

Analýza výroby vodních ventilů pro stabilizaci průtokových odchylek ve vybrané společnosti

Jindřich Novák

Bakalářská práce
2024/25



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Jindřich Novák
Osobní číslo:	M220061
Studijní program:	B0413P050013 Průmyslové inženýrství
Forma studia:	Prezenční
Téma práce:	Analýza výroby vodních ventilů pro stabilizaci průtokových odchylek ve vybrané společnosti

Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši se zaměřením na problematiku výrobního procesu.

II. Praktická část

- Analýzujte výrobu vodních ventilů a uveďte možné příčiny problému.
- Na základě výsledků analýzy navrhněte doporučení vedoucí k racionalizaci výroby vodních ventilů pro stabilizaci průtokových odchylek ve vybrané společnosti.

Závěr

Rozsah bakalářské práce: cca 40 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam doporučené literatury:

ALTMAN, Harry. *Lean: Lean Six Sigma, Lean startup, Lean enterprise, Lean analytics, Agile project management, Kanban, Scrum*. North Charleston: CreateSpace Independent Publishing Platform, 2017. ISBN 9781978348684.
BRAU, Sebastian José. *Lean manufacturing 4.0: The technological evolution of lean: A practical guide on the correct use of technology in lean projects Kanban, 5S, TPM, Kaizen, VSM, 6Sigma, SMED OEE, Hoshin Kanri, Gemba, JIT, TPS, PDCA*. Boca Raton: American Lean SD, 2016. ISBN 978-1-5393-2294-8.
HRUŠECKÁ, Denisa; HRBÁČKOVÁ, Lucie a CHROMJAKOVÁ, Felicita. *Plánování a řízení výroby – Prediktivní analýza a rozvrhování*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2024. ISBN 978-80-7678-289-1.
JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-5717-9.
VINODH, Sekar. *Lean Manufacturing: Fundamentals, Tools, Approaches, and Industry 4.0 Integration*. Boca Raton: Taylor and Francis Group, 2023. ISBN 978-1-003-19033-2.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Eva Juříčková, Ph.D.
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání bakalářské práce: 10. února 2025
Termín odevzdání bakalářské práce: 23. května 2025

L.S.

doc. Ing. Michal Pilík, Ph.D.
děkan

prof. Ing. Felicita Chromjaková, Ph.D.
garant studijního programu

Ve Zlíně dne 10. února 2025

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení bakalářské práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou práci – nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá; neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji, že

- jsem na bakalářské práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne

.....

podpis autora

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá analýzou výroby vodních ventilů ve firmě Robertshaw CZ Limited. Cílem je odhalit příčiny odchylek v průtoku u některých výrobků a navrhnout opatření ke zlepšení kvality a stability procesu. Práce kombinuje teoretické poznatky z oblasti řízení výroby, kvality a zlepšování procesů s praktickou analýzou konkrétních dílů, procesem a návrhy optimalizace.

Klíčová slova: vodní ventil, průtok, kvalita, výroba, zlepšování, regulátor, zmetkovitost, montáž

ABSTRACT

This bachelor thesis analyzes the production of water valves at Robertshaw CZ Limited. The aim is to identify the causes of flow deviations in selected products and propose measures to improve quality and process stability. The work combines theoretical knowledge of production management, quality, and process improvement with a practical analysis of specific components, process and optimization proposals.

Keywords: water valve, flow rate, quality, production, improvement, regulator, scrap rate, assembly

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucí své bakalářské práce Ing. Eva Juříčková, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a především trpělivost a podporu během celého zpracování této práce.

Zvláštní poděkování patří také společnosti Robertshaw CZ Limited, a především jejím zaměstnancům, kteří mi umožnili nahlédnout do výrobního procesu, poskytli nezbytné informace a ochotně spolupracovali při sběru potřebných dat.

V neposlední řadě děkuji své rodině a blízkým za jejich podporu, trpělivost a povzbuzení během celého studia.

OBSAH

ÚVOD.....	11
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE.....	12
I TEORETICKÁ ČÁST	13
1 VÝROBNÍ PROCES.....	14
1.1 TYPY VÝROBY	15
1.2 STRUKTURA VÝROBNÍHO PROCESU.....	16
1.3 MAPOVÁNÍ PROCESŮ VE VÝROBĚ	17
1.4 ŘÍZENÍ VÝROBNÍCH PROCESŮ	19
1.5 ŘÍZENÍ ZÁSOB.....	20
2 KVALITA VE VÝROBĚ.....	21
2.1 POJETÍ KVALITY A JEJÍ VÝZNAM	21
2.2 SYSTÉMY ŘÍZENÍ KVALITY A NORMY	22
2.3 MĚŘENÍ KVALITY VE VÝROBNÍM PROCESU	23
3 ZLEPŠOVÁNÍ VÝROBNÍCH PROCESŮ	25
3.1 METODY ŠTÍHLÉ VÝROBY	25
3.2 METODIKA SIX SIGMA	26
4 VODNÍ VENTILY	27
4.1 TYPY VODNÍCH VENTILŮ	27
4.2 PRINCIP REGULACE PRŮTOKU	28
5 SHRUTÍ TEORETICKÝCH POZNATKŮ	29
II PRAKTICKÁ ČÁST	30
6 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI.....	31
6.1 HISTORIE SPOLEČNOSTI	31
6.2 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA PODNIKU	31
6.3 VÝROBNÍ SORTIMENT A ZÁKAZNÍCI.....	32
6.4 ORGANIZAČNÍ STRUKTURA ZÁVODU	32
7 ORGANIZACE VÝROBY	33
7.1 VÝROBNÍ REŽIM A PRACOVNÍ SMĚNY	33
7.2 PLÁNOVÁNÍ A ŘÍZENÍ VÝROBY.....	33
7.3 DOKUMENTACE A PRŮVODNÍ LISTY VÝROBKU	33
8 POPIS PROBLÉMU	34
9 ANALÝZY VÝROBY	35
9.1 VODNÍ VENTIL	35

9.1.1	Popis ventilu	35
9.1.2	Jak ventil funguje	36
9.2	POPIS VÝROBNÍHO PROCESU	37
9.2.1	Procesní mapa.....	38
9.3	VYTÍŽENÍ PRACOVÍŠŤ A VÝKONNOST VÝROBY.....	39
9.3.1	Pracoviště	39
9.3.2	Personální obsazení a časová náročnost	40
9.3.3	Porovnání výkonu s normou.....	41
9.4	KONTROLA KVALITY A TESTOVÁNÍ.....	42
10	ANALÝZA PŘÍČIN PRŮTOKOVÝCH ODCHYLEK.....	45
10.1	REGULÁTOR PRŮTOKU.....	45
10.2	MĚŘICÍ ZAŘÍZENÍ.....	48
10.3	MEMBRÁNA VE VODÍTKU	49
11	NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ A STABILIZACI PRŮTOKU	51
11.1	OPTIMALIZACE REGULÁTORU	51
11.2	ZLEPŠENÍ VÝROBNÍHO PROCESU	52
12	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ.....	55
12.1	SNÍŽENÍ ZMETKOVITOSTI	55
12.2	ZVÝŠENÍ VÝKONNOSTI VÝROBY	55
12.3	SHRNUTÍ EKONOMICKÉHO PŘÍNOSU	56
	ZÁVĚR.....	58
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	59
	SEZNAM OBRÁZKŮ	61
	SEZNAM TABULEK.....	62

ÚVOD

V současném průmyslovém prostředí hraje efektivní a kvalitní výroba zásadní roli. Výrobní podniky čelí neustálému tlaku na zvyšování produktivity, snižování nákladů a zajištění stabilní kvality svých produktů. I drobné technické odchylky nebo organizační nedostatky mohou způsobit problémy, které se projeví ve výsledné funkčnosti výrobku, v hospodářských ztrátách, či ve snížení spokojenosti zákazníka, které je klíčové.

Tato bakalářská práce se zaměřuje na výrobní proces vodních ventilů ve společnosti Robertshaw CZ Limited. Vodní ventily jsou třeba součástí běžných domácích spotřebičů, jako jsou pračky nebo myčky, a zajišťují řízený průtok vody v systému. Jejich spolehlivost a funkčnost závisí na přesném zpracování jednotlivých komponent i správném průběhu montáže. Ve výrobě však opakovaně dochází k výskytu průtokových odchylek – tedy situací, kdy ventil neplní svou funkci v předepsaném rozsahu.

Hlavním cílem práce je analyzovat výrobní proces daného ventilu, identifikovat příčiny průtokových odchylek a navrhnout opatření, která povedou ke stabilizaci kvality a zefektivnění výroby. Pozornost bude věnována jak technickým aspektům jednotlivých dílů, tak i organizaci výrobního procesu, fungování montážních linek a systému kontroly kvality.

Práce je rozdělena na dvě hlavní části. V teoretické části je zpracována literární rešerše zaměřená na výrobní procesy, principy kontroly kvality a techniky zlepšování výroby. Praktická část se věnuje konkrétní analýze výroby ve firmě Robertshaw, identifikuje klíčové problémy a navrhuje jejich řešení.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je analyzovat výrobu vodních ventilů ve společnosti Robertshaw CZ Limited, identifikovat hlavní příčiny odchylek v průtoku a navrhnout opatření vedoucí ke zlepšení kvality a efektivity výroby. Dílčími cíli jsou popis výrobního procesu, analýza příčin neshod a návrh technických i organizačních zlepšení.

V rámci práce jsou zodpovězeny otázky, které se týkají příčin vzniku průtokových odchylek, vlivu konstrukce jednotlivých dílů na funkčnost ventilu a možností, jak tyto problémy v praxi omezit.

Data byla získávána především přímým pozorováním výroby, konzultacemi se zaměstnanci a analýzou dokumentace a záznamů z interního ERP systému PLEX. Využity byly také výsledky měření a zkoušek provedených ve spolupráci s oddělením kvality. Některé výsledky jsou uvedeny pouze orientačně, jelikož jsem neměl přístup k úplným výsledkům.

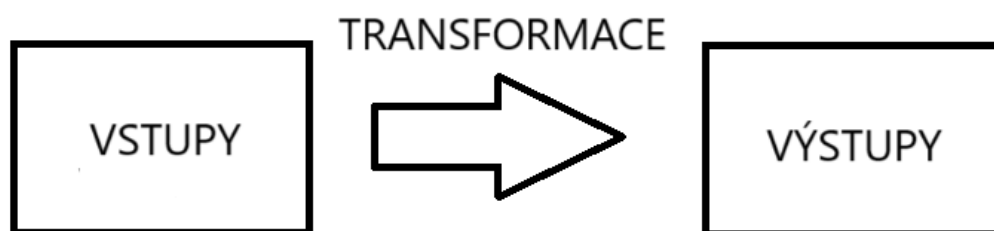
Použitými metodami jsou popisná analýza, srovnání výkonu s normou, vyhodnocení neshod a ekonomické zhodnocení přínosů navržených opatření. Postup práce spočívá nejprve v teoretické rešerši a následně v praktické analýze výroby včetně návrhů na zlepšení.

I TEORETICKÁ ČÁST

1 VÝROBNÍ PROCES

Výrobní proces tvoří základní činnost každého výrobního podniku. Jedná se o soubor navazujících operací, jejichž cílem je přeměnit vstupní materiály na finální výrobek. Tento výrobek by měl především sloužit k uspokojení potřeb zákazníka. Cílem každého výrobního procesu je dosáhnout této přeměny co nejefektivněji, při minimalizaci ztrát, prostojů a chyb. To vyžaduje dobře nastavený systém plánování, organizace i kontroly. Výroba by tedy měla probíhat nejen technicky správně, ale i hospodárně, plynule a s důrazem na kvalitu. (Jurová, 2016, s. 21–24)

Pro ilustraci a zjednodušení znázornění průběhu výrobního procesu je níže uveden obrázek.



Obrázek 1 - Popis výrobního procesu

(vlastní zpracování)

Vstupy výrobního procesu

Každý výrobní proces začíná vstupy, které tvoří základní výrobní faktory nezbytné pro přeměnu na požadovaný výstup. Tyto vstupy lze obecně rozdělit do čtyř hlavních kategorií:

- **Přírodní zdroje** – sem patří veškeré suroviny a materiály pocházející z přírody, jako jsou voda, půda, vzduch nebo nerostné suroviny. Tyto zdroje se dále zpracovávají a tvoří základ hmotného produktu.
- **Lidská práce** – zahrnuje jak přímou výrobní činnost, tak i organizační a řídicí aktivity. Práce je nenahraditelným prvkem, protože zajišťuje manipulaci s materiály, obsluhu strojů i samotný chod výrobního systému.
- **Kapitál** – obvykle se rozlišuje na dvě formy:
 - *Fyzický kapitál* zahrnuje výrobní prostředky, stroje, nástroje a zařízení, které se přímo podílejí na tvorbě produktu.

- *Finanční kapitál* tvoří peněžní prostředky, které slouží k pořízení materiálu, technologií nebo jiných vstupů nezbytných pro výrobní proces.
- **Informace** – představují specifické znalosti, data a technologické know-how, na jejichž základě je celý výrobní proces navržen a řízen. Kvalitní a dostupné informace na vstupu zvyšují pravděpodobnost hladkého a efektivního průběhu výroby. (Keřkovský a Valsa, 2001, s. 1)

Výstupy výrobního procesu

Na druhém konci procesu se nachází výstup, který je výsledkem všech provedených operací. Tímto výstupem může být jak hotový fyzický produkt, tak i služba.

Výstupy lze dále členit následovně:

- **Hmotné výstupy** – jedná se o konkrétní fyzické produkty, které mají materiální podobu a určenou funkci. Jsou to například stroje, nástroje, spotřební zboží nebo komponenty.
- **Nehmotné výstupy** – v některých případech není výsledkem výroby výrobek, ale služba nebo přidaná hodnota ve formě poradenství, dopravy nebo údržby. I tyto nehmotné výstupy mohou mít pro zákazníka zásadní hodnotu.

Všechny tyto složky – vstupy i výstupy – hrají klíčovou roli při formování efektivity výrobního systému a při naplňování očekávání zákazníků v oblasti kvality, dostupnosti a funkčnosti výsledného produktu. (Keřkovský a Valsa, 2001, s. 1)

1.1 Typy výroby

Volba typu výroby má zásadní dopad na organizaci a řízení celého výrobního procesu. Rozhodujícím faktorem bývá zejména její rozsah, opakovatelnost produktů a míra standardizace. V praxi se výrobní podniky často potýkají s různými požadavky, a proto se může stát, že v rámci jedné společnosti existuje více typů výroby současně. Obecně však lze výrobní systémy rozdělit do tří základních kategorií: kusová, sériová a hromadná výroba. (Vinodh, 2023, s. 16)

Kusová výroba

Kusová výroba je charakteristická nízkým objemem produkce a vysokou variabilitou vyráběných produktů. Typicky se jedná o zakázkovou výrobu, kdy je každý výrobek přizpůsoben specifickým požadavkům zákazníka. Využívají se univerzální stroje a zařízení,

které umožňují časté změny výrobního programu. Tato forma výroby je flexibilní, avšak méně efektivní z hlediska nákladů – variabilní náklady prudce rostou s objemem produkce, zatímco fixní náklady bývají poměrně nízké. Příkladem může být například zakázkové strojírenství nebo řemeslné dílny. (Jurová, 2016, s. 23–25)

Sériová výroba

Sériová výroba se zaměřuje na opakovanou produkci výrobků ve středně velkých dávkách (sériích). Po dokončení jedné série následuje výroba dalšího typu výrobku. Sériová výroba umožňuje vyšší míru efektivity než kusová výroba, přičemž zachovává určitý stupeň flexibility. Rozlišujeme sériovou výrobu rytmickou (pravidelné a stejně velké série) a nerytmickou (série různých velikostí a nepravidelným opakováním). Typickým příkladem je výroba konfekčního textilu nebo nábytkových dílů. (Hrušecká, Hrbáčková, Chromjaková, 2024, s. 31)

Hromadná výroba

Hromadná výroba se uplatňuje v případech, kdy dochází k velkoobjemové produkci jednoho typu výrobku. Díky vysokému stupni standardizace je možné dosáhnout maximální efektivity pomocí automatizovaných linek a specializovaných zařízení. Výroba je plynulá, operace navazují v logickém sledu a výrobní linka je navržena tak, aby umožňovala minimální zásahy obsluhy. Hromadná výroba je nákladově efektivní při vysokých objemech, protože fixní náklady jsou rozloženy na velké množství výrobků, zatímco variabilní náklady stoupají jen mírně. Nevýhodou je však nízká možnost individualizace produktů. (Vinodh, 2023, s. 18–20)

1.2 Struktura výrobního procesu

Výrobní proces obsahuje několik činností, díky kterým je výrobek tvořen. Efektivní řízení tohoto procesu vyžaduje jeho členění na jednotlivé složky, které se liší nejen svou povahou, ale i úlohou ve struktuře celkové výroby.

Podle Jurové (2016, s. 41) lze výrobní proces z hlediska funkčního rozdělit do tří hlavních oblastí:

- **Hlavní procesy** – představují jádro výrobního procesu, tedy samotné přímé operace vedoucí ke vzniku finálního produktu.
- **Pomocné procesy** – zajišťují bezproblémový chod hlavních procesů a zahrnují např. údržbu strojů, logistické toky nebo zásobování.

- **Obslužné procesy** – nepřímou souvisejí s výrobou a podporují ji administrativně i operativně. Typicky jde o plánování výroby, kontrolu kvality či zajištění evidence výrobních dat.

Z pohledu časového sledu lze strukturu výrobního procesu rozdělit podle Hruškové, Hrbáčkové a Chromjakové (2024, s. 39–40) do čtyř základních fází:

1. **Příprava výroby** – zahrnuje technologickou a konstrukční přípravu výroby, objednávání materiálových vstupů, tvorbu dokumentace a nastavení výrobního plánu.
2. **Vlastní výroba** – samotná realizace výroby podle definovaných technologických postupů a harmonogramu.
3. **Kontrola kvality** – mezioperační i výstupní kontrola zajišťující, že produkt splňuje požadované technické a kvalitativní parametry.
4. **Expedice** – finální fáze zahrnující balení, skladování a distribuci hotových výrobků zákazníkovi.

Pro efektivní řízení všech fází výrobního procesu je dnes běžné nasazení podnikových informačních systémů typu ERP, které umožňují sledovat a vyhodnocovat výrobní data v reálném čase. To umožňuje nejen snazší plánování výroby, ale i evidenci odvedené práce na jednotlivých zakázkách, sledování výkonnosti výrobních pracovišť nebo registraci vzniklých neshod. Tyto systémy jsou důležitým nástrojem pro zajištění dohledatelnosti, optimalizace výrobního toku i rozhodování na základě dat. (Altman, 2017, s. 22–25)

1.3 Mapování procesů ve výrobě

Mapování procesů je jedním ze základních nástrojů průmyslového inženýrství a štihlého řízení výroby. Jeho cílem je vytvořit vizuální přehled o všech krocích v rámci určitého výrobního nebo podpůrného procesu, včetně toků materiálu, informací, činností a rozhodovacích bodů. Pomocí mapování lze lépe porozumět současnému stavu procesu, identifikovat úzká místa, neefektivitu nebo plýtvání, a tím vytvořit vhodný podklad pro následná zlepšení. (Vinodh, 2023, s. 70)

Podle Vinodha (2023, s. 71–72) je mapování procesů nepostradatelné při každém zlepšovacím projektu a mělo by být využíváno již při prvotní analýze výchozího stavu. Brau (2016, s. 63) doporučuje procesní mapování, zejména metodu Value Stream Mapping (VSM), jako základní nástroj pro zavádění lean principů v praxi.

Základní metodami procesního mapování jsou:

- **Vývojový diagram (flowchart)** – jednoduchá grafická metoda, která znázorňuje posloupnost operací a rozhodovacích bodů v rámci určitého procesu. Pomáhá porozumět logice a struktuře procesu a identifikovat případné nadbytečné nebo chybějící kroky.
- **Value Stream Mapping (VSM)** – metoda mapování toku hodnot, která zahrnuje nejen samotné operace, ale také tok informací a materiálu napříč celým procesem. VSM se využívá k odlišení činností přidávajících hodnotu od těch, které ji nepřidávají.
- **SIPOC diagram** – nástroj, který popisuje vztahy mezi dodavateli (Suppliers), vstupy (Inputs), procesem (Process), výstupy (Outputs) a zákazníky (Customers).

Slack et al. (2022) zdůrazňují, že mapování procesu spočívá v jasném znázornění vzájemných vztahů mezi jednotlivými aktivitami v rámci procesu. Procesní mapy mohou být jednoduché i velmi komplexní, ale měly by vždy odpovídat aktuálnímu – tedy reálnému – stavu procesu. Duffy a Furterer (2020) rozlišují základní typy vývojových diagramů na klasické procesní mapy a tzv. diagramy plaveckých drah, které kromě samotných kroků zobrazují i odpovědnosti jednotlivých pracovníků nebo oddělení.

Mapování procesů představuje nejen prostředek pro vizualizaci, ale i nástroj pro týmovou spolupráci, školení zaměstnanců a řízení kvality. Stern (2023) upozorňuje, že snaha o zlepšení procesů bez jejich předchozího důkladného zmapování může vést k nesystematickým a neúčinným zásahům.

Z praktického hlediska může mapování odhalit především:

- zbytečné pohyby a transporty
- čekání a prostoje
- zbytečně složité nebo duplicitní činnosti
- nedostatky v předávání informací

Mapování tedy představuje jeden z výchozích kroků pro efektivní optimalizaci výrobních procesů. (Stern, 2023)

1.4 Řízení výrobních procesů

Efektivní výroba neznamena pouze přeměnu vstupních surovin na hotové produkty, ale vyžaduje i systematické řízení všech činností a zdrojů, které se na tomto procesu podílejí. Řízení výroby lze chápat jako soubor aktivit zaměřených na koordinaci lidí, strojů, materiálů, informací a finančních prostředků za účelem dosažení požadované kvality, množství a dodacích termínů výrobků. (Keřkovský, 2001, s. 27–28)

Řízení výroby se obvykle dělí na tři základní úrovně: strategickou, taktickou a operativní. Každá z těchto úrovní má své specifické cíle, plánovací horizont a rozhodovací kompetence (Tomek a Vávrová, 2007, s. 171–176).

Strategické řízení výroby

Strategická úroveň řízení se odehrává na nejvyšší manažerské úrovni a zabývá se dlouhodobými rozhodnutími, která určují směřování celé výroby v souladu s vizí a strategií podniku. Tato úroveň řeší například otázky rozvoje výrobního portfolia, investic do technologií, lokalizace výroby nebo koncepce lidských zdrojů. Strategické cíle mají zásadní vliv na konkurenceschopnost podniku a často vycházejí z potřeb zákaznických trhů a inovačních ambicí firmy. (Keřkovský, 2001, s. 28–29)

Taktické řízení výroby

Taktická úroveň řízení překlápí strategické záměry do konkrétních plánů na úrovni jednotlivých závodů, provozů či výrobních úseků. Zahrnuje rozhodnutí týkající se výrobního programu, kapacitního plánování, výběru technologií a strojního vybavení, plánování pracovní síly nebo volby dodavatelů. Typickým časovým horizontem taktického řízení jsou měsíce až jeden rok. Právě na této úrovni dochází k rozpracování klíčových strategických směrů do reálných opatření a provozních cílů. (Keřkovský, 2001, s. 53)

Operativní řízení výroby

Operativní řízení představuje nejnižší úroveň řízení a týká se bezprostředního řízení výroby na úrovni jednotlivých dílen, pracovišť nebo směn. Zaměřuje se na denní nebo týdenní plánování a rozvrhování výroby, evidenci odvedené práce, řízení toku materiálu a sledování kvality v reálném čase. Vzhledem ke své operativní povaze plní tato úroveň i funkci zpětné vazby vyšším stupňům řízení, přičemž operativní plány se mohou upravovat v závislosti na aktuálním stavu výroby. (Keřkovský, 2001, s. 62)

Součástí operativního řízení bývá i takzvaná operativní evidence, která sleduje spotřebu materiálu, využití výrobních zařízení, počet zmetků nebo plnění výkonových norem. Tyto informace tvoří důležitý podklad pro vyhodnocení efektivity výroby a odhalování případných odchylek nebo slabých míst výrobního procesu. (Tomek a Vávrová, 2007, s. 176)

1.5 Řízení zásob

Řízení zásob představuje nezbytnou součást každého výrobního i obchodního podniku. Jeho hlavním cílem je zajistit optimální dostupnost materiálu při minimalizaci nákladů spojených se skladováním, pořízením a správou zásob. Efektivní řízení zásob pomáhá předcházet přerušení výroby, omezuje přebytné kapitálové vázání a zvyšuje celkovou efektivitu procesů (Jurová, 2016, s. 95–98).

Z hlediska toku materiálu a výdeje zásob se často uplatňují dvě základní metody:

- **FIFO (First In, First Out)** – metoda, při které jsou ze skladu nejdříve vyskladňovány ty položky, které byly přijaty jako první. Tento přístup je vhodný zejména pro zboží s omezenou dobou trvanlivosti nebo tam, kde je důležité zachovat pořadí šarží.
- **LIFO (Last In, First Out)** – metoda, kdy jsou jako první vydávány položky přijaté naposledy. Tato metoda se v evropské praxi používá spíše výjimečně, ale může být výhodná z hlediska daňové optimalizace v prostředí s rostoucími cenami vstupů. (Jurová, 2016)

Moderní podniky při řízení zásob stále častěji využívají systémy, které umožňují sledovat skladové položky v reálném čase, nastavovat minimální hladiny zásob, automatizovat objednávky a vyhodnocovat klíčové ukazatele jako je obrat zásob nebo doba obratu zásob. Tyto nástroje přispívají k větší přesnosti plánování a minimalizaci ztrát způsobených neefektivním zásobováním. (Hrušecká et al., 2024, s. 84–86)

Dobře nastavený systém řízení zásob tak pomáhá vyrovnávat nabídku a poptávku, udržovat hladký průběh výroby a snižovat náklady napříč celým dodavatelským řetězcem.

2 KVALITA VE VÝROBĚ

Kvalita představuje jeden z klíčových aspektů výrobního procesu a zásadním způsobem ovlivňuje nejen spokojenost zákazníka, ale i nákladovost výroby, efektivitu procesů a celkovou konkurenceschopnost podniku. V prostředí sériové a hromadné výroby, kde se důraz klade na opakovatelnost a stabilitu výsledků, se řízení kvality stává nezbytným nástrojem pro dosažení požadovaných parametrů výrobků.

Pojem kvality lze chápat různými způsoby – od technického hlediska, kde kvalita znamená shodu s předepsanými specifikacemi, normami a tolerancemi, až po širší manažerské pojetí, kde je kvalita vnímána jako nástroj zajištění výkonnosti a trvalého zlepšování výrobních systémů. (Jurová, 2016, s. 89–90)

Efektivní řízení kvality umožňuje:

- předcházet vzniku neshod a zmetků již v průběhu výroby
- snižovat náklady na opravy, přepracování či reklamace
- zvyšovat důvěru zákazníků v dodavatele a posilovat dlouhodobé vztahy
- vytvářet stabilní a opakovatelné podmínky pro výrobu

2.1 Pojetí kvality a její význam

Kvalita je pojem, který v sobě zahrnuje více dimenzí. V technickém slova smyslu ji lze definovat jako míru shody výrobku s požadavky, normami a specifikacemi, které jsou stanoveny buď zákazníkem, nebo interními předpisy výrobního podniku. Jinými slovy, výrobek má požadovanou kvalitu tehdy, pokud plní funkci, pro kterou byl navržen, a to v očekávaném rozsahu a bez odchylek. (Jurová, 2016, s. 89–90)

Z manažerského pohledu je kvalita součástí komplexního přístupu k řízení výkonnosti podniku. Podle Hruškové, Hrbáčkové a Chromjakové (2024, s. 77–80) je řízení kvality nedílnou součástí moderních výrobních strategií, a to zejména v podmínkách, kde se klade důraz na štíhlost, flexibilitu a spolehlivost výrobních systémů.

Význam kvality ve výrobním procesu spočívá především v těchto oblastech:

- **Snižování nákladů:** Výrobky, které splňují požadovanou kvalitu již napoprvé, minimalizují nutnost oprav, přepracování nebo reklamací. Tím dochází k výrazné úspoře nákladů a času.

- **Zvyšování důvěry zákazníků:** Stabilní kvalita posiluje důvěru v dodavatele a snižuje riziko ztráty obchodních partnerů.
- **Zlepšení efektivity výroby:** Dobře nastavený systém řízení kvality pomáhá identifikovat slabá místa v procesu a přispívá ke zlepšování výkonnosti.
- **Podpora dlouhodobé udržitelnosti:** Podniky, které věnují kvalitu systematickou pozornost, jsou schopny rychleji reagovat na změny požadavků trhu a snižují riziko dlouhodobé nestability.

Kvalita se tak netýká pouze samotného výrobku, ale také celého systému, který jej vytváří – od dodavatelského řetězce přes technologické procesy až po školení pracovníků a kulturu organizace. (Hrušecká, Hrbáčková, Chromjaková, 2024, s. 81)

2.2 Systémy řízení kvality a normy

Aby bylo možné kvalitu nejen udržovat, ale i cíleně řídit a zlepšovat, je v praxi běžně využíván systémový přístup k řízení kvality. Tento přístup je založen na stanovení jasných pravidel, struktury a odpovědností, které umožňují dosahovat stabilních výsledků a zvyšovat důvěru zákazníků v produkty a procesy dané organizace. Podstatou je zavedení uceleného systému řízení kvality (QMS – Quality Management System), který je postaven na mezinárodně uznávaných standardech.

Základním rámcem pro tvorbu a fungování systémů kvality v průmyslu je norma ISO 9001, která stanovuje požadavky na systém managementu kvality. Tato norma je aplikovatelná na všechny typy organizací bez ohledu na jejich velikost či zaměření. Podle Vinodha (2023, s. 162) tvoří ISO 9001 základní stavební kámen pro další oborové normy a systémy kvality. Norma klade důraz zejména na procesní přístup, orientaci na zákazníka, zapojení vedení a kontinuální zlepšování.

V odvětvích s vysokými nároky na kvalitu, se uplatňují přísnější specifikace, například IATF 16949, která rozšiřuje požadavky ISO 9001 o oblasti specifické pro automobilovou výrobu – například řízení rizik v dodavatelském řetězci, sledovatelnost nebo řízení změn. Podobně se ve zdravotnické technice využívá norma ISO 13485, která upravuje systém kvality s důrazem na bezpečnost a regulaci zdravotnických prostředků. (Vinodh, 2023, s. 162)

Funkční systém řízení kvality zahrnuje několik základních prvků:

- **Stanovení politiky kvality a cílů** – organizace definuje, co považuje za kvalitní výrobek a jakým způsobem toho chce dosáhnout. Tyto cíle by měly být měřitelné a v souladu s celkovou strategií podniku.
- **Dokumentace procesů a specifikací** – klíčové činnosti, pracovní instrukce, technické specifikace a požadavky na výrobky jsou systematicky zaznamenány, aby byla zajištěna opakovatelnost a dohledatelnost výroby.
- **Auditní činnost** – interní a externí audity slouží ke kontrole souladu systému se stanovenými požadavky. Výsledkem auditu jsou doporučení pro nápravná opatření a potvrzení funkčnosti systému.
- **Řízení neshod a nápravných opatření** – každá zjištěná neshoda je zaznamenána, analyzována a je určeno, jaká opatření je třeba přijmout, aby se situace neopakovala. To je důležité z hlediska prevence opakovaných chyb.
- **Kontinuální zlepšování** – jedním ze základních principů moderního řízení kvality je snaha o trvalé zlepšování procesů. K tomu se často využívá tzv. PDCA cyklus (Plan–Do–Check–Act), který slouží k systematickému testování a optimalizaci změn. (Jurová, 2016)

Úspěšně implementovaný systém řízení kvality přináší firmě nejen zvýšení produktivity a snížení zmetkovitosti, ale také konkurenční výhodu na trhu, neboť zákazníci stále častěji vyžadují certifikaci podle uznávaných norem. (Jurová, 2016, s. 88–91)

2.3 Měření kvality ve výrobním procesu

Měření kvality představuje klíčový nástroj pro udržení požadované úrovně výstupů a pro zajištění souladu s technickými i zákaznickými požadavky. Bez systematického sledování a vyhodnocování kvality by nebylo možné včas odhalit vznikající odchylky a efektivně reagovat na jejich příčiny. (Hrušecká, Hrbáčková, Chromjaková, 2024, s. 70)

Proces měření kvality obvykle probíhá v několika fázích výrobního procesu. Tyto kontroly jsou navrženy tak, aby pokryly celý cyklus výroby:

- **Vstupní kontrola** – probíhá před samotným zahájením výroby a slouží ke kontrole kvality vstupního materiálu a komponent. Cílem je zajistit, že všechny dodané části

odpovídají předepsaným parametrům, normám a výkresové dokumentaci. Zamezuje se tak riziku, že nekvalitní vstupy ovlivní výsledek výroby.

- **Mezistupňová (procesní) kontrola** – probíhá v průběhu jednotlivých operací, často na základě kontrolních plánů nebo systémem statistické procesní kontroly (SPC). Sledují se zde kritické parametry, jako jsou rozměrové tolerance, přítomnost vad, funkční vlastnosti nebo správnost montážních kroků. Výhodou tohoto přístupu je včasné odhalení neshod bez nutnosti oprav ve finálním stavu.
- **Výstupní kontrola** – poslední fáze ověření kvality, kdy se hotový výrobek posuzuje z hlediska souladu s požadavky zákazníka i s interními standardy. Provádí se měření klíčových vlastností výrobku, vizuální kontrola a funkční testy, případně i destruktivní zkoušky, pokud to charakter výrobku vyžaduje. (Vinodh, 2023, s. 167)

Pro účely těchto kontrol se využívá řada nástrojů a metod. Mezi nejběžnější patří:

- **Standardní měřidla a kalibrovaná zařízení** – posuvná měřítka, mikrometry, výškoměry, kalibry a speciální přípravky, které umožňují přesně ověřit rozměrové a tvarové parametry výrobku.
- **Statistická procesní kontrola (SPC)** – metoda využívající sběr dat z výroby a jejich následnou analýzu pomocí statistických nástrojů. Pomocí regulačních diagramů je možné sledovat stabilitu procesu a včas odhalit trend směrem k nevyhovujícímu výsledku.
- **Průběžné testování a funkční zkoušky** – vkládání zkušebních kusů, simulace provozních podmínek nebo testování vlastností výrobků v reálném nebo laboratorním prostředí.
- **Analýza neshod a využití Paretova diagramu** – identifikace nejčastějších příčin zmetků a jejich podíl na celkové neshodovosti. Díky principu 80/20 (80% důsledků pramení z 20% příčin) lze zaměřit pozornost na úzký okruh klíčových problémů, které mají největší dopad na kvalitu. (Vinodh, 2023)

Jak uvádějí Hrušecká, Hrbáčková a Chromjaková (2024, s. 67–71), kvalitní výrobní systém by neměl vnímat měření kvality jen jako výstupní kontrolu, ale jako průběžnou činnost, která je pevně zakotvena v každé fázi procesu. Kontrola a měření tak nejsou pouze závěrečným krokem, ale nedílnou součástí každé operace. Tento přístup zajišťuje vyšší stabilitu procesů, nižší výskyt reklamací a větší důvěru zákazníků.

3 ZLEPŠOVÁNÍ VÝROBNÍCH PROCESŮ

V dnešním konkurenčním prostředí je nutností neustále zvyšovat efektivitu výrobních procesů, zkracovat dodací lhůty a zároveň snižovat výrobní náklady. Zlepšování výrobních procesů tak představuje klíčový nástroj pro zvýšení výkonnosti, kvality i flexibility podniku. Podstata těchto snah spočívá v identifikaci a odstranění neefektivních činností, snižování variabilit a dosažení vyšší stability procesů. (Altman, 2017, s. 92–94)

Jedním ze základních principů zlepšování je koncept odstraňování plýtvání. V rámci filozofie štíhlé výroby (Lean Manufacturing) se typicky uvádí sedm druhů plýtvání: nadprodukce, nadměrné zásoby, zbytečný pohyb, čekání, nadbytečná přeprava, zmetky a nadměrné zpracování. Každý z těchto typů představuje specifický zdroj neefektivity, který snižuje hodnotu vytvářenou pro zákazníka. (Vinodh, 2023, s. 110–112)

3.1 Metody štíhlé výroby

Štíhlá výroba je přístup, jehož cílem je dosáhnout maximální hodnoty pro zákazníka při minimálním plýtvání. Mezi základní nástroje štíhlé výroby patří metoda 5S, Kaizen, SMED, TPM, Just-In-Time a další. Tyto metody přispívají ke zvýšení produktivity, zlepšení organizace pracoviště a zajištění hladkého toku materiálu a informací. (Brau, 2016, s. 117–119)

5S je japonská metoda vizuální organizace pracoviště, která zahrnuje pět kroků: Seiri (třídění), Seiton (uspořádání), Seiso (čistota), Seiketsu (standardizace) a Shitsuke (disciplína). Jejím cílem je vytvoření přehledného a bezpečného pracovního prostředí, které napomáhá včasnému odhalování abnormalit a problémů. (Nicholas, 2018)

Kaizen, tedy neustálé zlepšování, klade důraz na zapojení všech zaměstnanců do procesu změn. Podporuje kulturu, v níž jsou drobné, postupné inovace běžnou součástí každodenní práce. Vhodným nástrojem může být např. systém schránek na nápady nebo pravidelné týdenní porady zlepšovacích týmů. (Schniederjanss et al., 2018)

SMED (Single Minute Exchange of Die) se využívá pro zkrácení přestavbových časů strojů a zařízení. Umožňuje flexibilnější reakci na změny sortimentu a snížení neproduktivních prostojů. (Vinodh, 2023, s. 118)

TPM (Total Productive Maintenance) je přístup zaměřený na zvyšování dostupnosti zařízení prostřednictvím preventivní údržby, autonomní údržby operátory a zapojení všech pracovníků do péče o technický stav výrobních prostředků. (Altman, 2017, s. 95–97).

3.2 Metodika Six Sigma

Six Sigma je statisticky orientovaný přístup ke zlepšování kvality, který si klade za cíl snížit variabilitu procesů a počet defektů. Označení "Six Sigma" odkazuje na velmi úzké rozmezí kolem střední hodnoty procesu, ve kterém by se měl pohybovat výstup. Cílem je dosáhnout maximálně 3,4 neshod na milion příležitostí. (Nicholas, 2018)

Metodika využívá rámec DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control), který systematicky vede týmy od definice problému přes jeho analýzu a zlepšení až po zavedení udržitelných kontrolních mechanismů. Six Sigma vyžaduje sběr dat, jejich analýzu a nasazení efektivních změn podložených fakty. Klíčovým faktorem úspěchu je školení zaměstnanců, systematická práce s metrikami a podpora ze strany vedení. (Schniederjanss et al., 2018)

Six Sigma je v mnoha podnicích integrována s nástroji Lean a společně tvoří rámec Lean Six Sigma, který kombinuje výhody obou přístupů – systematicčnost a datovou orientaci Six Sigma se zaměřením na rychlost a eliminaci plýtvání z Lean Manufacturing. (Altman, 2017, s. 102–104)

4 VODNÍ VENTILY

Vodní ventily představují klíčovou součást systémů určených k řízení toku kapalin, zejména vody. Jejich hlavním úkolem je regulace, uzavírání nebo směřování průtoku v potrubních systémech. Bez ventilů by nebylo možné efektivně a bezpečně provozovat vodohospodářská zařízení, topné systémy, průmyslové rozvody nebo domácí instalace. Jednoduchým příkladem ventilu je například vodovodní kohoutek, přesto však ventily existují v celé řadě tvarů, konstrukcí a účelů. (Beneš, 2006, s. 14–18)

Ventily nacházejí uplatnění v mnoha oblastech: od domácností, přes průmysl a energetiku, až po zemědělství nebo chemický průmysl. V těchto odvětvích hrají zásadní roli nejen při řízení průtoku a tlaku, ale také při zajištění bezpečnosti, ochraně před přetlakem či zpětným tokem. (Beneš, 2006, s. 19–21)

4.1 Typy vodních ventilů

Vodní ventily lze klasifikovat podle jejich funkce nebo konstrukčního uspořádání.

Ventily dle funkce:

- **Uzavírací ventily** slouží k úplnému zastavení nebo otevření průtoku kapaliny. Používají se např. při údržbě potrubí.
- **Regulační ventily** umožňují přesné nastavení množství průtoku či tlaku. Bývají součástí topných systémů nebo technologických procesů.
- **Zpětné ventily** zajišťují, že kapalina proudí jen jedním směrem. Chrání systémy před zpětným tokem, který může být škodlivý.
- **Pojistné ventily** se automaticky otevrou při překročení nastaveného tlaku, čímž chrání zařízení před poškozením.
- **Směšovací ventily** slouží k míchání dvou nebo více tekutin s různou teplotou nebo složením. Uplatňují se např. v topných systémech nebo chemii. (Mareš, 2007, s. 37–42)

Ventily dle konstrukce:

- **Kulové ventily** mají uvnitř rotující kouli s otvorem. Jsou velmi rozšířené pro svou jednoduchost a spolehlivost.

- **Šoupátkové ventily** používají posuvné těleso k uzavření průtoku. Jsou vhodné tam, kde je třeba nízká tlaková ztráta.
- **Klapkové ventily** regulují tok pomocí otáčivé klapky. Jsou lehké, snadno ovladatelné a používají se ve velkých rozvodech.
- **Membránové ventily** využívají pružnou membránu, která odděluje tekutinu a mechanické části. Jsou ideální pro hygienické provozy.
- **Jehlové ventily** umožňují velmi přesnou regulaci průtoku a používají se v laboratořích nebo pro jemné průmyslové aplikace. (Novák, 2015, s. 45–49)

4.2 Princip regulace průtoku

Regulace průtoku je klíčovým aspektem provozu ventilů. Zajišťuje, že kapalinou je manipulováno efektivně, bezpečně a s ohledem na požadované provozní parametry. Ovládání může být manuální (pomocí páky, kolečka) nebo automatické – například prostřednictvím senzorů, elektromagnetů nebo řídicích jednotek. (Novotný, 2018, s. 55–59)

Moderní automatizované ventily často pracují v rámci složitějších regulačních systémů, které monitorují a přizpůsobují průtok v reálném čase. S nástupem modernějších technologií je možné data o průtoku sbírat, vyhodnocovat a na dálku upravovat parametry ventilu podle aktuálních provozních podmínek. (Dvořák, 2020, s. 64–66; Horák, 2021, s. 71–72)

Regulační systémy se dělí na:

- **Manuální**, které vyžadují zásah obsluhy a jsou vhodné pro méně dynamické provozy.
- **Automatizované**, které jsou řízeny elektronikou a využívají senzory a zpětnou vazbu.

Tyto systémy zvyšují účinnost, zajišťují konzistentní kvalitu provozu a prodlužují životnost zařízení. (Dvořák, 2020, s. 67)

5 SHRUTÍ TEORETICKÝCH POZNATKŮ

Tato teoretická část se zaměřila na klíčové oblasti související s výrobními procesy, řízením kvality a zlepšováním výroby. V úvodu byly definovány základní pojmy týkající se výroby a popsána její struktura – od vstupů přes hlavní a pomocné procesy až po výstupní kontrolu. Byly představeny různé typy výrob – kusová, sériová a hromadná – včetně jejich charakteristických rysů a dopadu na organizaci práce.

Dále byly popsány moderní přístupy k mapování a řízení procesů, včetně využití ERP systémů. Pozornost byla věnována také různým úrovním řízení výroby – strategické, taktické a operativní – které společně určují, jak efektivně bude celý proces fungovat. Další kapitola se věnovala řízení kvality. Byl vysvětlen význam kvality v průmyslové výrobě, představeny hlavní normy a popsány konkrétní metody měření kvality. V části zaměřené na zlepšování procesů byly představeny přístupy Lean a Six Sigma a jejich konkrétní nástroje, které využívá. Tyto metody umožňují systematicky identifikovat ztráty, eliminovat plýtvání a zvyšovat celkovou výkonnost výrobních systémů.

Závěrečná kapitola teoretické části se věnovala vodním ventilům – jejich typům, konstrukci, funkcím a principům regulace průtoku. Tento technický základ je důležitý pro porozumění praktické části práce, která se zaměřuje na konkrétní výrobní proces vodních ventilů ve společnosti Robertshaw CZ Limited.

Získané teoretické poznatky tvoří východisko pro praktickou analýzu výroby, při níž budou identifikovány problémy s kvalitou, popsán průběh výroby a navržena konkrétní opatření pro její optimalizaci.

II PRAKTICKÁ ČÁST

6 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Před samotnou analýzou výrobního procesu je důležité představit podnik, ve kterém tato bakalářská práce vznikala. Společnost Robertshaw CZ Limited patří mezi významné výrobce komponentů pro řízení tekutin a teploty a působí na českém trhu již řadu let. Závod ve Šternberku, na který se tato práce zaměřuje, je specializovaný na výrobu vodních ventilů, termostatů a dalších komponent pro domácí spotřebiče, přičemž dodává své výrobky významným odběratelům po celém světě.



Obrázek 2 – Logo společnosti

(webové stránky firmy)

6.1 Historie společnosti

Společnost Robertshaw CZ Limited byla založena ve Šternberku v roce 1999 pod původním názvem *Invensys Appliance Controls*. Původně se zaměřovala na výrobu termostatických jednotek pro chladicí a klimatizační techniku a roku 2013 se výroba rozrostla o nový provoz lisovny plastů s 30 vstřikolisy. V roce 2014 byla převzata nadnárodní skupinou Robertshaw, která má více než stoletou historii v oblasti řízení a regulace domácích spotřebičů. V roce 2015 došlo k významnému přesunu výroby vodních ventilů ze závodu v Monaku právě do šternberského závodu, čímž se tato lokalita stala klíčovým evropským centrem pro tuto produktovou řadu. V současné době probíhá i přesun výroby pneumatických systémů z anglického Bedfordu.

6.2 Obecná charakteristika podniku

Robertshaw CZ Limited je významným výrobním závodem nadnárodní skupiny Robertshaw, která zaměstnává přes 6 000 lidí po celém světě a má více než 20 poboček. Česká část firmy sídlící ve Šternberku disponuje zázemím o osmi výrobních halách a zaměstnává přibližně 300 pracovníků. Společnost je certifikována dle norem ISO 9001 a ISO 14001, což odráží její důraz na kvalitu a udržitelnost výroby.

Závod funguje ve dvousměnném provozu a využívá ERP systém PLEX, v rámci kterého se pracovníci přihlašují ke konkrétním pracovním úkolům, sleduje se výkonnost i tok materiálu.

6.3 Výrobní sortiment a zákazníci

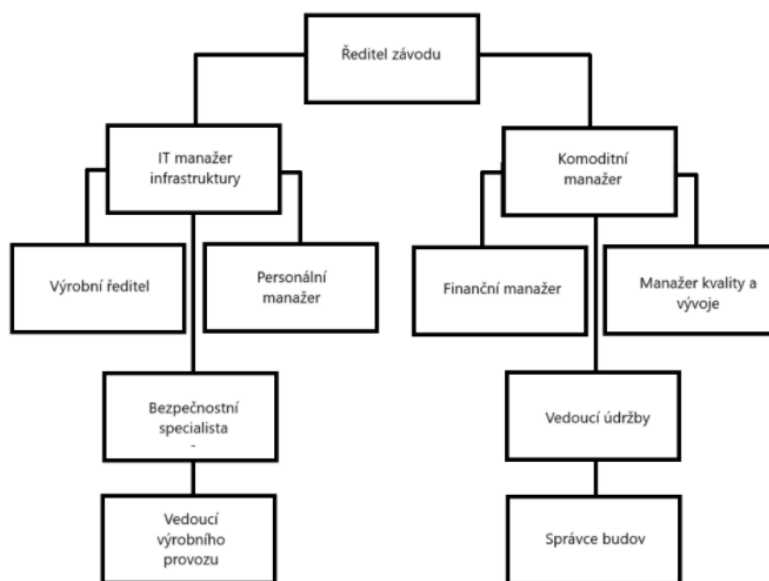
Produktové portfolio společnosti zahrnuje širokou škálu elektromechanických komponentů pro domácí spotřebiče – od plynových ventilů, termostatů a čidel, až po vodní ventily, které jsou předmětem této práce. Výroba je vysoce variabilní a přizpůsobená požadavkům jednotlivých zákazníků. Mezi hlavní odběratele patří renomované značky jako Bosch, Electrolux, Samsung, Whirlpool, Gorenje a další.

Výrobky z tohoto závodu nacházejí uplatnění především v pračkách, myčkách, klimatizačních jednotkách a dalších zařízeních určených pro domácnost i průmysl.

6.4 Organizační struktura závodu

Organizační struktura společnosti Robertshaw CZ Limited má hierarchické uspořádání, které zajišťuje efektivní řízení jednotlivých oddělení a plynulý chod výroby. Nejvýše stojí ředitel závodu, pod kterého spadají manažeři jednotlivých klíčových oblastí – výroby, kvality, financí a personalistiky. Součástí vedení jsou také specialisté pro IT, údržbu a bezpečnost.

Pro lepší přehled je struktura znázorněna na následujícím schématu:



Obrázek 3 – Organizační struktura společnosti

(vlastní zpracování)

7 ORGANIZACE VÝROBY

Efektivní organizace výroby hraje klíčovou roli v zajištění plynulého chodu podniku, kvality výstupu i dodržení termínů zakázek. V této kapitole je popsána základní struktura výrobního procesu ve společnosti Robertshaw CZ Limited, včetně způsobu plánování, směnného provozu, sledování výkonu a využití informačního systému. Cílem je poskytnout čtenáři celkový přehled o tom, jak je výroba organizována, jakým způsobem jsou pracovníci řízeni a jak se sleduje průběh jednotlivých výrobních operací.

7.1 Výrobní režim a pracovní směny

Výroba ve společnosti Robertshaw CZ Limited probíhá ve dvousměnném provozu, který zajišťuje plynulé využití kapacit hlavních výrobních zařízení. Většina výrobních operací je plánována v rámci této směnnosti. Výroba tedy běží v režimu ranní a odpolední směny, čímž je zajištěna flexibilita a dostatečný objem produkce při zachování stabilního personálního obsazení.

7.2 Plánování a řízení výroby

K plánování výroby je ve firmě využíván ERP systém PLEX, který zajišťuje kompletní správu výrobních zakázek. Pracovníci se do systému přihlašují před zahájením každého pracovního úkolu (tzv. jobu) a na jeho konci zadávají počet dokončených kusů. Plánování probíhá zhruba na několik týdnů dopředu, nicméně operativní řízení výroby zajišťují mistři jednotlivých směn, kteří pružně reagují na aktuální požadavky nebo vzniklé odchylky.

7.3 Dokumentace a průvodní listy výrobku

Každý výrobek je doprovázen tzv. průvodním listem, který obsahuje veškeré potřebné informace o plánovaném postupu – od technologických operací přes předepsané časy až po specifikace kontroly kvality. Tento dokument slouží nejen jako výrobní instrukce, ale i jako záznam o průběhu výroby a je klíčovým prvkem pro sledování dodržení parametrů zakázky.

8 POPIS PROBLÉMU

Klíčovým parametrem ventilů je schopnost regulace a udržení průtoku v určitém rozmezí. Firma obvykle garantuje odchylku do $\pm 15\%$ od nominální hodnoty. Tento standard je nastaven s ohledem na technologické možnosti výroby a dosavadní požadavky většiny zákazníků.

V poslední době se však objevují specifické zakázky od významných odběratelů, kteří požadují snížení této odchylky na maximálně $\pm 10\%$. Jedná se o společnosti, jejichž zařízení kladou vyšší nároky na přesnost průtoků, a které jsou zároveň klíčové z pohledu dlouhodobé spolupráce i objemu odběrů.

V současné konfiguraci výrobní linky a kontrolních procesů však není možné tuto sníženou odchylku konzistentně a spolehlivě zaručit, a dochází k vyšší míře zmetkovitosti právě při těchto náročnějších zakázkách. Pokud se nepodaří tento problém vyřešit, hrozí, že podnik o tyto zákazníky přijde, což by mohlo negativně ovlivnit nejen objem výroby, ale i dlouhodobou ekonomickou stabilitu závodu.

Z toho důvodu se firma rozhodla zaměřit na hlubší analýzu konkrétních částí výrobního procesu, které mají vliv na stabilitu průtoku a přesnost výsledného ventilu. Cílem je nalézt takové úpravy ve výrobě, kontrole či montáži, které umožní dosáhnout vyšší přesnosti a současně zachovat efektivitu a hospodárnost výroby.

9 ANALÝZY VÝROBY

Aby bylo možné analyzovat výrobní proces a následně identifikovat příčiny vznikajících odchylek v průtoku, je nejprve nezbytné porozumět samotnému výrobku – tedy vodnímu ventilu, jeho konstrukci a principu fungování. Právě z funkčních vlastností ventilu vycházejí nároky na přesnost jednotlivých komponent i montážních operací. V následující části je proto stručně popsána základní struktura a způsob činnosti ventilu, který je předmětem této analýzy. Následně bude rozebrán jednoduchý průběh jeho výroby, včetně identifikace klíčových operací a možných problémových míst v rámci procesu.

9.1 Vodní ventil

Vodní ventil je technické zařízení, které umožňuje řídit, regulovat nebo uzavírat průtok vody v potrubních systémech. Je to přesně navržený mechanismus, který musí odolávat tlaku, teplotě i chemickému složení vody. Důraz je kladen především na bezpečnost, spolehlivost a životnost – vlastnosti, které jsou klíčové nejen pro koncového zákazníka, ale i pro efektivní průběh výroby a provozu celého systému.

9.1.1 Popis ventilu

Jednoduchý vodní ventil, který je předmětem této práce, se typicky skládá z těchto hlavních částí:

- **Tělo ventilu:** Nosná konstrukce vyrobena z plastu, určuje tvar ventilu. Obsahuje všechny jeho součásti (vodítko, filtr, regulátory, upevňovací patka...).
- **Vodítko a pohyblivé jádro:** Klíčová část uvnitř ventilu, která funguje jako uzavírací prvek. V klidovém stavu je jádro přitlačeno pružinou k těsnicí ploše a brání tak průtoku vody.
- **Cívka (elektromagnet):** Nachází se z vnější strany a při přivedení elektrického napětí generuje magnetické pole. Díky tomu můžeme ventil ovládat automaticky.
- **Těsnění a pružina:** Slouží k návratu jádra do výchozí polohy po vypnutí proudu a zajišťují těsnost při zavření.



Obrázek 4 – Jednoduchý vodní ventil

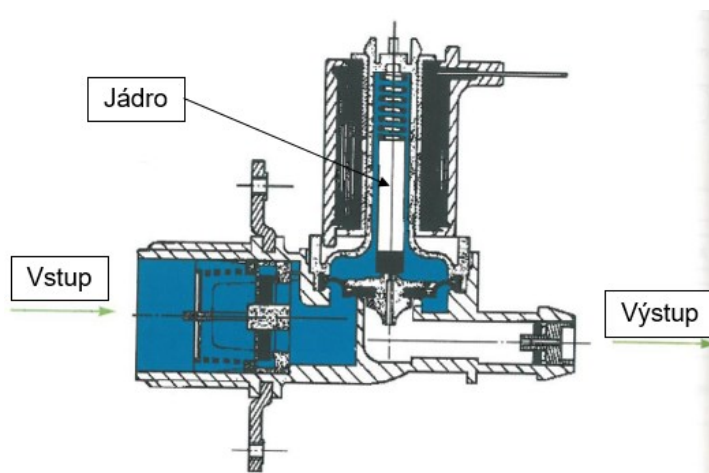
(webové stránky firmy)

9.1.2 Jak ventil funguje

Ventil funguje na principu elektromagnetického ovládání průtoku vody. Tento typ je navržen tak, aby na základě elektrického signálu spolehlivě otevřel nebo uzavřel průchod vody v systému. Jde o řešení, které je běžné u domácích spotřebičů, kde je třeba přesné a opakovatelné řízení toku.

Klidový stav – ventil zavřený

V základním, tedy klidovém stavu, je ventil mechanicky uzavřen. Uvnitř ventilu se nachází pohyblivé jádro, které je pomocí pružiny přitlačeno k těsnicí ploše. Tím je zajištěno, že voda nemůže procházet z přívodní části do výstupu.

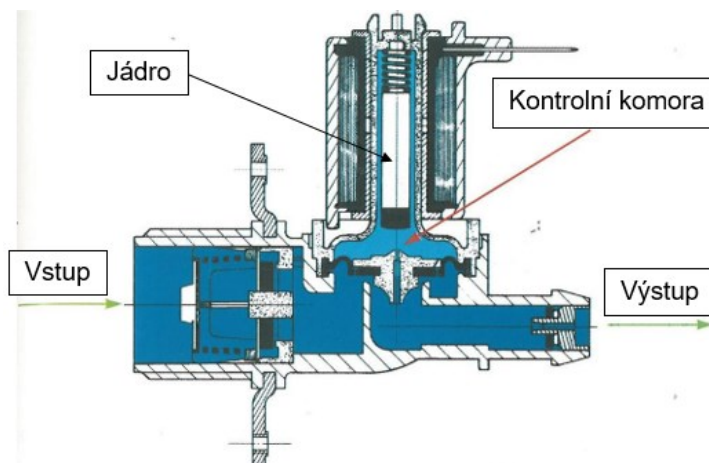


Obrázek 5– Ventil v uzavřené poloze

(interní zdroj firmy)

Sepnutí – ventil otevřený

Jakmile je na cívku ventilu přivedeno elektrické napětí, vzniká v ní magnetické pole. To přitáhne jádro směrem vzhůru proti působení pružiny, dojde k otevření průtokové cesty a voda může volně protékat skrz ventil. Otevření nastane během několika milisekund.



Obrázek 6– Ventil v otevřené poloze

(interní zdroj firmy)

Vypnutí – návrat do výchozího stavu

Po vypnutí elektrického proudu magnetické pole zmizí. Pružina okamžitě vrací jádro zpět do dolní polohy, čímž opět uzavírá těsnicí plochu a zastavuje průtok vody. Celý cyklus je opakovatelný a probíhá zcela automaticky.

9.2 Popis výrobního procesu

Výroba vodního ventilu probíhá v několika na sebe navazujících fázích. Ačkoli některé části procesu mohou probíhat paralelně nebo odděleně (například předmontáž), tato kapitola zachycuje jejich standardní pořadí tak, aby byl celý proces srozumitelně popsán z pohledu toku materiálu.

Výrobní proces začíná lisováním plastových dílů na vstřikovacích lisech. V této fázi vznikají základní komponenty ventilu – tělo ventilu, tělo cívky, vodítko, regulátor a insert. Po dokončení lisování jsou tyto díly převezeny pracovníky logistiky buď do skladu, nebo přímo na navazující stanoviště dle aktuální potřeby výroby.

Těla cívek jsou zpravidla převezena přímo na automatickou montážní linku Marsilli, kde probíhá montáž elektromagnetické cívky. Během této fáze jsou do těla cívky nejprve zalisovány kovové terminály, následně je navinut měděný drát a cívka je zalita do plastového

pouzdra. Nakonec jsou přidány elektromagnetické prvky a cívka je dokončena jako samostatná funkční jednotka.

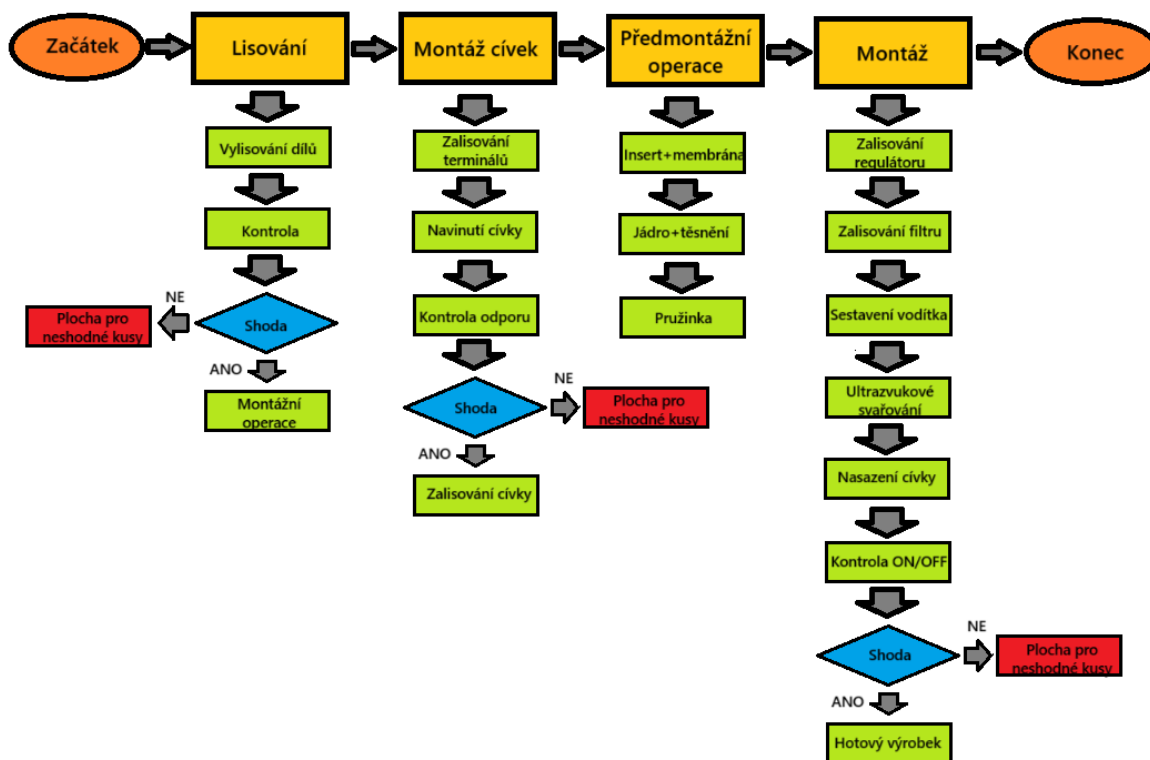
Současně s tím mohou na samostatných automatizovaných pracovištích typu Rohweder a Oska probíhat předmontážní operace. Na těchto stanicích jsou kompletovány klíčové vnitřní části ventilu – konkrétně sestavení insertu s membránou, jádra s těsněním a příprava pružinky. Pracovníci zde zajišťují obsluhu zařízení a doplňování vstupního materiálu.

Jakmile jsou všechny potřebné komponenty připraveny, přesouvají se na finální montáž, která probíhá na Karuselu nebo lineární montážní lince ICAM. V této fázi jsou do těla ventilu nalisovány regulační prvky a filtr. Následuje sestavení vodítka, které je následně přivařeno k tělu ventilu pomocí ultrazvukového svaru. V závěru je na ventil nasazena elektromagnetická cívka, čímž vzniká kompletně smontovaný výrobek připravený k dalšímu zpracování.

9.2.1 Procesní mapa

Pro lepší orientaci v jednotlivých fázích výroby a jejich návaznostech je níže uvedena procesní mapa. Ta znázorňuje základní sled výrobních operací vodního ventilu od vstupního lisování plastových dílů až po finální montáž. Mapa zároveň zohledňuje i rozhodovací body, ve kterých dochází k vyhodnocení shody a případnému vyřazení neshodných kusů z procesu. Jednotlivé bloky představují klíčové části procesu – lisování, montáž cívek, předmontážní operace a finální montáž.

Pro ilustraci je přiložen obrázek 7.



Obrázek 7 – Procesní mapa výroby

(vlastní zpracování)

Výstupem tohoto procesu je kompletně smontovaný vodní ventil. Ještě předtím, než se výrobek dostane ke kontrolnímu stanovišti a výstupnímu testování, je vhodné věnovat pozornost jednotlivým operacím z pohledu personálního zajištění, časové náročnosti a výskytu neshod. Tyto údaje poskytují podstatný kontext pro další hodnocení efektivity výrobního procesu i kvality finálního produktu.

9.3 Vytížení pracovišť a výkonnost výroby

Výroba vodních ventilů probíhá ve více fázích, které se od sebe liší jak technickým charakterem, tak nároky na pracovní sílu a časovou efektivitu. Pro lepší porozumění vytížení jednotlivých pracovišť byla provedena analýza personálního obsazení a výkonu na základě časových údajů z provozu. Následující část shrnuje, jaká jsou jednotlivá pracoviště, kolik pracovníků je na jednotlivých operacích potřeba, jak dlouho trvá zpracování jednoho kusu a jaké jsou skutečné výkony ve srovnání s normovanými hodnotami.

9.3.1 Pracoviště

Výkon montážního procesu je ovlivněn nejen technickým stavem zařízení a organizací práce, ale i rozvržením jednotlivých pracovišť a jejich reálným vytížením. Ve výrobním

závodě se vodní ventil postupně sestavuje na několika montážních stanovištích, která lze rozdělit následovně:

- **Pracoviště lisování plastových dílů** – zde se na vstřikovacích lisech vyrábí těla ventilů a další plastové komponenty.
- **Pracoviště předmontáže** – na jednoduchých strojních zařízeních se zde kompletují drobné součásti ventilu, jako je insert s membránou, jádro s těsněním a pružinka.
- **Hlavní montážní linka** – klíčové montážní stanoviště, kde dochází k finálnímu sestavení ventilu. Právě zde dochází k největší zátěži zařízení i personálu. Výroba probíhá na lineární montážní lince nebo Karuselu.
- **Pracoviště výstupní kontroly** – provádí se zde průtokové testy finálního výrobku.
- **Balení a expedice** – finální operace zahrnující kompletaci balení a předání výrobků do skladu.



Obrázek 8– Mapa pracovních hal

(vlastní zpracování)

9.3.2 Personální obsazení a časová náročnost

Na základě popisu výrobního procesu je vhodné doplnit přehled jednotlivých operací z pohledu personálního obsazení a časové náročnosti. Tato data přispívají k lepšímu pochopení zatížení jednotlivých pracovišť. V následující tabulce jsou shrnuty klíčové výrobní operace vodního ventilu spolu s počtem zapojených pracovníků a orientačním časem potřebným pro zhotovení jednoho kusu.

Tabulka 1 – Personální obsazení a časová náročnost pracovišť

Operace	Počet operátorů	Takt [s/kus]
Lisování plastů	1	5
Montáž cívek	2	7
Předmontáž	2	5
Finální montáž	3	10

(vlastní zpracování)

Nejvyšší nároky na obsluhu má finální montáž, kde jsou zapojeni tři pracovníci – jeden zakládá těla ventilů do linky, druhý odebírá hotové výrobky a nalepuje štítky, zatímco třetí zajišťuje plynulé zásobování komponenty. Oproti tomu lisování plastových dílů vyžaduje pouze jednoho pracovníka, protože většinu operací zajišťuje vstřikovací lis. U některých zařízeních, jako jsou lisy nebo montážní linky, dochází k výrobě více kusů v jednom cyklu. Časy uvedené v tabulce proto představují přepočet na jeden kus. Montáž cívek probíhá převážně automatizovaně, obsluha zde dohlíží na navíjení a zajišťuje doplňování materiálu. Předmontáž je realizována na strojních stanicích, kde pracovníci manipulují pouze se vstupními a výstupními díly. Zátěž jednotlivých pracovišť je tak ovlivněna nejen počtem zapojených operátorů, ale i charakterem operací a úrovní automatizace. To má přímý vliv na plynulost výroby i riziko výskytu neshod.

9.3.3 Porovnání výkonu s normou

Pro účely posouzení výkonnosti jednotlivých fází výroby byla sestavena tabulka s porovnáním technicky vypočítaného výkonu a skutečně dosažených hodnot. Norma ve společnosti je stanovena jako 90 % z teoreticky maximálního výkonu, který vychází z časové náročnosti jednotlivých operací. Výsledné hodnoty tak lépe odpovídají reálným podmínkám a provoznímu standardu. Skutečné výkony byly získány na základě pozorování výrobního procesu během běžného provozu.

Tabulka 2 – Srovnání normy a skutečného výkonu

Fáze výroby	Norma [ks/hod]	Skutečnost [ks/hod]	Plnění normy [%]
Lisování plastů	650	620	95
Montáž cívek	475	440	92
Předmontáž	650	630	97
Finální montáž	325	280	86

(vlastní zpracování)

Z uvedeného porovnání je patrné, že největší odchylky mezi normou a skutečností se vyskytují u finální montáže a montáže cívek. Tyto rozdíly mohou být způsobeny jednak technickými faktory (např. poruchovost zařízení, přerušení vinutí, delší manipulace), jednak provozními vlivy, jako je potřeba oprav, ručních zásahů nebo nedostatečná plynulost materiálového toku. Menší rozdíly u lisování a předmontáže naznačují stabilnější procesní podmínky. Zjištěné hodnoty budou dále využity při identifikaci úzkých míst a návrzích na optimalizaci výrobního toku.

9.4 Kontrola kvality a testování

V průběhu výroby vodního ventilu probíhá více úrovní kontrol, jejichž cílem je ověřit rozměrovou, vizuální a funkční správnost jednotlivých dílů a sestav. Kontrola kvality je zajišťována jak ručně, tak automatizovanými stanicemi a je integrována přímo do výrobních procesů.

První kontrolní bod se nachází po lisování plastových dílů, kde jsou výlisky podrobeny vizuální kontrole kvality povrchu a tvaru. Tato kontrola je prováděna pracovníkem lisovny a probíhá zejména na začátku a konci každé výrobní dávky, případně při podezření na vznik neshod v průběhu výroby.

Další kontrola se uskutečňuje během montáže cívek, kde je přímo na lince integrováno automatické měření elektrického odporu po operaci navinutí drátu. V případě, že hodnota odporu neodpovídá specifikaci, je výrobek automaticky vyřazen do boxu neshodných kusů, bez nutnosti zásahu obsluhy.

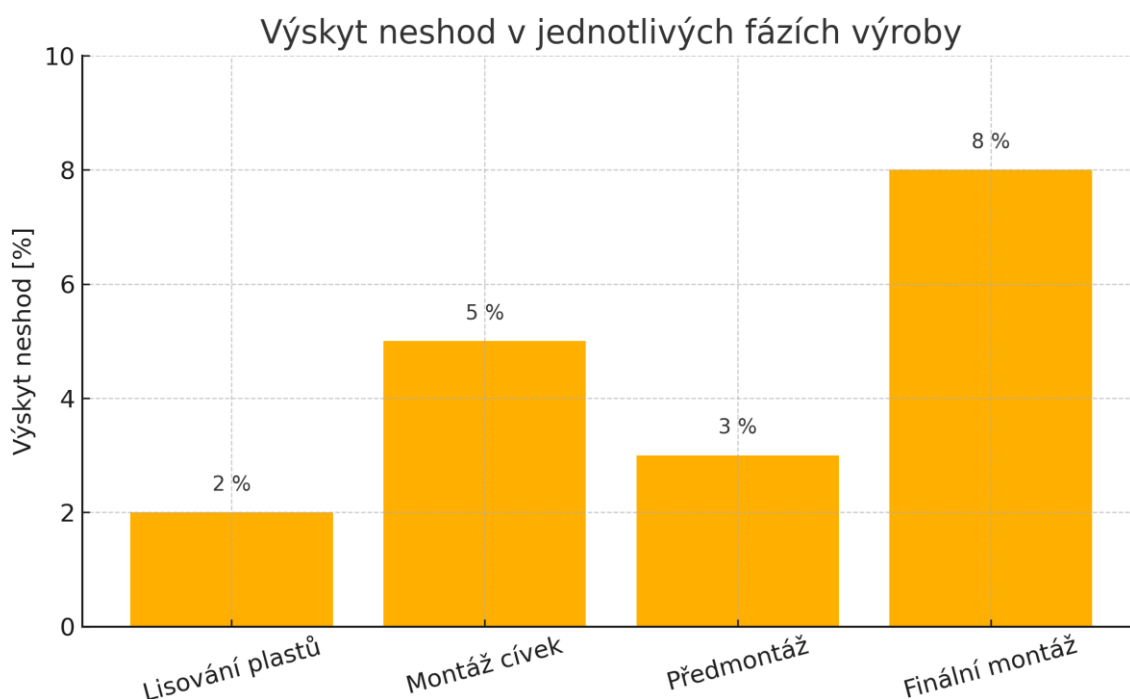
Po dokončení mechanické montáže ventilu následuje funkční test typu ON/OFF, který ověřuje spolehlivou aktivaci ventilu při přivedení a odebrání elektrického signálu. Tato kontrola je rovněž součástí montážní linky a probíhá automaticky. Vadné kusy jsou opět automaticky odděleny.

Závěrečným krokem je kontrola průtokových parametrů, která probíhá na výstupním testovacím zařízení. Tento test simuluje reálné provozní podmínky a měří skutečný průtok vody ventilem při daném tlaku. Na rozdíl od předchozích kontrol je tato část prováděna ručně – pracovníci měří průtok na specializovaném zařízení označovaném jako vodní lavice. Testování se provádí v rozsahu tlaku 1 až 10 barů. Vzhledem k časové náročnosti a omezené kapacitě stanice se průtok neměří u každého vyrobeného kusu, ale pouze u předem

stanoveného vzorku výrobků. Výběr kusů ke kontrole se řídí vnitropodnikovými směnicemi a zohledňuje charakter zakázky, četnost výskytu neshod nebo individuální požadavky odběratele. Výsledky testů jsou porovnávány s definovanou tolerancí a rozhodují o finálním schválení výrobků pro expedici.

Díky této víceúrovňové kontrole je možné včas detekovat výrobní odchylky a zamezit expedici neshodných výrobků. Informace z testovacích zařízení jsou zároveň důležitým zdrojem dat pro analýzu příčin odchylek a zmetkovitosti, která bude předmětem následující části práce.

Pro ilustraci četnosti výskytu neshodných kusů byla sestavena následující přehledová vizualizace, která zobrazuje podíl neshod v jednotlivých fázích výrobního procesu.



Obrázek 9 – Graf výskytu neshod na pracovištích

(vlastní zpracování)

Z grafu je zřejmé, že k nejvyššímu výskytu neshod dochází ve fázi finální montáže, kde dosahuje hodnoty 8 %. Tato část výroby obsahuje nejvíce montážních kroků, což přirozeně zvyšuje pravděpodobnost drobných odchylek. Kombinace většího počtu operací a potřeby přesného sesazení jednotlivých částí přispívá k většímu riziku funkčních vad.

Vyšší výskyt neshod byl zaznamenán také u montáže cívek (5 %), kde nejčastějším problémem bývá prasknutý nebo poškozený měděný drát při navíjení. Naopak lisování plastových dílů a předmontáž vykazují nižší podíl neshod, což ukazuje na stabilnější a méně složité procesy. Tyto poznatky tvoří důležitý podklad pro další analýzu příčin průtokových odchylek a návrhy na zlepšení.

10 ANALÝZA PŘÍČIN PRŮTOKOVÝCH ODCHYLEK

Stabilní a přesně řízený průtok vody je jedna z klíčových funkcí vodního ventilu. V průběhu výroby se tento problém s odchylkami v průtoku objevuje opakovaně. Jde tedy o situace, kdy ventil nepropouští vodu v požadovaném množství. Ačkoli se mohou tyto odchylky zdát drobné, mohou výrazně ovlivnit funkčnost a výkonnost zařízení, do kterého je ventil instalován. V krajním případě může vést ke zkrácení jeho životnosti či vzniku závad.

Každý vodní ventil musí při výstupní kontrole splnit stanovené průtokové parametry, typicky s tolerancí $\pm 10\%$ od jmenovité hodnoty. Pokud jsou tyto požadavky překročeny, výrobek je vyhodnocen jako neshodný. Následuje buď oprava, nebo vyřazení, což přináší zvýšené náklady, časovou ztrátu a komplikace v plynulosti výroby.

Závažnost problému spočívá v tom, že odchylky se často projeví až na konci výrobního cyklu, kdy je již ventil kompletně sestaven. To výrazně snižuje efektivitu výrobního procesu a negativně ovlivňuje kapacitní plánování, výkonnost i dodací lhůty. Z toho důvodu je důležité zaměřit se na podrobnou analýzu možných příčin těchto neshod, vyhodnotit jejich vliv na funkčnost a určit, ve kterých částech procesu mohou vznikat.

10.1 Regulátor průtoku

Jednou z nejčastěji sledovaných příčin odchylek v průtoku je samotný regulátor, který má spolu s těsnicí ucpávkou za úkol zajistit stabilní a konstantní průtok vody skrz ventil. Tato sestava se nachází na vstupu ventilu, kde reguluje množství vody proudící dovnitř. V praxi musí regulátor udržet stanovený průtok i při proměnlivém tlaku v rozsahu od 1 do 10 barů.

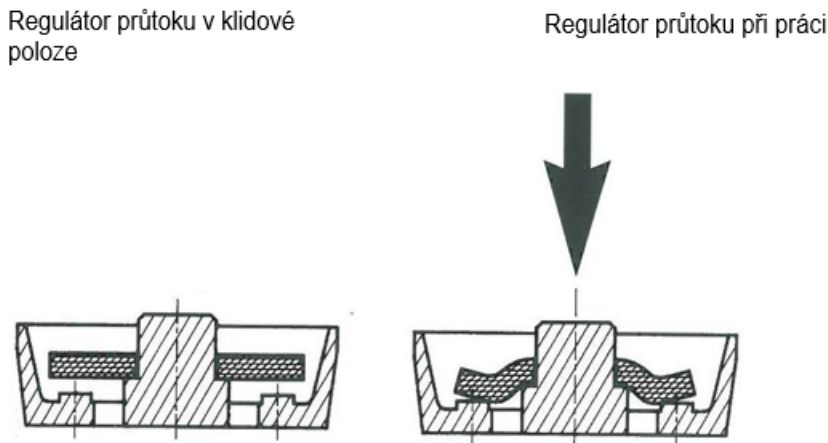
Regulátor je tvořen plastovým tělem s bočními otvory, které jsou částečně překryty gumovou ucpávkou.



Obrázek 10 – Sestava regulátor + ucpávka

(interní zdroj firmy)

Při vyšším tlaku se ucpávka deformuje směrem k otvorům, čímž dochází k částečnému omezení průtoku. Při nižším tlaku se ucpávka vrací do výchozí polohy a propustnost se zvyšuje. Díky této interakci se vytváří samoregulační efekt, který udržuje stabilní průtok.



Obrázek 11 – Ukázka regulátoru v klidu a při práci

(interní zdroj firmy)

Aby byla ověřena funkčnost ventilu, byly provedeny testy průtoku pomocí měřicího zařízení vodní lavice. Testovaný ventil má definovanou průtokovou charakteristiku 2,5 litru za minutu, přičemž tolerance činí $\pm 10\%$. To znamená, že průtoky mimo interval 2,25 až 2,75 l/min jsou považovány za neshodné.

Měření probíhalo standardně v rozsahu tlaku od 1 do 10 barů. Vzhledem k tomu, že průtokové problémy byly již dříve zaznamenány během rutinní výstupní kontroly, nebylo nutné provádět rozsáhlé statistické testování. Namísto toho byly pouze náhodně vybrány jednotky kusů z různých formovacích dutin, s cílem co nejrychleji identifikovat možný zdroj odchylek. V následujícím grafu je uveden pouze výběrový soubor reprezentativních měření, který ilustruje typické odchylky zjištěné během testování. Kompletní přehled naměřených hodnot, nechtěla společnost zveřejnit.

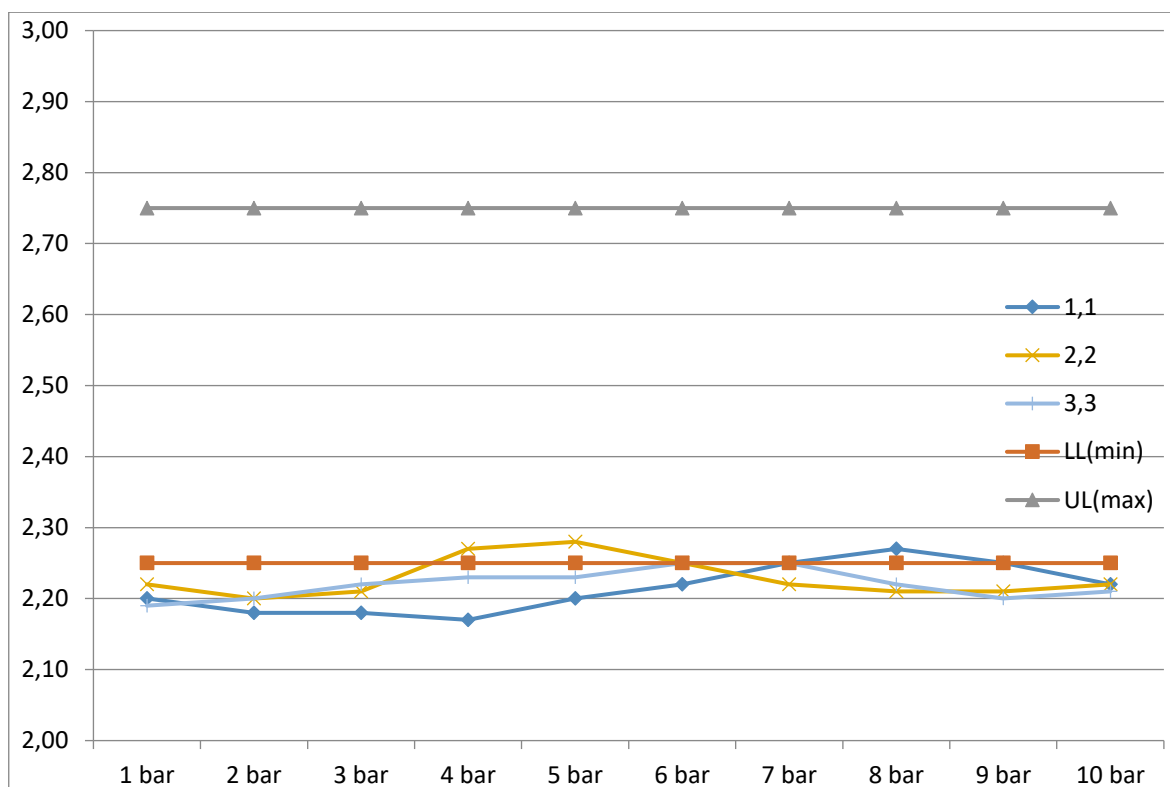
Tabulka 3 – Naměřené hodnoty průtoků na vodní lavici

Průtok:	2,5 l/min										
Tolerance:	10%										
číslo vzorku	kavita regulátoru	1 bar	2 bar	3bar	4bar	5bar	6bar	7bar	8bar	9bar	10bar
1	1	2,20	2,18	2,18	2,17	2,20	2,22	2,25	2,27	2,25	2,22
2	2	2,22	2,20	2,21	2,27	2,28	2,25	2,22	2,21	2,21	2,22
3	3	2,19	2,20	2,22	2,23	2,23	2,25	2,25	2,22	2,20	2,21
LL(min)	(spodní hranice průtoku)	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
UL(max)	(horní hranice průtoku)	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75

(vlastní zpracování)

Z tabulky je patrné, že některé vzorky vykazují hodnoty mimo stanovený toleranční rozsah, zejména menší hodnoty. Největší odchylky byly zaznamenány při nižších tlacích, což může naznačovat nesprávnou reakci regulátoru na změnu tlakových podmínek. Hodnoty průtoků se navíc liší i mezi jednotlivými kusy, což ukazuje na možnou variabilitu v geometrii nebo sestavení komponent.

Pro lepší přehled jsou vybrané hodnoty zobrazeny také v následujícím grafu:



Obrázek 12 – Graf naměřených hodnot průtoků

(vlastní zpracování)

Naměřené hodnoty ukazují, že konkrétní kusy regulátorů nedosahují požadovaného výkonu. Nejpravděpodobnější příčinou mohou být drobné rozdíly v geometrii jednotlivých kavit vstřikovací formy nebo vlastnosti těsnicí ucpávky, které ovlivňují těsnost a deformaci při zatížení. Tyto skutečnosti ukazují na nutnost dalšího prověření těchto komponent a případného zpřesnění výroby.

10.2 Měřicí zařízení

Vzhledem k opakovanému výskytu průtokových odchylek vznikla potřeba ověřit i samotné měřicí zařízení, na kterém testování probíhá. Používaná vodní lavice, na níž se provádí výstupní i ověřovací testy ventilů, představuje hlavní nástroj pro měření průtoku. Aby bylo možné vyloučit chybu měřicího systému, bylo provedeno kontrolní měření pomocí ručních průtokoměrů, které zajistilo oddělení kvality. Data z těchto měření nejsou k dispozici, protože výsledky byly zaznamenávány pouze interně pro účely porovnání.

Tato ověřovací měření ukázala mírné odchylky mezi jednotlivými metodami, přičemž rozdíly nebyly zásadní, ale opakovaly se u více vzorků. Z tohoto důvodu bylo rozhodnuto přistoupit ke kalibraci vodní lavice, kterou provedl externí servis. Kalibrace potvrdila, že zařízení funguje správně, a po úpravě měřicí sestavy bylo měření opět uvedeno do požadované přesnosti. Měřicí zařízení – vodní lavice je zachyceno na obrázku níže.



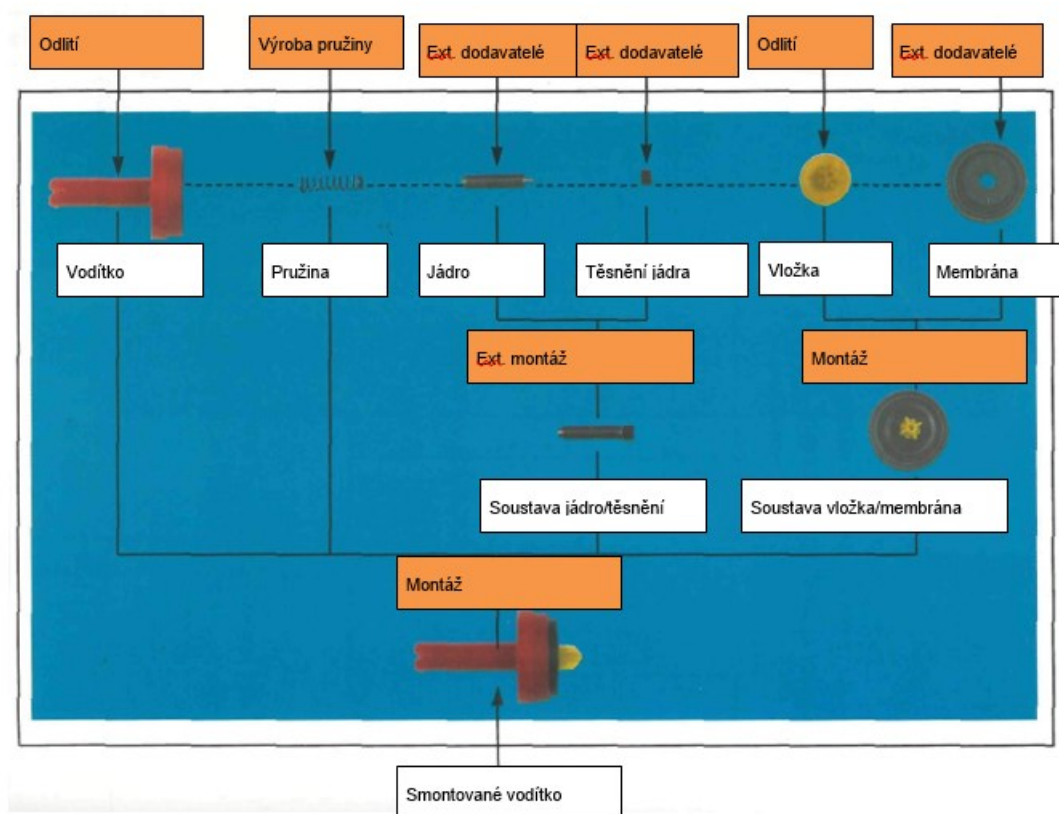
Obrázek 13– Měřicí zařízení vodní lavice

(vlastní foto z firmy)

Tímto krokem bylo možné vyloučit nepřesnost měřicí techniky jako primární příčinu problému, a další pozornost byla zaměřena zpět na konstrukci a montážní vlastnosti samotného ventilu.

10.3 Membrána ve vodítku

Další z možných příčin odchylek v průtoku byla hledána u gumové membrány, která je součástí pohyblivého mechanismu ve vodítku ventilu a plní klíčovou těsnicí funkci. Tento komponent je dodáván externě a jeho kvalita může mít přímý dopad na správnou funkci ventilu při otevírání a uzavírání průtoku. Na obrázku níže je znázorněna sestava smontovaného vodítka, do něhož je membrána vkládána při montáži. Jejím úkolem je zajistit stabilitu a těsnost vnitřního systému, a tím přispívat ke správné regulaci průtoku.



Obrázek 14– Umístění gumičky vodítka ve ventilu

(interní zdroj firmy)

Podezření na vliv membrány vzniklo po změně dodavatele, kdy byly zaznamenány drobné rozdíly ve vzhledu a tuhosti materiálu. Nové membrány působily opticky silněji než původní, což vedlo k hypotéze, že větší tloušťka by mohla omezit průtočný profil a tím snižovat samotný průtok.

Na základě toho byla provedena srovnávací měření průtoku u vzorků osazených různými typy membrán, a to jak na vodní lavici, tak pomocí ručního průtokoměru. Současně byla

vyžádána technická dokumentace od nového i původního dodavatele a tyto parametry byly porovnány.

Měření průtoku u ventilů osazených původní a novou membránou bylo provedeno při tlaku 5 bar, který odpovídá běžné praxi při tomto typu kontrol. V následující tabulce je uvedeno reprezentativních pět vzorků, které byly vybrány náhodně a ilustrují shodu výsledků mezi oběma typy membrán.

Tabulka 4– Naměřené hodnoty průtoků původní a nové gumičky

Původní	Průtok [l/min]	Nová	Průtok [l/min]
Membrána 1	2,52	Membrána 1	2,51
Membrána 2	2,48	Membrána 2	2,48
Membrána 3	2,5	Membrána 3	2,49
Membrána 4	2,47	Membrána 4	2,47
Membrána 5	2,54	Membrána 5	2,53

(vlastní zpracování)

Výsledky testů ukázaly, že rozdíl mezi průtoky u ventilů s novými a původními membránami je zanedbatelný a všechny se pohybovaly v obdobném rozmezí. Z technické dokumentace rovněž vyplynulo, že i když nová membrána vykazovala větší tloušťku, její materiál byl měkkší, a výsledné mechanické vlastnosti tak zůstaly v rovnováze. Funkčnost ventilu proto nebyla změněna a vliv membrány na průtok tak mohl být vyloučen.

Na základě měření bylo možné některé z možných příčin průtokových odchylek spolehlivě vyloučit. Ta potvrdila, že membrána vodítka ani měřicí zařízení nemají zásadní vliv na vznik neshod, a jejich technické parametry odpovídají stanoveným požadavkům. Zároveň se ukázalo, že největší odchylky byly zaznamenány u průtoku ventilů osazených určitými typy regulátorů, což poukazuje na jejich klíčovou roli při ovlivňování funkčnosti ventilu.

Tyto poznatky tvoří důležitý základ pro návrh konkrétních opatření vedoucích ke stabilizaci průtokových charakteristik a zlepšení kvality výroby.

11 NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ A STABILIZACI PRŮTOKU

Na základě analýzy průtokových odchylek, která identifikovala hlavní problematické oblasti výrobního procesu, je v této kapitole navržena sada opatření vedoucích ke zlepšení kvality a funkčnosti vyráběných ventilů.

Pozornost je zaměřena především na optimalizaci těch částí výrobku a procesu, u nichž byly odhaleny opakované odchylky nebo zvýšený výskyt neshod.

Návrhy vycházejí z kombinace technických měření, provozních poznatků a interní zpětné vazby z výroby i kontroly kvality. Cílem těchto kroků je snížit výskyt neshod spojených s průtokem, zvýšit stabilitu výroby a omezit náklady spojené s opravami nebo vyřazováním výrobků.

11.1 Optimalizace regulátoru

Na základě měření a vyhodnocení možných příčin průtokových odchylek bylo potvrzeno, že klíčovým faktorem ovlivňujícím stabilitu průtoku je samotný regulátor. I přesto, že některé možné příčiny byly vyloučeny, průtokové odchylky se nadále vyskytovaly. A to především u ventilů s určitými typy regulátorů. Z tohoto důvodu bylo rozhodnuto zaměřit se na detailní posouzení této komponenty a navrhnout odpovídající opatření.

Jedním z doporučených kroků je zkontrolovat, zda mezi výlisky z různých formovacích dutin (kavit) nevznikají rozměrové rozdíly, které by mohly ovlivnit průtok. Výsledky měření totiž ukazují na mírné rozptyly v naměřených hodnotách mezi různými kusy. Je proto vhodné provést dodatečné rozměrové ověření výlisků z jednotlivých kavit – například pomocí 3D skenování nebo optické kontroly – a posoudit, zda nedochází k systematickým odchylkám. Na základě těchto výsledků bude možné určit, zda jsou nutné úpravy. V této fázi však není navrhována změna samotného tvaru kavit, ale pouze ověření výrobní přesnosti a jednotnosti.

Dalším bodem je zkvalitnění kontroly ucpávky, která je vkládána do regulátoru a zajišťuje utěsnění bočních otvorů. Zvažována je možnost, že v některých případech došlo ke zhoršení vlastností materiálu v důsledku prodloužené doby skladování, případně k poškození při manipulaci. U některých začínajících objednávek byly totiž nalezeny starší dokumenty. Doporučuje se proto:

- zpřísnit vstupní kontrolu (zejména tvrdosti a rozměrů)

- zavést evidenci stárí šarží a jejich rotaci podle data dodání (FIFO)
- kontrolovat celistvost a usazení ucpávky přímo před montáží

Z hlediska samotného montážního procesu je vhodné ověřit, zda dochází ke správnému usazení regulátoru do těla ventilu. Doporučuje se využít jednoduché kontrolní pomůcky, která by umožnila ověřit správnou pozici před finálním svařováním – například plošinu, která správnou polohu regulátoru zaručí.

Navržená opatření s sebou nesou určité nějaké investice, jako je pořízení plošiny, její instalace, zaškolení operátorů, a přijmutí novinky do procesu. Mohou však výrazně přispět ke zvýšení stability průtokových parametrů, snížení zmetkovitosti a omezení nákladů spojených s opravami nebo opakovaným testováním.

11.2 Zlepšení výrobního procesu

Výroba vodního ventilu zahrnuje několik na sebe navazujících montážních kroků, které jsou zčásti automatizované, zčásti ručně obsluhované. Z předchozí analýzy vyplývá, že finální montáž patří mezi nejzatiženější fáze výroby, a zároveň vykazuje nejvyšší výskyt neshod. Důvodem je kombinace velkého počtu manuálních úkonů, časté manipulace a nutnosti přesného sestavení více komponent. Tato fáze tak představuje významné úzké místo v celém procesu.

Na základě sledování výroby a konzultací s operátory i techniky bylo identifikováno několik oblastí, ve kterých by zlepšení montážního procesu mohlo vést ke zvýšení kvality i výkonu.

Reorganizace pracoviště a rozdělení činností

V současném stavu se tři pracovníci podílejí na zakládání dílů, odebírání hotových kusů, lepení štítků a doplňování komponent. Při zvýšené zmetkovitosti nebo přerušení toku (např. při doplňování materiálu) však často vznikají krátké prodlevy, které snižují plynulost montáže.

Navrhované opatření:

- Upravit pracovní postup tak, aby se jeden z pracovníků věnoval výhradně pouze zakládání dílů a manipulaci s výstupem.
- Zbylí pracovníci by se střídali mezi štítkováním a logistickou podporou.
- Zavedení vizualizační tabule pro sledování neshod v reálném čase by zároveň umožnilo rychlejší reakci při opakovaných vadách.

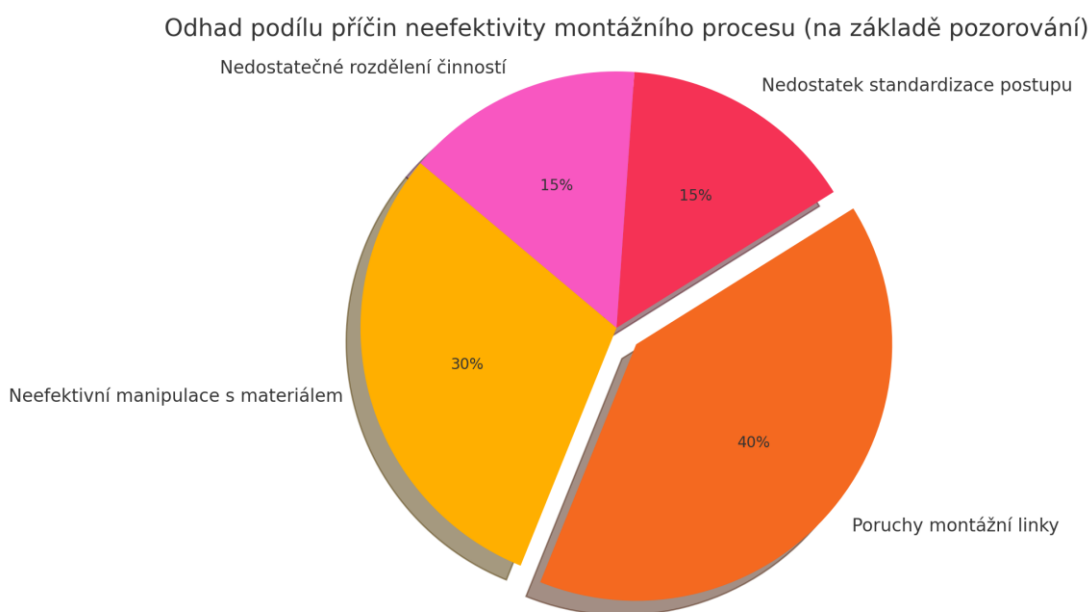
Zvýšení kontrolních možností přímo na lince

Dnes je funkčnost ventilu testována až po dokončení celé montáže. Pokud se vyskytne neshoda, je nutné výrobek buď opravit, nebo vyřadit, což znamená ztrátu času i materiálu.

Navrhované opatření:

- Zařadit jednoduchou kontrolní stanici přímo do toku montáže (např. vizuální kontrolu správné pozice filtru a regulátoru).
- Vyškolit operátory na prvotní rozpoznání nejčastějších vad.
- Využít světelnou signalizaci nebo digitální odpočítadla k odlišení dobrých a chybných kusů.

Během pozorování výroby bylo rovněž zaznamenáno, že pracovníci čelí častým technickým problémům, zejména v souvislosti s poruchami montážní linky a neefektivní manipulací s materiálem. Tím se rozumí dlouhé přechody mezi pracovišti nebo nevhodné zásobování. Tyto faktory mají přímý dopad nejen na produktivitu, ale i na pracovní morálku obsluhy. I bez podrobného časového měření bylo možné na základě praktického sledování sestavit odhad hlavních zdrojů neefektivity, jak ukazuje následující graf. Ten byl vytvořen na základě prostého pozorování a měření se stopkami.



Obrázek 15 – Graf podílu příčin neefektivity montážního procesu

(vlastní zpracování)

Optimalizace samotného montážního procesu, například modernizace karuselové linky nebo zavedení automatizovaných podavačů, by vyžadovala vyšší počáteční investice do technického vybavení. Tyto zásahy rovněž předpokládají úzkou spolupráci s údržbou, úpravou layoutu pracoviště a důkladné proškolení obsluhy.

Navzdory těmto nákladům a provozním výzvám je možné očekávat, že jejich dlouhodobý přínos v podobě zvýšené produktivity a nižší zmetkovitosti tyto investice postupně vykompenzuje.

12 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Navržená opatření v oblasti konstrukčních úprav a optimalizace výrobního procesu mají potenciál výrazně přispět ke zlepšení efektivity výroby vodních ventilů. Kromě technického přínosu je však nezbytné zhodnotit i jejich ekonomický dopad. V této kapitole je proto provedeno vyčíslení přínosů z pohledu snížení zmetkovitosti a zvýšení výkonu výroby.

Údaje jsou založeny na interních informacích a realistických odhadech. Přestože nejsou všechny položky vyčísleny do detailu, poskytuje tento přehled důležitý rámec pro rozhodování o případné realizaci navrhovaných opatření.

12.1 Snížení zmetkovitosti

Jedním z klíčových problémů ve výrobě je výskyt neshodných kusů, které neprojdou výstupní kontrolou kvůli odchylkám v průtoku. V současnosti bylo zaznamenáno přibližně 14 000 kusů ventilů během posledních 3 měsíců s tímto typem neshody. Pro přehlednost, norma výkonosti představuje 2100 ks/směnu (4200 ks/den).

Při průměrné jednotkové ceně 364 Kč/ks představuje tato ztráta potenciální výrobní škodu ve výši:

$$14\,000 \text{ ks} \times 364 \text{ Kč} = 5\,096\,000 \text{ Kč}$$

Do této částky nejsou započítány náklady na opravy, opakované testování a manipulační činnosti, které celkovou ztrátu dále navyšují.

Pokud by díky navrhovaným úpravám došlo ke snížení zmetkovitosti alespoň o 50 %, znamenalo by to přímou úsporu:

$$7\,000 \text{ ks} \times 364 \text{ Kč} = 2\,548\,000 \text{ Kč}$$

Tato úspora představuje významný argument pro realizaci navrhovaných opatření, neboť ukazuje na rychlý potenciál návratnosti i při konzervativním scénáři.

12.2 Zvýšení výkonnosti výroby

Kromě eliminace zmetkovitosti lze pozitivní ekonomický dopad očekávat také v oblasti celkového výkonu výroby. V předchozích částech práce bylo uvedeno, že skutečný výkon některých fází nedosahuje stanovené normy. Nejvýrazněji se to projevuje u finální montáže a montáže cívek.

Zvýšení výkonu těchto fází – byť jen o desítky kusů za hodinu – by mělo v celkovém měřítku významný přínos. Pokud vezmeme jako příklad finální montáž, kde byla norma 325 ks/hod a reálný výkon 280 ks/hod, ztráta činí:

$$325 - 280 = 45 \text{ ks/hod}$$

Při dvousměnném provozu a průměrné délce směny 7,5 hodiny jde o:

$$45 \text{ ks/hod} \times 2 \text{ směny} \times 7,5 \text{ hod} = 675 \text{ ks/den}$$

Při standardních 250 pracovních dnech ročně to představuje:

$$675 \times 250 = 168\,750 \text{ ks/rok}$$

I kdyby se podařilo zkrátit tuto ztrátu jen o třetinu, zvýší se roční objem výroby přibližně o 56 000 ks, což při průměrné ceně 364 Kč odpovídá potenciálnímu zvýšení tržeb až o:

$$56\,000 \text{ ks} \times 364 \text{ Kč} = 20\,384\,000 \text{ Kč}$$

Z toho vyplývá, že i drobné optimalizace, které zlepši plynulost výroby nebo zkrátí časové prodlevy, mohou mít zásadní vliv na celkovou výkonnost podniku. V kombinaci s předchozími úsporami ze snížení zmetkovitosti se ekonomická návratnost investic jeví jako velmi příznivá.

Tyto údaje jsou pouze teoretické, jelikož se zatím nepodařilo nalézt úplnou optimalizaci procesu.

12.3 Shrnutí ekonomického přínosu

Z provedeného ekonomického zhodnocení vyplývá, že optimalizace výrobního procesu vodních ventilů – konkrétně snížení zmetkovitosti a zvýšení výkonu některých fází – může přinést výrazný finanční přínos. Pouze v oblasti eliminace neshod u průtokových hodnot se odhaduje přímá úspora nákladů na úrovni více než 5 milionů Kč ročně. K tomu se přidává potenciál navýšení kapacity výroby díky efektivnějšímu využití stávajících zdrojů, jehož finanční dopad může v ideálním případě přesáhnout 20 milionů Kč ročně.

Tyto výsledky ukazují, že navržené technické i organizační změny mají reálný ekonomický základ a jejich zavedení může významně přispět ke zvýšení konkurenceschopnosti podniku. Současně se potvrzuje, že i zdánlivě drobné technické nedostatky, pokud nejsou včas řešeny,

mohou vést ke značným finančním ztrátám. Ekonomická analýza tak tvoří důležitý podklad pro rozhodování o dalším postupu a případných investicích do modernizace výroby.

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo analyzovat výrobní proces vodních ventilů ve společnosti Robertshaw CZ Limited, identifikovat příčiny výskytu průtokových odchylek a navrhnout taková opatření, která povedou ke stabilizaci kvality a racionalizaci výroby.

Na základě analýzy jednotlivých výrobních fází, technických komponent a kontrolních mechanismů bylo zjištěno, že nejčastější příčinou neshod v oblasti průtoku je konstrukce plastového regulátoru a jeho těsnicího prvku – gumové ucpávky. Dílčí vliv byl dále pozorován také v oblasti technického stavu výrobní linky a organizace montáže. Ostatní potenciální příčiny, jako např. změna membrány či nepřesnost měřicího zařízení, byly na základě testování a technické dokumentace postupně vyloučeny.

V návaznosti na zjištěné skutečnosti byly navrženy konkrétní optimalizační kroky, a to jak v oblasti technického řešení regulátoru, tak i v rámci samotného výrobního procesu. Doporučení se zaměřují zejména na úpravu specifikace použitých materiálů, přesnější dohled nad rozměrovou konzistencí dílů a zefektivnění montážního procesu. Součástí návrhů je rovněž přehodnocení organizace práce a údržby na klíčových výrobních pracovištích.

Ekonomické zhodnocení navržených opatření ukázalo, že jejich zavedení může přinést významné úspory – jak snížením zmetkovitosti, tak zvýšením celkového výkonu výroby. Tyto výsledky potvrzují, že i cílená technická analýza v kombinaci s jednoduchými organizačními změnami může mít zásadní vliv na stabilitu kvality a hospodárnost výroby.

Práce tak přináší konkrétní přínos nejen pro zvolený výrobní podnik, ale i obecně jako případová studie technického řešení problému kvality ve výrobě. V budoucnu lze na navržená doporučení navázat implementací změn a jejich vyhodnocením v praxi.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ALTMAN, Harry, 2017. *Lean: Lean Six Sigma, lean startup, lean enterprise, lean analytics, agile project management, Kanban, Scrum*. California: CreateSpace Independent Publishing Platform. ISBN 978-1-978348-68-4.

BENEŠ, Vlastimil, 2006. *Armatury v praxi: přehled konstrukcí a aplikací*. Praha: SNTL. ISBN 80-03-00000-0.

BRAU, Sebastian José, 2016. *Lean manufacturing 4.0: The technological evolution of lean*. Boca Raton: American Lean SD. ISBN 978-1-5393-2294-8.

DUFFY, Grace a BELINDA FURTERER, 2020. *The Quality Improvement Handbook*. Milwaukee: ASQ Quality Press. ISBN 978-1-951058-07-2.

DVOŘÁK, Jan, 2020. *Automatizační systémy řízení v průmyslu*. Praha: ČVUT. ISBN 978-80-01-06785-4.

HORÁK, Jakub, 2021. *IoT a regulace v praxi: využití senzorových sítí*. Ostrava: VŠB-TUO. ISBN 978-80-248-4562-2.

HRUŠECKÁ, Denisa, Lucie HRBÁČKOVÁ a Felicita CHROMJAKOVÁ, 2024. *Plánování a řízení výroby – Prediktivní analýza a rozvrhování*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 978-80-7678-289-1.

JUROVÁ, Marie, 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-5717-9.

KEŘKOVSKÝ, Milan a VÁLSA, Ondřej, 2001. *Moderní přístupy k řízení výroby*. Praha: C.H. Beck. ISBN 80-7179-410-2.

MAREŠ, Martin, 2007. *Hydraulické a pneumatické mechanismy*. Praha: FCC Public. ISBN 978-80-86534-95-1.

NICHOLAS, John M., 2018. *Lean Production for Competitive Advantage*. 3rd ed. New York: Routledge. ISBN 978-1-138-56834-0.

NOVÁK, Aleš, 2015. *Technika vodních cest a zařízení*. Praha: ČVUT. ISBN 978-80-01-05729-9.

NOVOTNÝ, Zdeněk, 2018. *Regulace průtoku kapalin v praxi*. Brno: Akademické nakladatelství CERM. ISBN 978-80-7204-873-1.

SCHNIEDERJANS, Marc J., Dara G. SCHNIEDERJANS a Christopher M. STARKY, 2018. *Business analytics principles, concepts, and applications*. Boston: Pearson Education. ISBN 978-0-13-398940-3.

SLACK, Nigel et al., 2022. *Operations Management*. 10th ed. Harlow: Pearson Education Limited. ISBN 978-1-292-41400-9.

STERN, David, 2023. *Quality Process Mapping*. London: Taylor & Francis. ISBN 978-1-03-236470-6.

TOMEK, Gustav a VÁVROVÁ, Vladimíra, 2007. *Řízení výroby: teorie a praxe*. 2. vyd. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-2178-1.

VINODH, Sekar, 2023. *Lean Manufacturing: Fundamentals, Tools, Approaches, and Industry 4.0 Integration*. Boca Raton: Taylor and Francis Group. ISBN 978-1-003-19033-2.

Internetové zdroje:

ROBERTSHAW, 2024. *Robertshaw – About Us*. [online]. [cit. 2025-05-22]. Dostupné z: <https://www.robertshaw.com/about-us>

PLEX SYSTEMS, 2023. *Plex Manufacturing Cloud*. [online]. [cit. 2025-05-22]. Dostupné z: <https://www.plex.com/>

ISO, 2024. *ISO 9001 – Quality management systems — Requirements*. [online]. [cit. 2025-05-22]. Dostupné z: <https://www.iso.org/standard/62085.html>

IATF, 2024. *IATF 16949:2016 – Automotive Quality Management System*. [online]. [cit. 2025-05-22]. Dostupné z: <https://www.iatfglobaloversight.org/>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Popis výrobního procesu	14
Obrázek 2 – Logo společnosti	31
Obrázek 3 – Organizační struktura společnosti	32
Obrázek 4 – Jednoduchý vodní ventil.....	36
Obrázek 5– Ventil v uzavřené poloze	36
Obrázek 6– Ventil v otevřené poloze	37
Obrázek 7 – Procesní mapa výroby	39
Obrázek 8– Mapa pracovních hal	40
Obrázek 9 – Graf výskytu neshod na pracovištích	43
Obrázek 10 – Sestava regulátor + ucpávka.....	45
Obrázek 11– Ukázka regulátoru v klidu a při práci	46
Obrázek 12 – Graf naměřených hodnot průtoku	47
Obrázek 13– Měřicí zařízení vodní lavice	48
Obrázek 14– Umístění gumičky vodítka ve ventilu	49
Obrázek 15 – Graf podílu příčin neefektivity montážního procesu.....	53

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Personální obsazení a časová náročnost pracovišť	41
Tabulka 2– Srovnání normy a skutečného výkonu	41
Tabulka 3 – Naměřené hodnoty průtoků na vodní lavici.....	46
Tabulka 4– Naměřené hodnoty průtoků původní a nové gumičky	50