siemens. Pro tuto aplikaci byl nakonec zvolen grafický displej Weintek MT8071iE. Důvodem pro zvolení toho displeje je dlouhodobá pozitivní zkušenost firmy Ok Control s těmito displeji. Weintek MT8071iE je dotykový displej s 7" barevným TFT LCD panelem s rozlišením 800 x 400 pixelů. Disponuje vysokou kontrastností a poměrně širokými pozorovacími úhly. MT8071iE je kompatibilní s různými typy PLC a díky tomu, že podporuje protokol Modbus TCP/RTU a Ethernet/IP lze být propojen i s řídicím systémem firmy Wago. Weintek podporuje různé grafické funkce, trendové diagramy, historické záznamy nebo alarmy, které jsou využívány pro chod odstředivky. Díky slotu pro paměťovou kartu, je možné vložit disk pro ukládání projektů nebo historických dat. Vývojové prostředí pro programování aplikací regulátorů podle mezinárodní průmyslové normy IEC 61131-3. Programovací prostředí poskytuje 5 základních programovacích jazyků pro programování aplikací:

- IL (seznam instrukcí) je programovací jazyk podobný assembleru
- ST (strukturovaný text) je podobný programování jako v programech Pascal nebo C++
- LD (ladder diagram) umožňuje programátorovi virtuálně kombinovat kontakty relé a cívky,
- FBD (funkční blokový diagram) umožňuje uživateli rychle programovat jak booleanové, tak analogové výrazy,
- SFD (sekvenční funkční chart) je vhodný pro programování sekvenčních procesů
- CFC (pokračující funkční chart) je druh volně dostupného editoru FBD.

V programu Easybuilder PRO je integrován editor, který pomáhá uživateli vytvářet komplexní vizualizaci masky přímo v programovacímu systému a animovat je na základě aplikačních proměnných. Pro zjednodušení postupu jsou k dispozici integrované vizualizační prvky. Volitelná sada nástrojů umožňuje uživateli vytvářet vlastní vizualizační prvky. Vytvořené masky jsou mimo jiné využívány pro aplikační testy a uvádění do provozu při online provozu programovacího systému. S volitelnými vizualizačními klienty lze vytvořené masky použít také k ovládní stroje nebo zařízení, např. na řídicích jednotkách s integrovaným displejem.



Jednotlivé strany grafického terminálu

Níže jsou popsány jednotlivé strany grafického terminálu. Pro správný chod celé odstředivky bylo vytvořeno 5 základních stran. Na každé straně se nachází různé funkce nebo grafy odstředivky. Nejvíce používanou a zároveň hlavní stranou je strana s názvem „přehled odstředivky“. Na této straně se nachází možnosti pro ovládání odstředivky. V levé části lze vidět pole Zvedací válec, kde se nachází stav pneumatického válce v polohách zasunut a vysunut. Ve stejném poli se nachází, tako možnost volby režimu. Režim obsahuje možnost volby mezi ručním vysouváním a zasouváním válce a potom režimu automat. V režimu automat se válec automaticky vysouvuje podle vstupních informací z akcelerometru v případě, že je třeba vytlačit odstředěný materiál z bubnu válce. V poli Pohon bubnu se nachází informace o stavu bubnu (Vypnuto, Zapnuto) poté žádané otáčky [%], aktuální proud asynchronního motoru a také možnost puštění bubnu v ručním režimu (Vypnuto, Zapnuto). Režim automat je obdobný jako v minulém případě a to, že se rychlost otáčení bubnu reguluje podle informací z akcelerometru v závislosti na velikosti vibrací. Funkce Ruční otáčky je další možnost manuálního nastavení otáček bubnu.

Pole Akcelerometr zobrazuje zrychlení jednotlivých os v reálném čase. Také zobrazuje reálné a žádané zrychlení podle požadavků zákazníka. V neposlední řadě na této stránce můžeme vidět dvě kolonky pro hlášky určené obsluze. První hláška ukazuje, co právě odstředivka dělá a v jakém je stavu. Druhá ukazuje, zda je odstředivka připravena ke zpuštění a v případě, že není, zobrazí, co je třeba udělat pro její korektní spuštění. Jednou z těchto hlášek může být například, ať obsluha provede zavření víka zařízení.

Strana Přehled obrazovky:



Další stránkou je stránka Parametry odstředivky. Lze zde manuálně nastavit základní parametry odstředivky pro její chod. Mezi tyto parametry je nastavené zrychlení, časový interval vysouvání válce a časové zpoždění válce v horní poloze. Tato stránka byla implementovaná pro pohodlnější začlenění celé soustavy do výrobního procesu. V případě potřeby obsluha sama může měnit základní vlastnosti chodu odstředivky a není třeba zásahu programátora.

Parametry odstředivky

Nastavené vyšší zrychlení: 0 m/s²

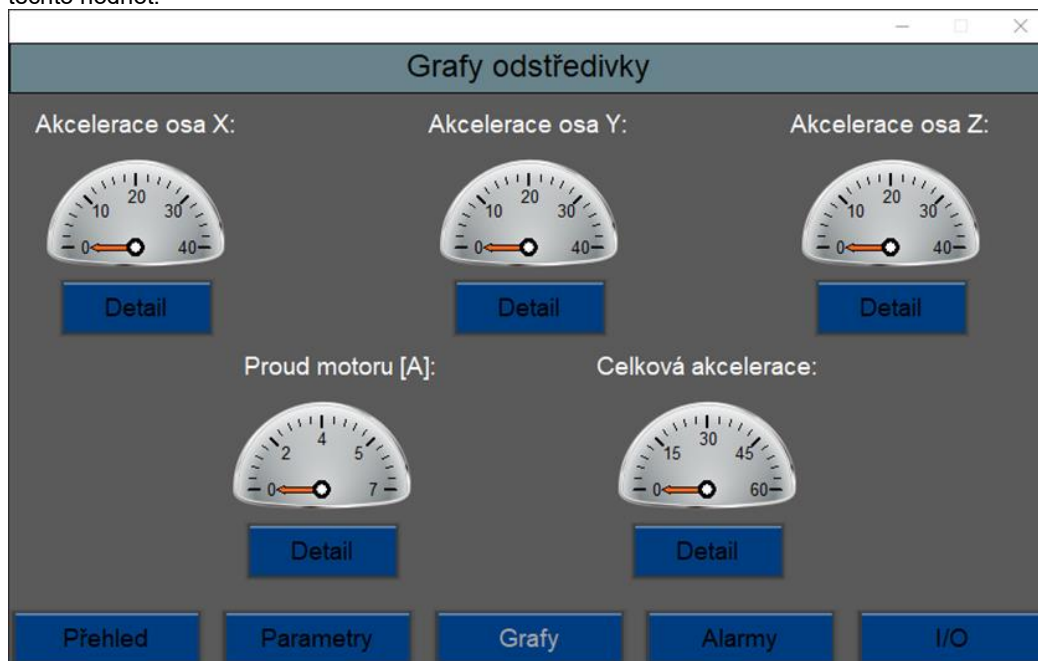
Nastavené nižší zrychlení: 0 m/s²

Nastavený interval vysouvání válce: 0 sek

Nastavené zpoždění válce v horní poloze: 0 sek

Přehled Parametry Grafy Alarmy I/O

Stránka pod názvem Grafy odstředivky obsahuje přehled akcelerace a míru vibrací jednotlivých os akcelerometru, celkovou akceleraci a proud motoru. Každá tato hodnota má svůj digitální budík, na kterém se ukazuje aktuální hodnota. V případě, že chce uživatel vidět grafické zobrazení hodnot v čase je možno pomocí tlačítka detail rozkliknout dodatečný graf pro každou z těchto hodnot.



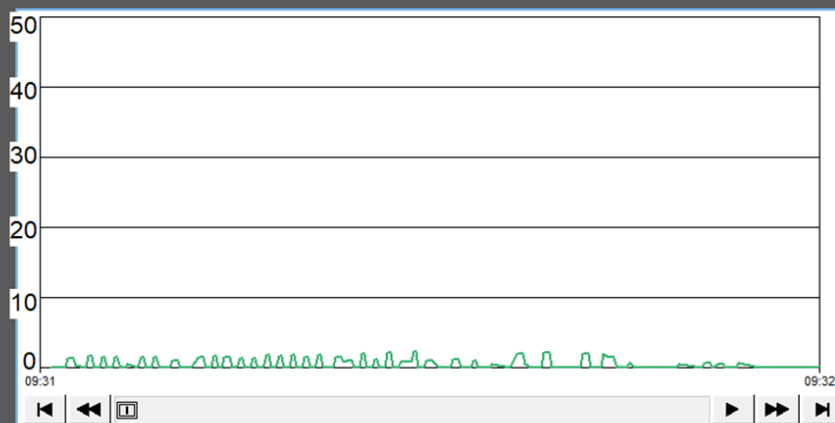


Celkové zrychlení [m/s²]



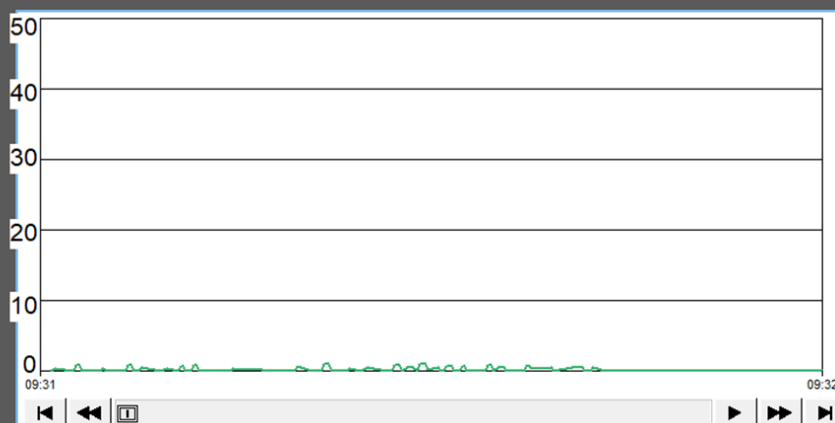
Zpět

Akcelerace osa X [m/s²]

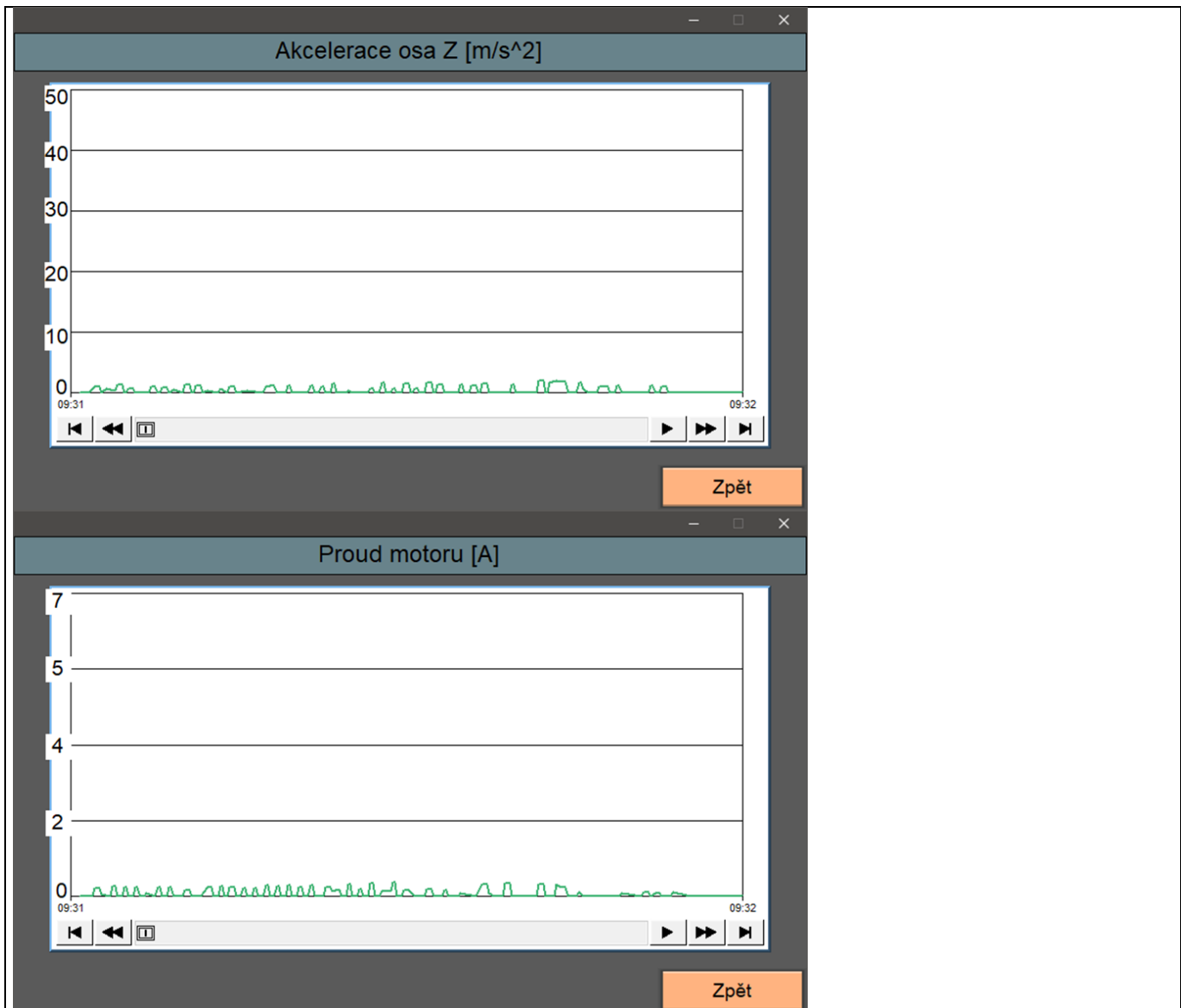


Zpět

Akcelerace osa Y [m/s²]



Zpět



Stránka Alarmy disponuje přehledem aktuálních i historický alarmů odstředivky. V reálném čase se zde zobrazují aktuální stavy zařízení s datem a časem zapsání. Po odstranění závady je možné tyto alarmy vymazat pomocí tlačítka kvitace.

The screenshot shows a window titled "Přehled alarmů". At the top, there is a table with the following data:

24/01/23	15:45:17	Není nahozen bezp. okruh - zmáčknout reset
----------	----------	--

To the right of the table is a "Historie" button. Below the table is a scrollable area. At the bottom right, there is an orange "Kvitace" button. At the very bottom, there is a navigation bar with buttons for "Přehled", "Parametry", "Grafy", "Alarmy", and "I/O".



Historie alarmů

Výběr dne:

Zpět

Přehled vstupů a výstupů je stránka, kde jsou vypsané všechny periferie zařízení a jejich aktuální hodnoty nebo stavy ve kterých se nacházejí. Jedná se digitální vstupy, digitální výstupy a analogové vstupy.

Přehled vstupů a výstupů

Digitální vstupy:

- Zamklý zámek: Ne
- Bezpečnostní napětí: Ne
- Indukční snímač válce - horní: Ne
- Indukční snímač válce - dolní: Ne

Analogové vstupy:

- Analogový vstup 1: 0.0 V
- Analogový vstup 2: 0.0 V
- Analogový vstup 3: 0.0 V

Digitální výstupy:

- Zamknout zámek: Ne
- Houkačka: Ne
- Maják - barva 1: Ne
- Maják - barva 2: Ne
- Maják - barva 3: Ne
- Zasunout válec: Ne
- Vysunout válec: Ne

Přehled Parametry Grafy Alarmy I/O



Další přidanou stránkou pro zajištění prodloužení životnosti celého zařízení je stránka, na které lze přidat přehled motohodin. Zde lze podle požadavků zákazníka nastavit odpočet/timer jednotlivých komponentů odstředivky. V případě, že stav vyprší, nebo naopak nabude na požadované hodnotě, odstředivka bude vyžadovat servis daného komponentu.

Přehled motohodin

Pohon bubnu
0 hod
Reset

Není třeba servisu

Servis 1 (1/100h): Text servisu 1 Bylo provedeno

Servis 2 (1/200h): Text servisu 2 Bylo provedeno

Servis 3 (1/300h): Text servisu 3 Bylo provedeno

Servis 4 (1/400h): Text servisu 4 Bylo provedeno

Přehled Parametry Grafy Alarmy I/O

Předposlední stránkou je stránka zobrazující aktuální stavy linky. Zde je vidět stav Modbus komunikace s PLC a linky. Zda je zařízení v poruše nebo zda je v chodu. Můžeme zde také vyexportovat data na úložiště, které jsme vložili do ovládacího terminálu.

Přehled linky

Modbus TCP/IP

Stav modbus komunikace PLC: ●
Stav modbus komunikace linky: ●

Linka je bez poruch a připravena k provozu

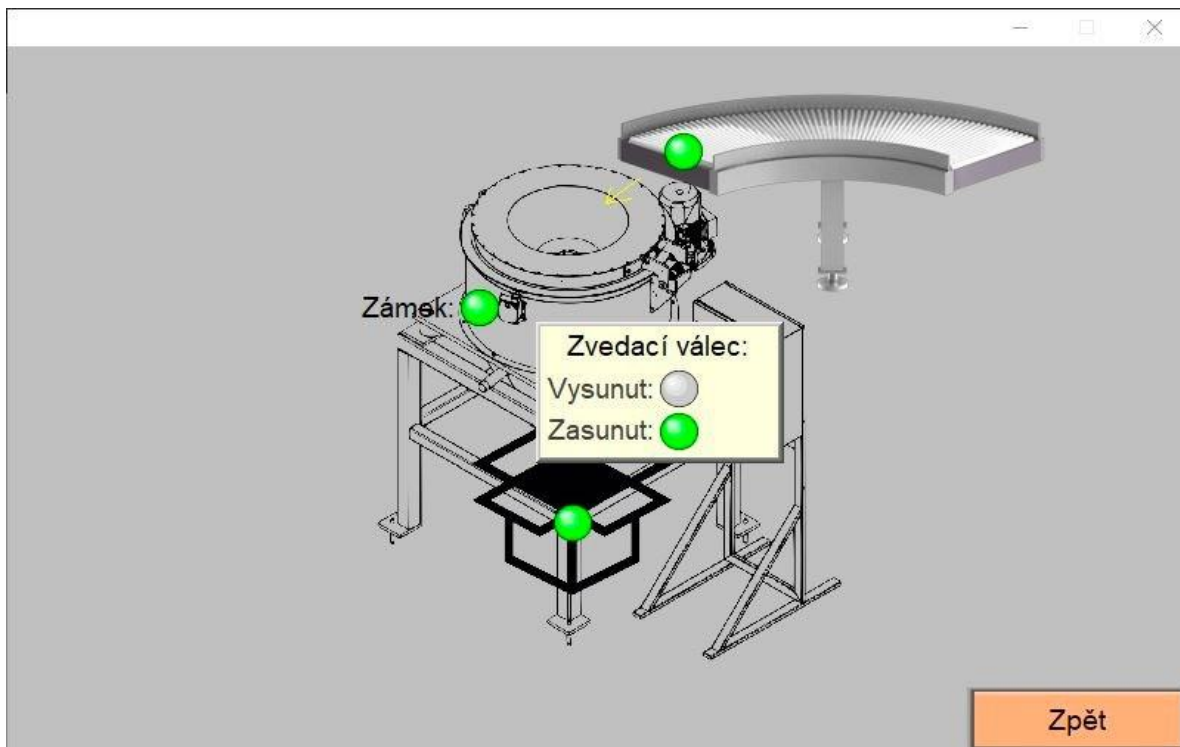
Přehled linky:
Porucha: ●
Chod: ●

Export dat na úložiště:

Přehled Parametry Grafy Alarmy I/O



Poslední stránka je věnována přehledu stavu odstředivky zakomponované už do průmyslové výroby. Jsou zde zobrazeny stavy dopravníku, který je určen pro vsypávání materiálu do bubnu zařízení. Poté se zde nachází signalizace stavu bezpečnostního zámku, polohy zvedacího válce a kontrola, zda je přítomná nádoba pro odstředěný materiál



SOFTWARE Odstředivky

Princip fungování odstředivky funguje na bázi kontinuálního vsypávání materiálu do bubnu odstředivky a jeho následném oddělení oleje od materiálu. Proto, aby toto mohlo fungovat je vedle správné konstrukce i funkční program.

Základní popis programu je následující. V případě, že jsou splněné všechny podmínky (např. zavřené víko zařízení) čeká se na povel zapnutí nebo na automatický cyklus. Obsluha zapne automatický cyklus pomocí tlačítka START na hlavní stránce ovládacího terminálu. Při kontinuálním vsypávání materiálu začne zrychlovat otáčení bubnu. V případě velkých vibrací se otáčky bubnu mění za účelem správného rozložení materiálu. Až se ustálí vibrace, začne se počítat čas pro výsuv válce za účelem přepadávání odstředěného materiálu. V případě výsuvu válce dojde i ke zpomalení otáčení bubnu, aby nedošlo k poškození vnitřní části válce (síta). Po výsuvu válce a vyčkání v daném časovém intervalu opět dochází ke zvednutí otáček bubnu a následně zasunutí válce do původní polohy. Tento celý cyklus se opakuje, dokud nedojde k odstředění požadovaného množství materiálu a obsluha nezmáčkne tlačítko STOP na hlavní stránce dotykového terminálu.

```
CASE gvl.krok OF
  //Neni aktivni automaticky cyklus. Cekame na povel zapnuti, kdyz jsou splneny podmínky
  0: IF gvl.TL_Start AND gvl.podminky_pro_start THEN gvl.krok := 1; END_IF

  //Zacil automaticky cyklus - vyckam, az je zavreno viko.
  1: IF io.DI_bezpecnostni_zamek THEN gvl.krok := 2; END_IF

  //Najizdim otacky valce
  2: IF (gvl.celkove_zrychleni >= pv.nastavene_vyssi_zrychleni) THEN gvl.krok := 3; END_IF

  //Dosahl jsem vyssi otacky. Zacnu pocitat cas, abych vyhodnotil, ze uz je treba vysunout valec
  3: IF pv.cas_sekv_aktual > pv.interval_valce THEN gvl.krok := 4; END_IF

  //Dobehl interval pro zdvih valce, nyní dojde ke zpomalení otacek
  4: IF gvl.celkove_zrychleni < pv.nastavene_nizsi_zrychleni THEN gvl.krok := 5; END_IF

  //Doslo ke zvednutí valce, cekam urcitou dobu s valcem ve vyssi poloze
  5: IF pv.cas_sekv_aktual >= pv.zpozdeni_horni_poloza THEN gvl.krok := 6; END_IF

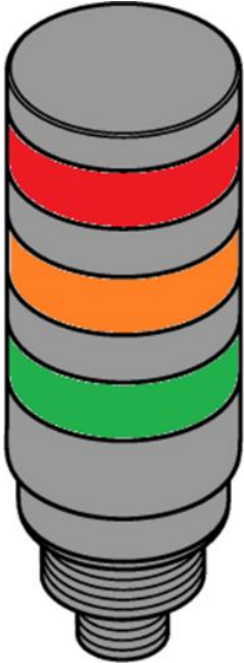
  //Ubehlo zpozdeni se zvednutym valcem, nyní dojde k opetovnému zvýšení otacek bubnu na nastavene
  6: IF gvl.celkove_zrychleni >= pv.nastavene_vyssi_zrychleni THEN gvl.krok := 7; END_IF

  //Jakmile sjel valec do spodni polohy, tak opet zacina pocitani intervalu na valec
  7: IF io.DI_IS_buben_dolni THEN gvl.krok := 2; END_IF
END_CASE
```



Pro lepší orientaci stavu celého zařízení je na rozvaděči instalován signalizační maják. Tento maják zastává funkci zpětné vazby pro obsluhu. Signalizační maják má tři světla pro signalizaci tří fází, ve které se celé zařízení může nacházet:

- Červená barva – na zařízení je aktivní některá z poruch,
- Zelená barva – zařízení je zapnuté a je spuštěný program pro odstředování,
- Oranžová barva – zařízení je bez poruchy a není zapnutý automatický cyklus.

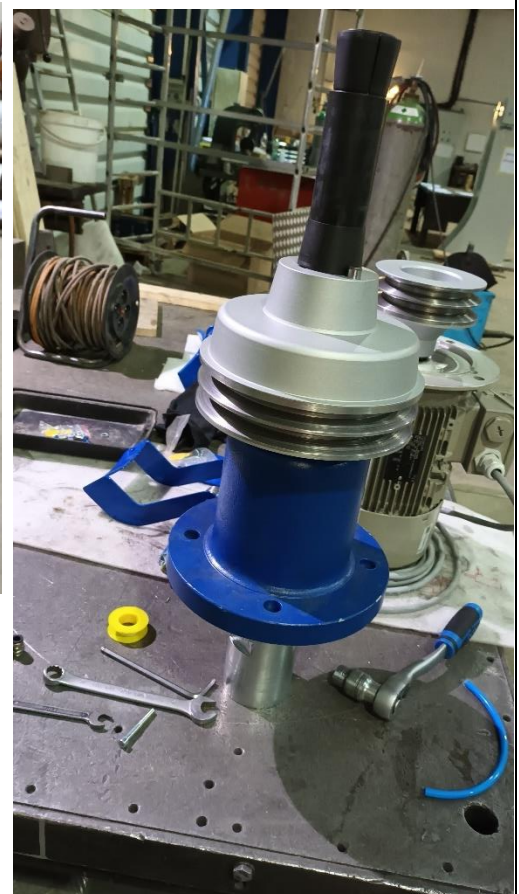


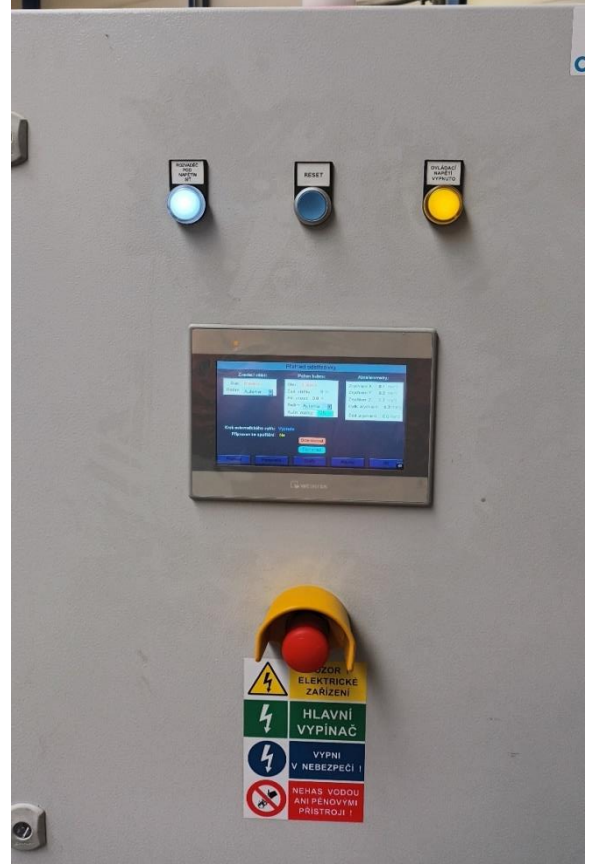
Sestavení a montáž probíhala pod dohledem konstrukčního oddělení, které operativně řešilo nastalé problémy a konstruktéři průběžně prováděli úpravu výkresové i technologické dokumentace, tak aby další výroba byla bezproblémová, případně jednodušší. Po celkovém sestavení probíhaly dílenské zkoušky a testování jednotlivých okruhů.





Po dílenských zkouškách se provedly ještě některé konstrukční úpravy, proběhla částečná demontáž a povrchová úprava všech dílů.





Přehled odstředivky

Zvedací válec:	Pohon bubnu:	Akcelerometry:
Stav: Blokace	Stav: Blokace	Zrychlení X: 0.1 m/s ²
Režim: Automat	Žád. otáčky: 0 %	Zrychlení Y: 0.2 m/s ²
	Akt. proud: 0.0 A	Zrychlení Z: 0.2 m/s ²
	Režim: Automat	Celk. zrychlení: 0.3 m/s ²
	Ruční otáčky: 25 %	Žád. zrychlení: 0.0 m/s ²

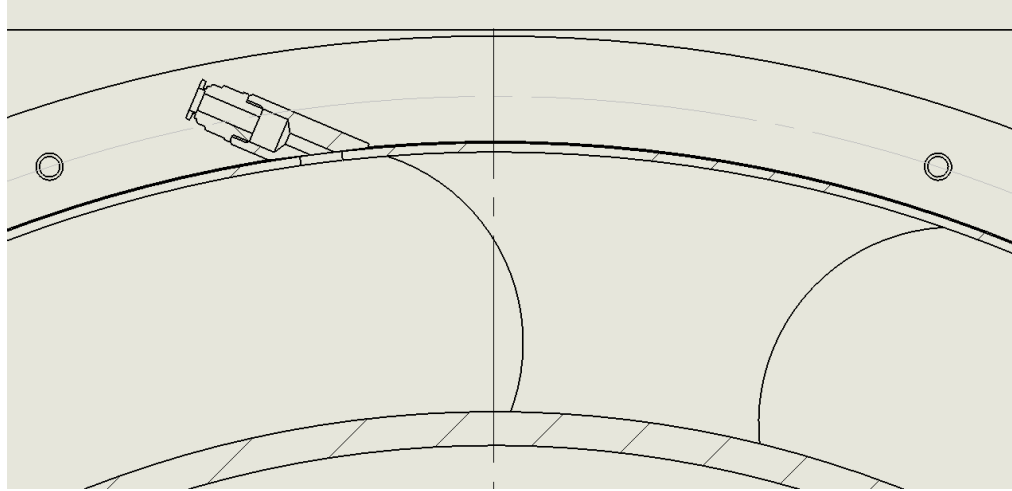
Krok automatického cyklu: **Vypnuto**
Připraven ke spuštění: **Ne**

Odemknout
Zamknout

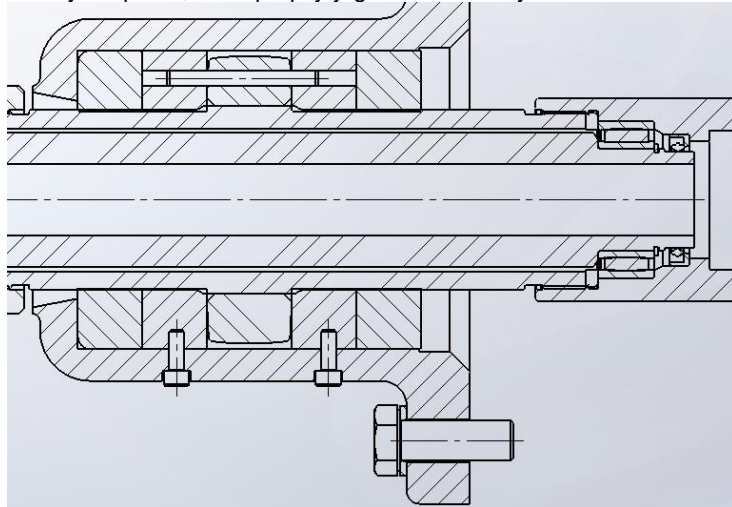


Po finalizaci montáže se přistoupilo na provozní zkoušky, které byly úspěšně provedeny. Opět se zde aktivně zapojili konstruktéři mechanických částí tak i od spolupříjemce co se týče elektrořízení. Mezi ostatními drobnými zásahy se řešily v průběhu dílenských a provozních zkoušek například tyto závady:

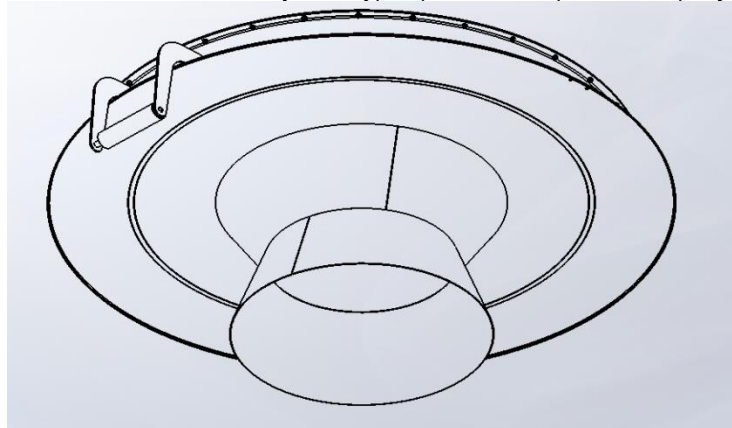
- Bylo doplněno ofukování tlakovým vzduchem prostoru mezi vnitřním a vnějším pláštěm v místech kde se pravděpodobně bude odštěďovaný materiál hromadit, celkem se jedná o 4 trysky, vnitřní průměr hadic je 6 mm. Ovládání ofuku je zatím ručně kohoutem, do budoucna je možné doplnit 2 – cestný solenoidní ventil řízený programem stroje.



- Během prvních zkoušek, bylo zjištěno, že trubka náhonu má snahu natáčet se v gumových silenblocích na tělese náhonu. To by nebylo na závadu, ale zde je na trubce přes spodní matici upevněn pneumatický válec zvedání dna bubnu. Natáčení trubky by znamenalo utržení připojených pneumatických hadic a kabelů. Do sestavy náhonu byly doplněny kolík a šrouby s čípkem, které propojují gumové kroužky s trubkou a tělesem náhonu a zamezují tomuto natáčení.

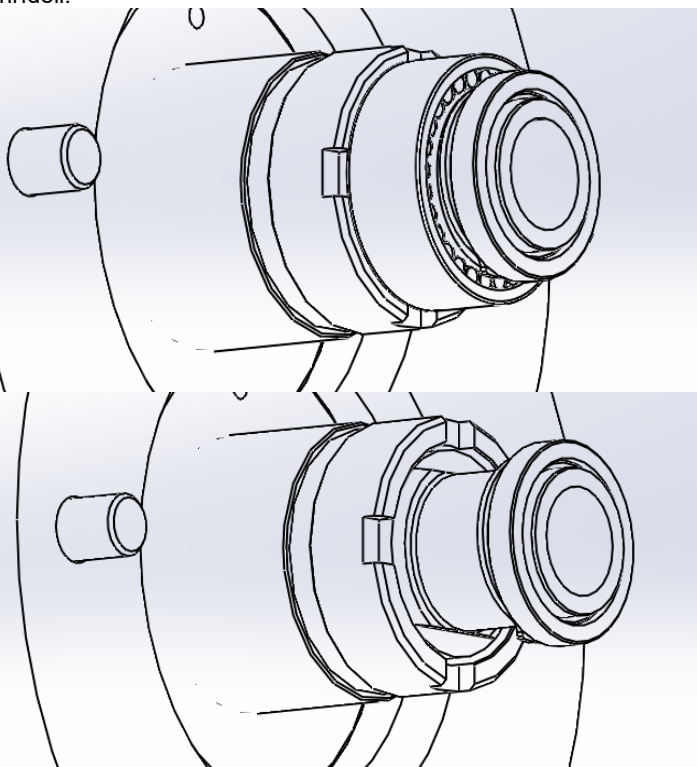


- Během zkoušek vzniklo podezření, že kuželová část zvedacího dna rotujícího bubnu odmršťuje kontinuálně dodávaný materiál (konkrétně mosazné třísky, které jsou drobné a tenké) na stěnu horního pláště, kde se hromadí a znemožňuje postupné vytlačování materiálu k hornímu okraji bubnu a přepadávání přes něj. Pro usměrnění materiálu dolů k obvodu zvedacího talíře byl k násypce přidán kužel přibližně kopírující tvar zvedacího talíře.

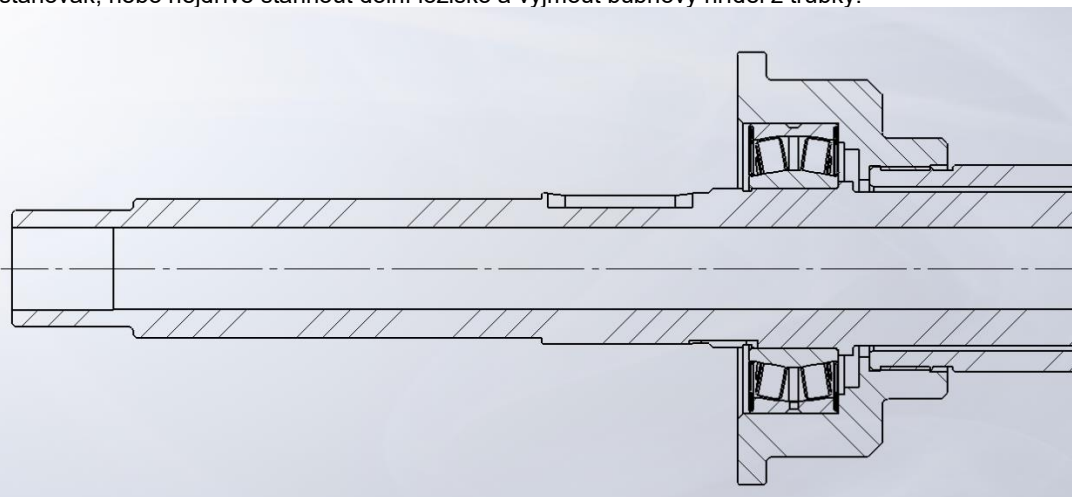




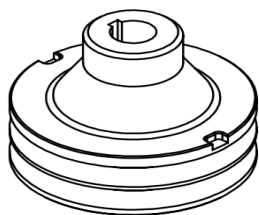
Při demontáži náhonu nelze spodní válečkové naklápěcí ložisko typu CARB stahovat s čepu tahem za vnější kroužek. Po demontáži před nastříkáním barvou byly pro usnadnění případné další demontáže doplněny výřezy v trubce a bubnovém hřídeli.



- Ke stažení horního soudečkového ložiska náhonu s bubnového hřídele (spolu s tělesem ložiska) je potřeba speciální stahovák, nebo nejdříve stáhnout dolní ložisko a vyjmout bubnový hřídel z trubky.

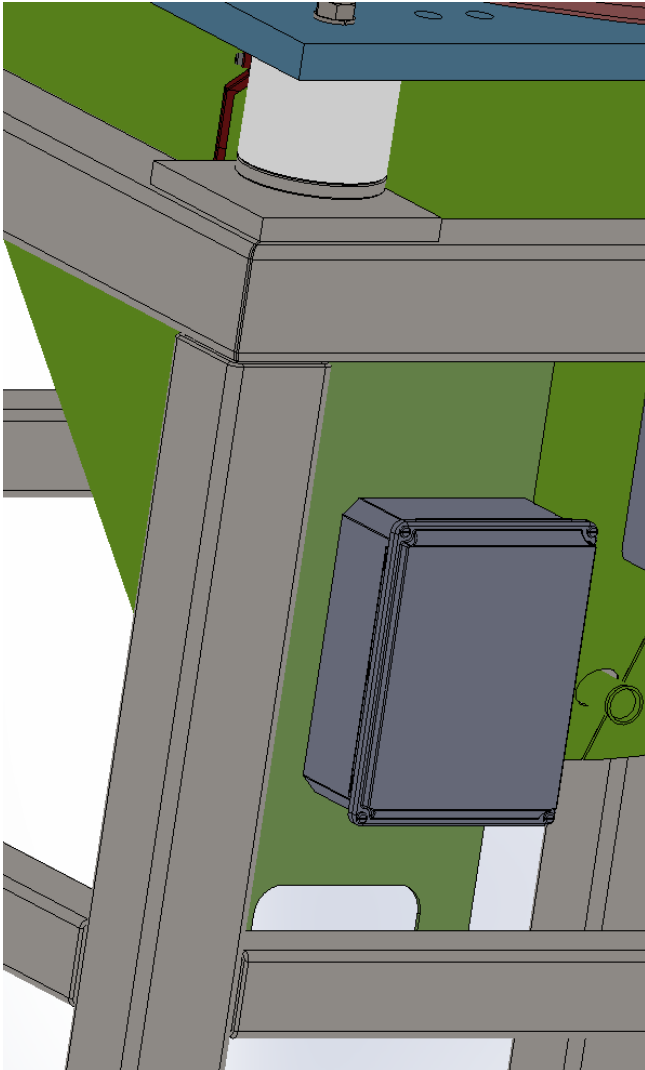


- Obtížné povolování a utahování šroubu řemenice motoru. Do řemenice byly doplněny zářezy pro hákový klíč, aby bylo možno zajistit proti otáčení při dotahování, případně povolování.





- Elektrorozvod: elektrické kabely a vzduchové hadice k pneumatickému válci natažené mezi rozvaděčem a vlastním strojem jsou svedené do krabice umístěné na stojanu odstředivky pod základní deskou, aby se nemuseli jednotlivé pneumatické hadice a kabely natahat až k hlavnímu rozvaděči, což by mohl být problém při potřebě přemístit rozvaděč na jiné místo.

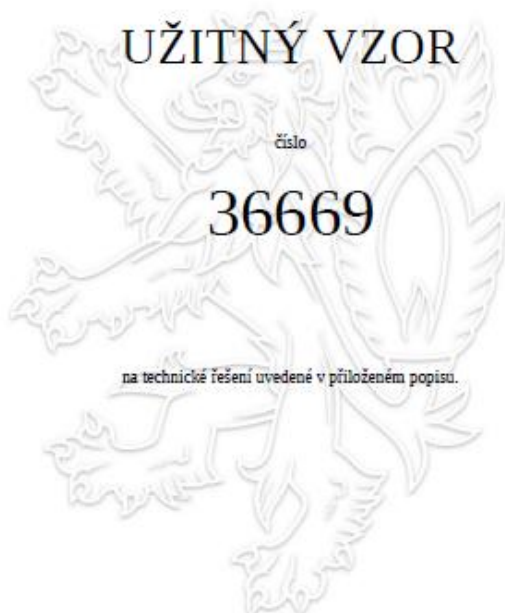


Veškeré změny byly zaneseny do výkresové a technologické dokumentace. Především byl kladen důraz na výběr vhodných komponentů pro správné fungování celé soustavy. Byly zde zohledněny parametry, jako je spolehlivost, cenová dostupnost a možná budoucí rozšíření a vylepšení celé soustavy. Mezi tyto vylepšení mohou patřit požadavky zákazníka, které se mohou vztahovat například na automatické zvedání víka, vyhřívání víka, rozšířené zabezpečení stroje a přidání různých snímačů pro kontrolu různých parametrů celého stroje, případně prořízení z centrálního velína, při začlenění odstředivky do kompletní linky. Projekt v této podobě disponuje celou řadou pozitivních dopadů pro společnost, mezi které patří například rozšíření portfolia schopností, oslovení nových klientů, posílení konkurenceschopnosti, posilování technologického know – how a naplnění inovační a podnikatelské strategie. Podobnou odstředivku nevyrobí v republice žádná jiná firma a parametrově můžeme konkurovat zahraniční produkci např. Rousselet-Robatel, Perkute, Carl Padberg a další, které se ale pohybují v jiných cenových relacích. V prosinci 2022 provedla fa. TŮV AUSTRIA CZECH spol. s r.o., jako nezávislý inspekční a certifikační orgán, inspekční činnost a potřebná měření na shodu kontinuální odstředivky, měření hluku, elektrickou revizi. Byla vypracovaná inspekční zpráva a závěrečný protokol. Firma STROJÍRNA BENC s.r.o. zažádala o ochranu technického řešení užitným vzorem na úřadě průmyslového vlastnictví pod pořadovým číslem D22100382, přihlášky PUV 2022-40509 ze dne 22. 11. 2022. Tento užitný vzor byl schválen dne 6. 12. 2022 pod číslem užitného vzoru 36669.



Úřad průmyslového vlastnictví

zapsal podle § 11 odst. 1 zákona č. 478/1992 Sb., v platném znění, do rejstříku



V Praze dne: 06.12.2022

Za správnost:

Jiří Voráček
oddělení rejstříků

Úřad průmyslového vlastnictví v zápisném řízení nezjiřuje, zda předněk užitného vzoru splňuje podmínky způsobilosti k ochraně podle § 1 zák. č. 478/1992 Sb.

Přínos projektu pro Příjemce podpory:

S ohledem na dlouhodobou rozvojovou strategii je úspěšná realizace tohoto projektu klíčovým milníkem. Výstup projektu bude zařazen do výrobního portfolia firmy. Společnost má dostatek vlastních zdrojů pro zahájení příslušné výroby. Podobnou odstředivku nevyrábí v republice žádná jiná firma a parametrově můžeme konkurovat zahraniční produkci, která se ale pohybuje v jiných cenových relacích.

Shrnutí dalšího postupu pro uplatnění výstupů v praxi:

Výstupy projektu budou prezentovány obchodním oddělením, ale také na vlastním webovém portále společnosti www.strojirnabenc.cz. Zároveň bude vytvořena propagační marketingová brožura k nové generaci odstředivky, která bude sloužit pro prezentaci produktu. Součástí marketingové strategie firmy je také významná snaha o pronikání na nové trhy, zejména trhy strojního obrábění. Předpokládá se pokračující spolupráce OK Control s.r.o. tento projekt potvrdil oboustrannou výhodnost vztahu. Obousměrný tok informací vede firmu ke kultivaci stylu práce při řešení výzkumných a vývojových projektů. Výhodou zhotovení prototypu je i možnost nadále pokračovat v dalším ověřování pro různé druhy třísek a produktů z galvanického pokovování, jak vylepšit stanovené parametry a stálost navržených technologických materiálů použitých při vlastní výrobě kontinuální odstředivky.

Identifikace finálních uživatelů v projektu:

Výhradním vlastníkem užitného vzoru a prototypu zmáselňovače je firma Strojírna Benc s. r.o., zároveň je také výhradním vlastníkem duševního vlastnictví, které bylo výstupem spolupráce externích partnerů. Rozdělení práv duševního vlastnictví mezi účastníky Strojírna Benc s.r.o. a OK Control s.r.o., upravuje smlouva o spolupráci na řešení projektu.

KALKULACE ZPŮSOBILÝCH VÝDAJŮ, VČETNĚ KATEGORIZACE ROZPOČTOVÝCH POLOŽEK A PROCENTÁLNÍ ROZDĚLENÍ PV A EV



NÁZEV ROZPOČTOVÉ POLOŽKY	ETAPA 1 PV CELKEM V KČ	ETAPA 1 EV CELKEM V KČ	ETAPA 1 CELKEM KČ	ETAPA 1 PV%	ETAPA 1 EV%
Náklady na smluvní výzkum a konzultační služby			0.00		
Mzdy a pojistné	758 159.00	718 045.00	1 476 204.00	51.36	48.64
Materiál			0.00		
Ostatní režie			0.00		
Odpisy			0.00		
CELKEM	758 159.00	718 045.00	1 476 204.00	51.36	48.64

NÁZEV ROZPOČTOVÉ POLOŽKY	ETAPA 2 PV CELKEM V KČ	ETAPA 2 EV CELKEM V KČ	ETAPA 2 CELKEM KČ	ETAPA 2 PV%	ETAPA 2 EV%
Náklady na smluvní výzkum a konzultační služby			0.00		
Mzdy a pojistné	1 087 645.00	908 346.00	1 995 991.00	54.49	45.51
Materiál			0.00		
Ostatní režie			0.00		
Odpisy			0.00		
CELKEM	1 087 645.00	908 346.00	1 995 991.00	54.49	45.51

NÁZEV ROZPOČTOVÉ POLOŽKY	ETAPA 3 PV CELKEM V KČ	ETAPA 3 EV CELKEM V KČ	ETAPA 3 CELKEM KČ	ETAPA 3 PV%	ETAPA 3 EV%
Náklady na smluvní výzkum a konzultační služby			0.00		
Mzdy a pojistné	788 112.00	934 143.00	1 722 255.00	45.76	54.24
Materiál	126 125.62	78 265.71	204 391.33	61.71	38.29
Ostatní režie			0.00		
Odpisy			0.00		
CELKEM	914 237.62	1 012 408.71	1 926 646.33	47.45	52.55

NÁZEV ROZPOČTOVÉ POLOŽKY	ETAPA 4 PV CELKEM V KČ	ETAPA 4 EV CELKEM V KČ	ETAPA 4 CELKEM KČ	ETAPA 4 PV%	ETAPA 4 EV%
Náklady na smluvní výzkum a konzultační služby			0.00		
Mzdy a pojistné	1 509 084.00	1 501 364.00	3 010 448.00	50.13	49.87
Materiál		47 609.34	47 609.34	0	100
Ostatní režie	95 286.00	383 404.00	478 690.00	19.91	80.09
Odpisy			0.00		
CELKEM	1 604 370.00	1 932 377.34	3 536 747.34	45.36	54.64



NÁZEV ROZPOČTOVÉ POLOŽKY	PROJEKT PV CELKEM V KČ	PROJEKT EV CELKEM V KČ	PROJEKT CELKEM KČ	PROJEKT PV%	PROJEKT EV%
Náklady na smluvní výzkum a konzultační služby	0.00	0.00	0.00		
Mzdy a pojistné	4 143 000.00	4 061 898.00	8 204 898.00	50.49	49.51
Materiál	126 125.62	125 875.05	252 000.67	50.05	49.95
Ostatní režie	95 286.00	383 404.00	478 690.00	19.91	80.09
Odpisy	0.00	0.00	0.00		
CELKEM	4 364 411.62	4 571 177.05	8 935 588.67	48.84	51.16

V etapě 1 – 3 jsou skutečné schválené náklady, ve 4 etapě jsou skutečné požadované náklady.

V Ždírci nad Doubravou Datum: 15.2.2022

Vypracoval: Milan Brabec

Podpis:.....

Schválil: František Benc

Podpis:.....