

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

KATEDRA TECHNOLOGIÍ A MĚŘENÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Optimalizace výrobní linky

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jan KRENAUER**

Osobní číslo: **E17N0104P**

Studijní program: **N2612 Elektrotechnika a informatika**

Studijní obor: **Komerční elektrotechnika**

Název tématu: **Optimalizace výrobní linky**

Zadávací katedra: **Katedra technologií a měření**

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

1. Popište metody a nástroje pro optimalizaci výrobních procesů.
2. Analyzujte současný stav.
3. Stanovte kritická místa a navrhněte jejich zlepšení.
4. Zhodnoťte očekávaný přínos navržených opatření.

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího

Rozsah kvalifikační práce: 40 - 60 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

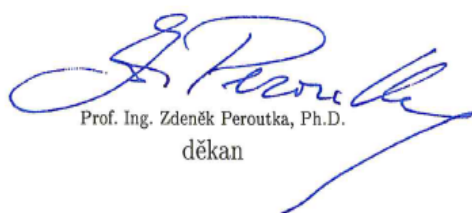
Seznam odborné literatury:

1. KEŘKOVSKÝ, M., MAŠÍN, I.: Moderní přístupy k řízení výroby: programy a metody pro eliminaci plýtvání. Praha: C.H. Beck, 2009. ISBN 978-80-7400-119-2
2. MASAÁKI, I.: Gemba Kaizen - Řízení a zlepšování kvality na pracovišti. Praha: Computer Press, 2005. ISBN 80-251-0850-3
3. GEORGE, L., M.: Kapesní příručka Lean Six Sigma: rychlý průvodce téměř 100 nástroji na zlepšování kvality procesů, rychlosti a komplexity. Brno: SC&C Partner, 2010. ISBN 978-80-904099-2-7
4. HIROYUKI, H.: 5S pro operátory: 5 pilířů vizuálního pracoviště. Brno: SC&C Partner, 2009. ISBN 978-80-904099-1-0
5. internetové zdroje


Vedoucí diplomové práce: Ing. Tomáš Řeřicha, Ph.D.
Katedra technologií a měření

Datum zadání diplomové práce: 5. října 2018

Termín odevzdání diplomové práce: 30. května 2019


Prof. Ing. Zdeněk Peroutka, Ph.D.
děkan




Doc. Ing. Aleš Hamáček, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 5. října 2018

Abstrakt

Předkládaná diplomová práce je zaměřena na zlepšení výrobního procesu stáčecí linky ve firmě Š.P. a.s.. Firma se zabývá výrobou a stačením pitné vody do barelů a PET lahví. V teoretické části práce jsou shrnuty metody a nástroje pro optimalizaci výrobního procesu a eliminaci plýtvání. V praktické části je představeno portfolio firmy a zmapován současný stav výrobní linky. Dále je uveden popis výrobního procesu a navrhovaných vylepšení či optimalizačních doporučení v kritických místech výrobní linky.

Klíčová slova

Optimalizace, zlepšování, metody, nástroje, výrobní proces, stáčecí linka, mycí linka, kvalita, barely, víčka, kompresor, elektroinstalace, vzduch, voda.

Abstract

Presented diploma thesis is focused on the improvement of manufacturing process of the production line in Š.P.a.s. company, which produces and disposes drinking water to barrels and PET bottles. In the theoretical part is summarization of methods and tools for manufacturing process optimization and waste elimination. In the practical part is presented the company portfolio and the current state of the production line is mapped. Description of production process and proposed improvements and optimization recommendations are also stated.

Key words

Optimization, improvement, methods, tools, manufacturing process, bowling line, washing line, quality, barrels, lids, compressor, wiring, air, water.

Prohlášení

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

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této diplomové práce, je legální.

.....

podpis

V Plzni dne 29.5.2019

Bc. Jan Krenauer

Poděkování

V úvodu diplomové práce bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Tomášovi Řeřichovi, Ph.D. za cenné profesionální rady, nápady, připomínky, poznatky, ochotu a metodické vedení práce. Poděkování patří rozhodně také mé rodině za podporu, trpělivost a tvorbu potřebného zázemí během celého vysokoškolského studia.

Obsah

OBSAH	8
ÚVOD	9
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	10
1 POPIS METOD A NÁSTROJŮ PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ VE VÝROBNÍCH PROCESECH	11
1.1 PROCESNÍ ŘÍZENÍ - PROCES	11
1.2 METODY A NÁSTROJE PRO OPTIMALIZACI PROCESŮ	13
1.2.1 DMAIC.....	14
1.2.2 5S.....	15
1.2.3 FMEA.....	17
1.2.4 Lean Production.....	17
1.2.5 Plýtvání.....	17
1.2.6 PDCA.....	19
1.2.7 POKA – YOKE	20
1.2.8 BPR.....	20
1.2.9 JIT.....	22
1.2.10 JIDOKA	22
1.2.11 Kanban.....	23
1.2.12 Six Sigma.....	24
1.2.13 SMED.....	25
1.2.14 Analýza a optimalizace pracoviště.....	25
1.2.15 Kaizen.....	26
2 PŘEDSTAVENÍ FIRMY A POPIS SOUČASNÉHO STAVU VÝROBNÍ LINKY	27
2.1 ZÁKLADNÍ POPIS A POSTUP PLNĚNÍ BARELŮ.....	30
2.2 GARANCE MYČÍHO PROCESU.....	38
2.3 MYČKA BARELŮ	39
2.3.1 Mycí proces.....	40
2.4 PLNIČ BARELŮ	42
2.5 SANITACE A ČIŠTĚNÍ	43
2.6 DOPORUČENÁ ÚDRŽBA STROJE	44
3 NÁVRH OPTIMALIZACE VÝROBNÍCH PROCESŮ	45
3.1 VYŘAZENÍ BARELŮ	47
3.2 NÁVRH HYGIENICKÉ MÍSTNOSTI.....	49
3.3 NÁVRH NOVÉ ELEKTROINSTALACE	50
3.4 OPTIMALIZACE KOMPRESORU.....	51
3.5 OPTIMALIZACE MYČÍCH PROSTŘEDKŮ A CHEMIE	54
3.6 OPTIMALIZACE VÍČEK	56
3.7 ZAVEDENÍ OZONU	57
3.8 VYSOUVACÍ ROTAČNÍ TRYSKY.....	58
4 PŘÍNOSY NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ	61
ZÁVĚR	63
SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	64
SEZNAM PŘÍLOH	1

Úvod

V dnešní době, v době tržního hospodářství, firmy bojují o své zákazníky a snaží se je přesvědčovat a nalákat ve svůj prospěch. Proto je kladen velký důraz na optimalizace výrobních procesů. Zákazník má při výběru produktu resp. služeb neomezené možnosti výběru, proto je firma nucena inovovat a optimalizovat své technologické procesy. Prodejní cena produktu resp. služby je dána do značné míry konkurenčním prostředím na trhu. Z důvodu vysoké konkurence, stále se zvyšujících požadavků na kvalitu a rychlost produktů resp. služeb musí firma udržovat trend dnešní doby, jinak by mohla začít stagnovat a dokonce i postupně upadat. Funkčnost firmy je založena na procesním řízení s podporou informatiky, a tudíž správné fungování je důležitým krokem k úspěchu na trhu. Setkáváme se s velkým množstvím využívaných metod a nástrojů pro optimalizaci výrobních procesů. Tím se dostávám k jejich zlepšování. Předpoklad pro zlepšování je porozumění a měření stávajících procesů za účelem zkvalitnění produktů resp. služeb. Zlepšování výrobních procesů ale nelze zrealizovat, pokud není analyzován jejich současný stav. Přesto může nastat, že i přes implementaci metod a nástrojů optimalizace není docíleno očekávaného zlepšení, neboli toto zlepšení je dosaženo na určitý čas a poté se opět výrobní proces vrací do původního stavu.

Text diplomové práce je rozdělen do čtyř částí, v první části je popsána teoretická část o zlepšování výrobních procesů. Zaměřuje se především na metody a nástroje pro optimalizaci procesů. Jsou zde popsány a vysvětleny vybrané metody a nástroje optimalizace. Ve druhé části je popsáno portfolio firmy, čím se firma zabývá a co dělá. Dále je popsána stáčecí linka na barely, současný stav této linky, výrobní proces a funkčnost jednotlivých komponentů. V třetí části práce jsou návrhy na zlepšování a optimalizaci výrobních procesů ve stáčecí lince. Kde jsou popsána řešení dané optimalizace. V poslední části je zhodnocení navržených přínosů dané optimalizace.

Seznam symbolů a zkratek

°C	Jednotka teploty
mm	Jednotka délky
MPa	Jednotka tlaku
m ³	Obsah van v lince
l/s.....	Jednotka průtoku nápoje (litrů za sekundu)
18,9l.....	Obsah litrů v barelu
5S	Metodika pro eliminaci plýtvání na pracovišti
BPR.....	Business Process Reengineering – strategie řízení procesů
DMAIC	Cyklus zlepšování - define, measure, analyze, improve, control
FMEA.....	Analýza příčin vad a jejich důsledků
JIDOKA	Eliminace plýtvání
JIT	Just In Time - „právě včas“
KAIZEN	Zlepšování a zdokonalování problému napříč podnikem
KANBAN.....	Komunikační nástroj – karta, štítek
LEAN PRODUCTION	Štíhlá výroba – zkracování průběžné doby
SMED.....	Single Minute Exchange of Dies – výměna nástrojů v čase
Six Sigma	Manažerská filosofie – řízení kvality
PDCA	Cyklická metoda - plan, do, check, act
POKA - YOKE	Eliminace důsledků chyb

1 Popis metod a nástrojů průmyslového inženýrství ve výrobních procesech

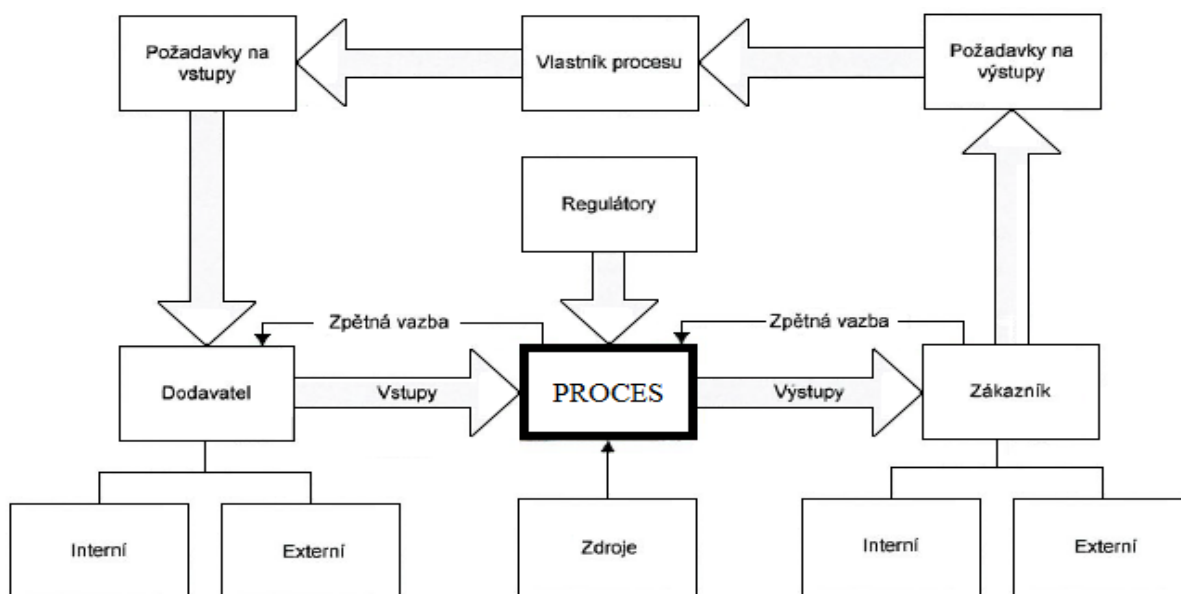
Průmyslové inženýrství se zabývá projektováním, plánováním, navrhováním, řízením, zaváděním, inovováním a zlepšováním výrobních i nevýrobních procesů k dosažení co nejvyšší produktivity. Upevňuje postavení firem v konkurenčním prostředí a dává možnost pracovat s velkým množstvím metod a nástrojů. Je to tedy obor, který se věnuje řešení potřeb jednotlivých podniků k zvýšení efektivity a úspor.

Prostředky a zdroje, které průmyslové inženýrství používá, jsou: lidé, informace, energie, materiál, stroje a finance. Kombinuje technické znalosti a zkušenosti inženýrských oborů s poznatky z podnikového řízení a s jejich pomocí se zefektivňují výrobní procesy. Usiluje o dosažení co nejvyššího stupně optimalizace výrobního procesu, v co nejrychlejší době a to s nejnižšími náklady, aby byly uspokojeny všechny zainteresované strany. Průmyslového inženýrství se snaží zlepšovat především základní výrobní procesy, které se starají o chod firmy, ale také procesy, které zvyšují konečný stav či výsledek produktu resp. služby. Změny ve výrobním procesu lze provádět průběžně nebo radikálně. Podstatou průmyslové inženýrství je zlepšování výrobních procesů a odstraňování plýtvání. [1–5]

1.1 Procesní řízení - proces

Definice pojmu proces je nezbytná pro pochopení základních mechanismů procesního řízení. Proces lze definovat jako soubor vzájemně propojených činností, měnící vstupy na výstupy za spotřeby určitých zdrojů. Na obrázku obr. 1 je uvedeno procesní schéma.[6]

Cílem procesu je popsat určité chování a postupy podniků. Procesy jsou často podporovány informačními systémy. Slovo proces se používá v každodenním životě, kolikrát si to ani neuvědomujeme. Začínaje od dětí, který procházejí vzdělávacím procesem, tedy postupně získávají vědomosti pro život a povolání. Stále se zvyšující úroveň automatizovaných strojů a zařízení či řízení sledů pracovních činností potřebuje specifické procesy zařadit do technologického zázemí.



Obr. 1: Schéma procesu (převzato z: [6])

V mnoha případech jsou procesy komplikované a tvoří se nepřehledné situace, k úspěšnému odhalení skrytých příčin jsou kolikrát potřeba znalci. Podnikový proces je souhrn činností, kde se snaží obsluhující personál na postupně vznikající předmět nebo službu přinést zlepšenou hodnotu, používající k tomu lidi a nástroje.[7, 8]

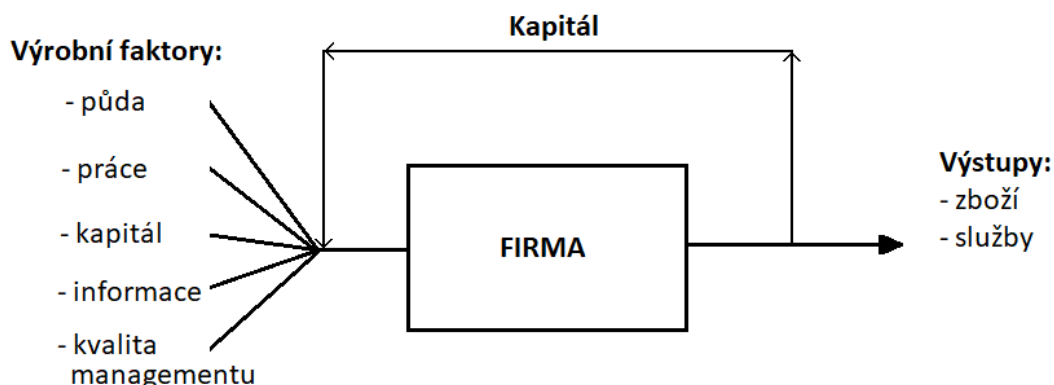
Základním a nejobvyklejší členěním procesů dle několika autorů je uváděno jako nejvýhodnější toto dělení: hlavní, řídicí a podpůrné procesy.

Hlavní procesy - jsou klíčové pro podnik, mění vstupy na výstupy. Jsou stěžejní oblastí podniků, slouží k naplňování strategických cílů a tvoří zisk podnikům. Výstupem je přidaná hodnota, která uspokojuje zákazníka, tak i firmu v podobě produktu resp. služby.

Řídicí procesy - prochází napříč celou organizací. Zajišťují fungující podmínky ostatním podnikovým procesům, které řídí jednotlivé činnosti, aby se udržel správný chod a logická návaznost prováděných procesů v podniku.

Podpůrné procesy – většinou nemají hodnotový charakter, nicméně jsou důležité, pro omezení rizik, zabezpečení správného fungování hlavních procesů a tím i bezproblémového provozu v celém podniku. V pozici zákazníka nejsou vidět, ale jsou nezbytné pro efektivní řízení firmy.[3, 9–12]

Ve výrobních procesech by mělo být hlavním cílem dosažení stavu, kdy jsou všechny výrobní zdroje využívány efektivně k tvorbě zisku. Uspořádání a struktura procesů závisí na vlastnostech výrobku resp. služeb, použití technologií a dalších faktorech.[13]



Obr. 2: Koloběh výrobních faktorů, zboží, služeb a kapitálu ve firmě (převzato z: [13])

Výrobní systémy bývají rozdělovány podle následujících hledisek a to na výrobu plynulou nebo výrobu přerušovanou. Typický příklad plynulé výroby lze uvést zpracování ropy či výroba surové oceli, kde provoz z technologických či jiných důvodů běží nepřetržitě po celý rok. Výjimkou je přerušení z důvodu nutných oprav na výrobním zařízení. V případě přerušované výroby je možnost výrobu po určitých částech přerušovat a pokračovat jindy. Přerušovaná výroba tedy probíhá jen v určitých časových intervalech. Příklad přerušované výroby si můžeme představit, že na pracovišti montují dělníci části stroje, které trvají více dnů. Typickým příkladem je strojírenská výroba.

Kritérium posouzení, zda se jedná o plynulou či přerušovanou výrobu, slouží skutečnost, jsou-li zpracované výrobky zpracovány na jednom pracovišti a přechází na následující pracoviště plynule bez možnosti ovlivňování operativně či s možností přechodu na následující pracoviště ovlivňovat, jako je měnit termín zpracování, změna pracoviště, kdo daný úkol zpracuje.[13]

1.2 Metody a nástroje pro optimalizaci procesů

K optimalizaci procesů jsou využívány různé metody a nástroje. Některé metody jsou určeny především k průběžnému zlepšování, jiné metody jsou určeny k dramatickým změnám ve velmi krátkém čase. Každá metoda je něčím specifická a záleží především na konkrétní firmě, jakou metodu si zvolí k zlepšování procesů a je pro ně nejvhodnější. Záleží především na průmyslovém odvětví, ve kterém firma působí, její velikost, zkušenosti řídicích pracovníků či postoji firmy. Při implementaci různých metod

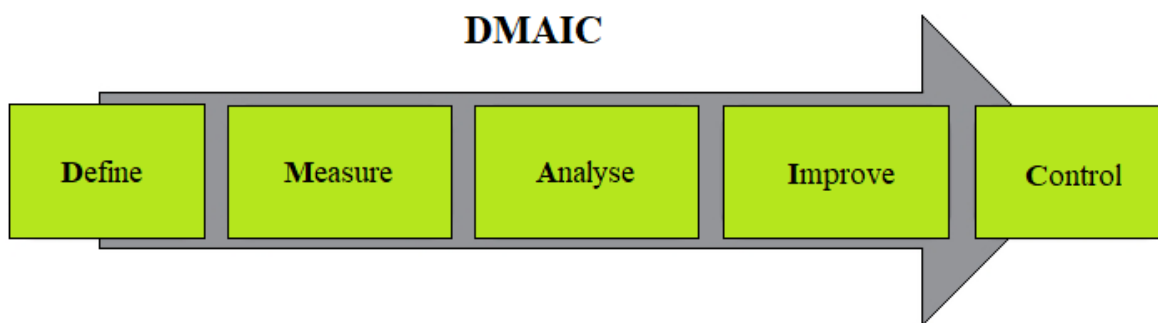
optimalizujících procesy se využívají různé podpůrné prostředky – nástroje. Každá metoda dle jejího zaměření často využívá specifických nástrojů a technik, které mohou být orientovány na zlepšování kvality, materiálového toku, optimalizaci pracovišť či postupu při zlepšování procesů.[14, 15] Ve zkratce můžete vidět přehled metod a nástrojů pro optimalizaci výrobních procesů, které budou popsány:

- DMAIC
- 5S
- FMEA
- LEAN PRODUCTION
- Plýtvání
- PDCA
- POKA – YOKE
- BPR
- JIT
- JIDOKA
- Kanban
- Six Sigma
- SMED
- Optimalizace a analýza pracoviště
- Kaizen

1.2.1 DMAIC

DMAIC je metoda nebo také cyklus postupného zlepšování, řeší problémy a má široké uplatnění v oblasti podnikání. Jednotlivé fáze cyklu pomáhají ke zlepšení rychlosti, kvality, snížení nákladů a docilují opravdového zlepšení. Je nedílnou součástí a základním nástrojem pro řízení projektů Six Sigma. Zkratka DMAIC je složena z následujících slov:[16]

- Define = definuj
- Measure = měř
- Analyze = analyzuj
- Improve = zlepšuj
- Control = říd'

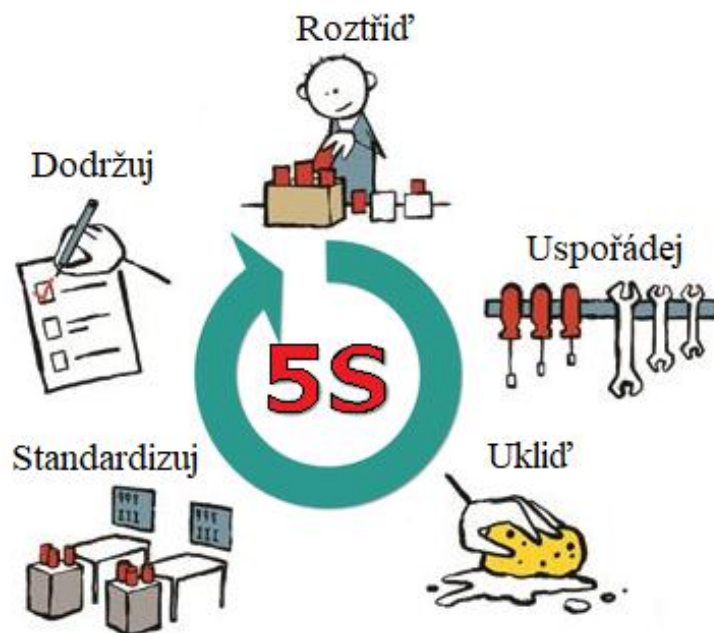


Obr. 3: **Cyklus DMAIC (převzato z: [17])**

V první fázi se identifikuje a popíše problém neboli oblast, kterou je potřeba zlepšit. Stanovuje se rozsah projektu a definují se cíle zlepšení, kdy, kde a jak se bude měřit, vymezují se základní podmínky, za kterých bude proces probíhat. Ve druhé fázi se získávají objektivní informace o stávajících výkonnostech procesu, změní se současný stav a ověřuje se, jestli je měří systém či metoda správně nastavena a vyhovuje analýze procesu. Ve třetí fázi se analyzují hlavní problémy současného stavu z naměřených dat a hledají se nebo navrhuji možnosti, jak příčiny problému odstranit a předejít jeho opakování. Ve čtvrté fázi je cílem vytvořit, přinést a realizovat reálné zlepšení řešeného problému. Testování a odzkoušení metoda a nástrojů probíhá na vzorcích případně na omezené sérii výrobků, kde se ověřují možné přínosy, ale i vedlejší efekty a důsledky. V páté a zároveň poslední fázi DMAIC je třeba ověřit, zda byly všechny navržené změny provedeny na správných místech, zda jsou pro zaměstnance přínosem a používají je. Zkoumají se a kontrolují dosažené výsledky a hodnotí se předchozí fáze. Tyto nashromážděná data slouží k případnému budoucímu zlepšování. Tato fáze má za úkol, že navržené změny přinesli a mají dlouhodobý zlepšení a tím se dokončuje úspěšně celý proces.[18–20]

1.2.2 5S

Metoda 5S pochází z Japonska a byla zformovaná jakou součást Toyota Production System (TPS). Lze jí představit jako postup, který při správném provedení vytváří a udržuje čisté, bezpečné, přehledné a efektivní pracovní prostředí v organizaci a tím zlepšuje kvalitu výsledných produktů či služeb. Ze začátku byla metoda využívána hlavně pro výrobní linky, s postupem času se rozrostla do všech možných výrobních i nevýrobních odvětví. 5S podporuje neustále zlepšování a redukuje plýtvání. Vychází z pěti japonských slov, které začínají na písmeno S: Seiri, Seiso, Seiton, Seiketsu, Shitsuke. Význam je následující:[1, 21, 22]



Obr. 4: **Metoda 5S** (převzato z: [23])

Seiri - třídění: identifikují a eliminují se věci na pracovišti, zůstat by měli jen potřebné věci, které potřebujeme k aktuální práci. Odstraněním a zbavení nepotřebných věcí se zvýší využitelnost místa.

Seiso – uspořádání: umístění nejčastěji využívaných přístrojů, pomůcek a věcí na přehledném, označeném a snadno přístupném místě k okamžitému použití. To platí i pro méně využívané věci, abychom je měli stále na dosah.

Seiton – uklízení: dodržování stanoveného pořádku a uklízení věcí na určené místo. Pracovní prostory musí být organizované a čisté. Přispívá k zachování funkčnosti a odstraňuje hromadění nepořádku, který by mohl poškodit pracovní místo.

Seiketsu – standardizování: standardizace navržených změn zajišťuje, aby se na pracovišti prováděli stejné práce vždy stejně. Pracovníci zodpovídají za dodržování pořádku a organizaci.

Shitsuke – zlepšování a dodržování: snaží se vést pracovníky k dodržování a neustálému zlepšování podle uvedených postupů pro každou operaci a část výroby. Pokud pracovníci tyto standarty nebudou dodržovat, nebudou tím přispívat k eliminaci plýtvání, ale naopak podporovat plýtvání.

1.2.3 FMEA

Failure Mode and Effect Analysis je metoda, která se zabývá týmovou analýzou příčiny vzniku vad, pravděpodobností výskytu, jejich důsledků a odhalení. Využívá se pro identifikaci a předcházení vad procesu nebo produktu ještě než nastanou. Vyčísluje se hodnota rizika a dle pravidel se vybírají možné vady, u kterých se včasným opatřením odhalí a zamezí chybám. Nachází uplatnění při návrhu nebo vývoji produktu či procesu, již při konstrukci by se měli identifikovat potenciální závady a problémy a na základě zkušeností konstruktéra zdokumentovat odborné znalosti a podle toho přizpůsobit výrobní postupy.[24–27]

1.2.4 Lean Production

Lean Production nebo také štíhlá výroba je metoda zlepšování, která je zaměřena na zvýšení výkonnosti firmy, optimalizaci pracovních podmínek či zkrácení průběžné doby procesu. Je to doba od vstupu pracovní položky do procesu až do opuštění procesu. Podnik by si měl vystačit s co nejmenší skladovou zásobou. Plýtvání je v tomto systému definováno jako cokoliv, co je nad rámec využívaných výrobních zařízení, materiálů, výrobních prostorů a pracovní doby zaměstnanců. Zaměřuje se na dodání levných a kvalitních produktů v co nejkratším možném termínu. Je založena na metodice Toyota Production System (TPS). Štíhlá výroba se snaží napříč celou organizací o neustále zlepšování ve všech oblastech a zamezit zbytečnému plýtvání. [28]

1.2.5 Plýtvání

Za plýtvání je považováno všechno, co se v podniku vykonává, stojí peníze, zvyšuje náklady na produkt resp. službu a nepřidává tomu hodnotu, kterou je ochotný zákazník zaplatit. Tato aktivita, která nepřidává žádnou hodnotu, se označuje v japonštině jako muda. Taiichi Ohno byl první představitel, kdo si uvědomil obrovského množství plýtvání na pracovištích a v provozu. Plýtvání je zapříčiněno jakýmikoliv ztrátami, které snižují efektivnost nebo hospodárnost výrobního procesu.[15]



Obr. 5: *Druhy plýtvání (převzato z: [29])*

1. **Nadvýroba** – výroba většího počtu produktů bez požadavek zákazníka, má za následek ohromné plýtvání. Příklady nadvýroby: plýtvání lidskými a energetickými vstupy, prostorové nároky na uskladnění, zvýšené dopravní náklady a podobně. Jedná se o jakékoli práce v podniku, které nikdo nepožaduje.

2. **Čekání** – jakékoli zastavení z důvodu nerovnováhy na výrobní lince, nedostatku součástek nebo poruchy stroje. S čekáním se obsluha setkává v každém procesu, může existovat ve formě vteřin či minut, kdy v danou chvíli zaměstnanci jen pozorují a čekají, než přijede další výrobek a tím ztrácejí čas a způsobují plýtvání.

3. **Pohyb** – jakýkoliv pohyb zaměstnanců, který nepřináší přidanou hodnotu, je neproduktivní. Například by mělo být z pracoviště odstraněno zvedání nebo nošení těžkých předmětů, to se dá docílit změnou uspořádání pracoviště. K identifikaci pohybu se nejdříve musí zaměřit, jak zaměstnanci používají své ruce a nohy a poté se uspořádává pracoviště.

4. **Zásoby** – nadbytečné zásoby, které nepřidávají žádnou hodnotu a naopak zvyšují provozní náklady tím, že zabírají místo a vyžadují využití dalších zařízení, které stojí navíc peníze. Jako jsou např. sklady, vysokozdvizné vozíky, ale také i řízení provozu ve skladech dalšími lidskými silami. Navíc kvalita výrobku postupem časem klesá, nižší zásoby nám ve většině případů pomáhají identifikovat problémové oblasti.

5. **Přeprava** – je nezbytnou součástí výrobního procesu, jinými slovy se dá také nazvat jako transport a manipulace. Při zbytečné manipulaci materiálu a výrobku může docházet

k poškozování těchto přepravovaných věcí. Dochází k tomu při špatném rozvržení výrobních a skladovacích prostor. Doprava je vysoce viditelnou formou plýtvání.

6. **Nekvalita** – zmetek je jakákoliv chyba, která přerušuje výrobu a vyžaduje nákladné opravy. Je to vlastně vada výrobku resp. služby, která je činí neprodejnou a pro zákazníka nepřijatelnou. Výrobek se často musí vyhodit, kvůli své kvalitě se nedá použít a nikdo ho nechce. Jedná se o vady výrobku či chybně zpracované dokumenty.

7. **Zbytečná práce** – nadbytečná zpracování bývají tam, kde jsou použita při zpracování výrobku resp. služby nevhodné technologie, práce s tolerancí a kvalitou, kterou zákazník nevyžaduje. V každém kroku nabývá produkt přidané hodnoty, kde je nadále posílány do dalšího procesu. Tento druh plýtvání je výsledkem neschopnosti časově sladit jednotlivé procesy.

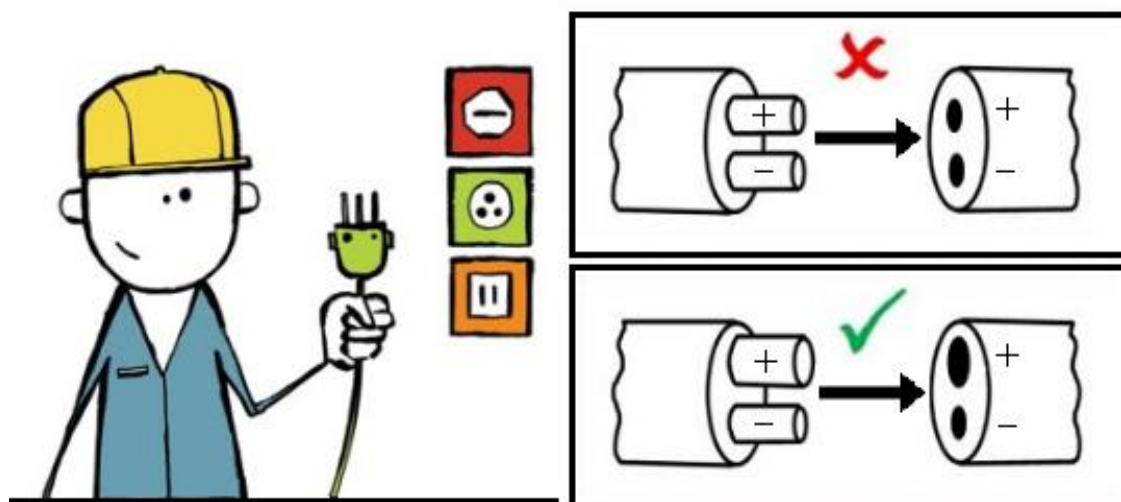
8. **Intelekt** – nevyužití lidského potenciálu, kde jsou proškolený a kvalifikovaný pracovníci nasazováni na špatnou pracovní pozici, kterou mohou vykonávat běžný zaměstnanci. Do druhu plýtvání intelektem se dá zařadit neuposlechnutí připomínek či nápadu na zlepšování daného procesu.[8, 15]

1.2.6 PDCA

Vznik metody je připisován japonským manažerům, název metody PDCA je tvořen anglickými slovy plan, do, check, act, které lze volně přeložit slovy plánuj, dělej, kontroluj, jednej. Tyto čtyři základní činnosti se opakovaně využívají pro zkvalitnění procesu, výrobku, služeb apod. Metoda vychází z Demingova cyklu a je založena na postupném a neustálém zlepšování ve firmě. V prvním kroku se důkladně poznává stávající situace a navrhne se plán, co se v dané situaci chce zlepšit. Poté se naplňuje změna, stanoví se cíle a rozdají se patřičné úkoly pracovníkům v podniku. Ve druhém kroku se provede samotná realizace naplánované změny a sbírají se při tom potřebná data. Ve třetím kroku se ověřují výsledky, nasbíraná data se analyzují, kde se pro snaží pochopení, mohou převést do pomocných grafů. Kontroluje se, zda naplánované věci fungují, pokud tomu tak není, hledají se problémy a příčiny, proč tomu tak není. V poslední části se zavedou tyto změny ve standardy, pokud jsou výsledky vyhovující. Při nevyhovujících lišících se výsledcích od plánu, se vytvoří plán nový, kde se následně odstraňuje vyskytlí problém.[1, 22, 30]

1.2.7 POKA – YOKE

Název metody Poka – Yoke pochází z japonských slov poka – chyba a yokeru – vyhnout se, tedy lze volně přeložit jako vyhnout se chybám. Cílem této metody je předcházení a odolnost vůči chybám a snaha o dosažení co nejvyšší kvality výrobku resp. služby. Na každém pracovišti je celá řada možností, jak způsobit nebo udělat chybu a tím dopomoci k nekvalitě výrobku. Tím vzniká plýtvání a zbytečné ztráty na pracovišti. Tato metody napomáhá všem pracovníkům vyhnout se chybám a zabraňuje např. použití nevyhovujícího nebo nesprávného dílu či špatné montáži dílů dohromady. Metodu můžeme rozdělit na dva typy: konstrukční a procesní. Konstrukční metoda spočívá v nízkonákladovém velmi spolehlivém opatření, které ochraňuje výrobu před zmetky. Tyto opatření využívají hlavně tvarové nebo barevné podobnosti. V procesní metodě se jedná o postup, který umožňuje vykonat činnost pouze jedním způsobem a tím zamezit a odstranit chybovost způsobenou lidskou nepozorností. Při objevení lidské chybovosti se snaží ihned o její eliminaci a nápravu. Stroje při nedodržení přesného pracovního postupu mohou v rámci zpětné vazby vydat např. zvukový signál, rozsvítit kontrolku nebo dokonce automaticky zastavit linku, tím se zablokuje výrobní proces a umožňuje včasné identifikování chyby a následné odstranění. [1, 5, 11, 31]



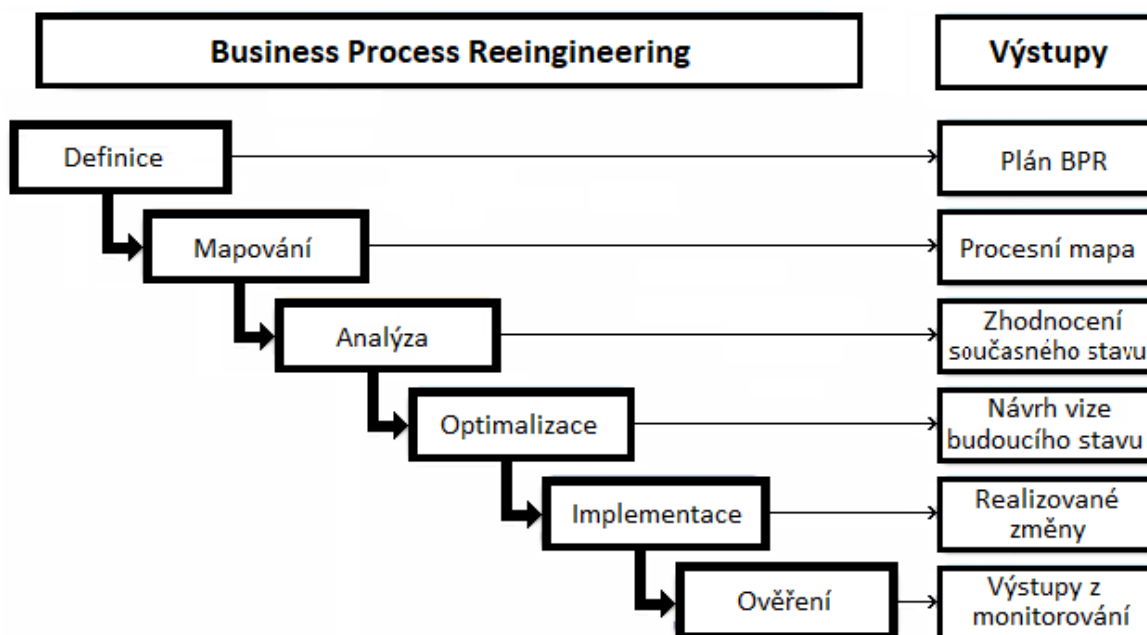
Obr. 6: *Metoda Poka – Yoke (převzato z: [32, 33])*

1.2.8 BPR

Business process reengineering zavádí radikální zlepšování v podnikových procesech za účelem dosáhnout výrazných zlepšení kritických ukazatelů výkonnosti – nákladů, kvality, rychlosti a servisu. Je to vlastně strategie řízení podniku zaměřující se na analýzu a návrh nových pracovních postupů a podnikových procesů v rámci organizace. Jedná se o metodu

jednorázového zlepšení a je použita tehdy, když podnik ztrácí podíl na trhu a potýká se s problémy. BPR předpokládá, že stávající neboli starý výrobní proces nevyhovuje či dokonce nefunguje a musí být už z podstaty změněn od počátku, tzv. nový začátek. Může se tedy zcela odpoutat od současného stavu procesu a soustředit se jen na nový proces. Zaměřuje se tedy na přehodnocení a radikální opravu vykonávané práce za účelem výrazného zlepšení poskytování služeb zákazníkům a snížení pracovních nákladů. [21, 24, 34, 35]

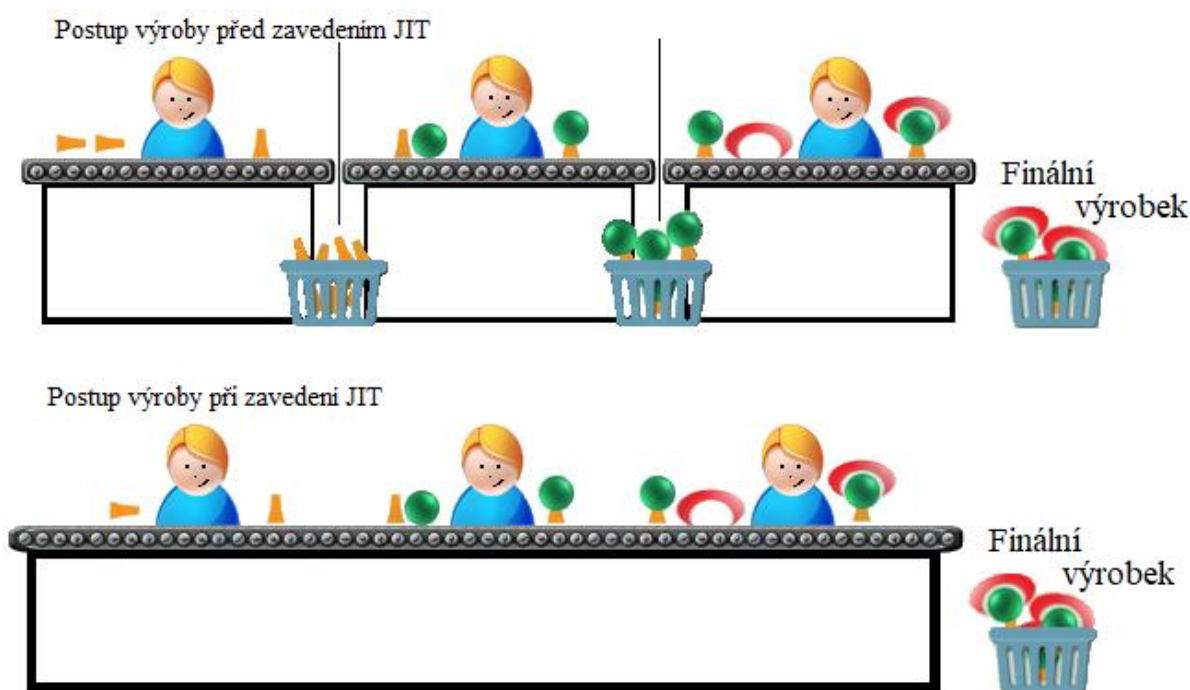
Nejprve se začíná definicí rozsahu a hlavních cílů chystaného projektu, kde se vypracuje a definuje strategie a rozsah projektu, viz Obr.7. V prvním etapě zavedení je nutné pochopit organizační strukturu podniku. Pokračuje důkladná analýza či mapování procesu. Kde se zjišťují zkušenosti a potřeby zákazníků, zaměstnanců, cizích podniků a možnosti využití nové technologie. Během analýzy se zhodnocuje současný stav procesů a identifikují se kritická místa. Po důkladné analýze je možné vytvořit vizi budoucích procesů pomocí procesního modelu, tím se vytvoří plán akcí, který nastavuje nové pravidla fungování podniku. Cílem těchto akcí je překlenout propast mezi současným stavem a vizí budoucího stavu. Optimalizace navrhuje řešení cílového stavu a zlepšení problematických oblastí podniku. Vytvořené nové soustavy procesů upravují informační systém nebo se mění systém řízení podniku. Na základě výsledků analýzy a optimalizace se zavádí vize budoucího stavu pomocí implementačního plánu. Poslední etapou je monitorování, kde zjišťujeme výkonnost kritických ukazatelů.[24]



Obr. 7: *Etapy BPR (převzato z: [36])*

1.2.9 JIT

Just in Time usiluje o eliminaci zásob a zároveň snižování nákladů. Je zapříčiněna hlavně nadvýrobou, zbytečnými zásobami, čekáním a dopravou. Princip je jednoduchý, vyrobit přesné množství dílů v požadované kvalitě, které budou na sebe navazovat. Výrobní materiál je nakupován až v okamžiku potřeby, produkce výrobku je realizována až v okamžiku objednávky a polotovary se dodávají až v okamžiku potřeby následujícího střediska. Jedná se o systém přesného plánování, který organizuje logistické toky tak, aby byly minimalizovány dopravní a skladovací náklady. Aplikace JIT ovšem klade velmi vysoké nároky na naprosto přesnou koordinaci všech souvisejících procesů a toků.[37]

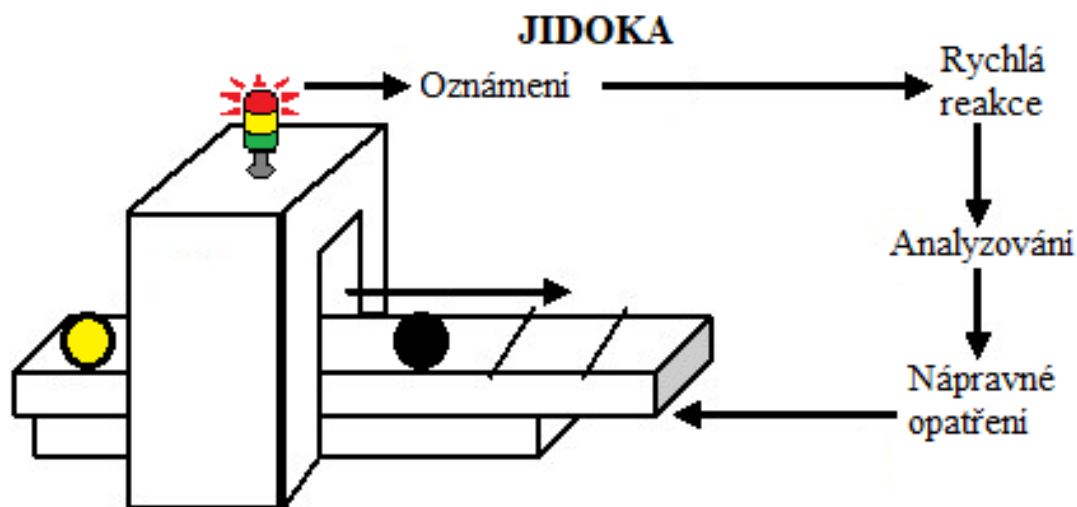


Obr. 8: *Princip JIT – „právě včas“* (převzato z: [38])

1.2.10 JIDOKA

JIDOKA je zaměřena na zabudování kvality do procesu. Původ konceptu JIDOKA sahá až do roku 1902, kdy Sakichi Toyoda vynalezl automatický tkalcovský stav, ve kterém implementoval princip JIDOKA, později se tento princip stal součástí výrobního systému Toyota. Princip je založen na okamžitém přerušení výrobního procesu v případě nečekaného výskytu jakékoliv chyby či nepřesností ve výrobě. Chybou se rozumí porucha stroje, chyba operátora, nedodržení přesného postupu, nepřesnost výrobku, vadný či chybějící materiál a podobně. Tuto chybu většinou rozpoznává stroj sám, který má pro tyto případy zabudované informativní a výstražné systémy. Tyto systémy při detekci chyby varují např. takto: rozsvícením červeného světýlka nebo zazněním výstražného signálu. Na

operátorech je poté, aby chybu analyzovali, vyřešili a přijali opatření k zamezení jejího dalšího výskytu. Defekty a závady jsou nejhorším způsobem plýtvání, jelikož vynaložená energie na jejich opravu, nepřináší žádnou přidanou hodnotu.[1, 39–42]



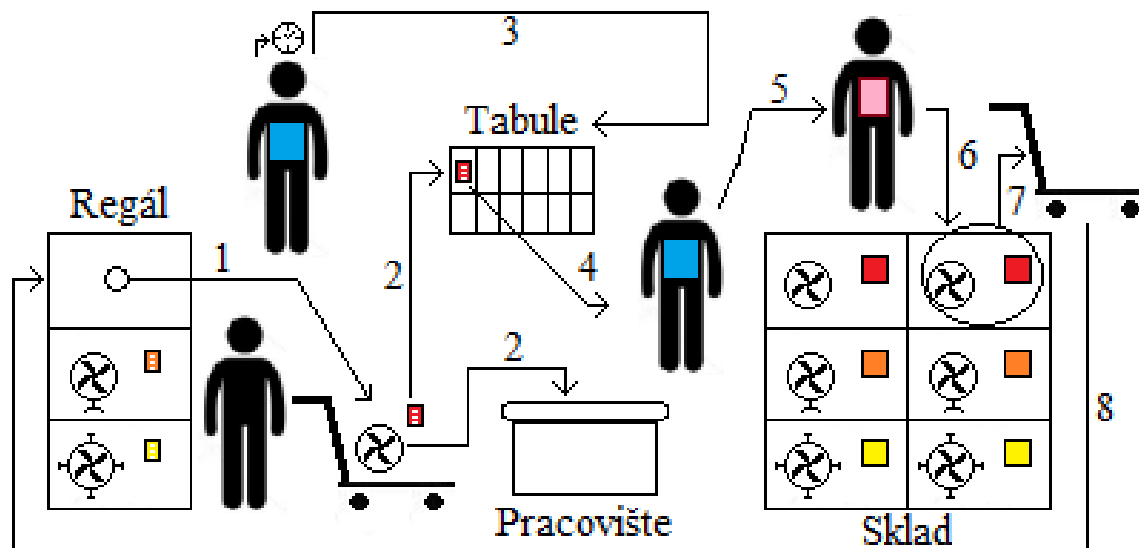
Obr. 9: Princip JIDOKA (převzato z: [43])

1.2.11 Kanban

Kanban je především známý z Japonska a v překladu znamená štítek resp. karta, „kan“ – karta „ban“ – signál. Jeho základem je zavedení určitého vztahu do výrobního procesu mezi jednotlivá pracoviště a odstranit nadvýrobu, zbytečné skladování nebo omezit čekání na další krok ve výrobě. Kanban je tahovým systémem výroby, kde se používají karty, štítky cedule, které upozorňují na to, co a kde má být vyrobeno, doplněno a v jakém množství. Princip funguje tak, že pracoviště, kterému docházejí zásoby případně materiál v regálu, vyplní kanbanovou kartu a předá své požadavky jinému pracovišti, které se zabývá těmito zásobami a dodává je. Dodávající pracoviště zajistí naskladnění materiálu v požadovaném množství a čase i s původní kanbanovou kartou. Jedná se o logický proces, ve kterém se dodávka materiálu řídí a sleduje pomocí těchto sběrných skladovacích karet. Aplikovat kanban nelze podle návodu z nějakého pracoviště, každý podnik používá své nástroje k užití a tím projevuje svou jedinečnost. Existuje několik variant užití, které by měl podnik nastavit, aby tím podporoval materiálový tok.

Princip kanbanu lze vysvětlit následovně. Každý montážní díl má své místo určené např. v regálu, kde je označen kanbanovou kartou, která musí být na přehledném místě. Zaměstnanec odebere díl k montáži i s kanbanovou kartou, kterou následně pověsí na kanbanovou tabuli. Tuto tabuli v pravidelných intervalech sleduje jiný pracovník, který se stará o logistiku podniku a doplňuje zboží. Když na tabuli uvidí tuto kartu, odebere jí a

poté zahájí dodávku dílu podle uvedené karty zpátky na určené místo do regálu. Tento proces se neustále opakuje. Důležité je se řídit podle tohoto postupu, včas a správně umísťovat karty, nikoliv však zahájit zásobování, aniž by pracovník převzal kartu z kanbanové tabule.[1, 13, 44–46]



Obr. 10: Kanban princip

1.2.12 Six Sigma

Six Sigma je manažerská filozofie neboli soubor nástrojů, který se snaží neustále zlepšovat kvalitu procesu, posuzuje kvalitu na základně měření směrodatných odchylek proměnlivosti procesů. Prvně byl tento nástroj aplikován v 80. letech inženýrem Billem Smithem ve společnosti Motorola. Pro stanovení informací o procesu využívá grafických a analytických metod či matematických a statických analýz. Snaží se předcházet nežádoucím procesům, jakou jsou ztráty podniku, různé reklamace, plýtvání a podobně. Usiluje o zlepšení kvality výstupu procesu tím, že identifikuje a odstraňuje příčiny vad a tím minimalizuje variabilitu procesu. Variabilita procesu je obecná vlastnost každého procesu, která vyjadřuje, jak vzdálené jsou typicky hodnoty od sebe navzájem či od střední hodnoty námi zkoumaných čísel. Six Sigma vytváří měřitelné cíle pro kvalitu založenou na vzdálenosti 6 směrodatných odchylek od střední hodnoty, od toho vznikl i název Six Sigma. Zaměřuje se na zlepšování všech operací v jednom procesu naráz, což přináší rychlejší a efektivnější výsledky zlepšování. Dále používá Six Sigma různé metody a nástroje, jako jsou: model DMAIC, procení diagram, Paretův diagram, histogramy, analýza příčin a následků, FMEA, ISO 9001, DPMO (3,4 vady na milion příležitostí) a CTQ.[8, 20, 47–49]

1.2.13 SMED

Single Minute Exchange of Die neboli SMED poskytuje rychlou a účinnou výměnou nástroje, během této výměny není stroj schopný vykonávat výrobu. Používá se především ve výrobě, kde je potřeba rychlá změna nástrojů např. z jednoho typu výrobku přestrojít stroj na jiný typ výrobku. Cíl je jasný, umožnit navýšení kapacity stroje z důvodu větší poptávky různých typů zboží a tím odstranit přebytečnou výrobu. Tento rychlý přechod řádově do deseti minut je klíčem k eliminaci plýtvání a tím snižuje ztráty ve výrobních procesech. Cílem je zkrátit dlouhodobé přestavení a nastavení stroje z hodin na minuty, jelikož každá minuta, kdy stroj nepracuje, je drahá. Nástroj SMED je založen na týmové práci a zlepšování, kde se snaží za každou cenu snižovat dobu výměny a seřízení stroje. Výměnu nástrojů lze rozdělit na dva druhy: interní a externí operace. Interní operace jsou takové, že seřízení stroje se provádí na vypnutém stroji. Externí operace lze provádět i při chodu stroje (např. připravení nástroje dopředu). Metoda SMED se dělí na pět kroků:[1, 5, 22, 50, 51]

1. Analyzování interních a externích činností
2. Oddělování interních a externích činností
3. Přesunutí interních činností na externí
4. Zlepšování interních a externích činností
5. Zavedení nových řešení do interních i externích činností

1.2.14 Analýza a optimalizace pracoviště

Analýza pracoviště napomáhá ke zvyšování kvality a efektivity na pracovišti, je potřeba toto místo co nejdříve popsat a zároveň definovat případná zlepšení, které vedou ke snížení plýtvání. Je velice nutné, aby před započatím jakékoliv změny optimalizace pracoviště byla provedena kvalitní analýza. Musí být jasně definováno, které nedostatky je nutné změnit. Cílem analýzy pracoviště nejčastěji bývá: zpracovat snímek pracovního dne pracovníka, zpracovat snímek daného pracoviště, zpracovat pracoviště podle pracovníka, vyhodnotit ztrátové časy, zpracovat materiálový tok na pracovišti, stanovit délku jednotlivých taktů linek, zachytit náběh směny, zpracovat mapu procesu, zachytit příčiny výskytu vad, analyzovat využití stroje a analyzovat způsob organizace práce. Díky této analýze pracoviště je možné poskytnout dokonalé informace o jakémkoli pracovišti, aby bylo možné pracoviště ideálně optimalizovat.[52]

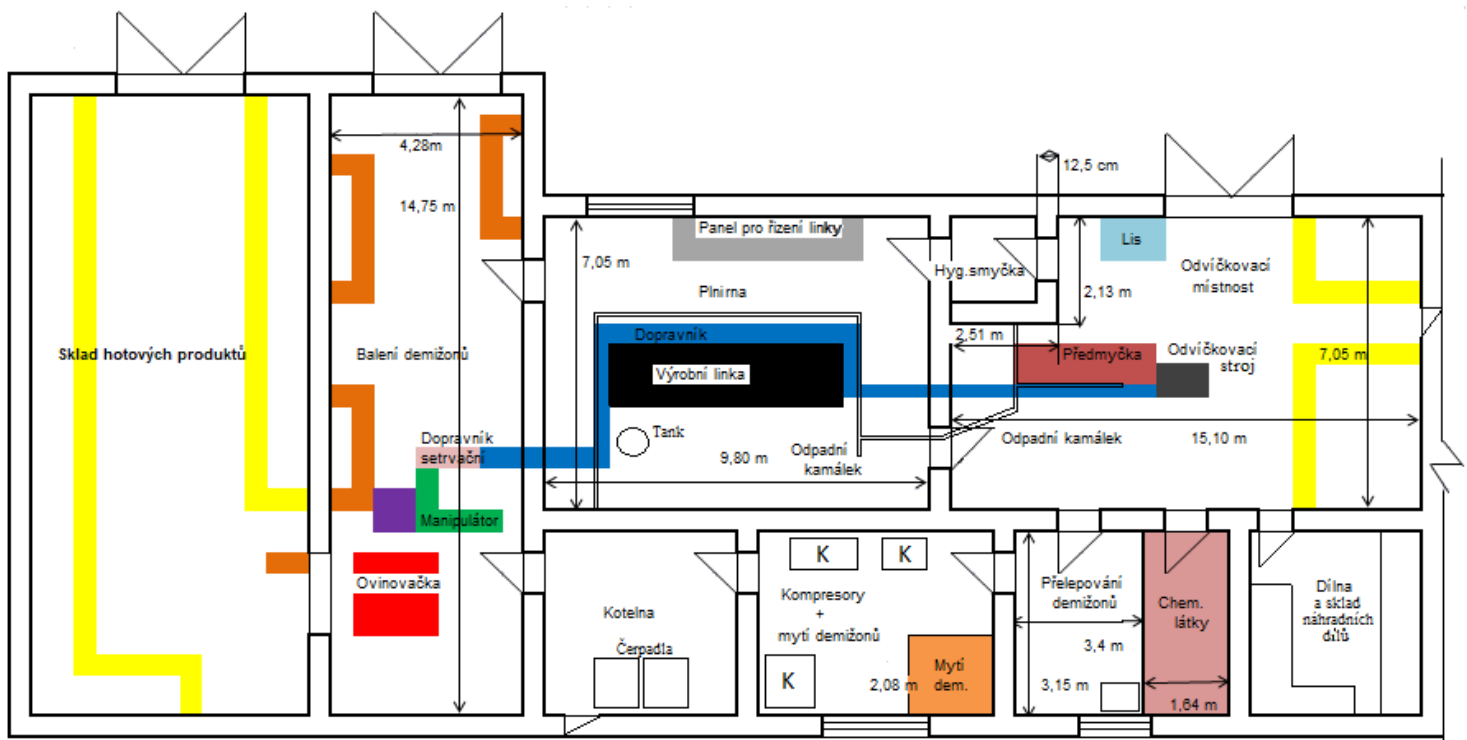
Princip optimalizace pracoviště vychází z fyziky a ergonomie možnosti lidského těla, které jsou dány. Poté jsou doplňovány výcvikem na daný druh práce, kde se pracovníci učí efektivní práci. Optimalizace získává informace právě z analýzy jednotlivých pracovišť či míst, kde po provedení dané optimalizace, je pracovník schopen vykonávat na pracovišti co největší výkon. Nepřetěžuje žádnou část těla a to vede ke stabilitě procesů, kde nedochází ke snížení přidané hodnoty pracoviště. Optimalizace vede ke zlepšení pracovních podmínek na pracovišti, odstranění plýtvání a dalších nedostatků. Optimalizace se především zaměřuje na zvýšení výkonu pracovníka, kvality, zavedení prvků ergonomie, snížení nákladů, uspořádání pracovišť podle člověka na jeho zdravotní stav, zabraňuje přetížení pracovníků a standardizaci práce.[53, 54]

1.2.15 Kaizen

Kaizen je strategický nástroj, definován jako zdokonalování pracovních postupů a efektivity, kde se snaží neustále hledat příležitosti pro optimalizaci každé části procesu. Je to podnikatelská filozofie, kterou každý jedinec sám aplikuje ve výrobě produktů nebo při poskytování služeb. V japonštině se slovo Kaizen rozděluje na dvě slova: „kai“ – změna a „zen“ – lepší, což lze volně přeložit jako „změna k lepšímu“. Toto zdokonalování je napříč celým podnikem, od manažerů, po běžné zaměstnance a zahrnuje minimální náklady. Zaměstnanci se podílejí na tvorbě malých, avšak plynulých změn, které vedou ke minimalizaci plýtvání. Chyby, které nastanou při výrobních procesech, vnímá tato filozofie jako příležitost k učení. Nesnaží se jednotlivce obviňovat, ale snaží se přijímat různá nápravná opatření a šíří poznatky o každé nové zkušenosti.[15, 22, 55]

2 Představení firmy a popis současného stavu výrobní linky

Firma Š.P. a.s. byla založena v roce 2000. Zabývá se stáčením přírodní pramenité vody do plastových či polykarbonátových barelů, jejím prodejem a distribucí po celé České republice a i na Slovensku. Balená voda stáčená do barelů se prodává ve dvou možných objemech. Větší barel o objemu 18,9 litrů (5-gallon) vhodný do kanceláře a pro velké provozovny a barel o objemu 11 litrů (3-gallon) vhodný pro domácnosti a menší provozy. Nově firma stáčí pitnou vodou do plastových lahví. Velikost jednotlivých lahví je následovná: 0,5l, 1,25l a 1,75l. Dále se zabývá prodejem nejmodernějších automatů na vodu, který zajistí dodržování pitného režimu. Tato zařízení slouží k ohřevu, chlazení a hygienickému výdeji stolní vody. Z přístroje se získává voda jak pro osvěžení o teplotě 5 - 10 °C, tak i pro zahřátí o teplotě 90 °C.



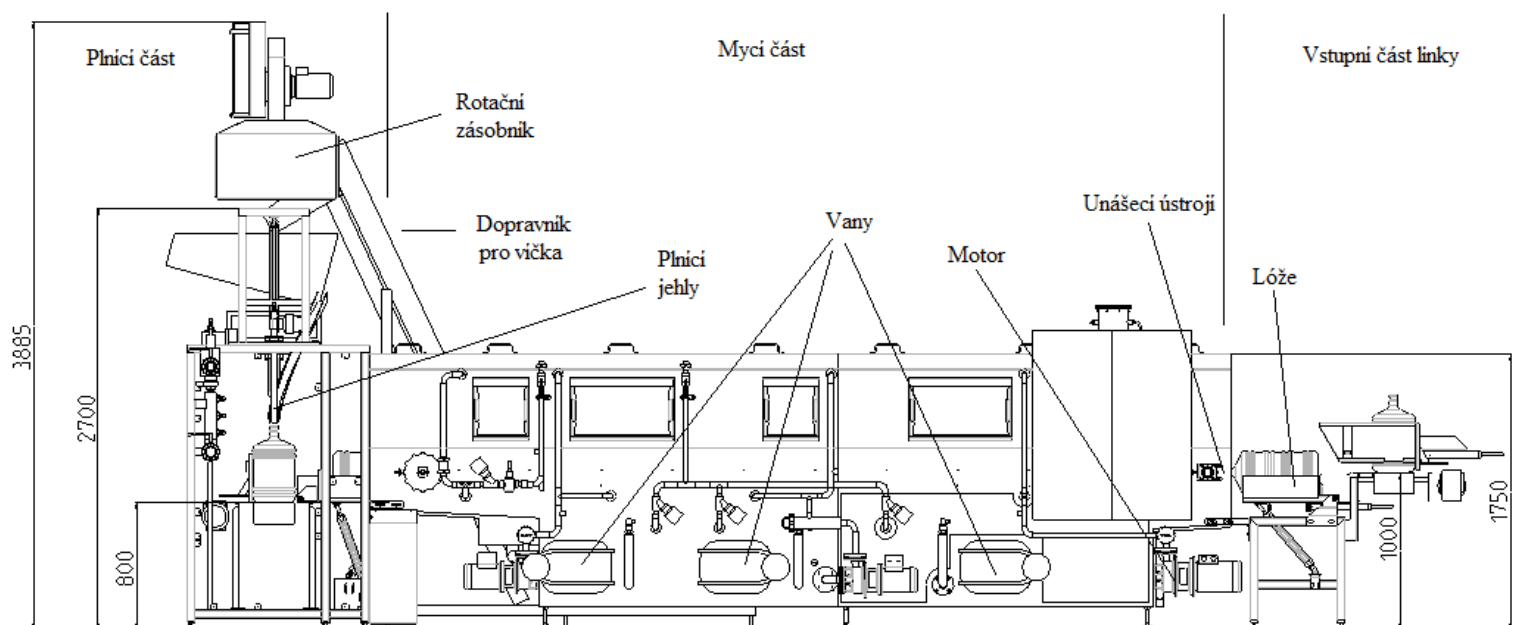
Obr. 11: Výrobní hala

Výrobní linka, na které se bude návrh optimalizace nebo zlepšování dílčích komponent realizovat, je linka na stáčení přírodní pramenité vody do barelů. Pitná voda - nápoj je stáčen do barelů o dvou možných objemech, jak bylo už zmíněno. Ve výrobní hale je i malá linka, která stáčí pramenitou vodu do plastových lahví, ale tato linka v diplomové

práci nebude popsána. Výrobní linka se skládá ze 7 hlavních pracovišť, které na sebe po jednotlivých krocích navazují a jsou umístěny po celé výrobní hale:

- odvíčkovací část
- předmycí část
- mycí a plnicí část
- uzavírající část
- etiketovací část
- balící část
- skladovací část hotových produktů

V diplomové práci bude popsána především výrobní linka – stroj, který se skládá ze dvou funkčních bloků, které tvoří jeden uzavřený celek. První z funkčních bloků je myčka barelů, kde dochází k umytí, propláchnutí a dezinfekci barelů. V druhém funkčním bloku dochází k naplnění barelů nápojem - produktem a k jejímu uzavření plastovými uzávěry. Tato část linky bude především po částech popisována a zde budou navržena zlepšení, ostatní části výrobního procesu jsou jen doplňující části k správnému fungování.



Obr. 12: Schéma plnicí linky

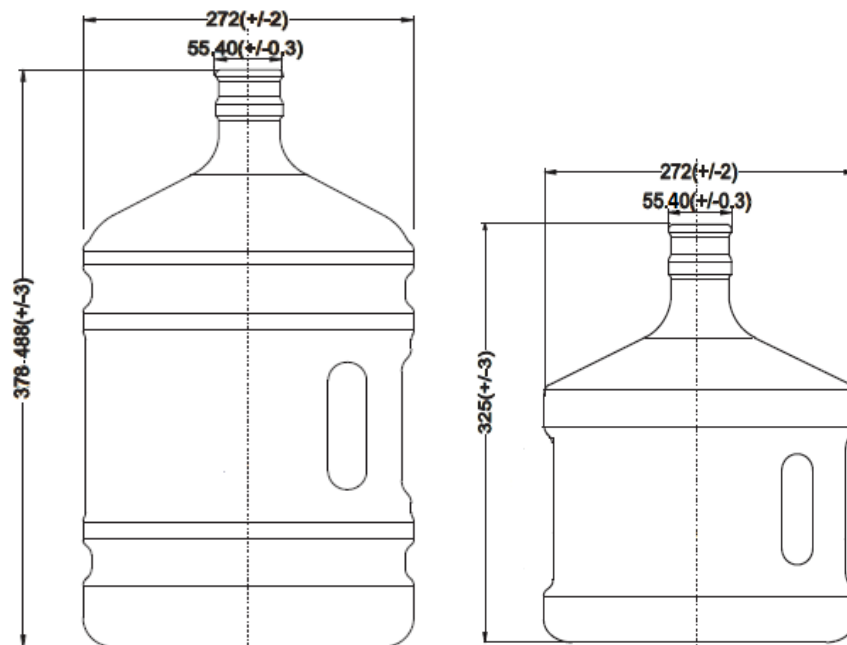
Požadovaný výkon

Pro dodržování požadovaného výkonu naplnění, tj. přibližně 600 barelů za hodinu, je dáno výrobcem, že se musejí dodržovat předem definované parametry:

- Minimální teplota vstupujících barelů do plniče: 10 °C (chladnější barely by zpomalovaly výrobní proces)
- Extrémně znečištěné barely musí být vyřazeny
- Minimální přetlak v přívodním potrubí: 0,3 MPa
- Minimální průtok nápoje v přívodním potrubí: 8,3 l/s
- Pro zajištění dokonalé funkce stroje musí být prováděna pravidelná údržba

Rozměry barelů

- Výška barelů: 378 – 488 ± 3 mm
- Průměr barelů: 272 ± 2 mm
- Průměr hrdla: 55,40 ± 3 mm
- Objem barelu: 5 gallon (18,9 litrů) – 3 gallon (11 litrů)



Obr. 13: 5 gallon (18,9l) a 3 (11l) gallon barely

Prostředí stroje

Pro umístění stroje – linky se vyžaduje nevýbušné uzavřené prostředí s následujícími parametry:

- Teplota: 10 až 40 °C
- Vlhkost: 10 až 90 %
- Osvětlení: B3 - 300 lx

Pokud není stroj v provozu, mohou být teploty uskladnění stroje od - 10 až do + 60 °C v uzavřeném větraném prostoru. Společně se strojem nesmí být skladována mazadla, kyseliny, chemikálie a podobné věci. Při dlouhodobém skladování v uzavřeném prostoru se provádí kontrola jednou za půl roku, zda jsou všechny součásti linky funkční.

Bezpečnostní opatření

Bezpečnostní opatření se týká pracovníků, kteří přijdou se strojem do styku. Jedná se o všeobecné proškolení pracovníků obsluhy a údržby myčky. V bodech budou popsány bezpečnostní upozornění:

- Nesnažit se spustit stroj, nejsou – li známi všechny jeho funkce
- Provoz a údržbu stroje smí provádět jen zaškolený pracovník
- Před spuštěním stroje musí obsluha zkontrolovat, zda nejsou na bezpečnostních prvcích viditelné vady
- Denně kontrolovat správnost funkce bezpečnostních vypínačů a snímačů
- Při výměně opotřeбенých částí používat výhradně originální díly

2.1 Základní popis a postup plnění barelů

Zde bude popsán postup plnění barelů od dovezení barelů až po finální výrobu a uskladnění hotového produktu ve skladovací hale. Nejprve se dovezou prázdné barely z uskladněného místa či venkovního stanu pomocí vysokozdvížného vozíku, jsou to vrácené zálohované barely od odběratelů zabaleny na EUROpaletách. V případě, že tyto zálohované barely dojdou, což se v letním období stává často pro vysoký odběr, je nutné přivést z druhého skladu úplně nové barely, které se každý měsíc objednávají jako rezerva. Tyto nové barely jsou zabaleny v plastových pytlích po čtyřech barelech.

Vozík postupně dováží barely na paletách do odvíčkovací místnosti, kde se může naskladnit přibližně 29 EUROpalet. Zálohované barely jsou umístěny na paletách ve třech patrech, v každém patře je 12 barelů, celkově 36 barelů. Výjimečně vozík doveze barely ve čtyřech patrech, což činí 48 barelů, záleží na typu uskladnění od odběratelů, viz. obr. 14. Po navezení barelů do odvíčkovací místnosti může zaměstnanec pomocí paletového vozíku postupně přivážet palety a rozbalovat barely u odvíčkovacího stroje.



Obr. 14: Čtyři patra barelů s paletovým vozíkem

Možnosti uskladnění barelů závisí na tom, jaké mají odběratelé typy skladů a jaké mají možnosti uskladnění. Podle velikosti, prostoru a místa uskladnění, jsou zálohované barely vráceny zpět v určité podobě. Někteří odběratelé mají sklady velice nízké, tudíž skládají barely do maximální výšky tří pater, opakem jsou sklady s velkým skladovacím prostorem a vyšší nájezdovou rampou.

Po rozbalení palet jsou zálohované barely vloženy do odvíčkovacího stroje, kde jsou stržena těsnící víčka. Princip je takový, že uvnitř odvíčkovacího stroje jsou stahovací kleště řízené vzduchem, které si sám zaměstnanec šlapacím pedálem řídí a ovládá. Odvíčkové barely jsou dále zaměstnanci podle zápachu rozřídovány do dvou skupin, na barely vyřazené, které jsou uskladněny ve skladech a později recyklovány a na barely splňující kritéria pro umytí a naplnění, které jsou posílány na jedoucí destičkový dopravník.



Obr. 15: **Odvíčkovací stroj**

První zastávka barelů je v předmycí lince viz. obr. 16. Předmycí linka uchopí vždy čtyři barely a zvedne je z pásu do umývacího ústrojí. V umývacím ústrojí jsou kartáče, které umývají a kartáčují barely jak uvnitř, tak i zvenku studenou vodou. Tento proces trvá přibližně 10 sekund a používá se převážně na hodně znečištěné barely. Časté používání tohoto cyklu zpomaluje výrobní proces. Zaměstnanec má tedy možnost rozhodnout, zda

jsou barely poměrně čisté a tak stroj vypnout. Poté barely tímto strojem jen po dopravníku projedou. Následuje hlavní část mycího procesu a plnicí linky.



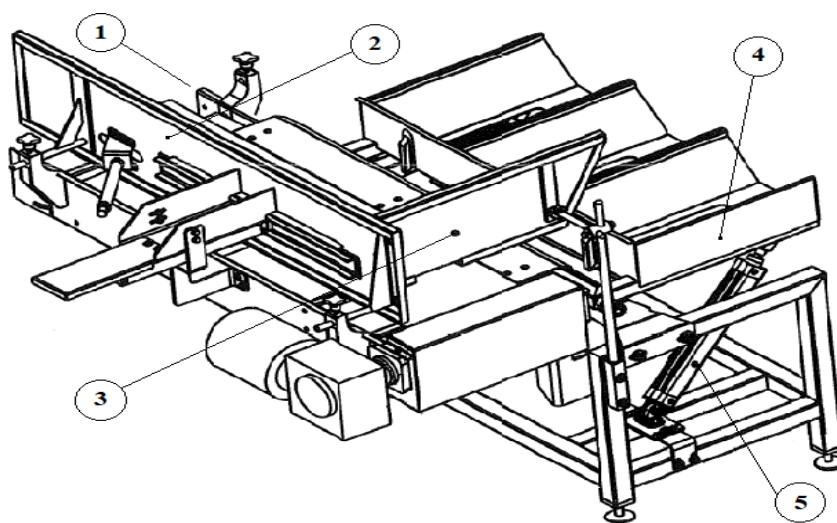
Obr. 16: Předmycí linka

Po dopravníku najedou předmyté resp. odvíčkované barely do mycí a zároveň plnicí linky. V první řadě přijedou barely na vstup výrobní linky, kde je záračka, která reguluje počet barelů na vstupu linky vstupujících do lóže unášecího ústrojí, viz. Obr. 17. Do tohoto unášecího ústrojí mohou být vpuštěny maximálně 3 barely. Počet barelů v unášecím ústrojí napočítává čidlo, které napočte barely a tím dává signál k vyjetí záračky, která zamezuje přístup dalších příjíždějících barelů. Pomocí lišty jsou barely natlačeny do překlápěcí lóže, kde jsou následně unášeny unášecím ústrojím do mycí linky a začíná tím cyklus mytí. Když tento proces skončí a posune se unášecí ústrojí o jeden celý cyklus, vpustí záračka další 3 barely do unášecího ústrojí, kde opět barely najedou do lóže a pokračuje další sekce mytí. Krok po kroku jsou barely umývány mycími cykly, desinfekcí a postupně opláchnuty studenou vodou. Po skončení posledního cyklu jsou barely řádně opláchnuty pitnou – produktovou vodou a pokračuje plnění barelů.



Obr 17: První obrázek (pohled ze strany), druhý obrázek (pohled do linky) lóže a unášecí ústrojí

Proces plnění barelů začíná, když opláchnuté barely vyjedou z mycí linky a jsou následně vyndány z unášecího ústrojí na pozastavený destičkový dopravník. Po tomto sklopení vyjede ze strany barelů tvarovaná lišta, která přitlačuje barely a udržuje je v určité nehybné pozici. Tuto polohu rozeznává čidlo, když jsou barely v této poloze, sjedou následně trubky s plnicími jehlami, které začnou plnit hladinu barelů podle předem nastavených hodnot v systému linky. Plnění zajišťují plnicí jehly, do kterých je pitná voda - nápoj dodáván pomocí trubek z tanku, který můžeme vidět na následující stránce viz. Obr. 19.



Obr. 18: Vstup do linky

Na obrázku 18. je vstupní dopravník do linky. Popis jednotlivých komponent: 1 – příchod barelů, 2 – vtláčování barelů do lóže, 3 – zábradlí, 4 – tvarovaná lóže a 5 – pneumatický válec.



Obr. 19: *Plnicí tank*

Když mají naplněné barely správnou hladinu, čidlo dá znamení a následuje rozjetí dopravníku. Po cestě je zavěšená sklopená lišta, ve které jsou umístěna víčka. Tato lišta zachytává víčka za hrdla naplněných barelů jedoucích po dopravníku. Po tomto kroku se zastaví dopravník s barely v uzavírací části, kde sjede kovový příčník, který pomocí vzduchu uzavře a domáčkne nasazená víčka na hrdlech barelů. Jsou-li víčka domáčknutá, vyjede příčník zpátky nahoru, aby nebránil v cestě barelů po dopravníku. Dopravník s víčky na barelech se opětovně rozjede. Na konci uzavírací části jsou víčka ještě ofouknuta od případných nečistot či vlhkých skvrn pro následné potisknutí. Rozjetý destičkový dopravník směřuje s barely k inkoustu, kde je na střed plastového víčka vytisknut datum a čas výroby resp. spotřeby.



Obr. 20: **Potisknuté víčko**

Po potisknutí víčka barelů inkoustem, jsou barely dopravníkem dopraveny k válečkovému setrvačnímu dopravníku, kde se postupně shromažďují a jsou následně odebírány a skladovány na euro paletu. U setrvačního dopravníku stojí zaměstnanci a obsluhují pneumatickou ruku, která pomáhá se skládáním příjezdějících barelů. Jeden zaměstnanec obsluhuje pneumatickou ruku, druhý připravuje palety na válečkovou rampu a poté sjíždí z ovinovací rampy s hotovou paletou. Na tuto část práce musejí být zaměstnanci dostatečně šikovní a rychlí, jinak by nestíhali barely odebírat a ty by se začaly hromadit. Hromadění barelů by mohlo způsobit zpomalení výrobního procesu, případně zastavení linky, anebo dokonce i rozbíjení barelů zapříčiněným padáním ze setrvačního dopravníku.



Obr. 21: **Levá část: setrvační dopravník, pravá část: válečková rampa a ovinovačka**

Pneumatická ruka může uchopit maximálně 4 barely a po uchopení je skládá na předem připravenou euro paletu s proložkou. Pomocí pneumatické ruky skládají zaměstnanci celkem 36 kusů barelů na euro paletu do třech pater, do patra se tedy může naložit 12 kusů barelů. Podle norem mohou být maximálně tři patra barelů, tj. 36 kusů plných barelů na euro paletu, jelikož euro palety musejí splňovat určitou zátěžovou váhu. Více barelů by podle zákona pro přepravu autodopravou nemohlo být na nákladní automobil naloženo. Připravená paleta s proložkou, na kterou se skládají barely, je umístěna na válečkové rampě. Pomocí pneumatické ruky jsou barely složeny na paletu, po složení 12 barelů v patře dá pokaždé pracovník na vrh barelů dřevěnou proložku a opět se skládají barely, takhle to pokračuje do již zmiňovaného třetího patra. V posledním třetím patře se dává na vrch barelů plastový překryt, který chrání před prachem a různými nečistotami. Když je toto hotovo, následuje posunutí plné palety po válečkové rampě na točící ovinovačku. Tady se paleta zabalí a tím se zpevní pro převoz nákladním automobilem k distributorovi.



Obr. 22: Levá část: nájezd palety na ovinovačku, pravá část: zabalená paleta

Po zabalení a zpevnění ovinovacím strojem zajede zaměstnanec elektrickým vozíkem přímo na ovinovačku, napíchne paletu a sjede z rampy a ve skladu jí do regálu uskladní. Toto všechno se musí stihnout v určitém časovém horizontu, protože kdyby nastal problém, jak s ovinovačkou, případně zaseknutím palety ve válečkové rampě, musí být ihned přivolána pomoc obsluhy, která řídí linku, aby ihned zastavila výrobu, kvůli hromadění barelů. Každé zastavení linky zpomaluje proces výroby. Posledním krokem výrobního procesu je, že vysokozdvihový vozík odebírá vyrobené a uskladněné hotové

produkty a nakládá je na nákladní automobil, který je rozváží po celé republice do skladů, kde jsou následně rozváženy až k zákazníkům domů. Tím je celý výrobní proces ukončen.



Obr. 23: **Sklad hotových produktů**

2.2 Garance mycího procesu

Zařízení a stroje pro mytí barelů jsou vyráběny plně automatické a jsou navrhovány v nerezovém provedení. Zajišťují cirkulační mytí vnitřního i vnějšího povrchu běžně znečištěných plastových a polykarbonátových barelů na pitnou vodu.

Podmínky na pitnou vodu

Pro závěrečný výstřik a opláchnutí vodou je nutno používat vodu kvalitou odpovídající pitné vodě o jakosti vody určené pro lidskou spotřebu. Teplota vstupující oplachové vody musí být v rozsahu 5 - 15 °C. Přívod musí odpovídat rozměrům uvedeným v projektu. Požadovaný přetlak pitné vody přiváděné k myčce je 0,3 - 1,6 MPa.

Podmínky na zajištění mycího procesu a nezávadnost odpadních vod

Kvalita mycího procesu barelů je ovlivňována jak vlastní myčkou, tak použitými mycími prostředky a přídatnými aditivy. Vedle zajištění kvalitního mycího procesu se dnes objevuje i požadavek na nezávadnost odpadních vod z myčky. Každý potravinářský provoz má své specifické podmínky, a proto je nezbytně nutné využít služeb specializovaných firem, které vytipují použití mycích a chemických prostředků pro zajištění kvality mycího procesu a odpadních vod, včetně dávkování a místa aplikace.

Podmínky na vzduch a regulaci

Vzduch pro regulaci musí odpovídat třídě čistoty 2 podle ČSN ISO 8573-1 – stlačený vzduch. Tlak používaného napájecího vzduchu a pneumatického přístroje je součástí mycí linky.

2.3 Myčka barelů

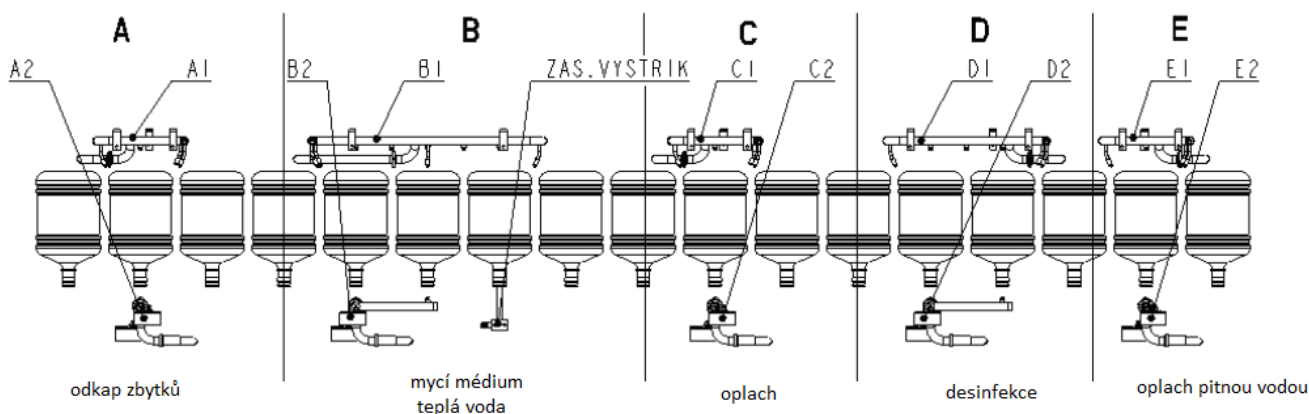
Myčka barelů se skládá ze vstupní překlápěcí části a části určené k vlastnímu mytí, desinfekci a finálnímu opláchnutí. Pohyb řetězového unášecího ústrojí zajišťuje motor. V myčce se barely pohybují ve třech řadách pomocí unášeců připojených k řetězovému unášecímu ústrojí. Ve vstupní části mycího stroje přijíždějí barely po destičkovém dopravníku až k zarážce, před zarážkou je snímač a ten pomocí čidla napočítává jednotlivé barely. Když je množství projetých barelů tj. 3ks napočteno, dává povel zarážce, která se vysune a brání příjezdu a hromadění dalších barelů dokud není prostor před lištou unášecího ústrojí opět volný. Tyto barely jsou dopravníkem směřovány od odvíčkovacího stroje a předmycí linky do překlápěcí části unášecího ústrojí tzv. lóže. Připravené barely ve tvarované lóži jsou pomocí vysouvací lišty natlačeny do sklápěcí části, sklopení barelů do vodorovné polohy zajišťuje válec. Po sklopení do vodorovné polohy jsou pomocí válce zatlačeny do unášeců myčky.

Po nasunutí do unášeců jsou barely unášeny linkou a postupně v jednotlivých částech mycí linky umývány. Přítomnost barelů před jejich nasunutím do sklopné části hlídá snímač. Podle velikosti barelů se pomocí čidla u válce nastavuje intenzita dorazu zasouvání barelů, aby nedocházelo k deformaci unášeců. Pohony pásu zajišťuje motor. Když jsou barely v unášecích nasunuty, popojedou barely do mycího stroje a tam se provede se celý jeden cyklus v každé určité části linky. Nepojede-li řetězové unášecí ústrojí o požadovaný kus do mycího stroje, není umožněno najíždět dalším barelům do volného prostoru tzv. lóže před unášecím ústrojím. Rychlost a síla sklápění barelů či rychlost nasouvání barelů do unášecího ústrojí se nastavuje ručně a to škrtecím ventilem. V další části bude popsán mycí proces a jednotlivé části mycí linky.

2.3.1 Mycí proces

Mycí proces se skládá z pěti částí:

- část A – základní ostřík - odkap zbytků z barelů, předmytí vodou a produktem
- část B - základní mytí - voda + mycí přípravek teplou vodou
- část C – mezioplach - voda + produkt
- část D - desinfekce - voda + desinfekční přípravek
- část E - závěrečný oplach - produkt



Obr. 24: Části mycí linky

A1, B1, C1, D1, E1 – vnější ostříkující trysky

A2, B2, C2, D2, E2 – vnitřní ostříkující trysky

Obsah van:

Mycí médium - část B – 0,58 m³

Mezioplach - část C – 0,33 m³

Desinfekce - část D – 0,30 m³

Ve vstupní části A jsou barely vystříkány a po odkapu zbytků z barelů předmyty vodou a produktem z vnější i z vnitřní strany tryskami. Přívod vody a produktu do části A je zajištěn pomocí výtlačku z čerpadla z vany v části C. Po njetí barelů nad trysky se spustí na časově zvolenou dobu ventil, který pouští určité množství vody do trysek a tím se vystříkávají barely z vnitřní i vnější strany. Vedle tohoto ventilu je umístěn ruční regulační ventil, který redukuje průtok, aby nenastal velký úbytek vody a produktu ve vaně v části C k potřebnému umytí. Po ostříku voda s produktem z vany odtéká přepadem do kanálu. Na zachycení cizích předmětů jako jsou např. špuntíky z víček, anebo různé předměty

přicházejících do myčky v barelu slouží dvě filtrační síta, která se při velkém znečištění umývají i v průběhu směny.

V části B jsou barely opět umyty a vystříkávány z vnější i vnitřní strany tryskami. Nastává hlavní část mytí, čerpadlo přes patronový filtr tlačí mycí médium do rotačních trysek. Po vystříkání odtéká mycí médium z vany přes filtraci do spodní vany B, odkud je následně čerpáno zpět na další mycí cyklus a takhle to probíhá dokola. Výše hladiny se ve vaně udržuje pomocí přepadu, který ústí do vypouštěcího potrubí. Koncentrace přípravku je řízena dávkovacím čerpadlem se sondou a dávkování do místa vedle čerpadla. Voda je do spodní vany v případě potřeby automaticky doplňována potrubím z plnicího tanku. Vysouvací výstřik slouží k posílení mycího efektu na místech, kde by normálně nebylo možno místo umýt. Hlavní využití vysouvacího rotačního výstřiku je při mytí barelů s držadlem pro ruku, které jsou zalisované uvnitř barelu a přináší zvýšené nároky na mycí proces.

V části C jsou barely opláchnuty vodou a produktem z vnější strany tryskami a zevnitř vypláchnuty tryskami. Voda s produktem z vany odtéká potrubím napojeným na výtlak z čerpadla do části A. Do spodní vany proudí produkt ze závěrečné sekce E filtrovaný filtrací potrubím. Výše hladiny se ve vaně udržuje pomocí přepadu, který ústí do vypouštěcího potrubí.

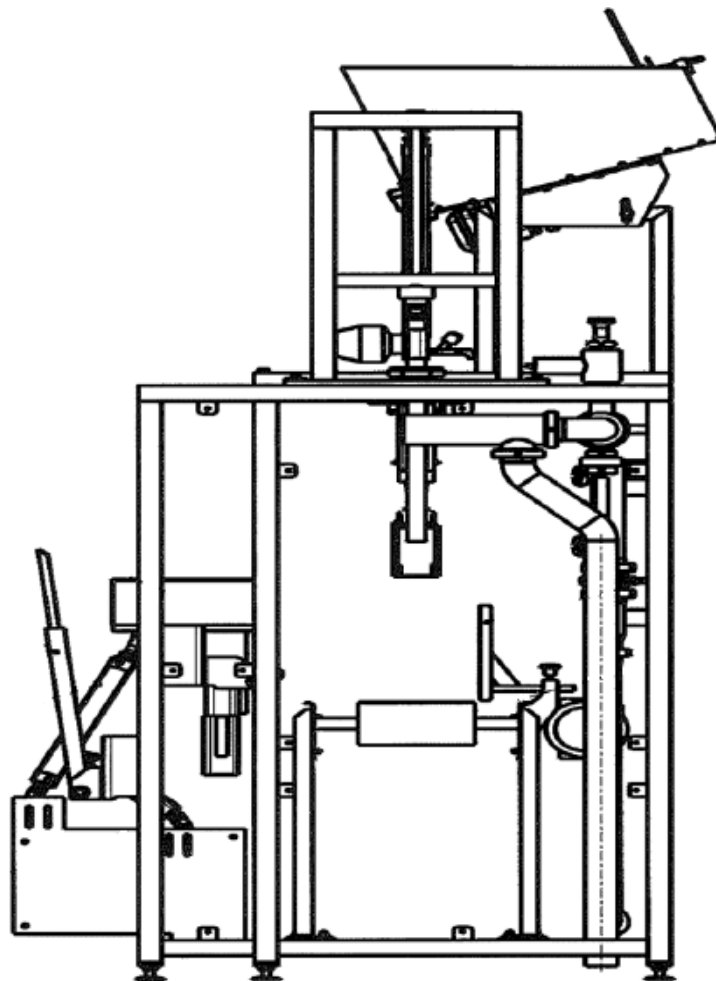
V části D jsou barely desinfikovány a vystříkány z vnější i vnitřní strany tryskami. Desinfekční roztok odtéká z vany přes filtraci do spodní vany. Čerpadlo přes patronový filtr tlačí desinfekční roztok do trysek. Koncentrace přípravku je řízena dávkovacím čerpadlem se sondou a dávkováním do místa vedle čerpadla. Voda je do spodní vany v případě potřeby automaticky doplňována potrubím. Výše hladiny se ve vaně udržuje pomocí přepadu, který ústí do vypouštěcího potrubí.

V část E dochází k závěrečnému opláchnutí pitnou vodou podle norem z vnější i vnitřní strany tryskami. Produkt z vany odtéká přes filtraci do vany potrubím. Do části E produkt přichází přívodem. Doporučený tlak na redukčním ventilu je 1 – 1,8 baru.

Ofuky barelů jsou instalovány na pěti místech ve výrobní lince, zamezuje to přenášení mycích prostředků v jednotlivých sekcích v myčce barelů. Při přechodu z výroby 18,9l na 11l je nutné mechanicky změnit výšku ofuků.

2.4 Plnič barelů

Plnič se skládá ze vstupní části, plnicí části a uzavírací části. Vstupní část plniče zajišťuje odebrání čistých a od chemie zbavených barelů z mycí linky. Válec pohybuje ramenem a to vysouvá barely z unášeců myčky. Naklápěcí zařízení staví barely na destičkový dopravník a jejich přesná poloha je zajištěna zarážkou a tvarem naklápěcího lože, které se vysune a přitiskne barely. Pohon pásu zajišťuje motor, v tomto případě je dopravník v nehybné pozici. Přítomnost barelů v plnicí pozici zajišťují snímače a tím je řízeno plnění jednotlivých pozic, vždy mohou být plněny nanejvýš tři barely. Rychlost stavění barelů se nastavuje ručně pomocí škrťacího ventilu obdobně, jako je tomu u unášecího ústrojí při vstupu do plnicí linky.



Obr. 25: Plnič barelů

V plnicí části jsou barely naplněny plnicími trubkami, které jsou připojeny k příčnicku. Příčnick se pohybuje nahoru a dolů pomocí válců a je veden pomocí vodicích tyčí. Plnicí trubky jsou připojeny hadicemi k průtokoměru namontovaných na rozváděcí zařízení. Plnění zajišťují ventily. Během plnění vzduch z barelů proudí do atmosféry. Ventily slouží k přívodu vzduchu a umožňují vyprázdnění plnicí jehly. Přívod nápoje zajišťuje potrubí. Plné barely jsou destičkovým dopravníkem odvezeny do uzavírací části. Plněné množství snímají průtokoměry a průběh plnění řídí plnicí ventily podle programu. Plnicí část je zakrytá bezpečnostními dveřmi, filtraci a proudění vzduchu zajišťuje filtrační jednotka nad plnicí částí ventilátorem. Kontrola filtrů je doporučena 4 - krát ročně. Výměna filtru je doporučena 2 krát ročně. Koncové polohy pístů jsou snímány snímači. K vypouštění sanitace slouží potrubí, které je připojeno pomocí hadic k sanitačním nástavcům.

V uzavírací části barely během pohybu destičkovým dopravníkem nabírají hrdlem plastové uzávěry. Ty k nim proudí orientovaně z třídícího zařízení, dráhou neboli tunelem, kde jsou na konci části zastaveny zářezem a připraveny k nabrání na hrdlo. Uzávěry jsou natlačeny na hrdlo lištou, pohyb lišty zajišťuje válec. Pro provoz barelů je nutné dosah lišty prodloužit prodlužovacím nástavcem. Uzávěry do třídícího zařízení dopravuje dopravník z násypky. Poloha pístů je snímána snímači. Množství uzávěrů v dráze a množství uzávěrů v třídícím zařízení snímá čidlo. Množství uzávěrů v násypce dopravníkem snímá čidlo. Poloha barelů pod uzavírací lištou je řízena podle jejich počtu a snímačem umístěným v uzavírací části.

2.5 Sanitace a čištění

Sanitací se rozumí soubor opatření, který zajišťuje mikrobiologickou čistotu vnitřních a vnějších částí plniče přicházejících do styku s nápojem, barely a uzávěry. Sanitaci jde rozdělit do následujících postupů:

- Sanitace stroje s použitím sanitačních nástavců uvnitř linky
- Čištění vnějších částí stroje a opěnování celé linky

K provádění sanitace je nutno používat sanitační zařízení, které zajistí následující parametry čistícího média:

- Tlak na vstupu média do plniče: min 2 Bar
- Ohřev média na teplotu: 90 °C

Je nutné dbát bezpečnosti práce a použít ochranné pomůcky, jelikož při sanitaci hrozí následující rizika:

- Nebezpečí pádu a uklouznutí
- Nebezpečí poleptání
- Nebezpečí popálení
- Při vstupu do prostoru stroje musí být provedena opatření proti spuštění hlavního pohonu stroje

2.6 Doporučená údržba stroje

První předpoklad pro dlouhodobý správný provoz mycí linky je preventivní údržba. Její zásady spočívají v tom, že při zjištění počátku možné závady se provede ihned oprava příslušné součásti. V zásadě je špatné a v žádném případě se nedoporučuje provádět opravu až tehdy, kdy dojde k poruše. Ke správnému provozu slouží dodržování plánu prohlídek. Jejich provádění má za úkol předcházet jednotlivým poruchám a v zájmu provozovatele je, se tímto plánem řídit.

Tab. 1: Doporučené intervaly údržby

Interval	Provádění práce údržby
8 hodin	- provozní kontrola obsluhou stroje
	- kontrola seřízení jednotlivých mechanismů
	- kontrola seřízení jisticích zařízení stroje
	- kontrola tlaku vody, vzduchu a tlaku na čerpadlech
	- kontrola funkce výstřikových sekcí mycí linky
	- vypouštění všech vodních van a vyčištění od nečistot
	- propláchnutí a vyčištění filtračních sít
40 hodin	- vyčištění filtrů
	- kontrola a seřízení koncových spínačů
	- promazání stroje a pročištění otvorů v tryskách
	- kontrola těsnosti ucpávek čerpadel
	- kontrola nosičů barelů
	- kontrola olejových náplní v převodových skříních
	- vyčištění a propláchnutí přepadové a přepouštěcí trubky
- kontrolovat výstřikové a oplachové trubky a trysky	
300 hodin	- kontrola pneumatických ventilů a vyčištění vzduchové stanice
	- kontrola přístrojů (teploměrů, manometrů, regulátorů teplot)
	- kontrola napnutí unášecího řetězu nosičů barelu
1000 hodin	- kontrola seřízení mechanismů mycí linky + zasouvacího výstřiku
	- výměna filtrů filtrační jednotky

3 Návrh optimalizace výrobních procesů

Nejprve bude popsáno, proč vůbec k návrhu optimalizace výrobní linky dochází. Všechno bylo děláno kvůli kvalitě pitné vody v barelech a spokojenosti zákazníků. Nová linka, která bude optimalizovaná, by měla vyrobit 600 barelů za hodinu. Původní výrobní linka, která byla před navrhovanou instalovaná ve výrobních prostorech, plnila maximálně 500 barelů za hodinu. Časem se zjistilo, že stáčecí linka nedokáže plnit narůstající požadavky. To byl prvotní impuls k optimalizaci linky, začala se navrhovat různá řešení za běžného provozu linky. Jak výrobní linku zrychlit, vylepšit a přizpůsobit provozu tak, aby byla pitná voda v barelech včas dodávána k zákazníkům. Bylo potřeba vymyslet takovou změnu, která by přinesla co nejvíce naplněných barelů za hodinu. U původní linky nastal problém, kdy linka nedokázala plnit narůstající poptávku na výrobu a vykonávat plně požadované funkce. Začalo to běžným umýváním, v barelech zůstávaly nečistoty a přibývalo dalších nedostatků. Proto byl osloven výrobce plnicích linek, aby zpracoval naše podněty a mohla být navrhována nová stáčecí linka. Bylo nutné, aby byla linka umístěna do stávajících prostor výrobní haly. Požadované parametry linky by měly být následované:

- linka bude plnit kolem 600 barelů za hodinu
- linka bude důkladně zavíckovávat barely
- linka bude důkladně umývat barely (uvnitř i zvenku)
- linka se vtěsná do stávajících prostor výrobní haly

Po konzultaci s odborníky v daném odvětví byl návrh na optimalizaci výrobní linky přijat a stáčecí linka na barely se začala montovat do výrobní haly. Jakmile byla stáčecí linka namontována speciální firmou do stávajících prostor, tatáž firma začala linku postupně uvádět do provozu a testovat. Následně proškolená obsluha firmy linku zkontrolovala a převzala.

Zkušební provoz linky proběhl v pořádku, linka splňovala naše předem požadované parametry. Po úspěšné instalaci stáčecí linky do výrobních prostor jsme byli nadmíru spokojeni. Podle parametrů linky bylo předpokládáno, že se bude včas stíhat dodávka vody

a nebude problém s její kvalitou, tak jako byl doposud. Po uplynutí zkušební doby dvou měsíců, se začali objevovat první závady, se kterými jsme se během zkušební chodu linky nesetkali. Plnicí linka přestala plnit stanovené požadavky např. plnit 600 barelů za hodinu nebo umývat důkladně nečistoty uvnitř barelů. Začal se hned urgovat výrobce linky a řešil se aktuální závada linky. Po uplynutí zkušební doby nejprve přestal výrobce linky komunikovat a řešit problémy ve výrobním procesu. Výrobce jej řešil pouze v případě reklamace a to výměnou nefunkčního dílu. Reklamace daného výrobní proces nebyla možná. Museli jsme hledat alternativní řešení provozu. Nebylo možné v hlavní sezóně stáček linku odstavit z provozu a přestat vyrábět. Kdyby bylo toto připuštěno, přišlo by se o mnoho smluvených zákazníků. Byl zahájen spor, který byl uznán v náš prospěch a tak firma začala závady linky řešit. Následně byl zaveden záznamový arch, do kterého se jednotlivé závady a přerušení stroje zaznamenávaly. V rámci reklamace byl arch předán výrobcu linky, který se snažil operativně jednotlivé problémy řešit. Záznamový arch lze vidět viz. příloha 2. Jeden den z archu, který byl předán výrobcu linky, vypadala následovně:

Tab.2: Záznamy závad a přerušení stroje

Pondělí:	04.03.2019	Vyrobeno:	4252 ks
Počet zničených barelů:	2		
Zaseklé barely na vstupu:	8		
Zaseklé barely na výstupu:	10		
Natočení padajícího víčko:	12		
Další druhy závad:	První tři barely nenaplňeny		
	Plnění v barelu nad rámec		

Pro návrh optimalizace výrobní linky byly v předchozích kapitolách popsány všechny komponenty a části, které byly se stáček linkou jednotlivě propojené. Závady nové výrobní linky by se daly rozepsat do mnoha částí. Hlavní závady, které musely být ihned řešeny a bez kterých by nebylo možno vyrábět: přívod vzduchu do oběhového systému, návrh nové elektroinstalace a kvalita vody v barelech. Další závady, které zpomalovaly celý výrobní proces, byly nazvané jako jednotlivé subproblémy dané stáček linky. Byly tvořeny jednotlivými úseky výrobní linky, které nebyly ideálně navrženy, aby dosahovaly maximálních výkonů. V těchto subproblémech linky bylo důležité vyřešit problém s kvalitou přichozích barelů, jelikož mytí linkou nefungovalo a nemýlo, tak jak by mělo a jak bylo požadováno. Do systému linky byly vracovány stále více znečištěné barely a linka si s tímto problémem nedokázala poradit. Problém byl takový, že malý tlak vyjždějících

rotačních trysek nedokázal uvnitř barelu odstranit nečistotu tzv. řasu. Další problémy, které zpomalovaly výrobní proces, byly:

- těsnění uvnitř víček
- druhy chemie a saponátu
- čistota pracoviště - hygienická smyčka
- kvalita barelů
- plnění a uskladnění barelů ve skladovacím prostoru

Tyto závady budou dále rozebírány a jednotlivě popsány.

3.1 Vyřazení barelů

Při vyšší produkci v letních měsících musely být znovu do systému vráceny vyřazené barely a to z důvodu nedostatku barelů. Tyto barely byly již staženy a to kvůli překročení cyklu použitelnosti, který doporučuje výrobce barelů. Barely byly sice stále funkční, ale pro svou estetičnost vyřazené. Jelikož byl problém s objednávkou nových barelů. Proto se musely tyto vyřazené barely ve výrobním procesu neustále točit, dokud tato kritická doba tj. červen – září neskončila. Po hlavní sezóně byly opět vráceny zpět k vyřazeným barelům. Mimo hlavní sezónu měli distributoři běžně kamion vody navíc. Problém nastal až tehdy, pokud si odběratelé dělali dopředu zásoby. Další kamion vody navíc na sklad tj. 32 palet (1152 barelů). Docházelo k tomu, že někteří distributoři měli na skladě 2 plné kamiony vody, tj. 2304 barelů a 2 kamiony prázdných barelů, které nestihli vrátit. Takže scházelo přibližně 5000 ks barelů, když tohle udělalo více distributorů, nebylo možné pravidelně stáčet pramenitou vodu.

Hlavní hygienikem bylo schváleno, že opakované plnění polykarbonátových barelů je možné. Doporučuje se po třech letech barely vyřadit. Při plném využití může být nepoškozený barel naplněn i více než 100 – krát za svojí životnost. Životnost barelu je závislá především na manipulaci u klienta. Mnohdy nerespektují, že se barely užívají opakovaně. Vratné zálohované barely se vracejí popraskané a rozbité, takže se musí

automaticky vyřadit a tím dochází k snižování stavu vhodných barelů. V horším případě jsou barely vráceny např. znečištěné od nafty, benzínu či sladkých nápojů a podobně.

V republice je 9 distributorů, kteří následně rozváží ve svých regionech barely s vodou. Distribuční místa jsou: Praha, České Budějovice, Olomouc, Brno, Znojmo, Šumperk, Karviná, Plzeň a Ústí nad Labem. Když byl plný kamion vody poslán k těmto odběratelům, následovalo vyložení nákladu s vodou. Jelikož distributoři dále prodávali barely, nastal okamžik, kdy nebylo co odvést zpět. Vratné zálohované barely byly stále u prodejců, musel odjet poloprázdný kamion zpět a to bylo finančně nevýhodné. Do výrobního systému se vracelo v letních dnech mnoho znečištěných barelů. Důvodem bylo to, že barely byly špatně uskladňovány např. přímý styk se slunečními paprsky, špatné zacházení s barely aj. Tyto barely nedokáže linka dokonale umýt. Na obrázku s popiskem obr. 26 jsou vidět znečištěné a popraskané barely.



Obr. 26: Znečištěné barely

Z důvodu zajištění výroby musel být mimořádně osloven výrobce barelů, který udělal nabídku na nové barely, i když cena nebyla srovnatelná s cenou běžně smlouveného nákupu. Byly objednány nové barely, které se naskladnily a postupně zařadily do výrobního procesu. Barely, které již překročily cyklus použitelnosti, byly vyřazovány a do výrobního systému se pouštěly jenom nově zakoupené barely. Barely sice byly zapsané v systému firmy, ale kolik jich jednotlivý distributor opravdu má, nikde vedeno nebylo. Pokaždé když přijel kamion s vratnými barely, podle dodacího listu se určitý počet barelů z programu

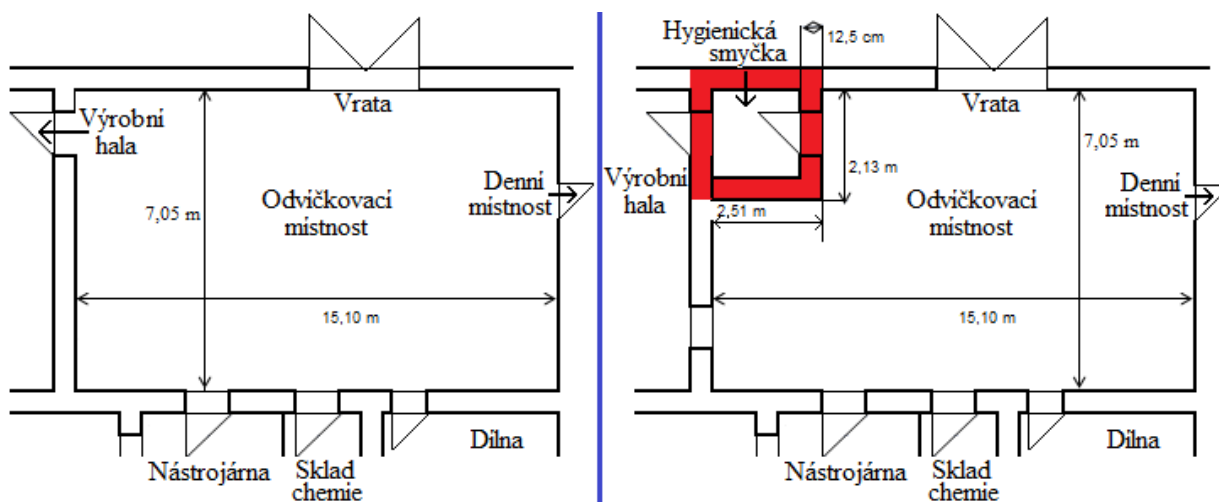
strhl. Na každý barel byla sice definována záloha 100,- Kč, ale ve firmě se výrazně neřešila, protože se čím dál častěji k distributorům posílalo více barelů, které se nevracely. Začalo se více na tuto zálohu apelovat.

Byl proto zaveden speciální program. Do programu byl zadáván počet příchozích a odchozích barelů, dále rozbitých či vyřazených a barelů od jiných výrobců. Bylo přísně zakázáno použití cizích barelů pod pokutou. Zavedený program spočítal, kolik barelů jednotlivý odběratelé mají a podle toho se objednávaly nové barely již za smlouvenou cenu. Odběratelům se začali rozbité barely započítávat. To vedlo k tomu, že tento postup nutil odběratele vracet barely v neponičeném stavu. V každé zavážce kamionu se postupně snižoval počet rozbitých barelů, za které byla následně stržena záloha. Do systému tak byly čím dál častěji vráceny barely vhodné k okamžitému umytí a naplnění.

3.2 Návrh hygienické místnosti

Z důvodu lepších hygienických podmínek, které byly nutné pro čistotu prostředí, byla potřeba navrhnout místnost - hygienickou smyčka, která zabraňovala přístupu různých bakterií, virů či plísní do plnicí části linky. Často se v plnicí místnosti objevovaly problémy s hygienou. Muselo se proto zjistit, jak problému zabránit, takže se přistoupilo k vytvoření prostoru mezi plnicí linkou a odvíčkovací místností. V této místnosti prováděla obsluha čistící a desinfekční opatření. Během doplňování zálohovaných barelů se musela totiž otvírat venkovní vrata, kde vysokozdvíhový vozík dodával prázdné barely do odvíčkovací místnosti a tak se do místnosti dostávaly nečistoty.

Bylo nutné, aby hygienická místnost ležela mezi odvíčkovací a plnicí místností. Toto místo slouží k odložení vycházkových a pracovních oděvů. Buduje se tam, kde je bezpodmínečně nutno odložit kontaminovaný oděv a provést důkladnou očistu těla. Pověřená obsluha, která řídí stáčecí linku, měla do tohoto prostoru povolený vstup, jelikož se v této místnosti převléká. Podmínkou vstupu k plnicímu zařízení je, že musí obsluha nosit dlouhý čistý plášť, čepici (zakrytou hlavu) a protiskluzové boty. V případě přerušení výroby, se obsluha v tomto prostoru převlekla do vycházkového obleku a mohla tento prostor opustit. Ostatní členové podniku nemohou do tohoto prostředí bezdůvodně vcházet či otvírat dveře, aby se do výrobní linky nepřinášely různé bakterie, nečistoty a podobně.



Obr. 27: Vytvoření hygienické místnosti

3.3 Návrh nové elektroinstalace

Nová linka se montovala do stávající elektroinstalace, která nebyla v tu chvíli pro novou technologii vyhovující. Z toho důvodu musel být zpracován návrh, jak správně upravit elektroinstalaci, aby zvládala požadovaný odběr nové technologie linky. Přesněji řečeno, linka určitý chod provozu zvládala, ale nevykonávala potřebné funkce k provozu. Každý následující den se zapínala linka k přípravnému cyklu, který byl nutný k provozu linky. Přípravný cyklus nahříval lázně na požadovanou teplotu. Než se tyto lázně nahřály na žádanou hodnotu, čekalo se 25 minut, jelikož se nemohla zapnout všechna topná tělesa. Tím se prodlužovala čekací doba a zkracovala se pracovní doba zaměstnanců. Jednalo se o jednosměnný provoz, nestíhalo se vyrobit, co bylo v daný den naplánováno a tak se zdržoval celý výrobní proces. Kdyby byly v jeden okamžik zapnuty všechny ohřívače vody všech deseti topných těles najednou, aktivovalo by to jistič, z důvodu přetížení a zahřátí přírodního kabelu. Toto se stávalo i za běžného provozu, kdy teplota umýváním ve lázních linky klesala. Byla potřeba kvůli znečištěným barelům zvýšit teplotu vody v mycím sektoru na předepsanou výrobce. Snažili jsme se tento problém řešit tím, že byla postupně zprovozněna maximálně 4 topná tělesa, aby nedošlo k dalšímu výpadku energie. Jenže ani to nevedlo k zlepšení. Voda v lázních se nestíhala dostatečně nahřát k provozu linky a z toho důvodu se musela linka zastavit. Nastala doba, kde se muselo čekat 25 minut, než se teplota vody ohřeje.

Z toho důvodu bylo přistoupeno na návrh nového elektrorozvodu. Začal se hloubit výkop, který byl potřeba k položení kabelu. Jenže to bylo komplikované, hlavní rozvaděč elektřiny byl v jiné budově vzdálené přibližně 150 metrů od výrobní haly. Kolem haly

musel být vyhlouben výkop, do kterého byl následně položen silnější kabel. Tento kabel byl přiveden do nově vytvořeného rozvaděče ve výrobní hale, který rozděloval výrobní linku na dva okruhy. Jeden okruh byl pro přípravu a ohřívání teplé vody v lázních linky a druhý pro samostatný chod linky. Tímto byl vyřešen problém výpadku elektrické energie při výrobě a efektivně byla využita pracovní doba zaměstnanců.

Celkové náklady na návrh hlavních distribučních rozvodů a rozvaděče byly dohromady 65 000,- Kč. Nejprve byl pořízen kabel natočení na cívce, který stál 42 000,- Kč. Poté se zajistili zemní práce. Kde se vyhloubil výkop, který vedl od výrobní haly až k starému rozvaděči, do tohoto výkopu byl položen kabel. Tyto práce vyšly na 12 000,- Kč. V poslední řadě byl objednan specializovaný elektroinstalatér, který kabely namontoval do rozvaděče a připravil je k použití, tato práce vyšla na 11 000,- Kč.



Obr. 28: Položení kabelu (levý obrázek – směr výrobní hala – pravý obrázek – směr k budově s hlavním rozvaděčem)

3.4 Optimalizace kompresoru

Postupem času bylo zjištěno, že linka potřebuje úplně jinou kvalitu vzduchu. Doposud byl vzduch do systému dodáván rotačním kompresor se vstřikem oleje Atlas Copco GA11C FF. Tento kompresor nebyl navržen pro potravinářský průmysl. Kompresor

zvládal zátěž linky, ale nedokázal zajistit požadovanou kvalitu čistého vzduchu, kterou stáčecí linka potřebovala k běžnému provozu. Dodávaný stlačený vzduch na provoz a manipulaci linky byl dostačující. Na kvalitu vzduchu však nikoliv, po otevření víčka z hrdla barelu byly totiž cítit olejové pachy. Bylo to způsobeno tím, když byla nasypávána víčka na pohybující se dopravník do rotační nádoby. V rotační nádobě byl pohyb a správné natočení víček zajišťován stlačeným vzduchem z kompresoru k uzavření barelu. Když vzduch natáčel jednotlivá víčka do tunelu, aby mohla být správně nasazena na hrdlo barelu, dovnitř barelu se vtačil nekvalitní vzduch s olejovými pachy. Proto se muselo přistoupit na optimalizaci kompresoru a řešit jednotlivá zlepšení.

Firma, která dodávala novou stáčecí linku, si nevyžádala parametry kompresoru. Zajímala se pouze o to, jaké množství vzduchu dokáže kompresor vtláčit do oběhu k výrobní lince. Podle toho určila, že bude stávající kompresor k výrobnímu procesu stačit. Dále si firma nezjišťovala, jaký typ a kvalita vzduchu se do linky z kompresoru přivádí.



Obr. 29: Kompresor Atlas Copco + sušička vzduchu

Nejprve proběhl kontakt s výrobcem kompresoru a otázkou bylo, zda by bylo možné zlepšit kvalitu vzduchu. Po domluvě s majitelem se udělalo rozhodnutí, že se musí dokoupit potřebné díly (jako byly např. filtry) a sušičky vzduchu, aby bylo možné realizovat zlepšení. Sušička vzduchu lze vidět v pravé části obrázku Obr. 29. Muselo se vymyslet vhodné řešení, které nebude příliš zasahovat do výrobního procesu. Byly objednány dvě řady uhlíkových filtrů, jak na výstup z kompresoru, tak i před rotační nádobou v hale. Tyto filtry mají bránit přístupu nežádoucích látek a tím omezit olejové

pachy z kompresoru. Názvy filtrů byly HIROSS HFN 018 a HIROSS HFN 010. Tento druh závady se povedlo filtry minimalizovat, ale ne na dlouho. Zhruba po třech měsících byl problém podobný jako před návrhem, do systému se dostával opět nekvalitní vzduch a zhoršovala se kvalita pitné vody, v barelech byly opět cítit olejové pachy.

Druhy filtrů a jejich popis:

HIROSS HFN 018 Q a P, 108 m³/hod. ½

Q = odstranění mechanických nečistot nad 3 mikrometru

P = odstranění mechanických nečistot nad 1 mikrometru a olejové mlhy se zbytkovým obsahem 0,1 mg/m³

HIROSS HFN 010 S a C, 60 m³/hod. 3/8

S = odstranění mechanických nečistot nad 0,001 mikrometru a olejové mlhy se zbytkovým obsahem 0,1 mg/m³

C = odstranění pachu a olejových stop, zbytkový obsah oleje 0,003 mg/m³

Návrh musel být kompletně přepracován, musel se navrhnout celý nový systém na oběh vzduchu. Byl osloven výrobce kompresorů a začali jsme řešit, jak nejlépe navrhnout systém oběhu vzduchu po výrobní hale s potřebnou kvalitou vzduchu. Byla nám doporučena firma s kompresory Kaeser, jejíž sortiment zahrnoval více typů kompresoru a jejich potřebné příslušenství. Po projednání s majitelem a po náročných konzultacích se přišlo na fakt, že nejvýhodnější bude šroubový typ kompresoru, která je přímo určený pro potravinářský průmysl. Podle čistoty a finančních podmínek byl vybrán kompresor Kaeser SK 25T s příslušenstvím. Tento kompresor zajišťoval požadovanou čistotu a kvalitu stlačeného vzduchu při stačení pitné vody do barelů.

První návrh na filtraci stlačeného vzduchu z kompresoru Atlas Copco vyšel na 23 000,- Kč. Byly objednány dvě řady uhlíkových filtrů HIROSS HFN 018 Q a P a před zařízení dvojice filtrů HIROSS HFN 010 S a C. První řada filtrů stála 5 500,- za 1 kus, druhá řada 4100,- za 1 kus. Druhý návrh byl náročnější, jak z pohledu finančního, tak zásahu do

výrobního procesu. Předělával se celý oběhový systém vzduchu, byl pořízen kompresor a příslušenství k tomu. Tato investice vyšla na 395 000,- Kč.



Obr. 30: Kompresor Kaeser a filtry



Obr. 31: Zásobník stlačeného vzduchu a odlučovač vody

3.5 Optimalizace mycích prostředků a chemie

Při laboratorních rozborech vzorků z barelů s pitnou vodou se objevil problém a to ten, že při průchodu mycí linkou některé barely nebyly správně vymyty a vykazovaly nečistoty

uvnitř barelu. Prvním návrhem na zlepšení bylo používání chemie při čištění barelů a změna koncentrace dávkování čisticího prostředku. Ani toto nevedlo k odstranění problému, a proto byli osloveni jiné dodavatele chemických prostředků. Jelikož námi používané a dále doporučené prostředky nevyhovovali našim požadavkům. Bylo zjištěno, že tento druh chemických prostředků nemyje tak důkladně, jak bylo navrženo výrobcem linky. Byli osloveni další výrobci těchto chemických a desinfekčních prostředků, aby doporučili své produkty a my je mohli otestovat při výrobě a tím eliminovat výskyt zelených skvrn uvnitř barelu. Při testování se zjišťovalo, které produkty budou nejvhodnější a zda minimalizují, neboli dokonce i odstraní tyto nedostatky. Testovali se tři druhy chemikálií a desinfekčních prostředků od výrobců:

- 1 - **Anti - Grem** (doporučeno od výrobce linky)
- 2 - **ECOLAB** (testováno, ale kvalitně podobné předchozí)
- 3 - **Asiral** (testováno a nejvhodnější řešení)



Obr. 32: *Mycí a desinfekční prostředky*

Při testování se zjistilo, že každý produkt má svoje klady a zápory. Nejlepším výsledky prokazovala firma Asiral s jejím produktem chemie, jelikož nejvíce odstraňoval výskyt

zelených barelů tj. řas a snižoval na minimum. Následně byl použit a zaveden do výrobního procesu tento druh chemie a saponátu.

3.6 Optimalizace víček

Problém s těsností víček nastal, když se vracely zpět barely od zákazníků, které zapáchaly. Barely přišly poloprázdné a bylo nutno řešit reklamaci. Z jedné strany to mohlo být způsobeno skladováním barelu na ležato či špatným nasazením víček na hrdlo barelu. Začalo se tomuto problému více věnovat, bylo zjištěno, že těsnění u víček neplnilo správnou funkci a nebylo ideálně navrženo. V systému linky se používalo více druhů barelů každý s rozdílnými typy a rozměry hrdla. Muselo se přistoupit na použití víček takových, který by měli vhodné parametry. Tyto víčka musela být univerzální a hlavně funkční.



Obr. 33: Víčka (levá strana – staré víčko, pravá strana – nové víčko)

Proto byli při optimalizaci víček osloveni výrobci víček, zda nemají jinou variantu utěsnění tohoto víčka. Původní víčko mělo silikonové těsnění jen podél obvodu víčka a při špatném nasazení víčka na hrdlo barelu, se dostával dovnitř vzduch a tím se kazila voda. Hledalo se řešení, jak správně utěsnit toto víčko, aby nebyl umožněn přístup vzduchu do barelu. Výrobci začali posílat různé typy víček s doposud podobným těsněním. Tato víčka byla následně jednotlivě testována a posílána odběratelům s produktem na vyzkoušení, kde se vyhodnocovala kvalita utěsnění. Stále ale nepřicházelo zlepšení. Byl nám navrhnout typ víčka, které bylo již dříve staženo z výrobního procesu z důvodu neudělení potřebné certifikace. Víčko mělo po celé spodní ploše pěnové těsnění, přes které nedocházelo k vniknutí vzduchu do barelu. Tento typ víčka byl nejideálnější variantou. Proto bylo u výrobce tohoto těsnění požádáno, aby zvolil vhodnější materiál při výrobě pěnového

těsnění, které by splňovalo určité certifikační parametry. Po konečně vhodně použitém materiálu se mohlo zažádat o novou certifikaci tohoto specifického víčka a znovu zařadit na výrobní trh. Posléze bylo víčko objednáno a začalo se odebírat.

3.7 Zavedení ozonu

Plnicí stáčecí linka se při ukončování výrobního procesu odstavila a vypnula. Následně se vydezinfikovala a vypustila se veškerá voda z výrobní linky. Poté obsluha linky opustila výrobní prostor a zhasla všechna světla. Druhým vypínačem bylo spuštěno ultrafialové záření, které mělo ničit a eliminovat bakterie a škůdce. Toto světlo bylo nainstalované v zářivkách po celé výrobní ploše plnicího prostoru a po vypnutí všech světel už nikdo neměl přístup k plnicí lince. Před uvedením linky do provozu se každý následující den z linky odebíraly stěry, které se poté vyhodnocovaly a zkoumaly v laboratorní místnosti. Tyto stěry z plnicí linky vykazovaly občasné nadlimitní hodnoty bakterií.

Do výroby byl proto zaveden Ozoner 11000, který díky výkonnému ventilátoru a obrovské produkci ozonu zkrátil čas čištění vzduchu v uzavřených prostorách linky na úplné minimum. Používání přístroje bylo za normálního stavu bezúdržbové. Nebylo nutné jej doplňovat různými kapalinami nebo např. měnit filtrační jednotku. Na rozdíl od ostatních přístrojů a metod, Ozoner nezachytával pachy a nemaskoval je jinými, často zdraví škodlivými, chemickými látkami. Zapáchající látky byly rozloženy na neutrální látky. Velmi silným účinkem ozonu bylo umrtvené celé uzavřené prostředí, aby byli zlikvidovány bakterie, plísňe, viry a nežádoucí zápach.

Ozoner dezinfikoval vzduch v prostoru a téměř bezhlučně produkoval ozon, který jako plyn pronikal do všech materiálů v plnicí místnosti. Po skončení pracovní doby byl tento přístroj do uzavřeného prostředí linky zaveden a použit do následujícího dne. Produkování ozonu bylo povoleno na určitou časovou dobu. Tato časová doba byla řízena digitálními spínacími hodinami, které byly nastaveny na každé 3 hodiny. Následující den před uvedením linky do provozu byl Ozoner vypojen z elektřiny a uklizen na stanové místo. Tento proces pomáhal k lepší kvalitě prostředí a tím se zlepšoval celý výrobní proces. Kvalita vody po používání přístroje nevykazovala žádné nežádoucí látky a byla pravidelně ověřována v laboratoři. Kde se dělaly pravidelně každý den testy ze stěrů z linky, a podle výsledků se zkoumala jakost vody. Testování kvality vody probíhalo i tak, že byl použit první a

poslední naplněný barel v lince, který se následně uskladnil do databanky vzorků. Databanka vzorků byla temná místnost, ve které bylo zamezeno přístupu denního světla. V místnosti byla konstantní pokojová teplota. Po určité době se uskladněný barel vezme do laboratoře, kde byla zkoumána kvality vody, zda odpovídá požadované jakosti. Investice do Ozoneru 11000 byla 30 000,- Kč. Na obrázku lze vidět, jak tento přístroj vypadal.

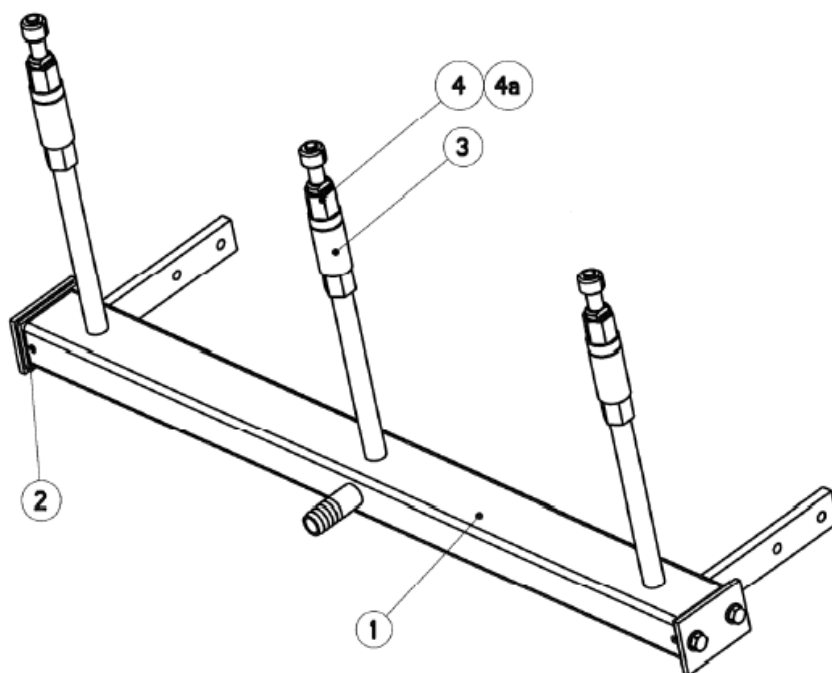


Obr. 34: Ozoner 11000

3.8 Vysouvací rotační trysky

Nově nainstalovaná linka byla vybavena vysouvacími rotačními tryskami, které měly výrazně zlepšit účinnost mytí uvnitř barelu. Při testování, kdy se většinou používají nové barely, nevykazovaly trysky žádné nedostatky, spíše byly přínosem k celkové kvalitě výrobního procesu. Dokázaly umýt barely v držadlech, kam se normální tryska nedostane. Po čase používání se přišlo na to, že účinnost trysek není taková, jakou výrobce linky předem zaručoval. V lince nebylo nainstalované zařízení, které mělo kontrolovat tlak v

těchto rotačních tryskách. Byl osloven dodavatel těchto trysek a ten doporučil, že ideální pracovní tlak pro správnou činnost mycího prostředku by měl být v rozmezí od 2 – 2,5 bar. Aby byla zjištěna hodnota tlaku, který byl přiváděn do trysek, musel být do systému nainstalován požadovaný kalibrovaný manometr. Tím bylo zjištěno, že tlak v přívodním potrubí nesplňuje požadované parametry stanovené dodavatelem pro dané trysky a proto nefungují, jak by měly. Byly řešeny požadavky na zvýšení tlaku v přívodním potrubí pomocí čerpadla. Na obrázku jsou vyjíždějící rotační trysky.



Obr. 35: **Vysouvací rotační trysky**

Popis rotačních trysek:

1 - zasouvací trubka, 2 - těsnění, 3 - rychlospojka, 4 - rotační tryska s rychlospojkou, 5 - tryska s rychlospojkou

Dodavatel linky nám v rámci reklamace dodal vylepšené čerpadlo, které by mělo tento tlak zaručit. Čerpadlo sice dodávalo více vody do rotačních trysek, ale tlak byl stále stejný, tedy pro výrobní proces nevyhovující. Lepší a kvalitnější čerpadlo už dodavatel linky pro stáček linku neměl. Jediná možná varianta, kterou by se dal zvýšit tlak v tryskách, že by se nainstalovalo do přívodního potrubí zařízení, které by škrtilo průtok vody a tím by se navyšoval tlak přiváděný k těmto rotačním tryskám. Do potrubí by vsazen „o“ kroužek, který zmenšoval průtok vody, čím menší tento „o“ kroužek byl, tím se zvyšoval tlak

v rotačních tryskách. Lépe řečeno, čím menší otvor „o“ kroužku v přívodním potrubí byl, tím byl větší tlak v rotačních vyjíždějících tryskách.



Obr. 36: Stáčecí linka + zavedení „o“ kroužku

4 Přínosy navržených opatření

V této kapitole bude zhodnocen současný stav navrhovaných opatření, dále budou popsány jednotlivé přínosy zlepšení ve výrobním procesu firmy. Přestavbou a zlepšením určitých částí plnicí linky, se snažilo zlepšovat a posouvat linku k co nejlepším výsledkům. Ve stáček lince se i přes úpravy stále objevovaly drobné nedostatky. Při jejich výskytu bylo snahou je okamžitě odstraňovat. Navrženými změnami byla řešena úzká místa a nedostatky ve výrobním procesu linky. Všechna navržená opatření přispěla k lepšímu výrobnímu procesu a zlepšené kvalitě pitné vody.

Při vyřazování barelů došlo k velké úspoře peněz i množství barelů. V okamžiku, kdy byly distributorům strhávány vratné zálohy za zničené barely, byly častěji dokupovány nové barely. Při dokoupení nových barelů byly vyřazovány sice normálně použitelné, ale esteticky nevyhovující barely. Ve výrobním systému zůstaly jen takřka nové a výhledově přijatelné barely. Když byl naplněn venkovní sklad nepoužitelnými barely, byly postupně odváženy k recyklaci do specializované firmy v Lovosicích. S touto firmou byly smlouvené ceny za odkup těchto vyřazených barelů případně i víček či strečové fólie. Cena byla následovná: víčka 1,- Kč/kg, PC barely 3,- Kč/kg, PET barely 1,5,- Kč/kg a streč. fólie 4,- Kč/kg. Díky tomuto opatření, kdy byly zavedeny nové barely do výrobního systému, narůstal počet spokojených zákazníků a tím se zvyšovala poptávka po pitné vodě stáčené do barelů.

Hygienická smyčka byla navržena ke snížení výskytu nežádoucích bakterií, plísní, virů a podobných nečistot v plnicím prostoru. Tímto návrhem byl oddělen přímý styk relativně čistého prostředí v plnicí lince od otevřeného nehygienického prostředí. V odvíčkovací místnosti byla spousta nečistot, např. nečistoty a nebezpečné látky zabalené v EUROpaletě, znečištěné barely či nehygienické prostředky zanesené do výroby od běžné zaměstnanecké obsluhy u odvíčkovacího stroje.

Návrh nové elektroinstalace byl největším přínosem ze všech navržených opatření, jak z časového, tak i z hlediska finančního. Zároveň byla s novou elektroinstalací zvýšena efektivita práce zaměstnanců a tím i dodržování požadovaných termínů v plánu výroby. Zlepšila se kontinuita výroby. Již nedocházelo k nežádoucím výpadkům elektrické energie,

znovu resetováním systémových funkcí či obnově celého výrobního procesu, při kterém narůstaly časové prodlevy výroby.

Hlavní a klíčový přínos při optimalizaci kompresoru byl absolutně čistý stlačený vzduch potřebný k provozu plnicí linky. Tím se odstranily pachové či jiné nežádoucí složky (jako byli prach, vlhkost, jiné organické nečistoty) nacházející se ve stlačeném vzduchu.

Při návrhu chemie a saponátu až k takovému přínosu nedocházelo, jelikož navržené zlepšení bylo podobné, jako od předchozích dodavatelů desinfekčních a mycích prostředků. Byl sice zmírněn výskyt zelených barelů, ale nedocházelo k důkladnému vymytí uvnitř barelů. V barelech zůstávaly nežádoucí předměty a to hlavně ochranné plomby („papírky“). Tyto plomby, nalepené na vrchu víčka, sloužily jako ochrana víčka před naražením barelu na trn automatu. Plomby vhazovali do barelu nezodpovědní zákazníci. Obsluha linky kontrolovala kvalitu výrobku, nekvalitní barely (s nežádoucím znečištěním uvnitř barelu) sundávala z dopravníku, kde jej následně odvíčkovala a vyprázdnila. Poté barely opět zařadila na začátek plnicí linky, nechala je znovu projet mycím cyklem a naplnit. Tímto se docíleno čistoty uvnitř barelů a kvalita vody odpovídala požadované jakosti.

Výměnou silikonového těsnění za nový typ víčka s pěnovým těsněním bylo zaručeno kvalitní uzavření barelu. Bylo zamezeno nežádoucímu přístupu vzduchu do barelů, který znehodnocoval kvalitu pitné vody. To mělo dopad na výskyt nečistých barelů.

Ozoner byl zaveden k vyčištění plnicího prostředí od nečistot. Tímto řešením byl minimalizován výskyt nežádoucích látek ve stáčecí lince.

Výskyt znečištěných barelů resp. zelených skvrn uvnitř barelu byl způsoben přímým stykem se slunečními paprsky. Přírodní pramenitá voda se bez chemických úprav zkazila. Rotačními tryskami bylo zamezeno výskytu těchto zelených skvrn. Bylo to způsobeno zvýšením tlaku vody v přívodním potrubí, který tyto skvrny strhával.

Závěr

Cílem této diplomové práce bylo nastudovat teorii o zlepšování výrobních procesů a provést návrh optimalizace stáčecí linky ve firmě Š.P. a.s.. V teoretické části jsem seznámil čtenáře s problematikou optimalizace výrobních procesů. Jsou zde popsány a zmapovány důležité a nejčastěji používané průmyslové metody a nástroje optimalizace. Tyto metody a nástroje přispívají ke zefektivnění výrobních procesů a eliminaci plýtvání např. z hlediska materiálu, času, peněz. Zlepšování výrobních procesů je v dnešní době součástí každého většího podniku, který chce být úspěšný.

Ve druhé kapitole jsem se zaměřil na současný stav výrobní linky a portfolio firmy Š.P. a.s.. Nejprve jsem popsal výrobní proces stáčecí linky, který slouží pro lepší přehlednosti a seznámení se s daným prostředím linky. Popsal jsem zde jednotlivé části linky, bezpečnostní opatření, údržbu stroje, mycí a plnicí linku a všechny potřebné komponenty a příslušenství spojené s výrobní linkou. V první části kapitoly je především popsána firma a její služby resp. produkty.

Prováděl jsem optimalizaci jednotlivých částí linky za účelem zkvalitnění služeb resp. výsledného produktu. Jednotlivé části linky nebyly úplně ideálně navrženy a tak jsem se snažil o jejich zlepšení. Většina navržených změn přispěla ke zkvalitnění výrobního procesu. Byly optimalizovány tyto části linky: barely, kompresor, elektroinstalace, hygienická místnost, těsnění u víček, chemie a druhy saponátů, ozoner a rotační vysouvací trysky.

V posledním bodě praktické části jsem zhodnotil očekávané přínosy navržených opatření. Shrnul jsem mnou navržené přínosy vlastních řešení, které nejen zrychlovaly výrobní proces, ale také odstraňovaly či vylepšovaly nedostatky vyskytující se ve stáčecí lince. Dále přinesly potřebnou kvalitu ke spokojenosti zákazníka.

Všechny mnou navržené zlepšovací opatření byly firmou implementovány do výrobního procesu a to pomohlo k zrychlení a zkvalitnění výroby. Tímto má práce úspěšně naplnila potřeby firmy.

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] EDL, M. a J. KUDRNA. *Metody průmyslového inženýrství*. 2013. ISBN 978-80-87539-40-8.
- [2] ŠVEJDA, P. a kolektiv. *Inovační podnikání*. 2007. ISBN 978-80-903153-6-5.
- [3] MAŠÍN, I. a M. VYTLAČIL. *Cesty k vyšší produktivitě*. 1.vydání. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1996. ISBN 80-902235-0-8.
- [4] MAŠÍN, I., J. KOŠTURIÁK a P. DEBNÁR. *Zlepšování nevýrobních procesů: Úvodní program pro servisní a procesní týmy*. Liberec: Institut technologií a managementu s.r.o., 2007. ISBN 80-903533-3-9.
- [5] MAŠÍN, I. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. 2000. ISBN 8090223567.
- [6] CIENCIALA, J. *Procesně řízená organizace, tvorba, rozvoj a měřitelnost procesů*. Praha: Professional Publishing, 2011. ISBN 978-80-7431-044-7.
- [7] ŘEPA, V. *Podnikové procesy*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2006. ISBN 80-247-1281-4.
- [8] SVOZILOVÁ, A. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2011. ISBN 978-80-247-3938-0.
- [9] BASL, J., M. TŮMA a V. GLASL. *Modelování a optimalizace podnikových procesů*. Plzeň: Západočeská univerzita, 2002. ISBN 80-7082-936-2.
- [10] TUČEK, D., M. HRABAL a L. TRČKA. *Procesní řízení v praxi podniků a vysokých škol*. Praha: Wolters Kluwer, 2014. ISBN 978-80-7478-674-7.
- [11] SKOČIL, V. Řízení procesů v elektrotechnice [online]. 2016, č. 04.04.2019. Dostupné z: <https://portal.zcu.cz/portal/studium/courseware/ket/rip/cviceni.html>
- [12] PODNIKATOR.CZ. *Podnikové procesy* [online]. 2014 [vid. 4. březen 2019]. Dostupné z: https://www.altaxo.cz/provoz-firmy/management/rizeni-podniku/podnikove-procesy?utm_medium=podnikator&utm_source=clanek
- [13] KEŘKOVSKÝ, M. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 2001. ISBN 80-7179-471-6.
- [14] DLABAČ, J. *Zlepšujete procesy? Vyberte správnou metodu!* 2015.
- [15] MASAÁKI, I. *Gemba kaizen*. Brno: Computer Press, a.s., 2005. ISBN 80-251-0850-3.

- [16] ŠTŘELEČEK, J. *Vlastní cesta. DMAIC metoda*. [online]. 2012 [vid. 7. duben 2019]. Dostupné z: <https://www.vlastnicesta.cz/metody/dmaic-metoda-1/>
- [17] E-API.CZ. *Řízení projektů - DMAIC* [online]. [vid. 24. duben 2019]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/24888-jednotlive-metody-a-nastroje-q-z>
- [18] PDQM S.R.O. *Six Sigma a proces DMAIC* [online]. [vid. 7. duben 2019]. Dostupné z: <http://www.pdqm.cz/Standards/DMAIC.html>
- [19] MANAGEMENTMANIA.COM. *DMAIC - cyklus zlepšování* [online]. [vid. 7. duben 2019]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/cyklus-zlepsovani>
- [20] GEORGE, M.L., D. ROWLANDS, M. PRICE, aj. *Kapesní příručka Lean Six Sigma*. 2010. ISBN 978-80-904099-2-7.
- [21] COSIMA. *Process optimization methods. LLP Leonardo da Vinci Transfer of Innovation Programme*. [online]. 2013 [vid. 26. březen 2019]. Dostupné z: http://web.spi.pt/cosima/sites/all/downloads/R2_EN_COSIMA_Process_Optimization_methods.pdf
- [22] MASAÁKI, I. *Kaizen. Metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. 2007. ISBN 978-80-251-1621-0.
- [23] ROI. *5S metoda* [online]. Dostupné z: <http://www.lean-fabrika.cz/terminologie/5s-metoda#.XMM04egzb4Y>
- [24] ŠIMON, M. *Průmyslové inženýrství*. Plzeň: Západočeská univerzita, 2007. ISBN 978-80-7043-619-6.
- [25] ČIPERA, B., J. CHALOUPKA, J. MATUSKÝ, aj. *Technik jakosti 2. díl*. 4. vydání. Praha: Česká společnost pro jakost, 2004.
- [26] HUTYRA, M. *E-learningové prvky pro podporu výuky odborných a technických předmětů: Management jakosti* [online]. [vid. 1. duben 2019]. Dostupné z: [http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FMMI/MJ/Animace/Animace 10 - FMEA.pps](http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FMMI/MJ/Animace/Animace%2010%20-%20FMEA.pps)
- [27] CHALOUPKA, J. *FMEA* [online]. [vid. 25. březen 2019]. Dostupné z: <http://www.chaloupka-kvalita.cz/fmea>
- [28] VOCHOZKA, M. a P. MULAČ. *Podniková ekonomika*. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4372-1.
- [29] BOLEDOVIČ, Ľ. *Plytvání* [online]. [vid. 1. květen 2019]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/plytvani>

- [30] SVĚT PRODUKTIVITY. *PDCA cyklus* [online]. [vid. 8. duben 2019]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/PDCA-cyklus.htm>
- [31] IKVALITA.CZ. Poka-Yoke. *Ikvalita.cz:Portál pro kvalitáře* [online]. [vid. 9. duben 2019]. Dostupné z: <http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=139>
- [32] CIE GROUP. *Poka Yoke* [online]. [vid. 18. duben 2019]. Dostupné z: <http://www.cie-group.cz/lexikon-metod-pi/metody/poka-yoke/>
- [33] ROI. *Poka Yoke* [online]. [vid. 9. duben 2019]. Dostupné z: http://www.lean-fabrika.cz/ca/terminology/poka-yoke-444738#.XMa6_ugzbDc
- [34] HAMMER, M. a J. CHAMPY. *Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution*. B.m.: Management oress, 1993.
- [35] DAVENPORT, T. *Process Innovation: Reengineering Work Through Information Technology*. B.m.: Harvard Business Press, 1993.
- [36] BPR - ETAPY REALIZÁCIE. *ŽP Informatika s.r.o.* [online]. 2015 [vid. 17. březen 2019]. Dostupné z: <http://www.kvalitnebpr.sk/etapy-realizacie/>
- [37] PLANTUNE. *Just in time* [online]. 2018 [vid. 22. březen 2019]. Dostupné z: <http://www.plantune.cz/slovník/just-in-time/>
- [38] CIE GROUP. *Just in Time* [online]. [vid. 12. březen 2019]. Dostupné z: <http://www.cie-group.cz/lexikon-metod-pi/metody/just-in-time/>
- [39] CIE GROUP. *Jidoka* [online]. [vid. 8. květen 2019]. Dostupné z: <http://www.cie-group.cz/lexikon-metod-pi/metody/jidoka/>
- [40] SVĚT PRODUKTIVITY. *Jidoka* [online]. [vid. 8. květen 2019]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/Jidoka.htm>
- [41] MANAGEMENTMANIA.COM. *Jidoka* [online]. [vid. 8. květen 2019]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/jidoka>
- [42] PLANTUNE. *Jidoka* [online]. [vid. 8. květen 2019]. Dostupné z: <http://www.plantune.cz/slovník/jidoka/>
- [43] IPACZECH. *Jidoka* [online]. [vid. 8. květen 2019]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/jidoka>
- [44] TOMEK, G. a V. VÁVROVÁ. *Řízení výroby*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2000. ISBN 80-7169-955-1.

- [45] ŠIMON, M. a L. TRNKOVÁ. *Logistika - teoretická část*. Plzeň: SmartMotion s.r.o., 2013. ISBN 978-80-87539-35-4.
- [46] LIKER, J.K. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Praha: Knihovna světového managementu, 2007. ISBN 978-80-7261-173-7.
- [47] PANDE, P.S., R.R. CAVANAGH a R.P. NEUMAN. *Zavádíme metodu Six Sigma: aneb jakým způsobem dosahují renomované světové společnosti spíčkové výkonnosti*. Brno: TwinsCom, 2002. ISBN 80-238-9289-4.
- [48] TÖPFER, A. *Six Sigma: koncepce a příklady pro řízení bez chyb*. Brno: Computer Press, a.s., 2008. ISBN 978-80-251-1766-8.
- [49] SIXSIGMA-IQ. *Co je SIX SIGMA* [online]. [vid. 9. květen 2019]. Dostupné z: <http://www.sixsigma-iq.cz/cojesixsigma.aspx>
- [50] SVĚT PRODUKTIVITY. *SMED* [online]. [vid. 26. duben 2019]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/SMED.htm>
- [51] MANAGEMENTMANIA.COM. *Metoda SMED (Single Minute Exchange of Dies)* [online]. [vid. 4. květen 2019]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/metoda-smed>
- [52] E-API.CZ. *Jednotlivé metody a nástroje - Analýza pracoviště* [online]. [vid. 8. květen 2019]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/24886-jednotlive-metody-a-nastroje-a-ch>
- [53] EFEKTIVNIPROCESY.CZ. *Optimalizace pracoviště* [online]. [vid. 8. květen 2019]. Dostupné z: <http://www.efektivniprocesy.cz/pracoviste.html>
- [54] PRODUKTIVITA.CZ. *Optimalizace Pracovišť* [online]. [vid. 3. květen 2019]. Dostupné z: <http://www.produktivita.cz/cs/nase-produkty/optimalizace-pracovist/>
- [55] SVĚT PRODUKTIVITY. *Kaizen* [online]. [vid. 1. květen 2019]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/Kaizen.htm>

Seznam příloh

Příloha 1

Extrém nalezený v příchozím barelu u odvíčkovacího stroje

Příloha 2

Záznamový arch

Příloha 3

Čištění záchytné vany, ze které se čerpá pitná voda

Příloha 1 – Extrém nalezený v příchozím barelu u odvíčkovacího stroje



Příloha 2 – Záznamový arch

Záznamy závad a přerušení na stroji DIONA

den: 4.3.19 vyrobeno 4252

počet zničených barelů: 11 = 2
 seklé barely na vstupu: IIII IIII = 8
 seklé barely na výstupu: IIII IIII = 10
 odpadá víčko (otočené): IIII IIII = 12
 hlavní závada: První 3 nezaplněny

den: 5.3.19 vyrobeno 3769

počet zničených barelů: 0
 seklé barely na vstupu: IIII IIII IIII = 13
 seklé barely na výstupu: IIII IIII = 9
 odpadá víčko (otočené): IIII IIII IIII = 16
 hlavní závada: První 3 nezaplněny

den: 6.3.19 vyrobeno 3730

počet zničených barelů: 1 = 1
 seklé barely na vstupu: IIII = 5
 seklé barely na výstupu: IIII = 5
 odpadá víčko (otočené): IIII IIII = 11
 hlavní závada: První 3 nezaplněny

den: 7.3.19 vyrobeno 4139

počet zničených barelů:
 seklé barely na vstupu: IIII IIII = 8
 seklé barely na výstupu: IIII = 5
 odpadá víčko (otočené): IIII IIII = 10
 hlavní závada: První 5 nezaplněny

den: 8.3.19 vyrobeno 2184

počet zničených barelů: 1
 seklé barely na vstupu: IIII IIII
 seklé barely na výstupu: IIII
 odpadá víčko (otočené): IIII
 hlavní závada: První 3 nezaplněny

Proběhla údržba: sanitace celé linky + promazání!

Příloha 3 – Čištění záchytné vany, ze které se čerpá pitná voda

Před čištěním



Při čištění

