

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N 2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2303T004 Strojírenská technologie - technologie
obrábění

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Zvýšení produkce výrobního procesu dávkovacích stanic

Autor: **Bc. Matěj HÁJEK**

Vedoucí práce: **Doc. Ing. VLADIMÍR DUCHEK, Ph.D.**

Akademický rok 2017/2018

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Matěj HÁJEK**

Osobní číslo: **S15N0015K**

Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**

Studijní obor: **Strojírenská technologie - technologie obrábění**

Název tématu: **Zvýšení produkce výrobního procesu dávkovacích stanic**

Zadávací katedra: **Katedra technologie obrábění**

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

1. Úvod
2. Představení firmy ProMinent Systems spol. s r. o.
3. Představení výrobního programu - popis produktů výrobního procesu
4. Analýza stávajícího stavu výrobního procesu
5. Návrh a výpočty nového (zvýšeného) stavu výrobního procesu
6. Technické a ekonomické zhodnocení navrženého procesu
7. Závěr

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah kvalifikační práce: **50 - 70 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:


- **Interní dokumenty firmy ProMinent Systems spol. s r. o.**
- **Přednášky z předmětu Projektování výrobních procesů**
- **Přednášky z předmětu Projektování manipulace s materiálem**
- **Přednášky z předmětu Technologie montáže**
- **Přednášky z předmětu Teorie obrábění**

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Vladimír Duchek, Ph.D.**
Úsek prorektora pro rozvoj a vnější vztahy
Konzultant diplomové práce: **Ing. Pavel Bednář**
ProMinent Systems spol. s r.o.

Datum zadání diplomové práce: **16. října 2017**
Termín odevzdání diplomové práce: **21. května 2018**



Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan



Doc. Ing. Jan Řehoř, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 18. října 2017

Prohlášení o autorství

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

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

V Plzni dne:

.....

podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat mému vedoucímu práce Doc. Ing. Vladimíru Duchkovi, Ph.D. za jeho odborné rady, podporu a vstřícnost při psaní této práce. Dále bych chtěl taktéž poděkovat Ing. Pavlu Bednářovi jako konzultantu ze společnosti ProMinent Systems spol. s r. o.

Matěj Hájek

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ (BAKALÁŘSKÉ) PRÁCE

AUTOR	Příjmení Hájek	Jméno Matěj		
STUDIJNÍ OBOR	N2301 „Strojírenská technologie – technologie obrábění“			
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Duchek, Ph.D.	Jméno Vladimír		
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - KTO			
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte	
NÁZEV PRÁCE	Zvýšení produkce výrobního procesu dávkovacích stanic			

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KTO	ROK ODEVZD.	2018
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	72	TEXTOVÁ ČÁST	56	GRAFICKÁ ČÁST	16
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Diplomová práce obsahuje analýzu současného stavu výrobního procesu dávkovacích stanic DULCODOS® panel ve firmě ProMinent Systems spol. s r.o. Popis jednotlivých produktů, dávkovací stanice, protitlakový ventil, tlumič pulzací a kalibrační válec. Návrh a výpočty nového (zvýšeného) stavu výrobního procesu.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	výrobní proces, dávkovací stanice, montáž, výrobní kapacita, obrábění, schéma výrobního střediska

SUMMARY OF DIPLOMA (BACHELOR) SHEET

AUTHOR	Surname Hájek	Name Matěj	
FIELD OF STUDY	N2301 „Manufacturing Processes – Technology of Metal Cutting“		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Duchek, Ph.D.	Name Vladimír	
INSTITUTION	ZČU - FST - KTO		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Increase in production process of dosing stations		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Technology of Metal Cutting	SUBMITTED IN	2018
----------------	------------------------	-------------------	-----------------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	72	TEXT PART	56	GRAPHICAL PART	16
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	My thesis contains the current state analysis of production process of DULCODOS ® panel company dosing stations in the ProMinent Systems Ltd.. Description of separate products, dosing stations, back-pressure valve, suspensor of pulsations and calibration cylinder. Proposal and calculations of new (increased) state of production process.
KEY WORDS	Production proces, dosing stations, assembly, production capacity, machining, organisation chart of the production center

Obsah

1	Úvod	4
2	Představení společnosti ProMinent Systems spol. s r. o.....	5
3	Představení výrobního programu ProMinent Systems spol. s r. o.....	6
3.1	Popis produktu – Dávkovací stanice DULCODOS [®] panel.....	13
3.1.1	Představení výrobní řady DULCODOS [®] panel	17
3.2	Popis produktu – Univerzální protitlakový ventil typu DHV-U.....	20
3.2.1	Představení výrobní řady univerzálního protitlakového ventilu DHV-U	21
3.3	Popis produktu – Tlumič pulzací typu In-line	23
3.3.1	Představení výrobní řady tlumiče pulzací In-line	24
3.4	Popis produktu – Kalibrační válec	25
3.4.1	Představení výrobní řady kalibračního válce.....	26
4	Analýza stávajícího stavu výrobního procesu.....	28
4.1	Výrobní proces – Dávkovací stanice DULCODOS [®] panel.....	29
4.2	Výrobní proces – Univerzální protitlakový ventil typu DHV-U	30
4.2.1	Montáž DHV-U.....	30
4.2.2	Obrábění montážních dílců pro DHV-U	38
4.3	Výrobní proces – Tlumič pulzací typu In-line.....	39
4.3.1	Montáž In-line	39
4.3.2	Obrábění montážních dílců pro In-line.....	40
4.4	Výrobní proces – Kalibrační válec.....	40
5	Návrh a výpočty nového stavu výrobního procesu	42
5.1	Kapacitní vytížení pracovišť.....	42
5.1.1	Pracoviště montáže DULCODOS [®] panel.....	43
5.1.2	Pracoviště montáže DHV-U	44
5.1.3	Pracoviště montáže In-line	45
5.1.4	Pracoviště montáže Kalibrační válce	46
5.1.5	Pracoviště obrábění - soustruhy.....	47
5.1.6	Pracoviště obrábění - frézky	48
5.2	Montáže – nový stav výrobního procesu	50
5.3	Obrábění – nový stav výrobního procesu.....	51
5.4	Navržený proces – schéma výrobního střediska	52
6	Technické a ekonomické zhodnocení navrženého procesu	53

7	Závěr	55
8	Použité zdroje a literatura	56

Seznam použitých zkratk

WZ	Warmgas-Ziehschweißen (svařování horkým plynem s rychlotryskou)
WE	Warmgas-Extrusionsschweißen (svařování extruderem s přídavným materiálem)
PVC	Polyvinylchlorid
PE	Polyetylen
PP	Polypropylen
NC	Numerical Control
CNC	Computer Numerical Control
UV	Ultraviolet (ultrafialové světlo)
TIG	Tungsten-Inertgasschweißen (Svařování netavící se elektrodou v ochranné atmosféře interního plynu)
EPDM	Etylén-propylén-terpolymér
FPM	Fluorokaučuk
DN	Diameter Nominal (vnitřní průměr potrubí)
LCD	Liquid Crystal display (displej z tekutých krystalů)
ATEX	ATmosphères EXplosibles (prostředí s nebezpečím výbuchu)
PVDF	Polyvinylidene fluoride
HD	High density (vysoká hustota)
DHV	Druckhalteventil (tlakový ventil)
CSM	Hypalon
Obr.	Obrázek
mm	milimetr
min	minuta
ot.	otáčky
kg	kilogram

1 Úvod

V úvodní části diplomové práce se popisuje zvolené téma a důvod jeho výběru. V další části je stručně vysvětlen pojem dávkovací stanice a oblasti použití tohoto produktu. Na závěr úvodu bude zmíněn krátký popis rozčlenění práce.

Téma diplomové práce je zvoleno z toho důvodu, že několik let pracuji ve firmě ProMinent Systems spol. s r. o v Blovicích u Plzně na pozici vedoucí výroby pro dávkovací a filtrační systémy. Zde mimo jiné dohlížím na výrobu standardních dávkovacích stanic jednoduché konstrukce, které pomocí obchodních zastoupení naše firma prodává do celého světa. Při stále se zvyšující poptávce po tomto zařízení došlo na problém s nedostatečnou výrobní kapacitou pro nově navržený objem výroby. V této práci tedy provedu návrh rozšíření stávajícího výrobního procesu na nově požadovaný výrobní proces s navýšeným objemem produkce dávkovacích stanic.

Dávkovací stanice jsou zařízení na přesné dávkování různých médií vznikající na základě požadavků společnosti. Ať už se jedná o přesné dávkování biocidů a inhibitorů do chladících vod, dávkování kyselin a zásad ke stabilizaci pH, dávkování srážedel v procesu čištění odpadních vod, dávkování detergentů, cíl je vždy stejný! A to uspokojit požadavky zákazníka.

V této práci bude nejprve představena společnost ProMinent Systems spol. s r. o. Dále budou popsány vlastnosti a funkce dávkovací stanice. V další části se bude analyzovat stávající stav výrobního procesu a technologie výroby některých hlavních komponent a také samotné dávkovací stanice. Poté budou provedeny kapacitní výpočty pro nově navrhovaný výrobní proces a návrh dispozičního řešení. Na závěr bude uděláno technickoekonomické zhodnocení navrženého procesu a shrnutí naplnění tématu diplomové práce.

2 Představení společnosti ProMinent Systems spol. s r. o.

Společnost ProMinent Systems spol. s r. o. vznikla 1. dubna 1993 a od svého založení je stoprocentní dceřinou společností firemního seskupení ProMinent, jehož mateřská společnost ProMinent Dosiertechnik GmbH má sídlo v Německu v Heidelbergu. Výrobní závod má v současné době přibližně 280 vlastních zaměstnanců. ProMinent Systems spol. s r. o. je úspěšný závod s jednotlivými výrobními odděleními jako jsou výroba plastových nádrží, svařování plastů, svařování nerez oceli, moření a pasivace výrobků z nerez oceli, montážní a zkušební pracoviště, elektromontáže a konstrukce. Jedná se o certifikovaný podnik dle ISO 9001:2009 a ISO 14001:2005. Vyrábí se zde komponenty i kompletní zařízení, která jsou určena k čištění vod (např. v plaveckých bazénech nebo ve zdravotnictví) a pro úpravu odpadních vod. Mezi vyráběné produkty společnosti patří zařízení na výrobu ozónu, gravitační filtry, reverzní osmózy, dávkovací stanice, skladovací nádrže apod. [1]

Obrázek 2-1: ProMinent Systems spol. s r. o. [1]



3 Představení výrobního programu ProMinent Systems spol. s r. o.

Firma ProMinent Systems spol. s r. o. je specialista na průmyslové odvětví v oblasti úpravy vod a přesné dávkovací systémy. Vyrábí se zde různé zařízení a výroba je rozdělena dle těchto produktů na jednotlivé výrobní střediska.

Ve výrobním středisku s označením „H100“ se vyrábí především plastové výrobky, jakými jsou plastové skladovací nádrže, plastové záchytné vany, plastové kabiny pro dávkovací systémy, plastové nosné panely pro dávkovací systémy a další plastové produkty metodou svařování plastů horkým plynem rychlotryskou (WZ) a metodou svařování plastů extruderem s přídatným materiálem (WE). Výše uvedené výrobky se vyrábí nejčastěji z následujících termoplastů, mezi ně patří polyetylen (PE), polypropylen (PP), polyvinylchlorid (PVC) a další.

Jedná se o výrobní halu s plochou o rozloze 3998 m², na které jsou rozmístěny jednotlivé výrobní zařízení a výrobní pracoviště do prostorových struktur dispozičního řešení. Jelikož se jedná o prostorově náročné výrobky, je na této výrobní hale zvolena struktura s pevným pracovním místem pro více pracovišť. Výrobek od začátku montáže zůstává na jednom místě a všechny operace se provádějí na hlavní součásti. Výrobní hala má vstup na jedné straně a výstup na straně druhé, tok materiálu výrobním procesem je jednosměrný. Strojní vybavenost této haly obsahuje vertikální formátovací pily, vodní paprsek, ohýbací stroje plastových desek, svářecí stroje plastových desek, univerzální hrotový soustruh, NC frézku, pásové pily, sloupové vrtačky, svářecí stroje plastového potrubí, gravírovací stroje, mostové jeřáby.

Obrázek 3-1: Výrobní hala H100



Ve výrobním středisku „H101“ se vyrábí montážní panely pro dávkovací systémy, plastové nádrže a plastové záchytné vany o velikostech 35 litrů až 1500 litrů metodou rotačního tváření termoplastů. Rotační tváření termoplastů je moderní technologie, která používá za základní materiál plastový prášek a přetváří jej pomocí gravitace, tepla, tvaru formy a pomalého otáčení do výrobku, který je dutý, nemá vnitřní pnutí a švy, má novou pravidelnou vnitřní strukturu a tvarovou paměť. Vstupním materiálem je granulát PE materiálu různých barev, výstupním produktem je montážní panel pro dávkovací systémy, skladovací nádrž nebo záchytná vana z PE ve volitelném barevném provedení.

Jedná se o výrobní halu s plochou o rozloze 715 m², na které jsou rozmístěny výrobní zařízení a výrobní pracoviště do prostorových struktur dispozičního řešení. Je zde dále řešeno skladování granulátu a hotových výrobků. Výrobní hala má pouze jeden vstup a zároveň výstup, tok materiálu výrobním procesem je jednosměrný. Strojní vybavenost této haly obsahuje stroje na rotační tváření termoplastů, které jsou vybavené o lité formy na skladovací nádrže, záchytné vany a montážní panely, míchací stroje na granulát, mostové jeřáby.

Obrázek 3-2: Výrobní hala H101



Ve výrobním středisku „H201“ se svařují výrobky z nerezové oceli. Jedná se o zařízení na odbourávání ozónu z vody, komory pro UV zářiče, nosné rámy pro dávkovací zařízení či zařízení k úpravě vod a potrubní rozvody. Svařování nerezové oceli se zde provádí metodou TIG. Jedná se o svařování s využitím hořáku s wolframovou tavící elektrodou a použitím přídavného materiálu v podobě svařovacího drátu. Svařování probíhá v ochranné atmosféře, která je tvořena plynem argonu.

Jedná se o výrobní halu s plochou o rozloze 667 m², na které jsou rozmístěny výrobní zařízení a výrobní pracoviště do prostorových struktur dispozičního řešení. Výrobní pracoviště jsou dílensky uspořádány, čímž je zajištěn vysoký stupeň univerzálnosti svářečů a z toho vyplývající adaptabilitou ke změnám výrobního programu. Výrobní hala má pouze jeden vstup a zároveň výstup, tok materiálu výrobním procesem je jednosměrný. Strojní vybavenost této haly obsahuje svařovací stroje pro nerezové materiály, svařovací roboty, pískovací kabinu, automatický vyhrdlovací stroj, stojanové vrtačky, stojanové brusky, pásovou pilu, mostový jeřáb.

Obrázek 3-3: Výrobní hala H201



Ve výrobním středisku „H301“ se provádí výroba zařízení na výrobu ozónu, UV zařízení, elektrorozvaděčů a svorkovnic pro dávkovací systémy. Výrobní proces metodou montáže navazuje na výrobní procesy ostatních výrobních středisek společnosti a dochází zde ke kompletaci výrobků, kde jsou součástí zařízení elektroinstalační prvky. Veškeré zařízení je zde také uváděno do provozu, funkčně zkušeno na zkušebním stanovišti výstupní kontroly.

Jedná se o výrobní halu s plochou o rozloze 756 m², na které jsou rozmístěny výrobní zařízení a výrobní pracoviště do prostorových struktur dispozičního řešení. Výrobní pracoviště jsou dílensky uspořádány, na každém pracovišti dochází k elektroinstalaci na daném výrobku či mechanické instalaci daného výrobku. Výrobní hala má pouze jeden vstup a zároveň výstup, tok materiálu výrobním procesem je jednosměrný. Strojní vybavenost této haly obsahuje stroj na likvidaci ozónu, pásovou pilu, stojanovou vrtačku, kotoučovou pilu, mostové jeřáby.

Obrázek 3-4: Výrobní hala H301



Ve výrobním středisku „H401“ se vyrábějí dávkovací systémy a zařízení na úpravu vod pomocí membránové technologie. Mezi tyto produkty patří dávkovací stanice, reverzní osmózy, ultrafiltrace, chladicí zařízení a další produkty. Jedná se o projektovou výrobu dle požadavků zákazníka a specifikace projektového oddělení. Výrobní proces metodou montáže navazuje na výrobní procesy především výrobních středisek „H100“ a „H201“. Veškeré zařízení je zde také uváděno do provozu, funkčně zkušeno na zkušebním stanovišti výstupní kontroly.

Jedná se o výrobní halu s plochou o rozloze 1008 m², na které jsou rozmístěny jednotlivé výrobní zařízení a výrobní pracoviště do prostorových struktur dispozičního řešení. Jelikož se jedná o prostorově náročné výrobky, je na této výrobní hale zvolena struktura s pevným pracovním místem pro více pracovišť. Výrobek tedy od začátku montáže zůstává na jednom místě a všechny operace se provádějí na hlavní součásti. Výrobní hala má vstup na jedné straně a výstup na straně druhé, tok materiálu výrobním procesem je jednosměrný. Strojní vybavenost této haly obsahuje svařovací stroje na plastové potrubní rozvody, pásové pily, stolní vrtačku, stolní brusku, stroj na řezání závitů, stroj na řezání trubek, mostové jeřáby.

Obrázek 3-5: Výrobní hala H401



Ve výrobním středisku „H501“ dochází k povrchové úpravě výrobků z nerezové oceli pomocí moření a následné pasivace. Moření je odstranění okují a korozních prvků z povrchu oceli a její naleptání a zdrsňení povrchu pro následnou pasivaci. Pasivace je řízená tvorba ochranné vrstvy na povrchu oceli, která zabraňuje narušení povrchu oceli a vzniku koroze. Pasivace povrchu nerezové oceli se dosahuje působením chemických látek buď postřikem na prostorově náročné výrobky, nebo ponorem do lázně pro prostorově nenáročné výrobky.

Jedná se o nevýrobní halu s plochou o rozloze 561 m², na které jsou rozmístěny mořicí lázně pro moření ponorem a mořicí box pro moření postřikem. Tyto oblasti jsou z bezpečnostních důvodů odděleny dělicí stěnou. Na hale je dále sklad chemikálií, ty se používají k povrchové úpravě nerezových ocelí. Strojní vybavenost této haly obsahuje vysokotlaké čističe, mostové jeřáby.

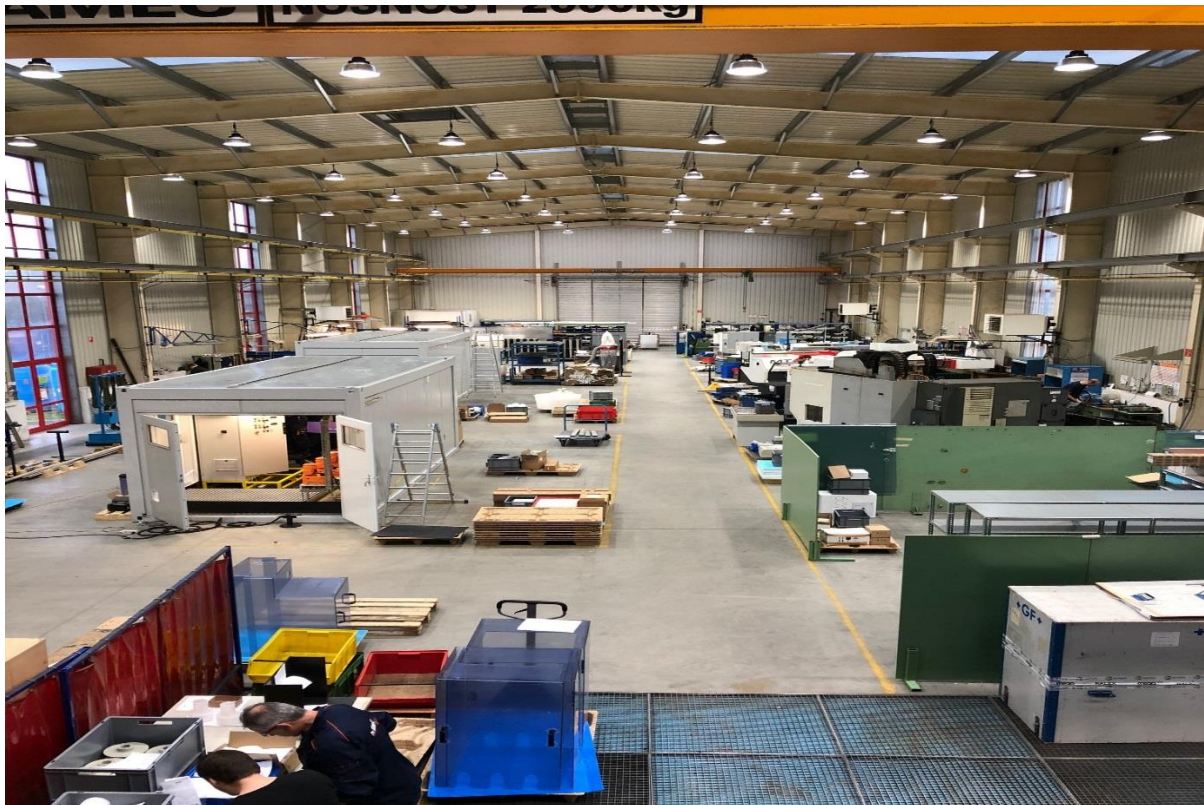
Obrázek 3-6: Výrobní hala H501



Ve výrobním středisku „H601“ se na jedné polovině výrobní plochy této haly vyrábějí dávkovací stanice DULCODOS ® panel a jiné malosériově vyráběné dávkovací systémy formou montáže. Déle montáž některých komponent pro tyto standardní dávkovací stanice, kterými jsou protitlakové ventily, tlumiče pulzací, kalibrační válce a sací sestavy. Na druhé polovině výrobní plochy jsou rozmístěny obráběcí stroje. Obrábí se zde především výrobky z nerezových ocelí a plastů pro další využití výroby ve firmě ProMinent Systems spol. s r. o., ale i výrobky pro následný prodej a export.

Jedná se o výrobní halu s plochou o rozloze 1080 m², na které jsou rozmístěny jednotlivé výrobní zařízení a výrobní pracoviště do prostorových struktur dispozičního řešení. Na straně ručních montážních systémů jsou rozmístěny pracoviště podle druhu výrobků tak, aby bylo dosaženo co možná nejvyšší efektivity práce na pracovišti. Na straně obráběcích strojů je strukturou dílenského uspořádání rozmístěno několik obráběcích strojů. Výrobní hala má vstup na jedné straně a výstup na straně druhé, tok materiálu výrobním procesem je jednosměrný. Strojní vybavenost této haly obsahuje CNC soustruhy, CNC frézky, svařovací stroje na plastové potrubní rozvody, pásové pily, sloupovou vrtačku, stolní brusku, mostové jeřáby.

Obrázek 3-7: Výrobní hala H601



3.1 Popis produktu – Dávkovací stanice DULCODOS® panel

Dávkovací stanice je zařízení pro přesné dávkování chemikálií a jiných tekutých látek, které pomocí dávkovacích čerpadel pro přesné dávkování a systému potrubních komponent a potrubních rozvodů dosahují požadované přesnosti dávkování. Obchodní řada DULCODOS® panel je jednoduchý kompaktní dávkovací soubor, který je výrobcem kompletně sestaven a připraven k okamžité instalaci a uvedení do provozu v místě potřeby zákazníka. Tento dávkovací soubor je použitelný pro většinu požadovaných aplikací v různých průmyslových oborech přesného dávkování. Velmi často se jedná o úpravu vody pro různé účely využití jako je například úprava vody pro chladicí okruhy elektráren, bazénové technologie, úprava odpadních vod v průmyslových závodech, úprava vstupní vody pro membránové technologie, dávkování kyseliny sírové k ochraně membrán, atd. [2]

„Dávkovací stanice má odolný samonosný panel pro nástěnnou instalaci, který má zakomponovanou záchytnou vanu. Záchytná vana slouží k zachycení případných průsaků čerpané chemikálie. Průsaková hladinová sonda instalovaná v záchytné vaně je schopna upozornit na vzrůstající hladinu průsaků nebo uniklé kapaliny. Dávkovaná kapalina může být přivedena k dávkovací stanici i pružnou hadicí, která bude následně napojena na sací potrubí stanice. Sací potrubní rozvod stanice je uspořádán horizontálně a na jeho počátku je instalován uzavírací kulový ventil. Tento ventil se uzavírá v případě, kde je třeba čerpadla kalibrovat pomocí odměrné nádoby. Za normálního provozu bude uzavírací ventil v sání otevřen. Dávkovací čerpadla jsou na nosný panel stanice instalována pomocí konzol. Před každým z čerpadel je uzavírací ventilu umožňující oddělit každé čerpadlo zvláště od sacího rozvodu. V případě poruchy na čerpadle je tak možno čerpadlo vyjmout ze stanice aniž by bylo dávkování ohroženo. Druhé záložní čerpadlo je schopno převzít funkci dávkování.

Každé z čerpadel má ve výtlačné větvi instalován pojistný ventil chránící výtlačný potrubní systém. Odtok z pojišťovacích ventilů je veden do společného přepadového potrubí. Přepadové potrubí může být napojeno zpět do zdrojového zásobníku chemikálie, pokud to technické podmínky\ instalace dovolují a pokud je povoleno chemikálii vracet zpět do zásobníku.

V sacím potrubí je instalován sací větrník plnicí rovněž funkci kalibrační nádoby. Sací větrník lze pomocí uzavíracího kulového ventilu hydraulicky oddělit od sacího potrubí. Pomocí sací vakuové ruční pumpičky se provádí prvotní nasátí kapaliny jak pro zahlcení sací větve, tak i pro zaplnění sacího větrníku, aby mohlo být zahájeno dávkování případně kalibrování dávkovacích čerpadel. Ve výtlačné větvi stanice je instalován tlumič pulzací spolu s

protitlakovým ventilem za účelem snížení tlakových pulzací kapaliny způsobené chodem čerpadel. Správná hodnota tlaku plynu (vzduchu) v tlumiči pulzací a správně nastavený protitlakový ventil zajišťují prakticky plynulý tok dávkované chemikálie bez objemových pulzací. Nastavení protitlakového a pojistných ventilů se provádí pomocí manometrů. Za tím účelem je na obtokových potrubích zaslepená přípojka pro instalaci manometru při zprovoznování stanice. Pokud je třeba dávkovací čerpadlo odstavit z důvodů servisu nebo z důvodů provozní odstávky, je třeba jej řádně propláchnout a zbavit zbytků čerpané chemikálie. Je třeba zjistit, jakou kapalinu je možno k provedení proplachu použít z hlediska její reakce s kapalinou čerpanou. Proplachovací kapalina se přivádí na přípojku vstupu proplachu. Přípojka odvodu proplachu je využitelná i pro zavzdušnění/ odvzdušnění čerpadel. Celá dávkovací stanice může být hydraulicky oddělena od okolního potrubního systému pomocí dvou uzavíracích ventilů na vstupu a výstupu ze stanice. Za normálního provozu jsou tyto ventily otevřeny. Obě dávkovací čerpadla a sonda průsaku jsou elektricky propojena do elektrosvorkovnice instalované rovněž na nosném panelu stanice.“ [2]

Konstrukce dávkovací stanice DULCODOS ® panel se skládá z několika hlavních komponent, potrubních rozvodů a elektrického rozvaděče. Tyto prvky jsou vhodně uspořádány na nosný prvek stanice, kterým je v tomto případě plastový montážní panel z polypropylenu nebo polyetylenu podle typu použití. Hlavním prvkem dávkovací stanice je dávkovací čerpadlo, které určuje parametry ostatních komponent a potrubních rozvodů. Další součástí stanice jsou tlakové ventily pro nastavení požadovaného tlaku v systému, tlumiče pulzací pro ustálení průtoku média, tlakoměry k mechanickému měření tlaku v systému, kalibrační válce pro kalibraci čerpadel nebo k podpoře sání ze vzdáleného místa v kombinaci s vakuovými pumpami, kulové uzavírací ventily a potrubní fitinky k vedení média v systému. [2]

Obrázek 3.1-1: Dávkovací stanice DULCODOS® panel



Dávkovací stanice DULCODOS® panel se vyrábí v různých typových provedeních z hlediska velikosti komponent a samotné stanice a druhu materiálu komponent a potrubí. Hlavními kritérii jsou požadovaná velikost průtoku při požadovaném konstantním tlaku a chemická odolnost potrubních komponent a potrubních rozvodů. Volbou dávkovacího čerpadla je možné nastavit přesné dávkování o průtoku média od 1 litru za hodinu až po 1000 litrů za hodinu. Od zvoleného typu čerpadel se odvíjí velikosti ostatních komponent dle potřebné velikosti průtoku kapaliny od jmenovité světlosti DN10 / d16 [mm] až po jmenovitou světlost DN32 / d40 [mm]. Podle typu a koncentrace dávkovaného média se volí materiál potrubních rozvodů a materiál těsnění tak, aby stanice měla požadovanou chemickou odolnost. Jedná se o materiály PVC-U/EPDM či FPM nebo PP/EPDM či FPM. [2]

Konfigurace dávkovací stanice DULCODOS® panel se provádí pomocí identického kódu, kde se postupně volbou segmentů v jednotlivých krocích stanoví celý identický kód popisující technické parametry dávkovací stanice. V prvním kroku se nastavuje velikost průtoku čerpadla a zároveň dimenze potrubí, která bude použita. V dalším kroku je možnost zvolení záložního čerpadla, pro případ poruchy či pravidelné údržby na pracovním čerpadle. Dále se pak volí materiál potrubí a materiál těsnění dle chemické odolnosti vůči pracovnímu médiu. Pak následuje volitelnost vybavení dávkovací stanice komponenty, postupně sací větrník, vakuová pumpička, tlumič pulzací, manometr výtaku, pojistný ventil, elektro svorkovnice a průsaková hladinová sonda. Jako poslední parametr se nastavuje provedení vstupu a výstupu dávkovací stanice DULCODOS® panel. [2]

Obrázek 3.1-2: Konfigurace dávkovací stanice DULCODOS® panel [2]

DSWa	dávkovací panelová stanice s čerpadly Sigma/ 2, potrubí DN 20											
S220	Panel dávkovací stanice včetně základního potrubí pro jedno čerpadlo (čerpadlo objednat samostatně): pro čerpadlo Sigma/ 2, DN 20 (S2Ba / S2Ca 07120 - 04350; 120 - 350 l/hod)											
0 5	Rozšíření o záložní čerpadlo (stejněho typu jako čerpadlo hlavní): 0 bez záložního čerpadla 5 se záložním čerpadlem											
PC	Materiál potrubí: PC PVC											
E A	Materiál těsnění: E EPDM A FPM											
0 5	Sací větrník: 0 bez sacího větrníku 5 se sacím větrníkem											
0 1	Vakuová pumpička: 0 bez vakuové pumpičky 1 s vakuovou pumpičkou											
0 5	Tlumič pulzací: 0 bez tlumiče pulzací 5 s tlumičem pulzací a protitlakým ventilem											
0 1	Manometr výtaku: 0 bez manometru 1 s manometrem											
6	Pojistný ventil: pojistný ventil											
0 1 2	Elektrosvorkovnice: 0 bez svorkovnice 1 svorkovnice pro 1 čerpadlo 2 svorkovnice pro 2 čerpadla											
0 1	Průsaková hladinová sonda: 0 bez sondy 1 se sondou											
0 S	Provedení vstupu a výstupu: 0 vjezaná potrubní koncovka S hadicová koncovka DN 20											
	Typ čerpadla * například: S2BaH 07120 PVT 0110M000											
DSWa	S220	5	PC	E	5	1	5	1	6	2	1	S

* zde zadejte identifikační kód vámi zvoleného čerpadla

3.1.1 Představení výrobní řady DULCODOS® panel

Výrobní řadu dávkovací stanice DULCODOS® panel určuje typ dávkovacího čerpadla nebo čerpadel, kde jedno z čerpadel je vždy čerpadlem pracovním a druhé z čerpadel je pak čerpadlem záložním pro případ poruchy či nutné údržby na pracovním čerpadle. Výrobní řady tohoto zařízení jsou navrženy tak, aby vlastnosti jednotlivých produktů v konkrétní výrobní řadě se co nejvíce přibližovali řadě předchozí a tedy i řadě následující. Jedná se tedy o navazující výrobní řadu produktu DULCODOS® panel, která by měla pomocí vlastností dílčích řad naplnit poptávku na trhu s kompaktními dávkovacími systémy. Jedná se o pokrytí množství dávkovaného média v litrech za hodinu tedy výkon dávkovacího čerpadla. [2]

Obrázek 3.1.1-1: Přehled výrobních řad dávkovací stanice DULCODOS® panel [2]

DSWa s jedním čerpadlem

typ	B410	B510	GL10	S110	S115
Čerpadlo	Beta 4	Beta 5	Gamma/ L	Sigma/ 1	Sigma/ 1
Světlost potrubí	DN 10	DN 10	DN 10	DN 10	DN 15
Světlost přípojky proplachu	DN 10	DN 10	DN 10	DN 10	DN 10
Světlost přepadového potrubí	DN 10	DN 10	DN 10	DN 10	DN 10
Rozměry (v x š x hl)	1200x800 x300	1200x800 x300	1200x800 x300	1400x900 x450	1400x900 x450
Tlumič pulzací	PDS 80G	PDS 80G	PDS 80G	PDS 80G	PDS 250G
Objem sacího větrníku	0,5 l	0,5 l	0,5 l	0,5 l	1,0 l
Maximální výkon dávkování	19 l/hod	32 l/hod	32 l/hod	65 l/hod	120 l/hod
Maximální provozní tlak (25 °C)	10 bar	10 bar	10 bar	10 bar	10 bar
Maximální provozní tlak (40 °C)	6 bar	6 bar	6 bar	6 bar	6 bar

typ	S215	S220	S325	S332
Čerpadlo	Sigma/ 2	Sigma/ 2	Sigma/ 3	Sigma/ 3
Světlost potrubí	DN 15	DN 20	DN 25	DN 32
Světlost přípojky proplachu	DN 10	DN 15	DN 20	DN 25
Světlost přepadového potrubí	DN 10	DN 15	DN 20	DN 25
Rozměry (v x š x hl)	1400x900 x450	1400x900 x450	1600x900 x500	1600x900 x500
Tlumič pulzací	PDS 250G	PDS 750G	PDS 750G	PDS 2500
Objem sacího větrníku	1,0 l	2,5 l	2,5 l	5,0 l
Maximální výkon dávkování	130 l/hod	350 l/hod	324 l/hod	1000 l/hod
Maximální provozní tlak (25 °C)	10 bar	10 bar	10 bar	8/ 10 bar
Maximální provozní tlak (40 °C)	6 bar	6 bar	6 bar	6 bar

DSWa se dvěma čerpadly

typ	B410	B510	GL10	S110	S115
Čerpadlo	Beta 4	Beta 5	Gamma/ L	Sigma/ 1	Sigma/ 1
Světlost potrubí	DN 10	DN 10	DN 10	DN 10	DN 15
Světlost přípojky proplachu	DN 10	DN 10	DN 10	DN 10	DN 10
Světlost přepadového potrubí	DN 10	DN 10	DN 10	DN 10	DN 10
Rozměry (v x š x hl)	1400x1000 x300	1400x1000 x300	1400x1000 x300	1600x1200 x450	1600x1200 x450
Tlumič pulzací	PDS 80G	PDS 80G	PDS 80G	PDS 80G	PDS 250G
Objem sacího větrníku	0,5 l	0,5 l	0,5 l	0,5 l	1,0 l
Maximální výkon dávkování	19 l/hod	32 l/hod	32 l/hod	65 l/hod	120 l/hod
Maximální provozní tlak (25 °C)	10 bar	10 bar	10 bar	10 bar	10 bar
Maximální provozní tlak (40 °C)	6 bar	6 bar	6 bar	6 bar	6 bar

typ	S215	S220	S325	S332
Čerpadlo	Sigma/ 2	Sigma/ 2	Sigma/ 3	Sigma/ 3
Světlost potrubí	DN 15	DN 20	DN 25	DN 32
Světlost přípojky proplachu	DN 10	DN 15	DN 20	DN 25
Světlost přepadového potrubí	DN 10	DN 15	DN 20	DN 25
Rozměry (v x š x hl)	1600x1200 x450	1600x1200 x450	1600x1200 x500	1600x1200 x500
Tlumič pulzací	PDS 250G	PDS 750G	PDS 750G	PDS 2500
Objem sacího větrníku	1,0 l	2,5 l	2,5 l	5,0 l
Maximální výkon dávkování	130 l/hod	350 l/hod	324 l/hod	1000 l/hod
Maximální provozní tlak (25 °C)	10 bar	10 bar	10 bar	8/ 10 bar
Maximální provozní tlak (40 °C)	6 bar	6 bar	6 bar	6 bar

Startovací řadou s označením B410 jsou dávkovací stanice s čerpadlem nebo čerpadly typu Beta 4. Jedná se o solenoidové dávkovací čerpadlo s membránou pro přesné dávkování všech tekutých chemikálií v úpravě vody a chemických procesech. Velkou výhodou tohoto čerpadla je snadné nastavení výkonu kombinací změny délky zdvihu a počtu zdvihů membrány. Výkon dávkování je u tohoto typu čerpadla nejmenší ze všech výrobních řad a jedná se od 0,74 l/h až po 19 l/h. Dávkovací stanice DULCODOS® panel této výrobní řady B410 jsou tedy určeny pro přesné dávkování chemikálií s velmi nízkým výkonem do 19 litrů za hodinu. Pro tyto dávkovací systémy se vzhledem k nízkému průtoku volí světlost potrubí DN10. Velikost tlumiče pulzací s objemem 0,08 litru je typová řada PDS 80. Objem sacího větrníku je 0,5 litru. Maximální provozní tlak dávkovacího zařízení je 10 bar. [2]

Navazující výrobní řadou B510 jsou dávkovací stanice s čerpadlem nebo čerpadly typu Beta 5. Taktéž se jedná o solenoidové dávkovací čerpadlo s membránou pro přesné dávkování chemikálií. Vlastnosti tohoto čerpadla jsou velmi podobné vlastnostem čerpadla typu Beta 4, jen výkon je zde trochu odlišný a to od 2,9 l/h až po 32 l/h. Dávkovací stanice DULCODOS® panel této výrobní řady B510 jsou tedy určeny pro přesné dávkování chemikálií s velmi nízkým výkonem do 32 litrů za hodinu. Pro tyto dávkovací systémy se vzhledem k nízkému průtoku volí světlost potrubí DN10. Velikost tlumiče pulzací s objemem 0,08 litru je typová řada PDS 80. Objem sacího větrníku je 0,5 litru. Maximální provozní tlak dávkovacího zařízení je 10 bar. [2]

Další výrobní řadou GL10 jsou dávkovací stanice, které jsou osazeny čerpadlem nebo čerpadly typu Gamma L. Je to další z řady solenoidových dávkovacích čerpadel s membránou pro přesné dávkování chemikálií. Dávkovací čerpadla řady Gamma L jsou díky mnoha možnostem jejich regulace a řízení velmi uživatelsky přívětivá a vhodná pro veškeré aplikace přesného dávkování tekutých chemikálií. Rozsah výkonu dávkování je u této řady dávkovacích čerpadel stejný jako u předchozích řad dohromady a to od 0,74 l/h až po 32 l/h. Dávkovací stanice DULCODOS® panel této výrobní řady GL10 jsou tedy určeny pro přesné dávkování chemikálií s poměrně nízkým výkonem do 32 litrů za hodinu. Pro tyto dávkovací systémy se vzhledem k nízkému průtoku volí světlost potrubí DN10. Velikost tlumiče pulzací s objemem 0,08 litru je typová řada PDS 80. Objem sacího větrníku je 0,5 litru. Maximální provozní tlak dávkovacího zařízení je 10 bar. [2]

Pokračující výrobní řadou S110 jsou dávkovací stanice, které jsou vybaveny čerpadlem nebo čerpadly typu Sigma 1, pouze však s částí výrobní řady s nižším výkonem dávkování. Jedná se motorická dávkovací čerpadla s membránou pro přesné dávkování chemikálií. Díky tomu, že jsou čerpadla řady Sigma 1 poháněny elektromotorem, dosahují vyššího výkonu dávkování než všechny předchozí řady solenoidových dávkovacích čerpadel s pohonem pomocí elektromagnetu. Rozsah výkonu dávkování je u této řady dávkovacích čerpadel tedy mnohem vyšší než u předchozích řad a to od 17 l/h až po 144 l/h. Dávkovací stanice DULCODOS® panel této výrobní řady S110 jsou tedy určeny pro přesné dávkování chemikálií s nižším výkonem do 65 litrů za hodinu. Pro tyto dávkovací systémy se vzhledem k nízkému průtoku volí světlost potrubí DN10. Velikost tlumiče pulzací s objemem 0,08 litru je typová řada PDS 80. Objem sacího větrníku je 0,5 litru. Maximální provozní tlak dávkovacího zařízení je 10 bar. [2]

Velmi úzce navazující výrobní řadou S115 jsou dávkovací stanice, které jsou vybaveny taktéž čerpadlem nebo čerpadly typu Sigma 1, naopak však s částí výrobní řady s vyšším

výkonem dávkování. Jedná se motorická dávkovací čerpadla s membránou pro přesné dávkování chemikálií. Díky tomu, že jsou čerpadla řady Sigma 1 poháněny elektromotorem, dosahují vyššího výkonu dávkování než všechny předchozí řady solenoidových dávkovacích čerpadel s pohonem pomocí elektromagnetu. Rozsah výkonu dávkování je u této řady dávkovacích čerpadel tedy mnohem vyšší než u předchozích řad a to od 17 l/h až po 144 l/h. Dávkovací stanice DULCODOS ® panel této výrobní řady S115 jsou tedy určeny pro přesné dávkování chemikálií s výkonem do 120 litrů za hodinu. Pro tyto dávkovací systémy se vzhledem k narůstajícímu průtoku média volí světlost potrubí DN15. Velikost tlumiče pulzací s objemem 0,25 litru je typová řada PDS 250. Objem sacího větrníku je 1 litr. Maximální provozní tlak dávkovacího zařízení je 10 bar. [2]

Následnou výrobní řadou S215 jsou dávkovací stanice s čerpadlem nebo čerpadly typu Sigma 2, pouze však s částí výrobní řady s nižším výkonem dávkování. Jedná se o další motorická dávkovací čerpadla s membránou pro přesné dávkování chemikálií. Tato řada dávkovacích čerpadel navazuje na předchozí řadu Sigma 1 a díky větším parametrům pohánějících elektromotorů a robustnější konstrukci dosahují ještě vyšších výkonů dávkování s rozsahem od 50 l/h až po 420 l/h. Dávkovací stanice DULCODOS ® panel této výrobní řady S215 jsou tedy určeny pro přesné dávkování chemikálií s výkonem do 130 litrů za hodinu. Pro tyto dávkovací systémy se vzhledem k narůstajícímu průtoku média volí světlost potrubí DN15. Velikost tlumiče pulzací s objemem 0,25 litru je typová řada PDS 250. Objem sacího větrníku je 1 litr. Maximální provozní tlak dávkovacího zařízení je 10 bar. [2]

Navazující výrobní řadou S220 jsou dávkovací stanice s čerpadlem nebo čerpadly typu Sigma 2, naopak však s částí výrobní řady s vyšším výkonem dávkování. Jedná se o další motorická dávkovací čerpadla s membránou pro přesné dávkování chemikálií. Tato řada dávkovacích čerpadel navazuje na předchozí řadu Sigma 1 a díky větším parametrům pohánějících elektromotorů a robustnější konstrukci dosahují ještě vyšších výkonů dávkování s rozsahem od 50 l/h až po 420 l/h. Dávkovací stanice DULCODOS ® panel této výrobní řady S220 jsou tedy určeny pro přesné dávkování chemikálií s výkonem do 350 litrů za hodinu. Pro tyto dávkovací systémy se vzhledem k narůstajícímu průtoku média volí světlost potrubí DN20. Velikost tlumiče pulzací s objemem 0,75 litru je typová řada PDS 750. Objem sacího větrníku je 2,5 litru. Maximální provozní tlak dávkovacího zařízení je 10 bar. [2]

Předposlední výrobní řadou S325 jsou dávkovací stanice s čerpadlem nebo čerpadly typu Sigma 3, pouze však s částí výrobní řady s nižším výkonem dávkování. Jedná se o další motorická dávkovací čerpadla s membránou pro přesné dávkování chemikálií. Tato řada

dávkovacích čerpadel navazuje na předchozí řadu Sigma 2 a díky větším parametrům pohánějících elektromotorům a robustnější konstrukci dosahují ještě vyšších výkonů dávkování s rozsahem od 145 l/h až po 1040 l/h. Dávkovací stanice DULCODOS® panel této výrobní řady S325 jsou tedy určeny pro přesné dávkování chemikálií s výkonem do 324 litrů za hodinu. Pro tyto dávkovací systémy se vzhledem k narůstajícímu průtoku média volí světlost potrubí DN25. Velikost tlumiče pulzací s objemem 0,75 litru je typová řada PDS 750. Objem sacího větrníku je 2,5 litru. Maximální provozní tlak dávkovacího zařízení je 10 bar. [2]

Poslední výrobní řadou S332 jsou dávkovací stanice s čerpadlem nebo čerpadly typu Sigma 3, naopak však s částí výrobní řady s vyšším výkonem dávkování. Jedná se o další motorická dávkovací čerpadla s membránou pro přesné dávkování chemikálií. Tato řada dávkovacích čerpadel navazuje na předchozí řadu Sigma 2 a díky větším parametrům pohánějících elektromotorům a robustnější konstrukci dosahují ještě vyšších výkonů dávkování s rozsahem od 145 l/h až po 1040 l/h. Dávkovací stanice DULCODOS® panel této výrobní řady S325 jsou tedy určeny pro přesné dávkování chemikálií s výkonem do 1000 litrů za hodinu. Pro tyto dávkovací systémy se vzhledem k narůstajícímu průtoku média volí světlost potrubí DN32. Velikost tlumiče pulzací s objemem 2,5 litru je typová řada PDS 2500. Objem sacího větrníku je 5 litrů. Maximální provozní tlak dávkovacího zařízení je 10 bar. [2]

3.2 Popis produktu – Univerzální protitlakový ventil typu DHV-U

Jedná se o membráno - pístový ventil s vnitřním průtokem, který není ovlivněn existujícím protitlakem v dávkovacím systému. Jeho použití je vhodné tam, kde se vyskytuje nekolísaví i kolísavý tlak. Protitlakový ventil slouží k vytvoření konstantního protitlaku pro přesné dávkování a zabránění případnému předávkování solenoidových nebo motorických dávkovacích čerpadel v dávkovacím systému. Dále slouží ke zvýšení přesnosti dávkování čerpadla v dávkovacím systému s kolísavým tlakem nebo jako podpora při dávkování do atmosférického protitlaku či vakua. V neposlední řadě se tento ventil používá jako ochrana dávkovacího čerpadla při nastavení limitní hodnoty tlaku čerpadla. [2]

„Ventily řady DHV-U jsou konstruovány jako plunžrové - membránové ventily a lze je používat univerzálně. Lze je použít pro zajištění konstantního protitlaku i jako pojistné ventily. Lze je instalovat v kterékoliv části výtlačné potrubní větve. Protitlakové ventily mají za úkol vytvářet stálý tlak ve výtlačném potrubí jako podmínku přesného dávkování a ochrany proti předávkování nebo zajišťovat přesné dávkování u potrubí ústících do atmosférického tlaku, u systémů kde se dávkuje do potrubí, v nichž protitlak kolísá a klesá pod 1 bar a při dávkování

do potrubí, v nichž může nastávat i podtlak (sací větve). Protitlakové ventily jsou zpravidla instalovány společně s větrníky k zabezpečení dávkování bez tlakových a průtokových rázů. Pojistné ventily se instalují do obtokových větví k zabezpečení čerpadel, výtlačného potrubí a příslušenství před nežádoucím nárůstem tlaku vzniklého provozní chybou nebo uzavřením výtlačného potrubí.“ [2]

Protitlakový ventil typu DHV-U je tedy součástí dávkovacího stanice DULCODOS ® panel, kde plní dvě důležité funkce. Jednou z nich je nastavení konstantního pracovního tlaku systému a tou druhou je ochrana dávkovacího čerpadla proti jeho přetlakování. [2]

Obrázek 3.3-1: Univerzální protitlakový ventil typu DHV-U



3.2.1 Představení výrobní řady univerzálního protitlakového ventilu DHV-U

Pro výrobu dávkovacích stanic DULCODOS ® panel se používají protitlakové ventily typu DHV-U pouze z materiálů PVC a PP. Materiálové provedení PVDF a nerezové oceli 1.4404 se pro tento druh dávkovacích systémů nepoužívá. Výrobní řady jsou tedy rozděleny podle typu materiálu ventilů a jeho součástí.

Obrázek 3.3.1-1: Přehled materiálového provedení univerzálního protitlakového ventilu typu DHV-U [2]

Materiály označení	těleso/přípojky	plunžr	těsnění plunžru	těsnění potrubí
PPE	PP	PVDF	EPDM	EPDM
PPB	PP	PVDF	FKM	FKM
PCE	PVC	PVDF	EPDM	EPDM
PCB	PVC	PVDF	FKM	FKM
PVT	PVDF	PVDF	FKM	FKM
SST	1.4404	1.4404	PTFE*	PTFE

Každá výrobní řada tedy obsahuje určitý počet univerzálních protitlakových ventilů stejného materiálového provedení a liší se jen velikostí konstrukce, tedy velikostí potrubní přípojky ventilů udávané ve světlosti potrubních rozvodů DN 10 – DN25. Což zajišťuje použitelnost pro jednotlivé výrobní řady dávkovacích stanic DULCODOS® panel.

Obrázek 3.3.1-2: Přehled výrobních řad univerzálního protitlakového ventilu typu DHV-U [2]

provedení	DN	G	objednací číslo
PPE	DN 10	3/4"	1037285
PPB	DN 10	3/4"	1038133
PCE	DN 10	3/4"	1038144
PCB	DN 10	3/4"	1037765
PVT	DN 10	3/4"	1037767
SST	DN 10	3/4"	1043194
PPE	DN 15	1"	1038816
PPB	DN 15	1"	1038145
PCE	DN 15	1"	1038148
PCB	DN 15	1"	1037764
PVT	DN 15	1"	1037768
SST	DN 15	1"	1043193
PPE	DN 20	1 1/4"	1037284
PPB	DN 20	1 1/4"	1038147
PCE	DN 20	1 1/4"	1038148
PCB	DN 20	1 1/4"	1037775
PVT	DN 20	1 1/4"	1037777
SST	DN 20	1 1/4"	1043192
PPE	DN 25	1 1/2"	1038833
PPB	DN 25	1 1/2"	1038149
PCE	DN 25	1 1/2"	1038150
PCB	DN 25	1 1/2"	1037774
PVT	DN 25	1 1/2"	1037776
SST	DN 25	1 1/2"	1043191

Výrobní řada PPE je označení pro univerzální protitlakové ventily s materiálem tělesa ventilu z polypropylenu, plunžr je z materiálu PVDF a těsnění plunžru i potrubní přípojky jsou EPDM. Velikosti potrubních přípojek jsou od DN10 do DN25.

Výrobní řada PPB je označení pro univerzální protitlakové ventily s materiálem tělesa ventilu z polypropylenu, plunžr je z materiálu PVDF a těsnění plunžru i potrubní přípojky jsou FKM. Velikosti potrubních přípojek jsou od DN10 do DN25.

Výrobní řada PCE je označení pro univerzální protitlakové ventily s materiálem tělesa ventilu z polyvinylchloridu, plunžr je z materiálu PVDF a těsnění plunžru i potrubní přípojky jsou EPDM. Velikosti potrubních přípojek jsou od DN10 do DN25.

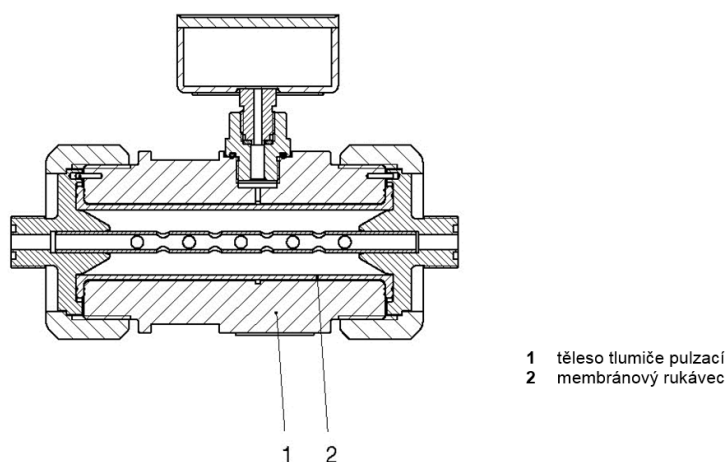
Výrobní řada PCB je označení pro univerzální protitlakové ventily s materiálem tělesa ventilu z polyvinylchloridu, plunžr je z materiálu PVDF a těsnění plunžru i potrubní přípojky jsou FKM. Velikosti potrubních přípojek jsou od DN10 do DN25.

3.3 Popis produktu – Tlumič pulzací typu In-line

Tlumič pulzací slouží k potlačení nebo úplnému odstranění tlakových a objemových pulzací ve výtlačném potrubním systému dávkovací stanice DULCODOS® panel, ke snížení a odstranění průtokových ztrát v dlouhých potrubních větvích, nebo při dávkování viskózních kapalin. [2]

Funkce tlumení přístroje nežádoucích pulzací v potrubním systému dávkovací stanice je zajištěna tím, že objem plynu mezi membránovým rukávцем (viz obrázek 3.3-1) a tělesem tlumiče pulzací (viz obrázek 3.3-1) je stlačen v okamžiku výtlačného zdvihu dávkovacího čerpadla a absorbuje tím část protékající kapaliny na úkor zmenšení objemu plynu v tělese tlumiče pulzací. Při následném sacím zdvihu dávkovacího čerpadla naopak vznikající přetlak plynového polštáře vytlačuje akumulovanou chemikálii do výtlačného potrubí dávkovací stanice. Plyn v tlumiči pulzací se vrací na svůj původní objem. [2]

Obrázek 3.4-1: Řez tlumičem pulzací typu In-line [2]



U dávkovacích stanic DULCODOS ® panel je fungování tlumiče pulzací podmíněno existencí konstantního protitlaku. Proto je třeba v případě kolísajícího protitlaku nebo v případě velmi nízkého protitlaku instalovat do potrubí protitlakový ventil typu DHV-U. Jelikož je instalace tlumiče provedena na T-kus (ne přímo průtočný režim), je třeba druhý otvor potrubního připojení uzavřít vodotěsně zátkou. [2]

Obrázek 3.3-1: Tlumič pulzací typu In-line



3.3.1 Představení výrobní řady tlumiče pulzací In-line

Pro výrobu dávkovacích stanic DULCODOS ® panel se používají tlumiče pulzací typu In-line z materiálů PVC a PP. Každé materiálové provedení má na výběr ze dvou druhů membrány CSM nebo FPM.

Obrázek 3.4.1-1: : Přehled materiálového provedení tlumiče pulzací typu In-line [2]

materiálové provedení	těleso	membrána	těsnění
PPE	PP-H	CSM	EPDM
PPB	PP-H	FPM	FPM
PCE	PVC-U	CSM	EPDM
PCB	PVC-U	FPM	FPM

Každá výrobní řada tedy obsahuje určitý počet tlumičů pulzací stejného materiálového provedení a liší se jen velikostí konstrukce, tedy velikostí potrubní přípojky ventilů udávané ve

světlosti potrubních rozvodů M20 x 1,5 – DN10. Což zajišťuje použitelnost pro jednotlivé výrobní řady dávkovacích stanic DULCODOS ® panel se solenoidovými čerpadly.

Obrázek 3.4.1-2: Přehled výrobních řad tlumiče pulzací typu In-line [2]

typ	objem (l)	potrubní přípojky	materiál	objednací číslo
liniový tlumič pulzací	0,05	M20 x 1,5	PPE	1026768
liniový tlumič pulzací	0,05	M20 x 1,5	PPB	1026771
liniový tlumič pulzací	0,05		PCE	1026774
liniový tlumič pulzací	0,05	M20 x 1,5	PCB	1026777
liniový tlumič pulzací	0,05	G 3/4" - DN10	PPE	1026769
liniový tlumič pulzací	0,05	G 3/4" - DN10	PPB	1026772
liniový tlumič pulzací	0,05	G 3/4" - DN10	PCE	1026775
liniový tlumič pulzací	0,05	G 3/4" - DN10	PCB	1026778

Výrobní řada PPE je označení pro tlumiče pulzací s materiálem tělesa tlumiče z polypropyleny, membrána je z materiálu CSM a těsnění potrubní přípojky je EPDM. Velikosti potrubních přípojek jsou od M20 x 1,5 do DN10.

Výrobní řada PPB je označení pro tlumiče pulzací s materiálem tělesa tlumiče z polypropyleny, membrána je z materiálu FPM a těsnění potrubní přípojky je FPM. Velikosti potrubních přípojek jsou od M20 x 1,5 do DN10.

Výrobní řada PCE je označení pro tlumiče pulzací s materiálem tělesa tlumiče z polyvinylchloridu, membrána je z materiálu CSM a těsnění potrubní přípojky je EPDM. Velikosti potrubních přípojek jsou od M20 x 1,5 do DN10.

Výrobní řada PCB je označení pro tlumiče pulzací s materiálem tělesa tlumiče z polyvinylchloridu, membrána je z materiálu FPM a těsnění potrubní přípojky je FPM. Velikosti potrubních přípojek jsou od M20 x 1,5 do DN10.

3.4 Popis produktu – Kalibrační válec

Kalibrační válec slouží ke kalibraci dávkovacích čerpadel, ale i jako podpora saní pro dávkovací čerpadla při vzdáleném zdroji dávkovacího média. Dále také slouží k potlačení nebo úplnému odstranění tlakových a objemových pulzací v sacím potrubním systému dávkovací stanice DULCODOS ® panel. [2]

Kalibrační válec je instalován za kulovým kohoutem na sací straně dávkovacího čerpadla a umožňuje jeho přesnou, jednoduchou a bezpečnou kalibraci, která je nevyhnutelná k jeho přesné regulaci v technologickém procesu. V kombinaci s vhodným příslušenstvím se používají

k přesné manipulaci s kapalnými chemickými látkami v chemických a průmyslových procesech přesného dávkování. [2]

Obrázek 3.5-1: Kalibrační válec



3.4.1 Představení výrobní řady kalibračního válce

Pro výrobu dávkovacích stanic DULCODOS ® panel se používají kalibrační válce z materiálů PVC/EPDM a PVC/FPM. Každé materiálové provedení má volitelný objem válce od 0,5 litru až do 5 litrů.

Obrázek 3.5.1-1: Přehled výrobních řad kalibračního válce [2]

objem (l)	přípojky	těsnění	L (mm)	D (mm)	objednací číslo
0,5	G 1" - DN 15	FPM	380*	78	243591
0,5	G 1" - DN 15	EPDM	380*	78	1025699
1,0	G 1¼" - DN 20	FPM	440*	86	243592
1,0	G 1¼" - DN 20	EPDM	440*	86	1025701
2,5	G 1½" - DN 25	FPM	520*	133	243593
2,5	G 1½" - DN 25	EPDM	520*	133	1025702
5,0	G 2¼" - DN 40	FPM	630*	155	243594
5,0	G 2¼" - DN 40	EPDM	630*	155	1025703

Výrobní řada PVC/EPDM je označení pro kalibrační válce s materiálem tělesa válce z polyvinylchloridu, těsnění potrubní přípojky je EPDM. Velikosti potrubních přípojek jsou od DN15 do DN40 podle zvoleného objemu válce.

Výrobní řada PVC/FPM je označení pro kalibrační válce s materiálem tělesa válce z polyvinylchloridu, těsnění potrubní přípojky je FPM. Velikosti potrubních přípojek jsou od DN15 do DN40 podle zvoleného objemu válce.

4.1 Výrobní proces – Dávkovací stanice DULCODOS ® panel

Výroba dávkovacích stanic DULCODOS ® panel se realizuje v rámci výrobního střediska „H601“ na montážním pracovišti. Toto pracoviště o rozloze 49 m² je uzpůsobeno pro dva montážní dělníky, kteří zde pracují současně pouze při ranní směně. Při aktuálním provozu tohoto pracoviště je společnost schopna vyrobit přibližně 260 ks dávkovacích stanic za rok. Montážní pracoviště je v provozu pouze při ranní směně a průměrný čas montáže 1 kusu stanice je 900 minut.

Skutečně bylo vyrobeno v předchozím roce 63 kusů, kapacitní využití pracoviště je 24,2% a montážní pracovník je také využíván i pro montáž jiných výrobků společnosti.

Toto pracoviště prošlo modernizací v roce 2017 a výrobní časy montáže jsou zde optimálně nastavené pomocí časové studie Snímek pracovního dne jednotlivce. Montážní personál je kvalitně zaškolen a zapracován, dosahovaná produktivita práce je na velmi dobré úrovni vzhledem k druhu vykonávané práce a zaměstnavatel je s chodem pracoviště spokojen. [3]

Obrázek 4.1-1: Montážní pracoviště – výroba DULCODOS ® panel



Výrobek je vyráběn pomocí soustředěné montáže, montovaný výrobek je stabilně na montážním pracovišti, montážní postupy jsou zde jen rámcové. Jelikož činnosti montáže jsou převážně lepení, šroubování a svařování, k dispozici jsou technologické postupy pro tyto činnosti. Technologický postup na celkovou montáž je soupisem naměřených výrobních časů pro jednotlivé činnosti montáže. Postup montáže není pevně určen a ovlivňujícím faktorem je výrobní výkres a časový fond. [4]

4.2 Výrobní proces – Univerzální protitlakový ventil typu DHV-U

4.2.1 Montáž DHV-U

Výroba univerzálních protitlakových ventilů typu DHV-U se realizuje v rámci výrobního střediska „H601“ na montážním pracovišti. Toto pracoviště o rozloze 40 m² je uzpůsobeno pro jednoho montážního dělníka, který zde pracuje při ranní směně. Při aktuálním provozu tohoto pracoviště je společnost schopna vyrobit přibližně 8500 ks protitlakových ventilů za rok. Montážní pracoviště je v provozu pouze při ranní směně a průměrný čas montáže 1 kusu ventilu je 14 minut.

Skutečně bylo vyrobeno v předchozím roce 1777 kusů, kapacitní využití pracoviště je tedy 20,9% a montážní pracovník je tedy využíván i pro montáž jiných výrobků společnosti.

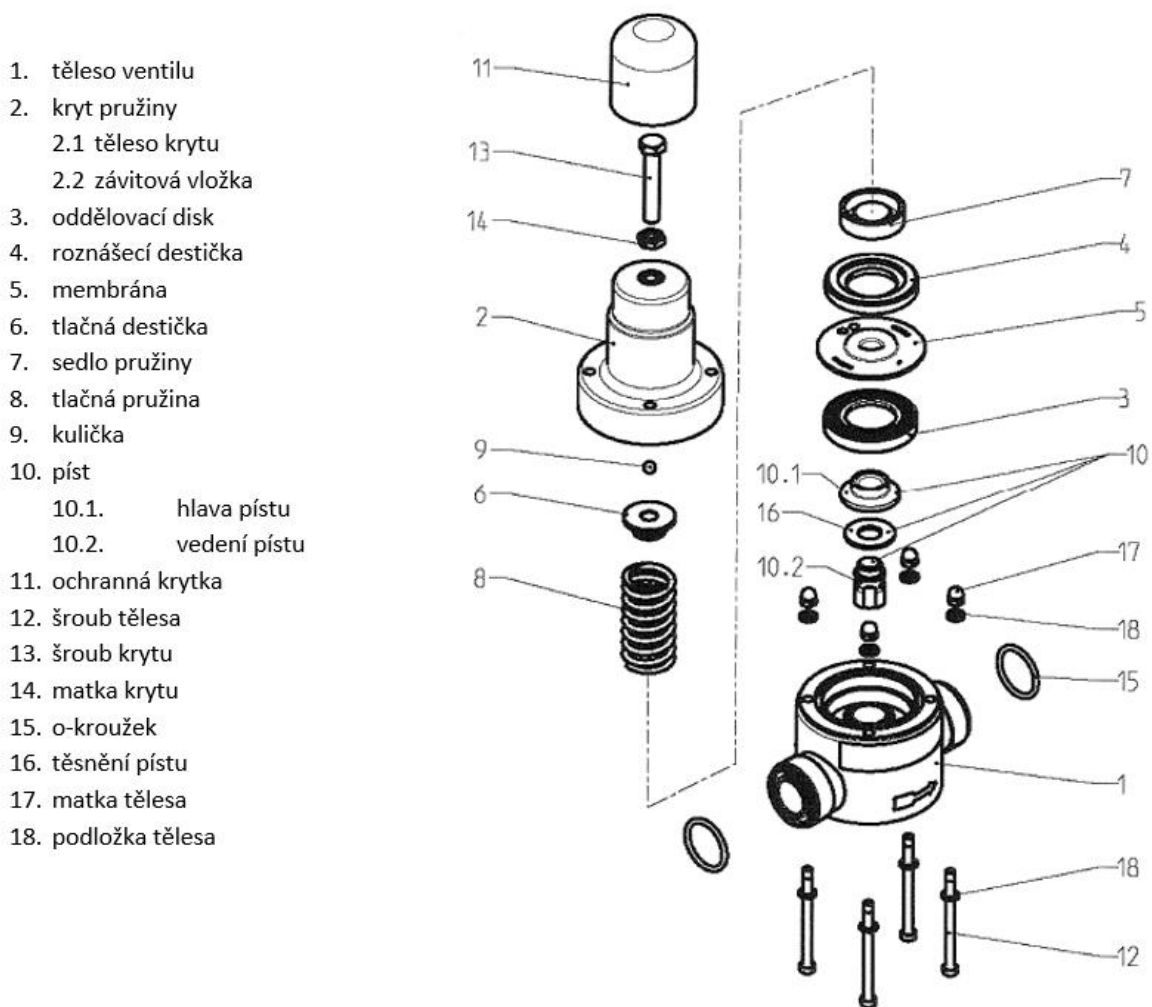
Toto pracoviště bylo založeno v roce 2010 a výrobní časy montáže jsou zde optimálně nastavené pomocí časové studie Snímek pracovního dne jednotlivce. Montážní personál je kvalitně zaškolen a zapracován, dosahovaná produktivita práce je na velmi dobré úrovni vzhledem k druhu vykonávané práce a zaměstnavatel je s chodem pracoviště spokojen. [3]

Obrázek 4.2-1: Montážní pracoviště – výroba DHV-U



Výrobek je vyráběn pomocí soustředěné montáže, montovaný výrobek je stabilně na montážním pracovišti. Technologický postup na celkovou montáž je důkladně popsán krok po kroku v obrázkovém montážním postupu. Postup montáže je pevně určen a ovlivňujícím faktorem je montážní postup a časový fond. [4]

Obrázek 4-1: Blokové schéma montáže univerzálního ventilu typu DHV-U [2]



Montážní postup univerzálního protitlakového ventilu DHV-U - podsestava číslo 1

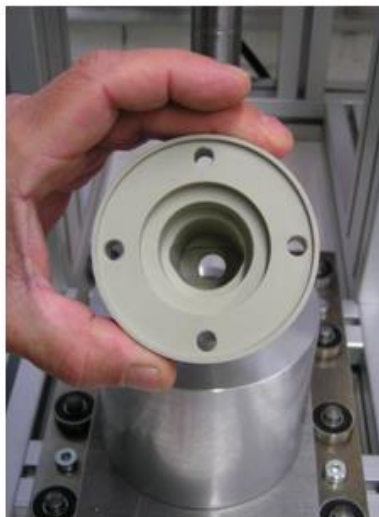
Závitová vložka musí být nasazena na zvolený lisovací upínač – Obr. 4-3.

Těleso krytu pružiny musí být správně vloženo do upínače, je nutné, aby kryt pružiny dosedl celou plochou na lisovací upínač – Obr. 4-4.

Obrázek 4-3: Postup montáže – krok 1 [3]



Obrázek 4-4: Postup montáže – krok 2 [3]



Kolenový lis zatlačte rukou až do koncové polohy. Tím se zalisuje závitová vložka do tělesa krytu pružiny. Po slisování může být hotový díl podsestavy vyjmut z přípravku pro další montážní operaci – Obr. 4-5 a obr. 4-6

Obrázek 4-5: Postup montáže – krok 3 [3]



Obrázek 4-6: Postup montáže – krok 4 [3]



Podsestava číslo 2

Hlava pístu osazena těsněním musí být vložena do zvolených upínacích čelistí. Poté je nutno upínací páku stlačit rukou doprava, aby došlo k upnutí hlavy pístu – Obr. 4-7 a obr. 4-8

Obrázek 4-7: Postup montáže – krok 5 [3]



Obrázek 4-8: Postup montáže – krok 6 [3]



Jako další krok musí být vedení pístu rukou zašroubováno do hlavy pístu – Obr. 4-9 a obr. 4-10

Obrázek 4-9: Postup montáže – krok 7 [3]



Obrázek 4-10: Postup montáže – krok 8 [3]



Elektrickým šroubovákem a vhodným upínačem se díly sešroubují dohromady na předepsaný utahovací moment. Po sešroubování lze hotový díl pod sestavy vyjmout z přípravku pro další montážní operaci – Obr. 4-11

Obrázek 4-11: Postup montáže – krok 9 [3]



Montážní celek

Šrouby s válcovou hlavou a podložky zasuňte do příslušných otvorů. Těleso ventilu nasadíte přes šrouby na upínač – Obr. 4-12 a obr. 4-13

Obrázek 4-12: Postup montáže – krok 10 [3]



Obrázek 4-13: Postup montáže – krok 11 [3]



Smontovaný píst vložte do tělesa ventilu. Vložte oddělovací disk – Obr. 4-14 a obr. 4-15

Obrázek 4-14: Postup montáže – krok 12 [3]



Obrázek 4-15: Postup montáže – krok 13 [3]

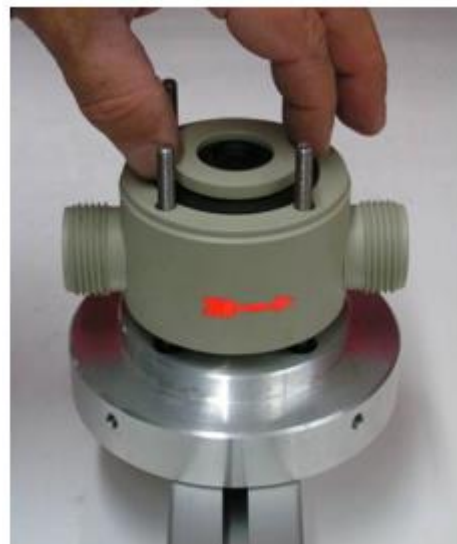


Vložte membránu. Vložte roznášecí destičku – Obr. 4-16 a obr. 4-17

Obrázek 4-16: Postup montáže – krok 14 [3]



Obrázek 4-17: Postup montáže – krok 15 [3]



Vložte sedlo pružiny. Vložte tlačnou pružinu - Obr. 4-18 a obr. 4-19

Obrázek 4-18: Postup montáže – krok 16 [3]



Obrázek 4-19: Postup montáže – krok 17 [3]



Přítlačný disk natřete tukem a nasad'te na tlačnou pružinu – Obr. 4-20 a obr. 4-21

Obrázek 4-20: Postup montáže – krok 18 [3]



Obrázek 4-21: Postup montáže – krok 19 [3]



Kryt pružiny nasadíte na těleso ventilu. Vložte podložky - Obr. 4-22 a obr. 4-23

Obrázek 4-22: Postup montáže – krok 20 [3]



Obrázek 4-23: Postup montáže – krok 21 [3]



Kloboučkové matice nasadíte rukou na šrouby. Kloboučkové matice zašroubujete diagonálně elektrickým šroubovákem na požadovaný utahovací moment - Obr. 4-24 a obr. 4-25

Obrázek 4-24: Postup montáže – krok 22 [3]



Obrázek 4-25: Postup montáže – krok 23 [3]



Namažte šroub krytu mazivem a zašroubujte ho rukou do krytu pružiny s nalisovaným závitovým pouzdrem – Obr. 4-26 a obr. 4-27

Obrázek 4-26: Postup montáže – krok 24 [3]



Obrázek 4-27: Postup montáže – krok 25 [3]



Dle výše uvedeného obrázkového montážního postupu byl složen univerzální protitlakový ventil typu DHV-U. Tento postup je využíván pro malosériovou montáž s velikostí výrobní dávky do 50 kusů. Montážní pracovník je podle tohoto postupu schopen sestavit požadovanou výrobek za zvolenou jednotku času. [3]

4.2.2 Obrábění montážních dílců pro DHV-U

Pro montáž každého protitlakového ventilu DHV-U je zapotřebí celkem 6 součástí, jejich výroba se realizuje v rámci výrobního střediska „H601“ na obráběcích strojích metodou třískového obrábění. Toto pracoviště o rozloze 287 m² je vybaveno 6 obráběcími stroji. Jsou zde 4 soustruhy s roční plánovanou kapacitou 11 656 hodin a 2 frézky s roční plánovanou kapacitou 7 339 hodin. Obsluha strojů zde pracuje při ranní a odpolední směně. Při aktuálním provozu tohoto pracoviště je společnost schopna vyrobit požadované dílce pro 1 777 kusů DHV-U ventilů, pouze pomocí kombinace práce přesčas a kooperace některých výrobků u externího výrobce.

Přestože kapacitní využití při výrobě dílců pro DHV-U je pouze 8,7% u soustružení a 3,6% u frézování je celkové kapacitní využití pracovišť na 107,4% u soustružení a 100% u frézování. Toto je dáno četností sériové výroby pro jiné produkty společnosti a projektovou výrobou, která se jen velmi těžko plánuje dopředu. Tyto údaje jsou vytaženy z řídicího systému SAP. [3]

4.3 Výrobní proces – Tlumič pulzací typu In-line

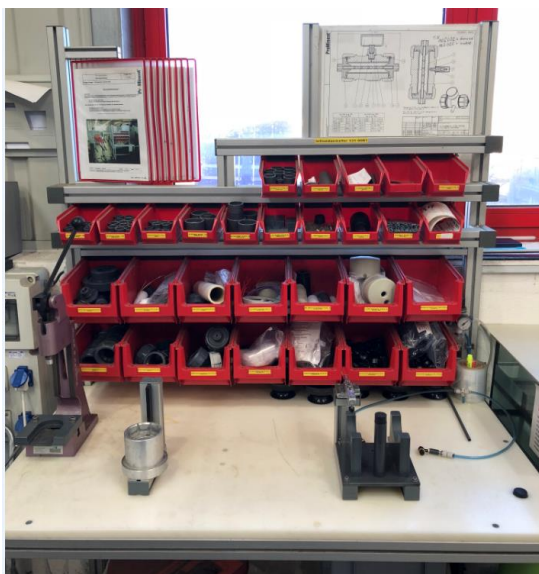
4.3.1 Montáž In-line

Výroba tlumičů pulzací typu In-line se realizuje v rámci výrobního střediska „H601“ na montážním pracovišti. Toto pracoviště o rozloze 16 m² je uzpůsobeno pro jednoho montážního dělníka, který zde pracuje při ranní směně. Při aktuálním provozu tohoto pracoviště je společnost schopna vyrobit přibližně 9 000 kusů tlumičů pulzací za rok. Montážní pracoviště je v provozu pouze při ranní směně a průměrný čas montáže 1 kusu tlumiče je 13 minut.

Skutečně bylo vyrobeno v předchozím roce 324 kusů, kapacitní využití pracoviště je tedy 3,6% a montážní pracovník je tedy využíván i pro montáž jiných výrobků společnosti.

Toto pracoviště bylo založeno v roce 2007 a výrobní časy montáže jsou zde optimálně nastavené pomocí časové studie Snímek pracovního dne jednotlivce. Montážní personál je kvalitně zaškolen a zapracován, dosahovaná produktivita práce je na velmi dobré úrovni vzhledem k druhu vykonávané práce a zaměstnavatel je s chodem pracoviště spokojen. [3]

Obrázek 4.3-1: Montážní pracoviště – výroba In-line



Výrobek je vyráběn pomocí soustředěné montáže, montovaný výrobek je stabilně na montážním pracovišti. Technologický postup na celkovou montáž je důkladně popsán krok po kroku v obrázkovém montážním postupu. Postup montáže je pevně určen a ovlivňujícím faktorem je montážní postup a časový fond. [4]

4.3.2 Obrábění montážních dílců pro In-line

Pro montáž každého tlumiče pulzací In-line jsou zapotřebí celkem 3 součásti, jejich výroba se realizuje v rámci výrobního střediska „H601“ na obráběcích strojích metodou třískového obrábění. Toto pracoviště o rozloze 287 m² je vybaveno 6 obráběcími stroji. Jsou zde 4 soustruhy s roční plánovanou kapacitou 11 656 hodin a 2 frézky s roční plánovanou kapacitou 7 339 hodin. Obsluha strojů zde pracuje při ranní a odpolední směně. Při aktuálním provozu tohoto pracoviště je společnost schopna vyrobit požadované dílce pro 324 kusů In-line tlumičů, pouze pomocí kombinace práce přesčas a kooperace některých výrobků u externího výrobce.

Přestože kapacitní využití při výrobě dílců pro In-line je pouze 1,5% u soustružení a 1,4% u frézování je celkové kapacitní využití pracovišť na 107,4% u soustružení a 100% u frézování. Toto je dáno četností sériové výroby pro jiné produkty společnosti a projektovou výrobou, která se jen velmi těžko plánuje dopředu. Tyto údaje jsou vytaženy z informačního systému SAP. [3]

4.4 Výrobní proces – Kalibrační válec

Výroba kalibračních válců se realizuje v rámci výrobního střediska „H601“ na montážním pracovišti. Toto pracoviště o rozloze 16 m² je uzpůsobeno pro jednoho montážního dělníka, který zde pracuje při ranní směně. Při aktuálním provozu tohoto pracoviště je společnost schopna vyrobit přibližně 2000 ks kalibračních válců za rok. Montážní pracoviště je v provozu pouze při ranní směně a průměrný čas montáže 1 kusu kalibračního válce je 55 minut.

Skutečně bylo vyrobeno v předchozím roce 764 kusů, kapacitní využití pracoviště je tedy 38,2% a montážní pracovník je tedy využíván i pro montáž jiných výrobků společnosti.

Toto pracoviště bylo založeno v roce 2005 a výrobní časy montáže jsou zde optimálně nastavené pomocí časové studie Snímek pracovního dne jednotlivce. Montážní personál je kvalitně zaškolen a zapracován, dosahovaná produktivita práce je na velmi dobré úrovni vzhledem k druhu vykonávané práce a zaměstnavatel je s chodem pracoviště spokojen. [3]

Obrázek 4.3-1: Montážní pracoviště – výroba Kalibračních válců



Výrobek je vyráběn pomocí soustředěné montáže, montovaný výrobek je stabilně na montážním pracovišti. Technologický postup na celkovou montáž je důkladně popsán krok po kroku v montážním postupu. Postup montáže je pevně určen a ovlivňujícím faktorem je montážní postup a časový fond. [4]

5 Návrh a výpočty nového stavu výrobního procesu

Cílem této části diplomové práce je zjistit, jestli je možné naplnit požadovaný objem výroby dávkovacích stanic DULCODOS ® panel a případně navrhnout takové opatření, aby toho bylo dosaženo. Pokud budeme vycházet z analýzy současného stavu výrobního procesu a ten upravíme na nově požadovaný objem výroby, zjistíme, jednotlivé vytížení pracovišť a případně budeme řešit pracoviště s neodpovídajícím vytížením.

5.1 Kapacitní vytížení pracovišť

Pro určení kapacitního vytížení jednotlivých pracovišť, je zapotřebí u montáže určit počty zaměstnanců a u obrábění určit počty strojů z níže uvedených vztahů.

Počty zaměstnanců

Časový fond dělníka E_d

$$E_d = (d_p - d_d - d_a) * H$$

$$E_d = (250 - 20 - 7) * 8$$

$$E_d = \underline{1784 \text{ hodin}}$$

d_p ...počet pracovních dnů v roce

d_d ...průměrná výše dovolené

d_a ...průměrná neplánovaná absence

H ...počet pracovních hodin

Celkový počet dělníků D_c

$$D_c = D_v + D_p$$

$$D_v = \frac{T_c}{E_d}$$

$$D_p = 0,5 * D_v$$

D_v ...počet výrobních dělníků

T_c ...čas celkový

D_p ...počet pomocných dělníků

E_d ...časový fond dělníka

Celkový počet úředníků D_u

$$D_u = THP + A$$

THP ...počet THP (9-16%) D_c

A ...počet administr. pracov. (5-9%) D_c

Počty strojů

P_s ...počet strojů

T_c ...celkový čas

E_{fs} ...časový fond stroje

D ...počet dávek

d_p ...počet pracovních dnů v roce 2017 (250)

d_v ...velikost výrobní dávky

t_{pz} ...čas přípravy a zakončení

t_k ...čas kusový

Q ...objem výroby

a ...koeficient přípustných ztrát (0,02)

t_o ...čas operační

t_h ...čas hlavní

t_v ...čas vedlejší

$$P_s = \frac{T_c}{E_{fs}}$$

$$E_{fs} = 7,5 * d_p$$

$$T_c = D * (t_{pz} + d_v * t_k)$$

$$D = \frac{Q}{d_v}$$

$$d_v = \frac{t_{pz}}{a * t_k}$$

$$t_k = 1,15 * t_o$$

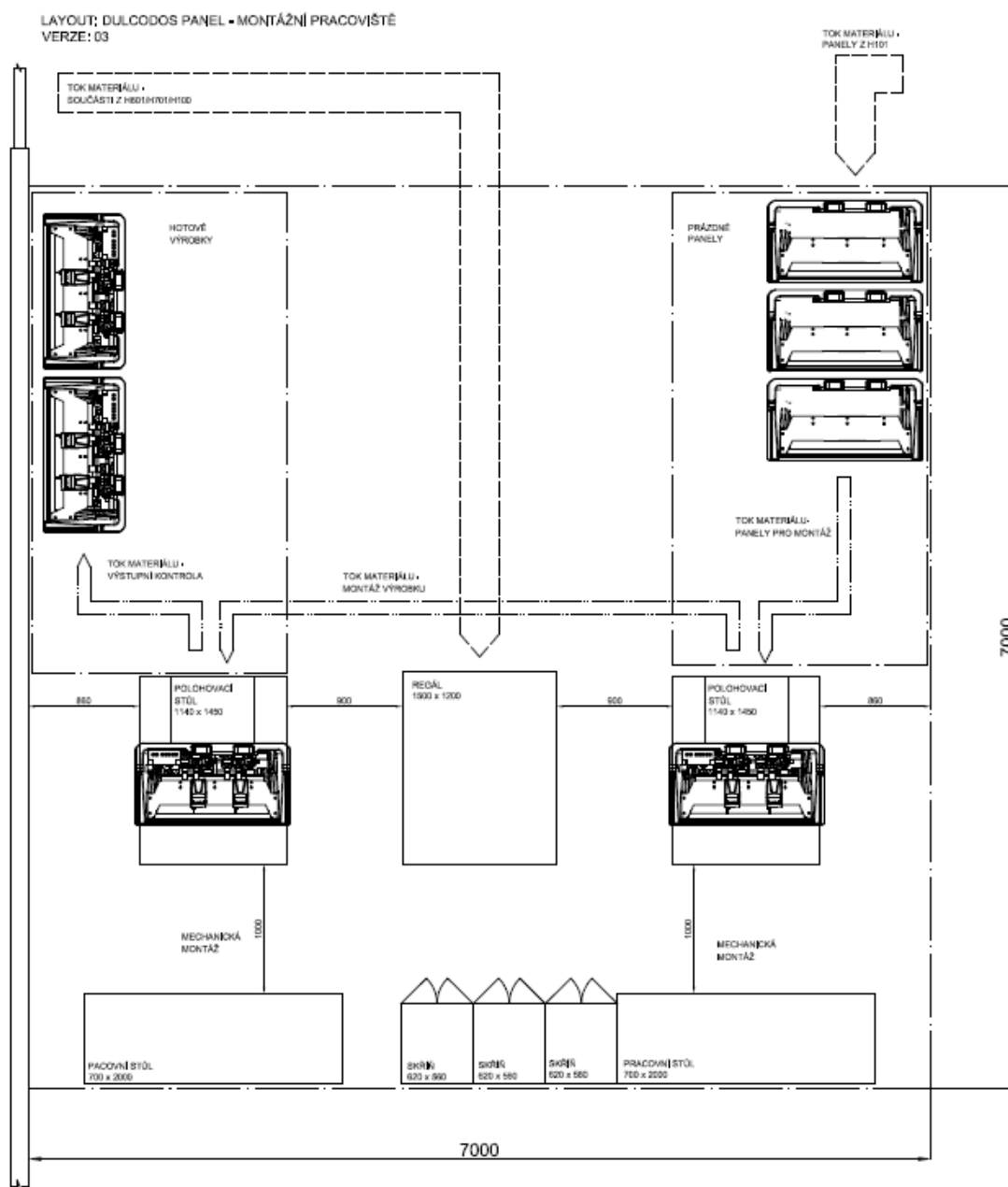
$$t_o = t_h + t_v$$

[5]

5.1.1 Pracoviště montáže DULCODOS® panel

Při současném objemu výroby 63 kusů ročně je vytížení montážního pracoviště na 24,2% celkové kapacity. Nově požadovaný objem výroby 200 kusů ročně znamená navýšení kapacity montážního pracoviště na 76,7%. Z hlediska kapacitního vytížení není třeba toto montážní pracoviště nijak rozšiřovat.

Obrázek 5.1.1-1: Dispoziční řešení montážního pracoviště – výroba DULCODOS® panel [3]

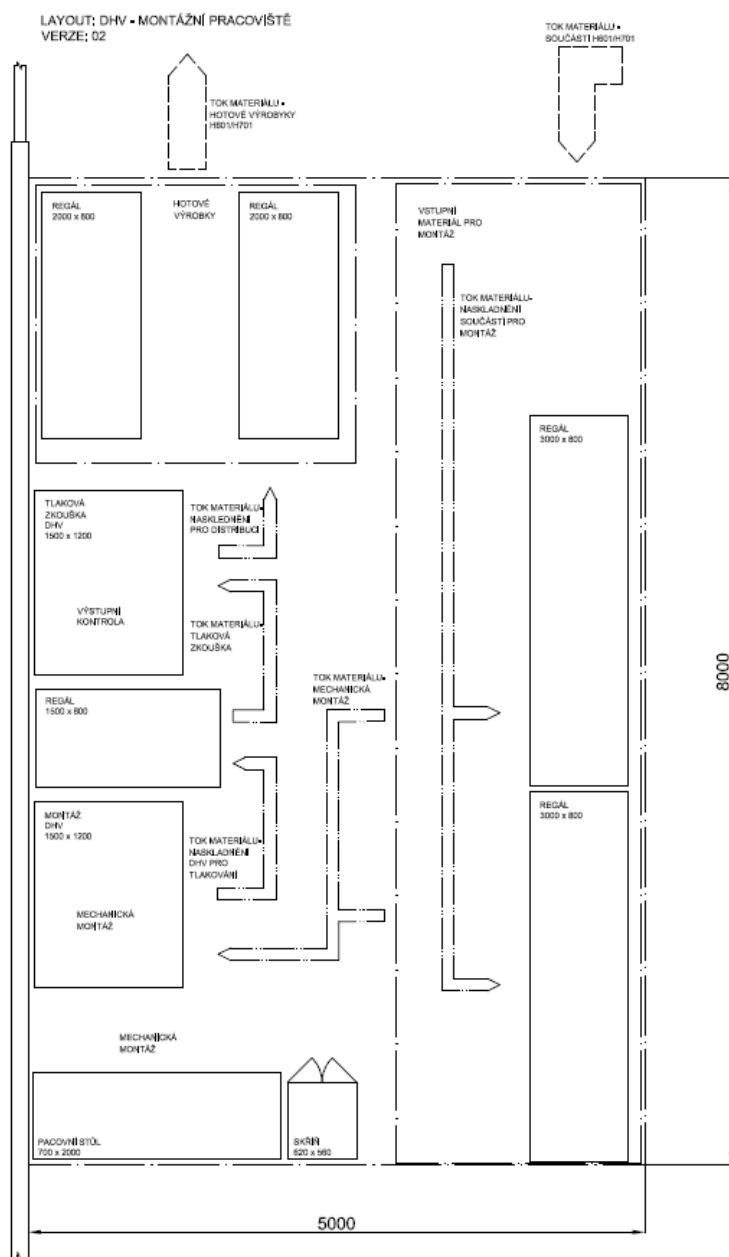


Dojde zde však k navýšení objemu výroby ročně o 2 055 montážních hodin a to znamená navýšení o 1,03 montážního dělníka pro montáže v rámci celého výrobního střediska H601.

5.1.2 Pracoviště montáže DHV-U

Při současném objemu výroby 1 777 kusů ročně je vytížení montážního pracoviště na 20,9% celkové kapacity. Nově požadovaný objem výroby 5 633 kusů ročně znamená navýšení kapacity montážního pracoviště na 66,3%. Z hlediska kapacitního vytížení není třeba toto montážní pracoviště nijak rozšiřovat.

Obrázek 5.1.2-1: Dispoziční řešení montážního pracoviště – výroba DHV-U [3]

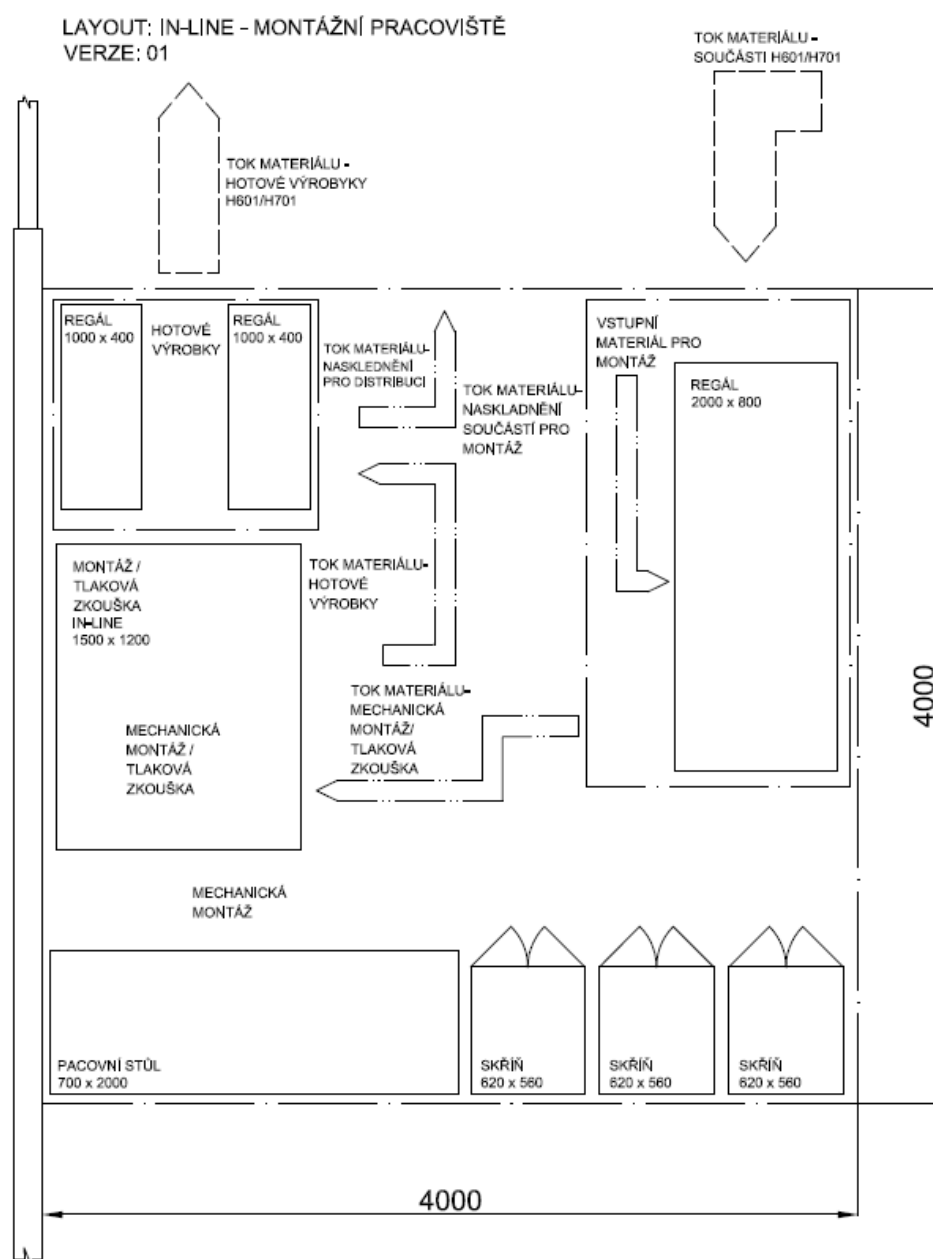


Dojde zde však k navýšení objemu výroby ročně o 900 montážních hodin a to znamená navýšení o 0,45 montážního dělníka pro montáže v rámci celého výrobního střediska H601.

5.1.3 Pracoviště montáže In-line

Při současném objemu výroby 324 kusů ročně je vytížení montážního pracoviště na 3,6% celkové kapacity. Nově požadovaný objem výroby 1 027 kusů ročně znamená navýšení kapacity montážního pracoviště na 11,4%. Z hlediska kapacitního vytížení není třeba toto montážní pracoviště nijak rozšiřovat.

Obrázek 5.1.3-1: Dispoziční řešení montážního pracoviště – výroba In-line [3]



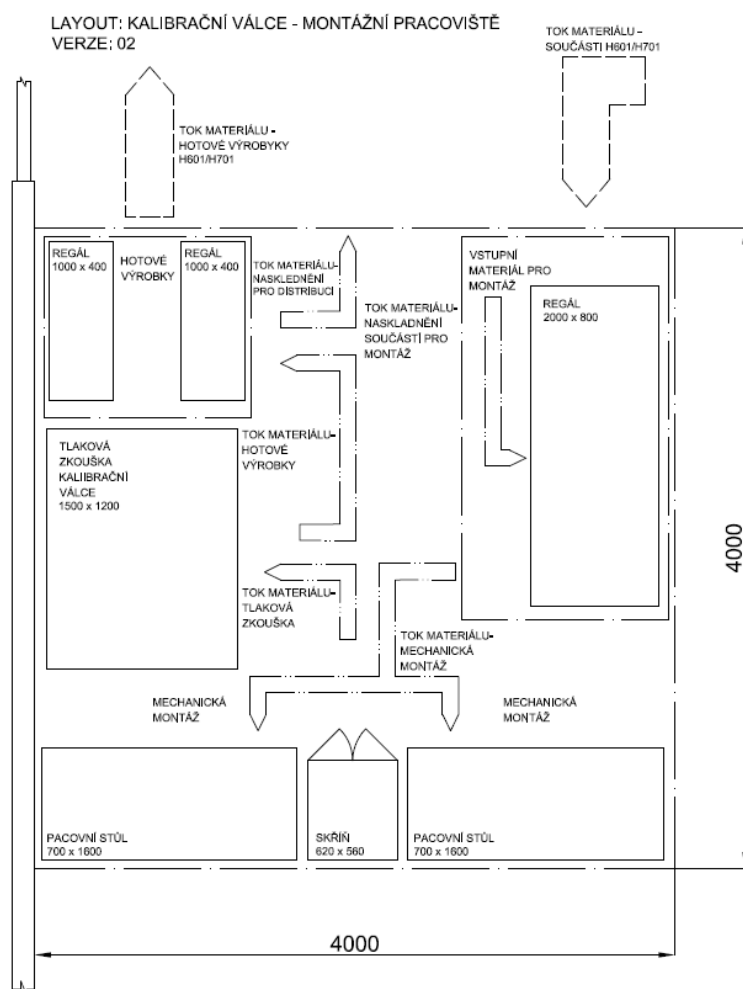
Dojde zde však k navýšení objemu výroby ročně o 152 montážních hodin a to znamená navýšení o 0,08 montážního dělníka pro montáže v rámci celého výrobního střediska H601.

5.1.4 Pracoviště montáže Kalibrační válce

Při současném objemu výroby 764 kusů ročně je vytížení montážního pracoviště na 38,2% celkové kapacity. Nově požadovaný objem výroby 2 422 kusů ročně znamená navýšení kapacity montážního pracoviště na 121,1%. Z hlediska kapacitního vytížení je třeba toto montážní pracoviště rozšiřovat či racionalizovat.

Jelikož montáž kalibračních válců se provádí na pracovním stole, je nejjednodušší do montážního pracoviště přidat jeden pracovní stůl pro druhého montážního pracovníka. Proveďte se tedy jednoduchá reorganizace montážního pracoviště a celkové rozměry a koncepce se zachovávají. Kapacita výroby se tedy zvýší o dvojnásobek a vytížení nově navrženého montážního pracoviště bude 60,6%.

Obrázek 5.1.4-1: Dispoziční řešení montážního pracoviště – výroba Kalibrační válce – nový návrh



Dojde zde také k navýšení objemu výroby ročně o 1 520 montážních hodin a to znamená navýšení o 0,76 montážního dělníka pro montáže v rámci celého výrobního střediska H601.

5.1.5 Pracoviště obrábění - soustruhy

Při současném objemu sériové i projektové roční výroby je vytížení strojů na 107,4% celkové kapacity. Nově požadovaný objem sériové výroby znamená navýšení kapacity pracoviště na 140,4%. Z hlediska kapacitního vytížení je třeba toto montážní pracoviště rozšiřovat.

Jelikož pracoviště s obráběcími stroji již vyrábí ve dvousměnném pracovním procesu a noční směna není z důvodu umístění výrobního závodu v obytné části města Blovice možná, je jediné možné řešení navýšení výrobní kapacity strojů pro obrábění. V tomto případě se navrhuje investice do nového obráběcího stroje SP 280 SY (obr. 5.1.5-1) od výrobce KOVOSVIT MAS a. s.

Obrázek 5.1.5-1: Číslíkově řízený soustruh SP 280 SY [6]



Specifikace obráběcího stroje – číslíkově řízený soustruh SP 280 SY [6]

CNC Soustruh SP 280 SY	
Oběžný průměr nad ložem	570 mm
Maximální průměr soustružení	280 mm
Maximální délka soustružení	450 mm
Otáčky vřetene / protivřetene	1-4700 ot./min / 1-6000 ot./min
Rozměry stroje (dxšxv)	3 875 x 2 122 x 2 345 mm
Hmotnost stroje	7 900 kg

Z výše uvedených počtů strojů je zřejmé, že pro zajištění výrobní kapacity pracoviště by bylo zapotřebí nakoupit 1,62 stroje tedy 2 stroje o stejném výkonu, jako stávající stroje. Nově navrhovaný stroj SP 280 SY je však na základě provedené časové studie od výrobce stroje pro čtyři stěžejní výrobky o 77,7 % výkonnější než stávající stroje Masturn 50, Masturn 720 či Colchester master 2500. Stanovený počet nově specifikovaných výkonnějších strojů SP 280 SY, o které je zapotřebí rozšířit výrobní pracoviště obrábění soustružením je 0,91 stroje => tedy 1 stroj.

Časová studie byla provedena dodavatelem obráběcího stroje pro čtyři základní výrobky, které nejlépe prezentují výrobní proces obrábění v oblasti soustružení. Zjištěná úspora výrobních časů je velmi vysoká a je to dáno novou technologií, kde zejména časy na opětovné upínání obrobku a nastavování nástrojů jsou eliminovány. Příklad protokolu s detailním popisem operací je předmětem přílohy této diplomové práce a pro přehled je zde uvedena tabulka (obr. 5.1.5-2) s časovou úsporou u jednotlivých výrobců.

Obrázek 5.1.5-2: Časová studie – přehledná tabulka [3]

Díl číslo	název	stávající čas obrábění /min	nový čas obrábění /min	úspora/ min	úspora/ %
1035059	Aufnahme D69x39,5 G2" 1.4404	28,5	6,7	21,8	76,49123
1006824	Druckj.Scheibe DHV-DM/SM 1 1/2	13,5	3,05	10,45	77,40741
1043201	Gewindeanschluß DHV-U DN25	18,5	5,25	13,25	71,62162
1041670	Flansch 6"x168,3-ANSI150lbs Lochb. 44	36	5,25	30,75	85,41667

5.1.6 Pracoviště obrábění - frézky

Při současném objemu sériové i projektové roční výroby je vytížení strojů na 100% celkové kapacity. Nově požadovaný objem sériové výroby znamená navýšení kapacity pracoviště na 133%. Z hlediska kapacitního vytížení je třeba toto montážní pracoviště rozšiřovat.

Jelikož pracoviště s obráběcími stroji již vyrábí ve dvousměnném pracovním procesu a noční směna není z důvodu umístění výrobního závodu v obytné části města Blovice možná, je jediné možné řešení navýšení výrobní kapacity strojů pro obrábění. V tomto případě se navrhuje investice do nového obráběcího stroje MCV 1016 QUICK (obr. 5.1.6-1) od výrobce KOVOSVIT MAS a. s.

Obrázek 5.1.6-1: Vertikální obráběcí centrum MCV 1016 QUICK [7]



Specifikace obráběcího stroje – vertikální obráběcí centrum MCV 1016 QUICK [7]

CNC Frézka MCV 1016 QUICK	
Upínací plocha stolu	1 300 x 600 mm
Maximální zatížení stolu	700 kg
Pracovní rozsah (x/y/z)	1 016 / 610 / 710 mm
Otáčky vřetene	1 - 10 000 ot./min
Rozměry stroje (dxšxv)	2 700 x 3 080 x 2 940 mm
Hmotnost stroje	5 500 kg

Z výše uvedených počtů strojů je zřejmé, že pro zajištění výrobní kapacity pracoviště by bylo zapotřebí nakoupit 0,66 stroje tedy 1 stroj o stejném výkonu, jako stávající stroje. Nově navrhovaný stroj MCV 1016 QUICK je však na základě provedené časové studie od výrobce stroje pro dvacet čtyři stěžejních výrobků o 46 % výkonnější než stávající stroje Chiron FZ 18S a MCV 500. Stanovený počet nově specifikovaných výkonnějších strojů MCV 1016 QUICK, o které je zapotřebí rozšířit výrobní pracoviště obrábění frézováním je 0,36 stroje => tedy 1 stroj.

Časová studie byla provedena dodavatelem obráběcího stroje pro dvacet čtyři základních výrobků, které nejlépe prezentují výrobní proces obrábění v oblasti frézování. Zjištěná úspora výrobních časů je vysoká a je to dáno novou technologií, kde zejména časy na opětovné upínání obrobku a nastavování nástrojů jsou eliminovány. Pro přehled je zde uvedena tabulka (obr. 5.1.6-2) s časovou úsporou u jednotlivých výrobců.

Obrázek 5.1.6-2: Časová studie – přehledná tabulka [3]

Díl číslo	název	stávající čas obrábění /min	nový čas obrábění /min	úspora / %
1041721	Lagerboden UVA1x D139,7x22	15	8	47%
1031221	Aufnahme D35x23 1.4404	2,6	1,7	35%
1049431	Flansch D425x24 1.4404	45	31,5	30%
1051668	Flansch D358x24 1.4404	50	28,5	43%
1035059	Aufnahme D69x39,5 G2" 1.4404	7	3,5	50%
1035004	Scheibe D69x20 - M 16 x 1.5 1.4404	9,35	6,1	35%
1035037	Flansch 228x134,5x16 1.4404	18	7,2	60%
1035798	Kammerdeckel D228x22 UVS 1.4404	45	32,5	28%
1059768	Kammerdeckel MW D360x22 UV-MP 1.4404	120	66,5	45%
1041209	Montagestab D18x250 1.4404	3	2,5	17%
1027845	Getriebeflansch D 120 mm 1.4301	5,5	3,5	36%
1081729	Platte 150x150x10 1.4404	8	4	50%
1081725	Flansch 200x118x12 1.4404	15	5,5	63%
1081726	Flansch 200x12, M14 1.4404	18	8,5	53%
1041913	Kammerdeckel D228x22 UVA1x MW 1.4404	100	55,5	45%
1049341	Strahleraufnahme D74x16 1.4404	7	4,6	34%
1049343	Strahlerabdeckung D73x9 1.4404	7	3,8	46%
1050085	Kammerdeckel D139,7x22 1.4404	22	9,5	57%
1050086	Kammerboden D139,7xd88,9x21 1.4404	16	7,2	55%
1034245	Flansch D147x14 1.4571 OZMa1	18	5,7	68%
1034153	Flansch D147x14 1.4571 OZMa2	16	6,2	61%
1030382	Flansch D147x14 1.4571	20	7	65%
1041669	Flansch 4"x114,3-ANSI150lbs_Lochb. 4404	15	6,75	55%
1035798	Kammerdeckel D228x22 UVS 1.4404	45	32,5	28%

5.2 Montáže – nový stav výrobního procesu

Nový stav výrobního procesu montáže dávkovacích stanic DULCODOS ® panel, který znamená navýšení objemu výroby o přibližně 300% má za následek navýšení kapacitního vytížení jednotlivých pracovišť montáže ve výrobním středisku „H601“. Z výše uvedených

výpočtů vyplývá zachování všech stávajících pracovišť montáže kromě pracoviště montáže kalibračních válců. Zde bylo zapotřebí pracoviště kapacitně rozšířit tak, aby se nový objem výroby podařilo v rámci tohoto pracoviště realizovat za co možná minimálních požadavků na investici, která činí 6 129 Kč. Tento požadavek byl úspěšně navrhnout a předložen vedení společnosti k posouzení.

Na základě provedených kapacitních výpočtů nově zaváděného výrobního procesu je zapotřebí navýšit celkový počet výrobních dělníků v oddělení montáže o 2,32 dělníka => tedy o 3 dělníky. Tento požadavek byl úspěšně navrhnout a předložen vedení společnosti k posouzení. Dále však z výpočtů vyplívá navýšení o 2 pomocné dělníky a minimálně 1 úředníka. Tento požadavek byl pečlivě přehodnocen na základě dosavadní situace v těchto odděleních a bylo rozhodnuto nepředkládat tento požadavek vedení společnosti a zachovat dosavadní počty zaměstnanců.

5.3 Obrábění – nový stav výrobního procesu

Nový stav výrobního procesu montáže dávkovacích stanic DULCODOS ® panel, který znamená navýšení objemu výroby o přibližně 300% má za následek navýšení kapacitního vytížení jednotlivých pracovišť obrábění ve výrobním středisku „H601“. Z výše uvedených výpočtů vyplývá, že je zapotřebí rozšíření stávajících pracovišť obrábění soustružením i frézováním vždy o jeden moderní obráběcí stroj. Pro pracoviště obrábění soustružením se jedná o investici do stroje SP 280 SY, která činí 4 880 602 Kč. Pro pracoviště obrábění frézováním se jedná o investici do stroje MCV 1016 QUICK, která činí 3 424 440 Kč. Tento požadavek byl úspěšně navrhnout a předložen vedení společnosti k posouzení.

Na základě provedených kapacitních výpočtů nově zaváděného výrobního procesu je zapotřebí navýšit celkový počet výrobních dělníků v oddělení obrábění o 1,27 dělníka => tedy o 2 dělníky. Tento požadavek byl úspěšně navrhnout a předložen vedení společnosti k posouzení. Dále však z výpočtů vyplívá navýšení o 1 pomocného dělníka a minimálně 1 úředníka. Tento požadavek byl pečlivě přehodnocen na základě dosavadní situace v těchto odděleních bylo rozhodnuto nepředkládat tento požadavek vedení společnosti a zachovat dosavadní počty zaměstnanců.

6 Technické a ekonomické zhodnocení navrženého procesu

Výroba dávkovacích stanic DULCODOS ® panel a dílčích výrobků se realizuje pomocí soustředné montáže, montovaný výrobek je stabilně na montážním pracovišti. Podkladem pro výrobu jsou výrobní výkresy, kusovníky a technologické postupy. Výrobní časy montáže jsou nastavené pomocí dříve provedené časové studie Snímek pracovního dne jednotlivce. Ve výrobním oddělení montáže nedošlo k žádné technické ani technologické změně, jelikož je výrobní proces optimálně nastaven. Návrh nového stavu výrobního procesu obsahuje pouze rozšíření kapacit montáže.

Výroba dílců pro komponenty dávkovacích stanic se realizuje pomocí třískového obrábění na CNC obráběcích strojích, které jsou již poměrně zastaralé a výrobní časy jsou tedy poněkud dlouhé. Navrhuje se tedy změna technologie výroby pomocí nových moderních obráběcích strojů. Návrh nového stavu výrobního procesu obsahuje nový obráběcí stroj pro soustružení a nový obráběcí stroj pro frézování. Úspora výrobních časů u metody soustružení je 77,7% a je jí dosaženo především proto, že nově navrhovaný stroj má poháněné nástroje, druhé vřetenem s elektromotorem, automatické zakládání tyče, automatické odebrání výrobku a dosahuje vyšších řezných rychlostí. Úspora výrobních časů u metody frézování je 46% a je jí dosaženo především proto, že nově navrhovaný stroj má středové chlazení nástrojů, otočný stůl (slouží jako 4 osa) a dosahuje podstatně vyšších řezných rychlostí.

Investiční náklady pro realizaci navrhovaného stavu výrobního procesu jsou pro oddělení montáže vyčísleny na 6 129 Kč a pro oddělení třískového obrábění 8 305 042 Kč. Navrhované investiční náklady pro oddělení montáže jsou zanedbatelné a budou případně uhrazeny z měsíčního rozpočtu tohoto oddělení. Navrhované investiční náklady pro oddělení třískového obrábění vyžadují zhodnocení formou stanovení doby návratnosti investice (obr. 6-1), která byla spočítána na 5,7 let dle níže uvedeného vzorce pro výpočet tzv. prosté doby návratnosti.

$$TN_P = \frac{IN}{CF}$$

kde:

IN jsou náklady na investici (investiční výdaj)

CF je roční peněžní tok (roční příjem – úspora nákladů v důsledku investice) [8]

7 Závěr

Cílem diplomové práce bylo navrhnout a kapacitně spočítat nový výrobní proces dávkovací stanice DULCODOS ® panel s navýšeným objemem výroby na 200 kusů za rok pro firmu ProMinent Systems spol. s r. o.

V první kapitole práce byla představena výrobní společnost ProMinent Systems spol. s r. o. a teoreticky popsány produkty dávkovací stanice, protitlakový ventil, tlumič pulzací a kalibrační válec.

Praktická část práce vychází ze stávajícího stavu výrobního procesu montáže a obrábění, který byl analyzován z praxe na jednotlivých pracovištích. Z poznatků získaných ve výrobě se vycházelo k návrhu nového výrobního procesu. Analýza obsahovala popis jednotlivých výrobních procesů montáže a obrábění, kapacitní vytíženost pracovišť montáže a obrábění, nalezení nedostatků.

Návrh a výpočty nového stavu výrobního procesu řešili problematiku nedostatečné kapacity stávajícího pracoviště montáže kalibračních válců, které bylo rozšířeno tak, aby nově navrhovanému stavu vyhovělo. Dále se v této části práce řešila investice do výroby v oblasti třískového obrábění, kde bylo navrženo investovat do nového CNC soustruhu SP 280 SY a nové CNC frézky MCV 1016 QUICK. Bylo také navrženo nové uspořádání výrobního střediska, kde došlo k přesunu montážního pracoviště pro realizaci projektů na úkor nově navrženého výrobního pracoviště obrábění.

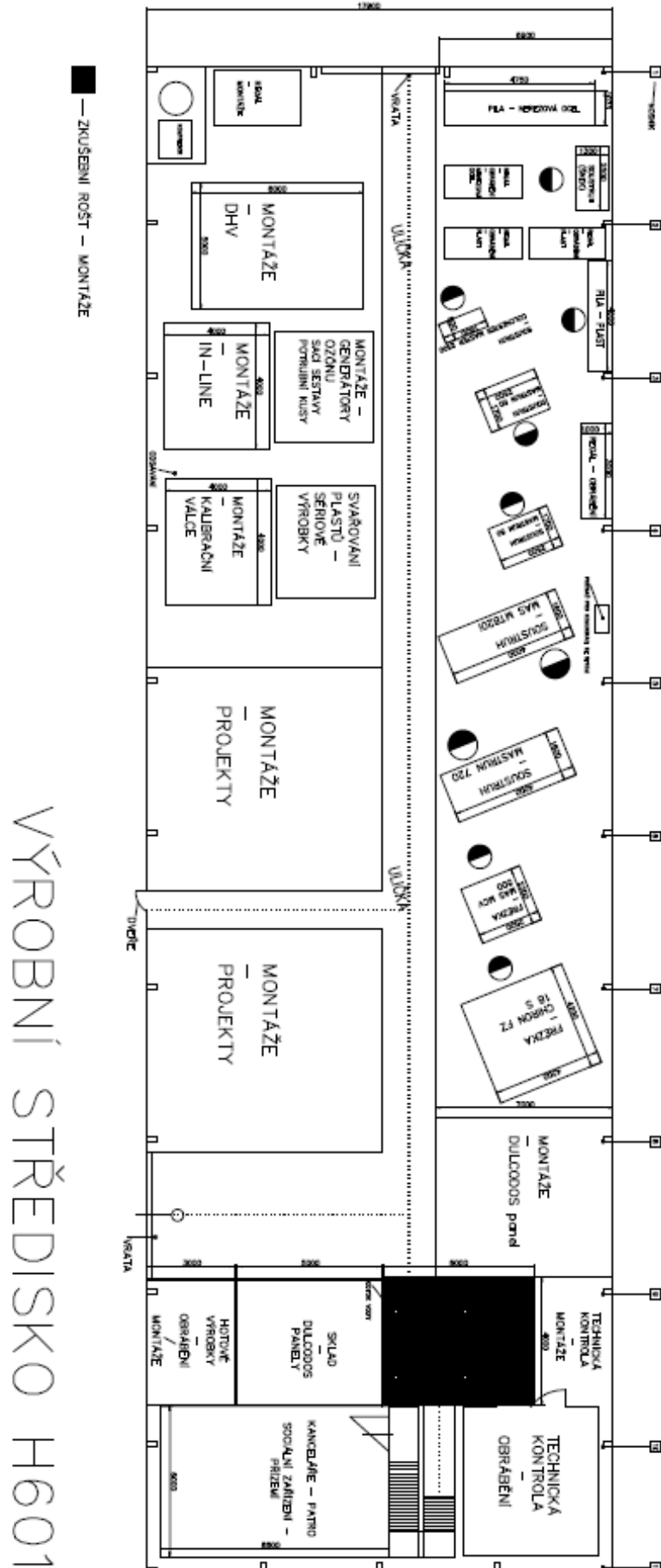
V poslední kapitole práce byla provedena rozvaha nad technickou a finanční náročností navrženého výrobního procesu a zhodnocena doba návratnosti navrhované investice. Tato rozvaha byla předložena vedení společnosti ProMinent Systems spol. s r. o. k posouzení.

8 Použité zdroje a literatura

- [1] Profil společnosti ProMinent Systems spol. s r. o. [Online] Dostupné z:
<<http://www.prominentsystems.cz/systemove-clanky/experts-in-chem-feed-ant-water-treatment.htm>>
- [2] Katalog výrobků a přehled výrobků ProMinent [Online] Dostupné z:
<https://www.prominent.cz/cs/V%C3%BDrobky/V%C3%BDrobky/Katalog-v%C3%BDrobk%C5%AF/Katalog-v%C3%BDrobk%C5%AF.html>
- [3] Interní dokumentace firmy ProMinent Systems spol. s r. o.
- [4] J. Fulemová, „*Technologie montáže*“, *Podklady k přednáškám*, ZČU, FST, Plzeň 2016
- [5] V. Duchek, „*Projektování výrobních systémů*“, *Podklady k přednáškám*, ZČU, FST, Plzeň 2015
- [6] Soustružnická centra SP Line [Online] Dostupné z:
<https://www.kovosvit.cz/sp-280-p6.html>
- [7] Vertikální obráběcí centra MCV Line [Online] Dostupné z:
<https://www.kovosvit.cz/mcv-1016-quick-p4.html>
- [8] Metoda doby návratnosti investice [Online] Dostupné z:
http://geologie.vsb.cz/loziska/cvekonomika/5_teorie.html

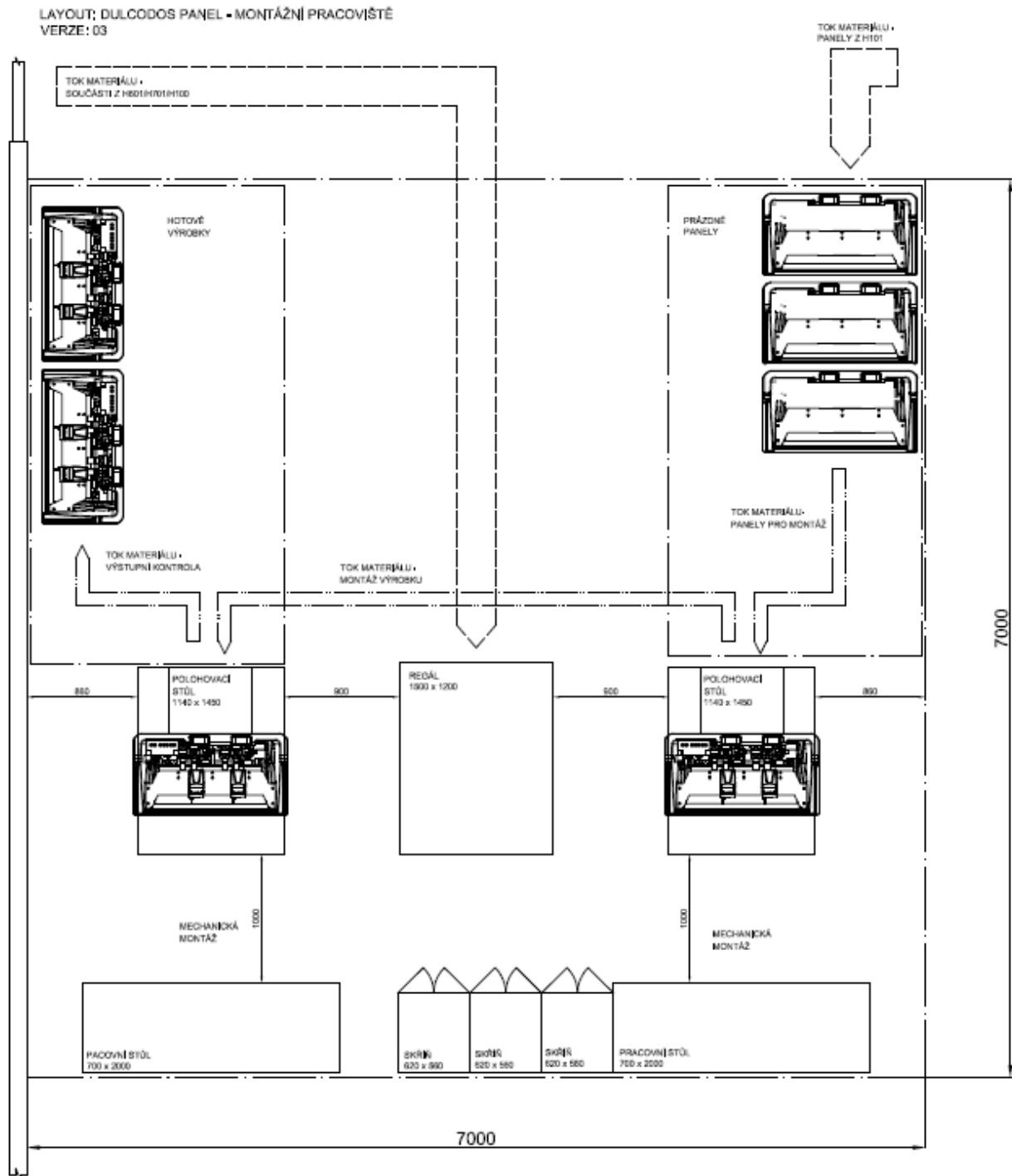
PŘÍLOHA č. 1

Schéma výrobního střediska „H601“ stávající stav



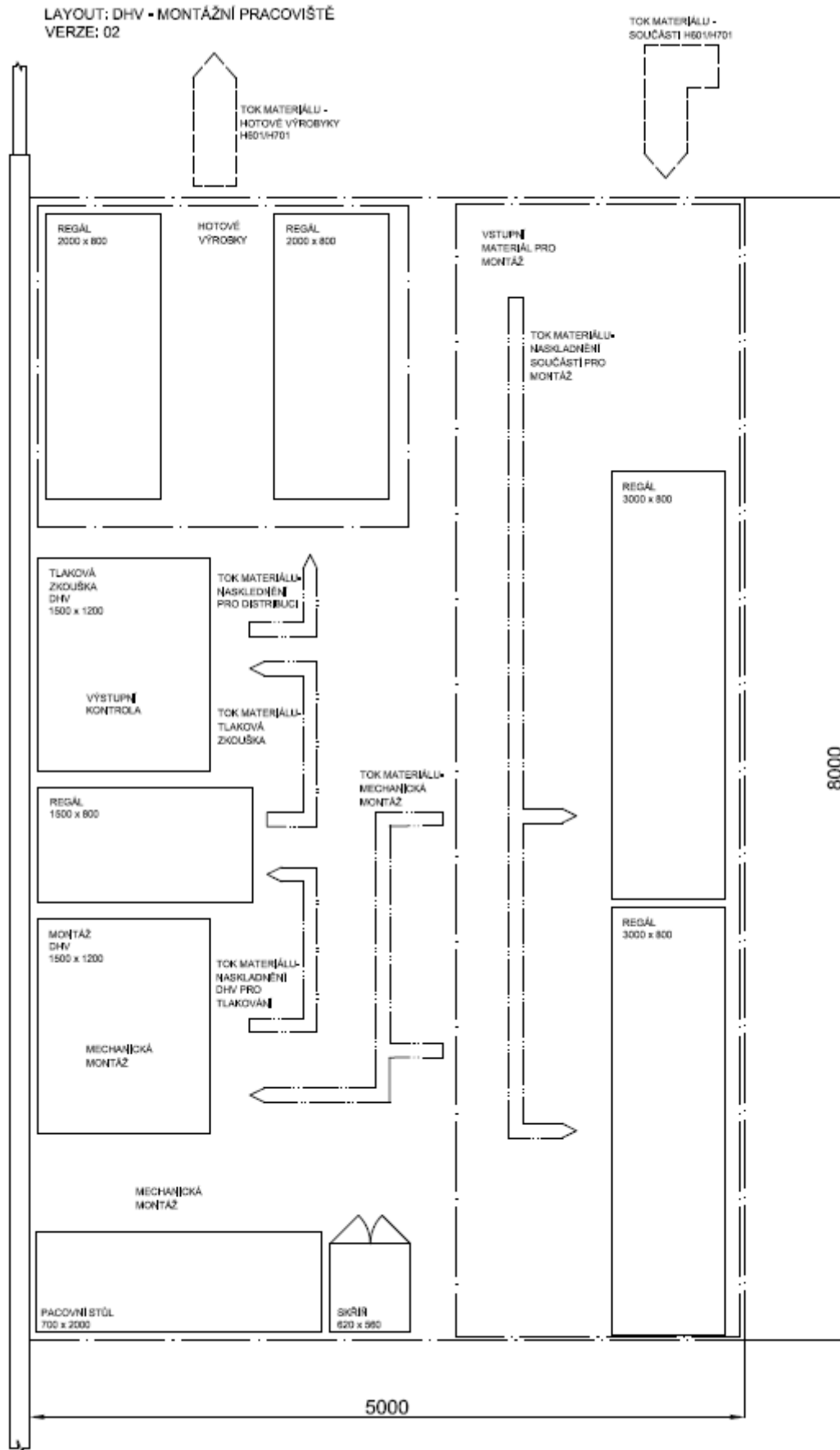
PŘÍLOHA č. 2

Dispoziční řešení montážního pracoviště výroba DULCODOS® panel



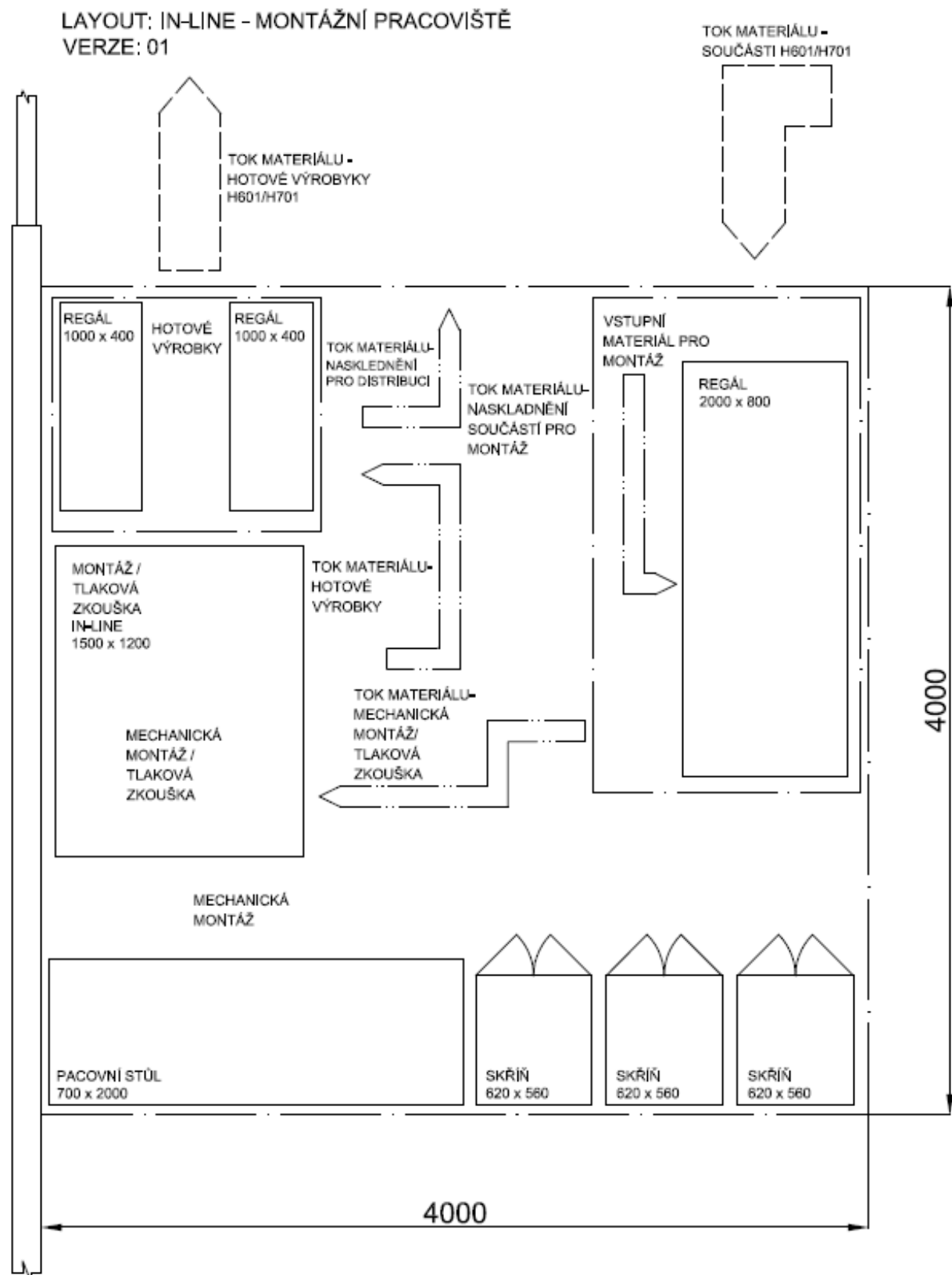
PŘÍLOHA č. 3

Dispoziční řešení montážního pracoviště výroba DHV-U



PŘÍLOHA č. 4

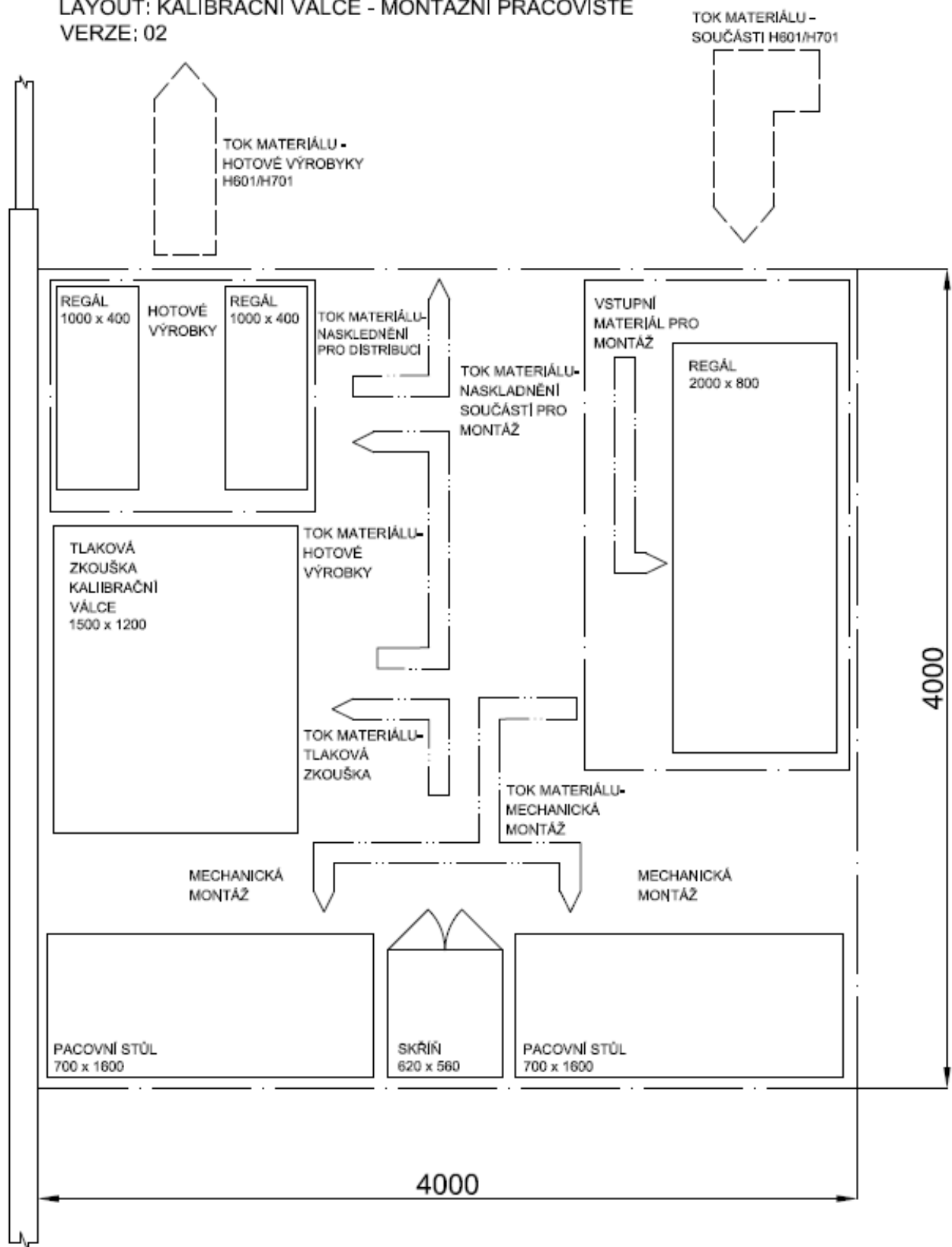
Dispoziční řešení montážního pracoviště výroba In-line



PŘÍLOHA č. 5

Dispoziční řešení montážního pracoviště výroba Kalibrační válce

LAYOUT: KALIBRAČNÍ VÁLCE - MONTÁŽNÍ PRACOVNÍŠTĚ
VERZE: 02



PŘÍLOHA č. 6

Časová studie CNC SP 280 SY

ČASOVÁ STUDIE
CNC SP 280 SY



Zákazník: Firma: ProMinent Systems spol. s. r. o.
Adresa: Fügnerova ul. 567, 33601, Blovice, Česká republika
Telefon: 378 227 608
Kontakt: Hlaváček

Prodávající: Firma: Kovosvit MAS a.s.
Adresa: Nám. T. Bati 419, 391 02, Sezimovo Ústí
Výřizuje: Ing. Petr Štách
Telefon: 727 889 407
E-mail: stach@kovosvit.cz

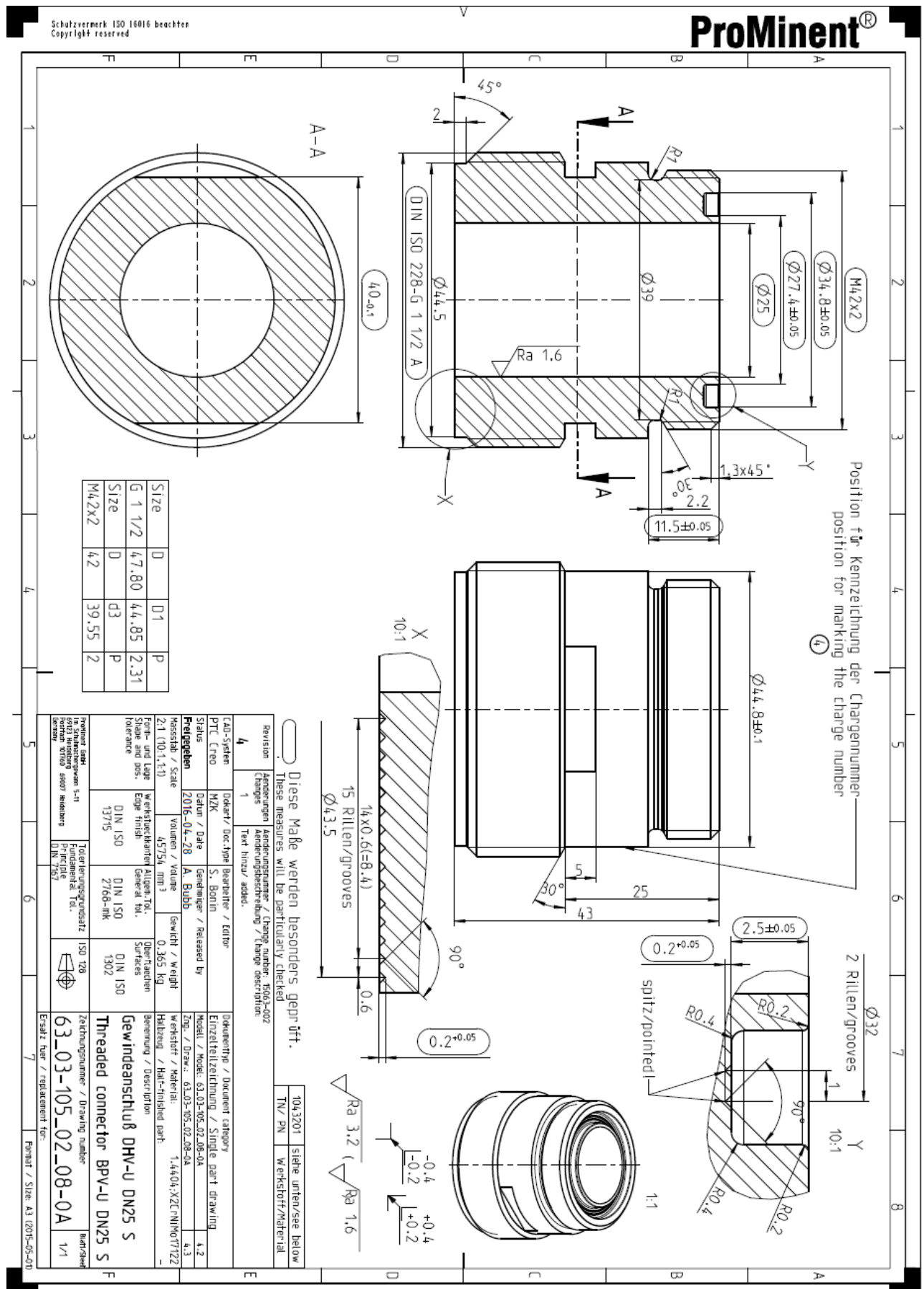
Studie ze dne: 20.9.2017

Zákazník : ProMinent Polotovary pr. 50 (týč)		Součást :		Číslo výkresu : 63_03_105_02_08_0A				Stroj : SP 280 SY		Materiál : 1.404	
Popis obrábění		prům D	otáčky S	řez.r. V	dráha L	pos. F	tv+tu	th	Nástroj:	š. d.	držáky
Poz.	Upnutí : kleštinové upínání	Čas pro upnutí :									
1	vrtání pr. 24	24	1327	100	51	0,12	0,10	0,35	vrták 24		d. v. t. d. r. v. 40/25
2	hrubovat průměr 43, 46, 49	45	1274	180	64	0,25	0,10	0,25	h. n. l.		D1
3	šl. pr 42, 44,8; 47,8 + čelo + h.	44	1303	180	60	0,2	0,10	0,25	š. n. l.		D1
4	vnitřní šlichtování pr. + h.	25	2038	160	48	0,18	0,10	0,15	vnitř. š. n.		d. v. t. o. r. v. 40/20
5	zápich čelní R 0,4	33	965	100	9	0,05	0,10	0,20	zap. n. (čelo)	š. d. (2)	B2
6	2x čelní zápich	32	995	100	3	0,05	0,10	0,10	zap. n. (čelo)	š. d. (2)	B2
7	sous. zápich za závit M 42	39	980	120	6	0,13	0,10	0,05	zap. n.	š. d. (2)	C4
8	sous. závit M 42 x 2	42	910	120	180	2	0,25	0,10	záv. n.	š. d. (2)	C4
9	závit G1 1/2	48	796	120	275	2,309	0,30	0,15	záv. n.	d. G 1 1/2	C4
10	fr. pl. na pr. 40 2 x + "C" osa	5	3949	62	54	0,08	0,25	0,20	fréza (5)		rot. d. ax.
	přijetí prot. a upnutí za pr. 44,8							0,20			
11	upíchnutí dílce	48	863	130	26	0,13	0,10	0,25	up. nůž	š. d. (3)	C4
	odjetí prot. do ob. pl.							0,10			
1	hrubovat odlehčení	45,5	1260	180	6	0,25	0,10	0,05	h. n. p.		D1
2	šlichtovat čelo + odlehčení	48	1194	180	18	0,2	0,10	0,10	š. n. p.		D1
3	srazit hranu pro vnitř. pr. 25	26	1960	160	3	0,18	0,10	0,05	vnitř. š. n.		d. v. t. o. r. v. 40/20
4	14 čelních zápichů	40	796	100	21	0,05	0,25	0,55	zap. n. (čelo)		B5
Celkem							2,45	2,80			
Celkový operační čas s upnutím								5,25			
Předpokládaný výkon za 1 hodinu při 80% využití čas.fondu:								9			
Předpokládaný výkon za 8 hodin při 80% využití čas.fondu:								73,0			

Časová studie byla zpracována na základě předložených podkladů. Vyhrazujeme si právo změny řezných podmínek a tedy i celkového času opracování dle skutečnosti - tvrdost polotovarů, přídavky na opracování a pod.

PŘÍLOHA č. 7

Časová studie
Výkres 63_03_105_02_08_0A



PŘÍLOHA č. 8

Schéma výrobního střediska „H601“ navržený stav

