

Projekt zvýšení kapacity a flexibility výroby vybraného pracoviště

Daniel Trusina

Diplomová práce
2015



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Daniel Trusina**
Osobní číslo: **M13672**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Projekt zvýšení kapacity a flexibility výroby
vybraného pracoviště**

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši využitých zdrojů z dané oblasti.
- Charakterizujte vybrané metody a oblasti průmyslového inženýrství.

II. Praktická část

- Podrobte analýze současný stav na pracovišti zpracování konců.
- Na základě provedené analýzy aplikujte vybrané metody charakterizované v teoretické části s cílem zlepšení tohoto stavu.
- Zhodnoťte výsledek aplikace vybraných metod.

Závěr

Rozsah diplomové práce: cca 70 stran
Rozsah příloh:
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

BAUER, Miroslav. Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě. 1. vyd. Brno: BizBooks, 2012, 193 str. ISBN 978-80-265-0029-2.

HIRANO, Hiroyuki. 5S for operators: 5 pillars of the visual workplace. Portland, Or.: Productivity Press, 1996, 121 str. ISBN 15-632-7123-0.

IMAI, Masaaki. Gemba Kaizen: Řízení a zlepšování kvality na pracovišti. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2005, 314 str. ISBN 80-251-0850-3.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 str. ISBN 80-902-2356-7.

SHINGO, Shigeo a Andrew P DILLON. A study of the Toyota production system from an industrial engineering viewpoint. Rev. ed. Cambridge, Mass.: Productivity Press, 1989, 257 str. ISBN 09-152-9917-8.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Martin Melišík, Ph.D.
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: 16. února 2015
Termín odevzdání diplomové práce: 27. dubna 2015

Ve Zlíně dne 16. února 2015


prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková
děkanka




prof. Ing. Felicita Chromjaková, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen přípouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

1. že jsem na diplomové/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
2. že odevzdaná verze diplomové/bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně


.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Cílem této práce je zvýšení kapacity a flexibility vybraného pracoviště ve společnosti zabývající se zpracováním dílů pro automobilový průmysl. K dosažení tohoto cíle budou použity vybrané nástroje a metody průmyslového inženýrství. Celá práce bude v souladu s moderní výrobní filozofií – Kaizen a Leanproduction.

Klíčová slova:

Kaizen; Lean production; 5S; Muda; průmyslové inženýrství; MOST; visual management.

SUMMARY

This thesis is aimed at increasing the capacity and flexibility of a selected workplace in a company which is specialized in processing parts for automotive industry. Selected tools and methods of industrial engineering will be used to achieve this aim. The whole thesis will be in harmony with the modern production philosophy - Kaizen and Lean production.

Keywords:

Kaizen; Lean production; 5S; Muda; industrial engineering; MOST; visual management.

Den má 86 400 vteřin – Tomáš Baťa

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří měli pozitivní vliv na proces tvorby mé diplomové práce. Především chci poděkovat panu Ing. Martinu Melišíkovi, Ph.D. za odborné vedení práce a cenné rady. Mé poděkování patří i partnerce Ing. Monice Truhlářové za poskytnutí skvělého zázemí pro tvorbu. V neposlední řadě chci poděkovat programátorovi Mgr. Pavlovi Machovskému, který stojí za technickým řešením projektu na online hlášení výroby.

OBSAH

ÚVOD.....	10
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE.....	11
I TEORETICKÁ ČÁST.....	12
1 CHARAKTERISTIKA SOUČASNÉ SITUACE NA TRHU	13
1.1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	14
1.1.1 Klasifikace průmyslového inženýrství	14
1.1.2 Požadavky ze strany podniků.....	15
2 ZÁKLADNÍ PRINCIPY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ	17
2.1 SYSTÉM TAHU VE VÝROBNÍM PROSTŘEDÍ	17
2.2 PARETŮV PRINCIP	18
2.3 POKAÝOKE	19
2.4 VIZUÁLNÍ MANAGEMENT	20
2.5 ISHIKAWA DIAGRAM	21
3 MUDA.....	23
3.1 MUDA – NADPRODUKCE	23
3.2 MUDA – ZÁSoby	24
3.3 MUDA – OPRAVY ZMETKŮ	24
3.4 MUDA – POHYB	24
3.5 MUDA – ZPRACOVÁNÍ	25
3.6 MUDA – ČEKÁNÍ.....	25
3.7 MUDA – DOPRAVA.....	25
3.8 MUDA – NEVYUŽITÉ SCHOPNOSTI ZAMĚSTNANCŮ	25
4 KAIZEN	27
4.1 CYKLUS PDCA (PLAND-DO-CHECK-ACTION).....	28
5 TOC – TEORIE OMEZENÍ	29
5.1 ÚZKÉ MÍSTO	29
5.2 TOC.....	29
5.3 DRB.....	29
6 MOST – MAYNAR OPERATION SEQUENCE TECHNIQUE	31
6.1 SEKVENČNÍ MODEL Y BASIC MOST.....	31
6.2 VÝHODY A NEVÝHODY METODY MOST	33
7 5 S – PĚT PILÍŘŮ VIZUÁLNÍHO PRACOVÍŠTĚ.....	35
7.1 TRÍDĚNÍ.....	35
7.2 NASTAVENÍ POŘÁDKU	36
7.3 LESK	37
7.4 STANDARDIZACE.....	37
7.5 ZACHOVÁNÍ.....	38
II PRAKTICKÁ ČÁST	39
8 CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI.....	40

8.1	DLOUHODOBÉ CÍLE	40
9	CHARAKTERISTIKA VÝROBNÍHO PROCESU VE VYBRANÉ SPOLEČNOSTI.....	41
9.1	PRODUKT	41
9.2	VÝROBNÍ PROCES	42
9.3	CHARAKTERISTIKA PROCESU VULKANIZACE	44
9.3.1	UNI HAP.....	45
9.3.2	HAP.....	45
9.3.3	OFA.....	46
9.3.4	MAT.....	46
9.3.5	GLB.....	46
9.4	PŘEDPOKLÁDANÉ VYTĚŽENÍ STROJŮ VE SLEDOVANÉM OBDOBÍ.....	47
9.5	ANALÝZA TOKU MATERIÁLU	49
9.6	ANALÝZA TOKU KOMPONENTŮ	51
10	ANALÝZA PŘÍČIN A ZDROJŮ PLÝTVÁNÍ.....	54
10.1	CHARAKTERISTIKA JEDNOTLIVÝCH PŘÍČIN.....	56
10.1.1	Materiál	56
10.1.2	Stroje	56
10.1.3	Manažerské funkce.....	57
10.1.4	Procesy	58
10.1.5	Lidé	59
10.1.6	Metody	59
10.2	NÁVRH ŘEŠENÍ	59
11	REALIZACE KAIZEN PROJEKTU - SLEDOVÁNÍ PRACOVÍŠTĚ ONLINE	62
11.1	TECHNICKÉ PARAMETRY – ONLINE VÝROBY.....	62
11.2	VÝVOJ WEBOVÉ APLIKACE	63
11.2.1	Požadavky na webovou aplikaci	63
11.2.2	Participace výroby na tvorbě aplikace a testování	67
11.2.3	Udržovací náklady databáze	67
11.3	VZHLED A POPIS VSTUPNÍ MASKY APLIKACE	68
11.3.1	Zadávání.....	71
11.3.2	Kontrola.....	73
11.3.3	Oprava	73
11.3.4	Ukončení směny.....	74
11.4	ZPŮSOB PREZENTACE ÚDAJŮ	74
11.4.1	Možné využití databáze.....	78
11.5	SLEDOVÁNÍ VÝKONŮ JEDNOTLIVÝCH ZAMĚSTNANCŮ	79
11.6	IMPLEMENTACE.....	79
11.6.1	Testování	80
11.6.2	Prezentace vedení.....	81
11.6.3	Nahrazení stávajícího řešení	82
11.7	ZÁVĚREČNÉ ZHODNOCENÍ PROJEKTU	82
12	5 S SKLADU	83

12.1	SKLAD REST-KUSŮ	83
12.1.1	Současná podoba skladu	84
12.1.2	Analýza intenzity materiálových toků	85
12.1.3	Návrh rozdělení	87
12.2	SKLAD GUMOVÝCH LŮŽEK	91
12.3	PLÁN 5S PROJEKTU.....	92
13	APLIKACE METODY MOST NA PRACOVIŠTI UNI HAP	93
13.1	POPIS PRACOVNÍCH OPERACÍ	93
13.2	SOUČASNÁ PODOBA PROCESU	93
13.3	NÁVRH NOVÉHO PROCESU	94
	ZÁVĚR	96
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	99
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	102
	SEZNAM OBRÁZKŮ	103
	SEZNAM TABULEK.....	105
	SEZNAM GRAFŮ	106
	SEZNAM PŘÍLOH.....	107

ÚVOD

Motem této práce je výrok Tomáše Bati: „Den má 86 400 vteřin“. Tomáš Baťa je otcem moderní koncepce výroby, který téměř před 100 lety používal ve svém systému výroby prvky průmyslového inženýrství. Tento výrok příkládá důležitost detailnímu zkoumání procesů a nutnost eliminace jakékoliv formy plýtvání (každá sekunda se počítá). Tohoto konceptu se drží tvorba celé práce.

Obor průmyslové inženýrství se vyučuje jak na technických, tak i na ekonomických vysokých školách. V této práci bude na danou problematiku nahlíženo pohledem ekonoma. Ekonomický pohled je přítomen ve všech částech diplomové práce. Je důležité optimalizovat a zlepšovat procesy, ale stejně důležité je se ptát, kolik toto zlepšení stojí a kolik toho toto zlepšení přinese.

Diplomová práce se skládá ze dvou částí. V první teoretické části jsou definovány jednotlivé pojmy, postupy a nástroje, kterých bude využito v druhé praktické části.

Práce byla zpracována ve společnosti, která velmi dbá na uchování interních informací v podniku. Proto nebude nikde zmíněn název, právní forma společnosti nebo stát, ve kterém se tato firma nachází. Dále musela být práce schválena vedoucím daného oddělení, aby se předešlo úniku určitého typu informace. Toto je poslední fáze procesu tvorby práce. Proto jsou některé informace „cenzurovány“ pomocí tmavomodrých polí.

Cílem této práce je dosáhnoutí zlepšení kapacity a flexibility pracoviště vulkanizace. Tohoto cíle bude dosaženo aplikací vybraných postupů a metod. Nejprve bude provedena analýza současného stavu, na jejím základě budou detekovány problémové oblasti a způsoby, jak tyto oblasti optimalizovat.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cílem práce je navrhnout opatření, které by vedly ke zvýšení kapacity a flexibility výroby. K dosažení tohoto cíle bude použita řada analytických a aplikačních metod.

Nejprve bude provedena analýza kořenové příčiny za pomoci diagramu příčiny a následků. Poté budou analyzovány jednotlivé materiálové toky na pracovišti vulkanizace, bude provedena horizontální a vertikální analýza anticipovaných materiálových toků pro následujících šest měsíců. Při analýze bude použito Paretovo rozdělení, které pomáhá separovat klíčové problémy od podružných.

Na základě těchto analýz budou navrženy koncepce řešení příčin plýtvání. Bude použita metoda standardizovaného vizuálního pracoviště 5S, protože tato metoda je jedna ze základních metod průmyslového inženýrství a pokud nejsou implementovány metody základní, není možné implementovat metody sofistikovanější. Nástrojem, který bude využit nejvíce, je vizualizace ve všech svých formách. Člověk vnímá více než 80 % informací zrakem, proto je důležité využívat možností vizualizace. Metoda, která je v práci klíčová, je Kaizen, tedy dílčí kontinuální drobné změny, které ve svém úhrnu pomáhají k lepšímu fungování celku.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 CHARAKTERISTIKA SOUČASNÉ SITUACE NA TRHU

Současný spotřebitelský trh je ovlivněn faktory, které před pár lety vůbec neexistovaly, nebo jejich vliv nebyl tak intenzivní. V dnešních dnech se globální západní ekonomika nachází v post krizovém období. Tato situace má vliv na chování spotřebitele v podobě snížení spotřeby a zvýšení úspor – úspory obyvatel v České republice vzrostly za posledních pět let o třetinu. (ČNB, 2014)

Při pohledu do budoucnosti nelze ignorovat fakt, že ekonomická krize nechala „naživu“ pouze silnější a zdravější firmy, což globální konkurenci ještě více vyostřuje. Dle Stýbla jsou, v následujících patnácti letech pro udržení konkurenceschopnosti podniku, pro zákazníka klíčové inovace a přidaná hodnota. Ve své knize Management podniku světové třídy uvádí: *“Jde o to, najít „svou přidanou hodnotu“, vlastní zdroje energie na její vytváření, podněty pro aktivní jednání apod. ... Nelze pasivně vyčkávat, nebo se zahltit momentálními opatřeními. Cesta kupředu je dlážděná inovacemi. Firmy musí měnit svá firemní portfolia, zakládat efektivitu na procesech“* (Stýblo, 2011, s. 14-16). Stejný procesní pohled a inovativní přístup měl téměř před 100 lety i vizionář Tomáš Baťa, který v době největší ekonomické krize v novodobých dějinách insourcoval řadu externích procesů jako například uhelné doly, dopravu apod. (Pokluda, 2013, s. 63)

Další ze znaků současného trhu je globalizace. Globalizace neboli integrace národních ekonomik do globálních celků provází lidstvo odjakživa. Míra integrace je přímo úměrná stupni technologického vývoje společnosti. Inovace v podobě lodní, vlakové nebo letecké dopravy přispěly k zvětšování globálního trhu. Tuto globalizaci ještě více umocnila informační technologie, která dostala tento trh do zcela nové dimenze – do prostředí internetu. Být významným globálním hráčem znamená být konkurenceschopný čili být produktivní a udržovat dlouhodobý ekonomický růst. Nejprve byl za faktor konkurenceschopnosti považován dostatek přírodních zdrojů, postupem času se větší váha přikládala investicím. V průběhu 70. let, v důsledku ropných šoků roku 1973 a 1978 v období slumpflace¹, se staly faktorem pře-

¹Slumpflace – Kombinace poklesu hrubého domácího produktu doprovázená nárůstem cenové hladiny (Jurečka, 2010 s. 113)

žití inovace. „Prioritní se stala orientace na intenzivní exploataci výrobních výstupů a kvalitní stránku produkce. Nastalo zavádění nových technologií, což zapříčinilo neustálou potřebu inovací.“ (Kuchaříková, 2011, s. 12-13).

1.1 Průmyslové inženýrství

Tato kapitola nebude jako předchozí zacílena na tržní segment výrobků a služeb, ale na trh práce. Na trh práce vstupují absolventi jako nabízející, firmy zde představují stranu poptávky. Tento trh je z hlediska „rentability lidského kapitálu“ zcela klíčový. (Holman, 2008 s. 147)

Cílem této kapitoly je co nejpřesněji vyjádřit pojem „Průmyslový inženýr“. Na toto povolání bude nahlíženo jak ze strany nabídky trhu práce (Vysoké školy – jako producenti lidského kapitálu), tak poptávky – jednotlivé firmy. Obor průmyslové inženýrství je relativně mladý. Tento multidisciplinární obor řeší optimalizaci procesů a zefektivnění výroby pomocí technických znalostí a nástrojů managementu. Cílem průmyslového inženýra je maximalizace přidané hodnoty pro zákazníka při minimalizaci zbytečných nákladů. (Businessinfo, 2011). Toho lze docílit soustavným a kontinuálním odstraňováním plýtvání (jap. Muda). (Svozi-lová, 2011 s. 34)

Jednotlivé procesy se odstraněním plýtvání zeštíhlují (ang. Lean²). Procesy, které jsou lean, jsou zbaveny zbytečné zátěže v podobě plýtvání, vyznačují se větší flexibilitou a robustností. (Businessinfo, 2011)

S touto definicí se shoduje i Mašín, který vidí tento obor jako hledání způsobů vedoucí k eliminaci plýtvání iracionalit a přetěžování. (Mašín a Vytlačil, 2000 s. 82)

1.1.1 Klasifikace průmyslového inženýrství

Průmyslové inženýrství se dělí na klasické a moderní. Hlediskem pro toto členění jsou metody, které jednotlivé větve užívají. Klasické tradiční metody jsou výrazně starší než novější moderní metody. To ale nijak negativně nepůsobí na jejich význam.

²Lean se dá do českého jazyka přeložit i jako libový čili netučný zdravý.

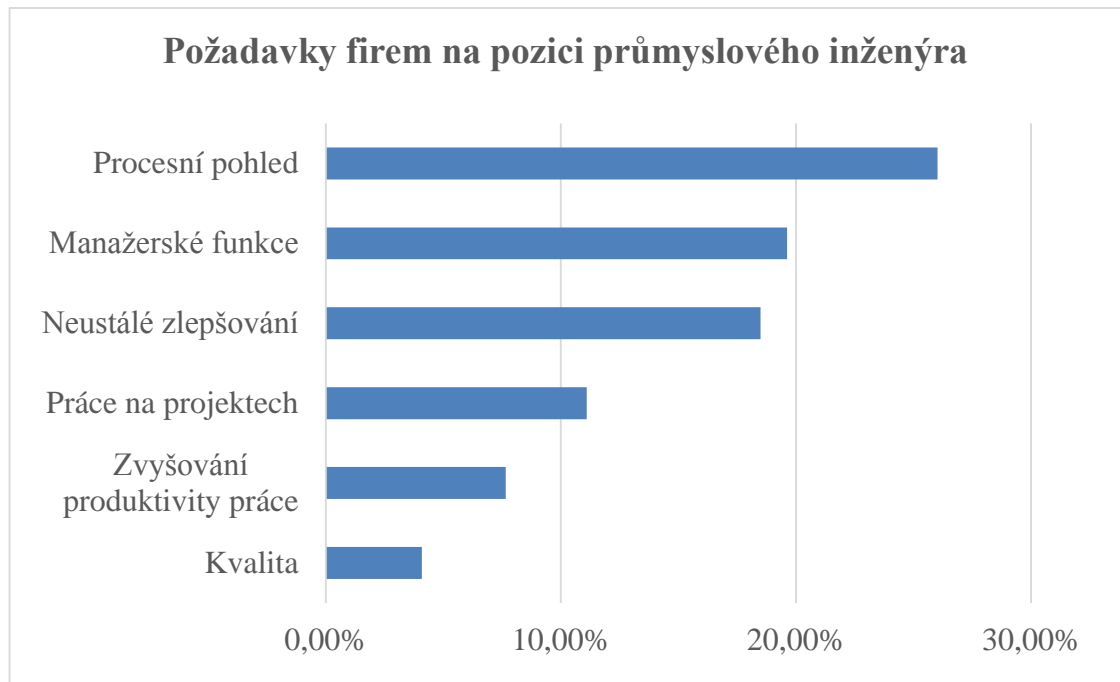
- Klasické metody se týkají pouze dvou oblastí, a to studia práce a operačního výzkumu. Studium práce se soustřeďuje na
 - studium pracovních metod - efektivní interakce právního prostoru s materiálem zařízení a pracovníkem
 - měření práce – základem pro efektivní odměňování a plánování. (Mašín, 2005)
 - Operační výzkum, který skýtá sofistikovanější nástroje. Jako například metody řešení sekvenčních úloh, metody matematické statistiky, síťové grafy atd. (Mašín a Vytlačil, 2000 s. 88-94)

- Moderní metody průmyslového inženýrství

Moderní metody průmyslového inženýrství mají kořeny v Japonsku (proto budou některé termíny v textu uvedeny japonsky). Zde to byla firma Toyota, která jako jedna z prvních firem, jenž tyto metody poprvé úspěšně aplikovala a zdokonalila. Za zmínku stojí například TPM (v překladu Celkově produktivní údržba) nebo rychlá výměna nástrojů - zkrácení času přetypování – SMED (Tuček a Bobák, 2006 s. 108-109)

1.1.2 Požadavky ze strany podniků

V této kapitole budou presentovány výsledky rychlé analýzy trhu práce. Data pro tuto analýzu byly čerpány z několika internetových serverů sloužících k zprostředkování zaměstnání. Šest požadavků firem na tuto pracovní pozici s největší četností výskytu je zachyceno v následujícím grafu.



Graf 1 - Požadavky firem na pozici průmyslového inženýra

- Firmy považují za nejdůležitější procesní pohled. To v praxi znamená spolupráci s jednotlivými odděleními ve společnosti. Optimalizací celého procesu lze dosáhnout většího synergického efektu než optimalizací dílčích úseků. Procesní pohled je pro průmyslového inženýra charakteristický, proto je tato pracovní pozice vedena v některých firmách pod názvem procesní inženýr.
- Manažerskými funkcemi je myšleno plánování, organizování, kontrola, motivace, vedení lidí, rozvoj svůj a ostatních. (Cejthamr, 2011, s. 130)
- Neustálé kontinuální zlepšování bude více rozebráno v rámci kapitoly Kaizen.
- Práce na projektech je dalším ze specifík průmyslového inženýra. Problémy, které průmyslový inženýr v podnicích řeší, mohou být natolik ojedinělé a neopakovatelné, že vyžadují projektový způsob práce.
- Nejmenší váhu přikládají firmy činnostem, které vedou ke snížení výrobního taktu – zvýšení produktivity. Zvýšení kvality snižuje počet výskytů neshodných výrobků ve výrobním procesu. Do této oblasti spadá i znalost norem ISO.

2 ZÁKLADNÍ PRINCIPY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ

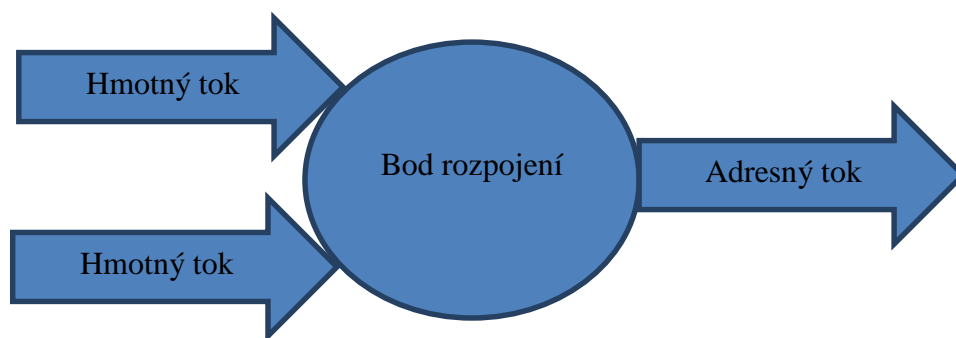
V této kapitole budou představeny vybrané principy, které považují za důležité, a které budou respektovány v celé diplomové práci. Je to zejména princip tahu, Paretův princip, Pokayoke a vizuální management.

2.1 Systém tahu ve výrobním prostředí

Svozilová obecně pojímá systém tahu (pull), jak výrobní režim ve kterém impulz k zahájení výroby dodá zákazník. Výroba je tedy zahájena na základě požadavku zákazníka, materiálový tok je od samého počátku adresný - informace „teče“ před materiálem. Celý výrobní systém musí být v režimu tahu flexibilní, aby se dokázal přizpůsobit měnícím se požadavkům zákazníků. (Svozilová, 2011, s. 182) Systém tahu se někdy označuje jako MTO (make-to-order), „vyrábět na objednávku“ (Macgregor, 2013, s. 211)

Protikladem principu tahu je princip tlaku označován jako MTS (make-to-stock) „vyrábět na sklad“. Zde není výroba vyvolaná požadavkem zákazníka, ale je tlačena na sklad, kde čeká na objednávku. (Macgregor, 2013, s. 211)

Místo, ve kterém tlak přechází na tah, je označováno jako bod rozpojení. V bodu rozpojení se k hmotnému toku přidává tok informací. Výsledkem je adresný tok konkrétnímu zákazníkovi viz obr.



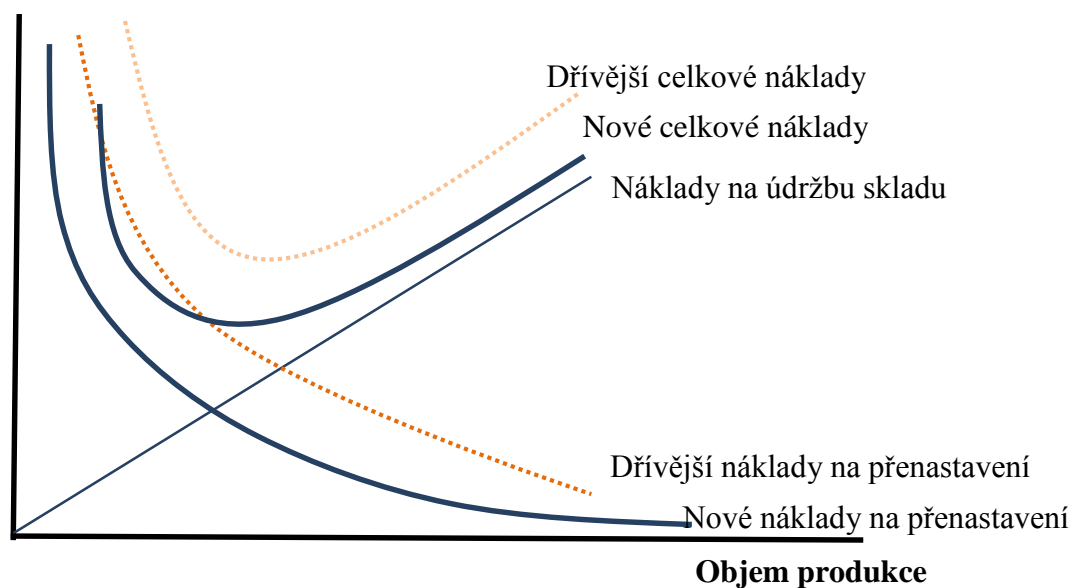
Obrázek 1 - Poloha bodu rozpojení (Tomek, 2014, s. 81)

V systému tahu je bod rozpojení více nalevo, v systému tlaku je snaha posunovat bod rozpojení více napravo. Poloha bodu rozpojení má vliv na WIP (*work in proces*), tedy rozpracovanost a náklady s ní spojené. Čím více se bod rozpojení posouvá doleva, tím více se snižuje průměrný stav zásob. (Tomek, 2014, s. 84)

Praktickou aplikaci výše uvedeného přináší ve své knize „Systém tahu ve výrobním prostředí“ skupina autorů z vydavatelství ProductivityPress. Zde uvádějí praktický přínos tahu

jako vhodný nástroj individualizace výrobku a možnosti širokého sortimentu výrobků a režimu výroby v malých dávkách. „Výroba jednoho typu produktu ve velkých sériích nesplňuje požadavky kladené na výrobce v dnešním vysoce konkurenčním tržním prostředí. Obrázek 2 porovnává zásoby a náklady na přenastavení u velkosériové a malosériové výroby. S výrobou systémem tahu se schopnost snížit doby přenastavení stává základním faktorem při snižování těchto nákladů.“ (Shopfloorseries, 2008 s. 5)

Náklady



Graf 2 - Závislost nákladů na objemu produkce (velikosti výrobní dávky)

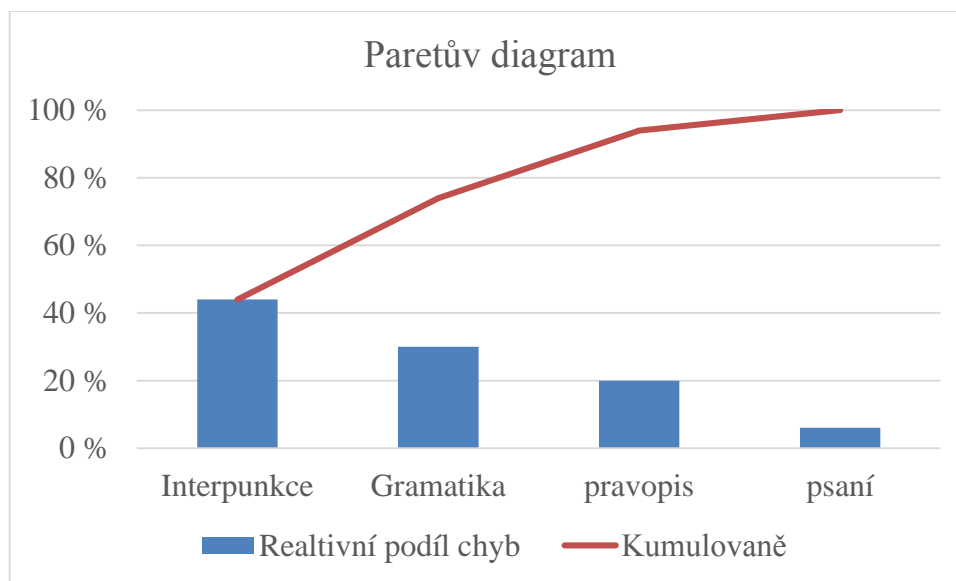
2.2 Paretův princip

Paretův princip je pojmenovaný podle italského ekonoma Vilfreda Pareta, který v roce 1906 zkoumal rozdělení bohatství a došel k závěru, že 20 procent populace vlastní 80 procent bohatství. O téměř čtyřicet let později Dr. Joseph aplikoval toto pravidlo ve vztahu mezi příčinou a následkem v souvislosti s kvalitou. Tedy, že 20 procent vad způsobuje 80 procent problémů. (Stan, 2010 s. 4)

Tento princip se dá zobrazit pomocí Paretova diagramu. Tato technika pomůže vizualizovat kořenové příčiny a určit priority při řešení daného problému. V knize TotalQualityManagement od Charantimatha je uveden následující modelový příklad tohoto diagramu. (Charantimath, 2009 s. 73)

Tabulka 1 – Modelový příklad Paretového diagramu

Kategorie chyb	Relativní podíl chyb	Kumulovaně
Interpunkce	44 %	44 %
Gramatika	30 %	74 %
Pravopis	20 %	94 %
Psaní	6 %	100 %



Graf 3 – Paretův diagram (Charantimath, 2009 s. 73)

2.3 PokaYoke

PokaYoke znamená v překladu „chybo-vzdornost“. Tímto termínem nahradil Shingeo Shingo původní termín Baka-Yoke, což v překladu znamená „blbu-vzdornost“, protože původní termín se netěšil u zaměstnanců velké oblibě. V praxi se takto označují například osvětlení signalizující chybu, měřicí přípravky a ostatní systémy, které slouží k detekci a prevenci chyb vznikající ve výrobě.

Pro PokaYoke je charakteristické, že jej jsou schopni neustále využívat všichni zaměstnanci v průběhu své pracovní doby bez omezení. Velmi často je aplikovatelný s nízkými náklady. Poskytuje okamžitou zpětnou vazbu a prevenci. Detekuje chybné vstupy dříve, než se stanou součástí výrobního procesu a přibalí na sebe v průběhu výroby další náklady. Například elektronický senzor na stroji, který dokáže podle váhy určit, zda daný výrobek obsahuje všechny komponenty.

Principem tohoto přístupu je eliminovat veškeré chyby včas. Dělat věci správně napoprvé. (Penneerselvam, 2012 s. 615-617)

Tyto principy shrnuje Mikel J. Harry, president a předseda představenstva Six Sigma Management Institut, v knize The Practitioner's Guide to Statistics and Lean Six Sigma for Process Improvements ve třech bodech:

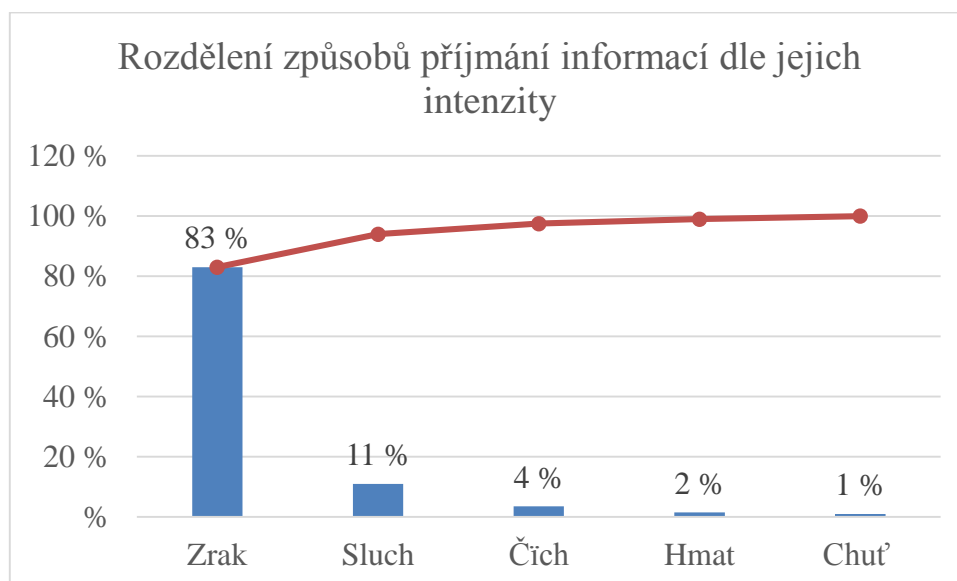
- Levný
- Snadno použitelný
- Významně a efektivně předcházet chybám předtím než vůbec nastanou

(Harry, 2010 s. 77)

2.4 Vizualní management

Výše uvedeno Paretovo rozdělení lze aplikovat i na způsob, jak člověk přijímá informace, jak ukazuje následující graf.

Informace, které jsou vizualizovány, jsou jasné a přehledné. Platí, že princip jisté informační štihlosti musí být respektován i v rámci vizuálního managementu. Vizualizované informace musí být ve srozumitelné formě, nesmí jich být příliš, aby nedošlo v důsledku této situace k informačnímu přehlcení a následného přehlídnutí nebo opomenutí důležité informace. (Bauer, 2012 s. 44 - 46)



Graf 4 - Rozdělení způsobů příjmu informací dle jejich intenzity. (Bauer, 2012 s. 44)

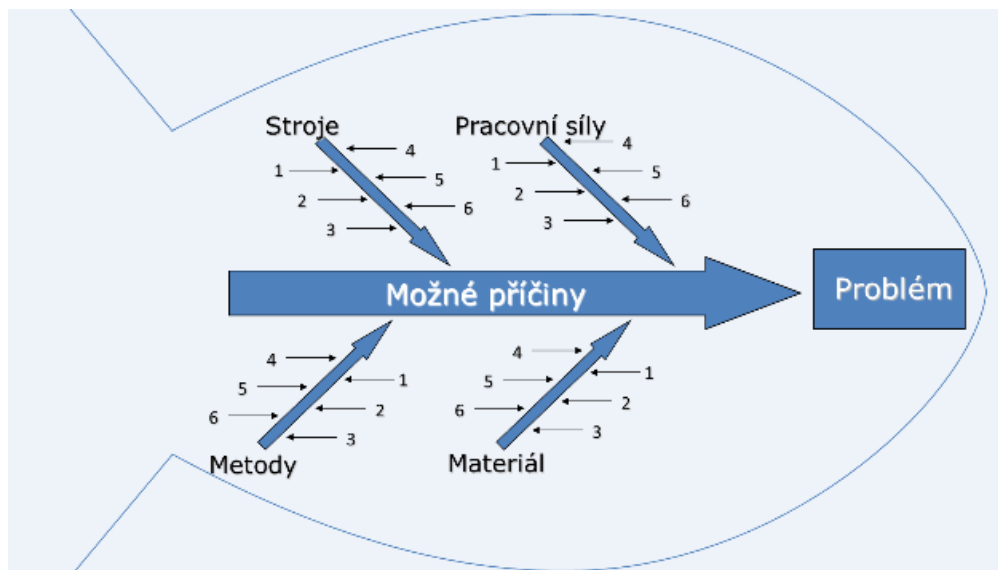
Proto je velmi účelné předávat informace pomocí zraku. Vizuální management je proto dobrým nástrojem, který respektuje tento princip. Vizuální management je souhrnem grafických nástrojů, obrázků, pomůcek. Tento souhrn proces zpřehlední a pomůže k jeho pochopení všem zainteresovaným.

Tabulka 2 – Techniky a definice cíle vizuálního managementu
(Bauer, 2012 s. 44 - 46)

Co patří k vizuálním technikám	Základní otázky při definici cíle.
Barevné kódování a značení	Proč to děláme?
Obrázky a grafika	
Kanbanové karty	Pro koho to děláme?
Barevné čáry, linie	
Signalizace	Čemu to pomůže?
Nástěnky a informační tabule	
Diagramy	Čeho tím chceme dosáhnout?
Obrázková dokumentace	
Barevné značení abnormalit	Kolik času jsme tomu schopni obětovat?
Obrazová dokumentace	

2.5 Ishikawa Diagram

Známý i jako diagram rybí kost nebo diagram příčin a následků. Tento diagram vyjadřuje příčný vztah, který kategorizuje do skupin. V rámci skupiny probíhá detailnější analýza dílčích příčin. Problém, který má být řešen, je graficky znázorněn jako hlava ryby, vazby mezi příčinami jako kosti. Po definici problému by mělo následovat hledání hlavní příčiny jako například: stroj, člověk, materiál, prostředí, metoda. Poté je potřeba hlavní příčiny podrobit hlubší analýze a zjistit kořenové příčiny. Po vyčerpání všech možností je vhodné podrobit všechny příčiny Paretově analýze a vybrat ty nejrelevantnější. (Svět produktivity, 2012)



Obrázek 2 - Ishikawa Diagram (Svět produktivity, 2012)

3 MUDA

Slovem Muda se v japonštině označuje plýtvání – činnosti či práce, která nepřidává hodnotu výrobku pro koncového zákazníka. Tyto činnosti si ve výrobních procesech nárokují zdroje, spotřeba těchto zdrojů nijak nemění stav rozpracovanosti, ve kterém se výrobek nachází. Ohno³ rozdělil plýtvání na pracovišti do sedmi kategorií:

- *Muda z nadprodukce*
- *Muda ze zásob*
- *Muda oprav a zmetků*
- *Muda pohybu*
- *Muda zpracování*
- *Muda čekání*
- *Muda dopravy* (Imai, 2005, s. 79)

3.1 Muda – nadprodukce

Příčinou tohoto plýtvání je mentalita vedoucího výrobní linky (Imai, 2005, s. 80). Nositel Nobelovy ceny za ekonomii Daniel Kahneman tvrdí, že lidé mají přirozenou averzi k riziku (Kahneman, 2012 470 – 473). Je tedy zcela v lidské přirozenosti vytvářet si časový zásobník ke krytí rizika neočekávaných výkyvů ve výrobě, poruch, nedostatků pracovních sil atd. Z pohledu systému „právě včas“ je výroba v náskoku před plánem ještě větší prohřešek než zaostávání. „*Výroba většího, než potřebného počtu produktů má za následek ohromné plýtvání: spotřeba surovin předtím než jsou potřeba, plýtvání lidskými a energetickými vstupy, plýtvání kapacitou výrobních zařízení, zvýšení úrokové zátěže, prostorové nároky na uskladnění přebytečných zásob, zvýšené dopravní a administrativní náklady.*“ (Imai, 2005 s. 80)

Někdy se vyrábí nadbytek, pokud společnost investovala do nového výrobního zařízení. Společnost chce proto zařízení co nejvíce využít, aby se investice jevila jako oprávněná a zařízení se co nejdříve „zaplatilo“. To vede k navýšení zásob a dalšímu plýtvání, o kterém pojednává následující kapitola. (Imai, 2005, s. 80)

³Taiichi Ohno - Japonský manažer, který se významnou měrou podílel na Toyota Production Systému

3.2 Muda – zásoby

Zásobou je myšlen materiál v různém stupni rozpracovanosti, součástky a náhradní díly. To jsou zásoby, jež mají vliv na výši provozních nákladů podniku tím, že si nárokují místo, které mohlo být efektivněji využito, řízení skladu, ale především má délka skladování vliv na kvalitu, která časem klesá. (Imai, 2005, s. 80)

Řada manažerů ve svých podnicích zásoby toleruje, protože tyto zásoby skryjí veškeré chyby a nedostatky ve výrobě. Zásoby zamaskují například neefektivní vedení údržby časté poruchy strojů. Na opravy je čas díky velkému časovému bufferu v podobě zásoby. (Imai, 2005, s. 81)

3.3 Muda – opravy zmetků

Zmetky představují ve výrobě vážný problém, protože mají delší proces, který vyvolává další náklady na skladování zmetků a opravy. Zmetky vrácené do procesu se zpravidla vyznačují obtížnějším zpracováním a vyšší mírou neshodných kusů, které často nelze opravit. V boji proti tomuto druhu plýtvání je vhodné použít automatické zařízení, které detekují vadné produkty včas, obsluhu, která může zastavit stroj neprodleně při výskytu poruchy. (Imai, 2005, s. 81)

3.4 Muda – pohyb

Pohyb, který není spojen s přidáváním hodnoty pro zákazníka, je neproduktivní součástí výrobního procesu. Například nadbytečná chůze, fyzicky náročná a zbytečná manipulace s břemenem. Zabráněním této ztráty lze docílit účelnou změnou layoutu⁴ dílny. Při pozorování obsluhy strojů lze jejich pohyb třídit podle toho, zda hodnotu pro koncového zákazníka přidává či nikoli. Činnosti nepřidávající hodnotu by měly být eliminovány nebo alespoň minimalizovány. Odstranění muda je efektivní, pokud je změna uspořádání strojů doplněna novými pracovními pomůckami a postupy. (Imai, 2005, s. 82)

⁴ Layout - (situační) rozvržení, rozestavení, dispozice (Slovník Lingea, 2014)

3.5 Muda – zpracování

Občas je muda samotný výrobní proces nebo jeho části. Někdy jsou jednotlivé úkony pro finálního zákazníka nepotřebné a lze je odstranit. „*Například v továrně na výrobu telefonních přístrojů se sluchátka a těla přístrojů vyrábí na oddělených linkách a později jsou kompletovány na finální lince. Aby byl povrch sluchátek během dopravy na finální linku chráněn před poškozením, musí být každé sluchátko zabaleno v plastovém sáčku. Spojením výrobní linky pro sluchátka a finální linky může výrobce zcela odstranit jeden úkon – balení sluchátek do sáčků*“ (Imai, 2005, s. 82)

3.6 Muda – čekání

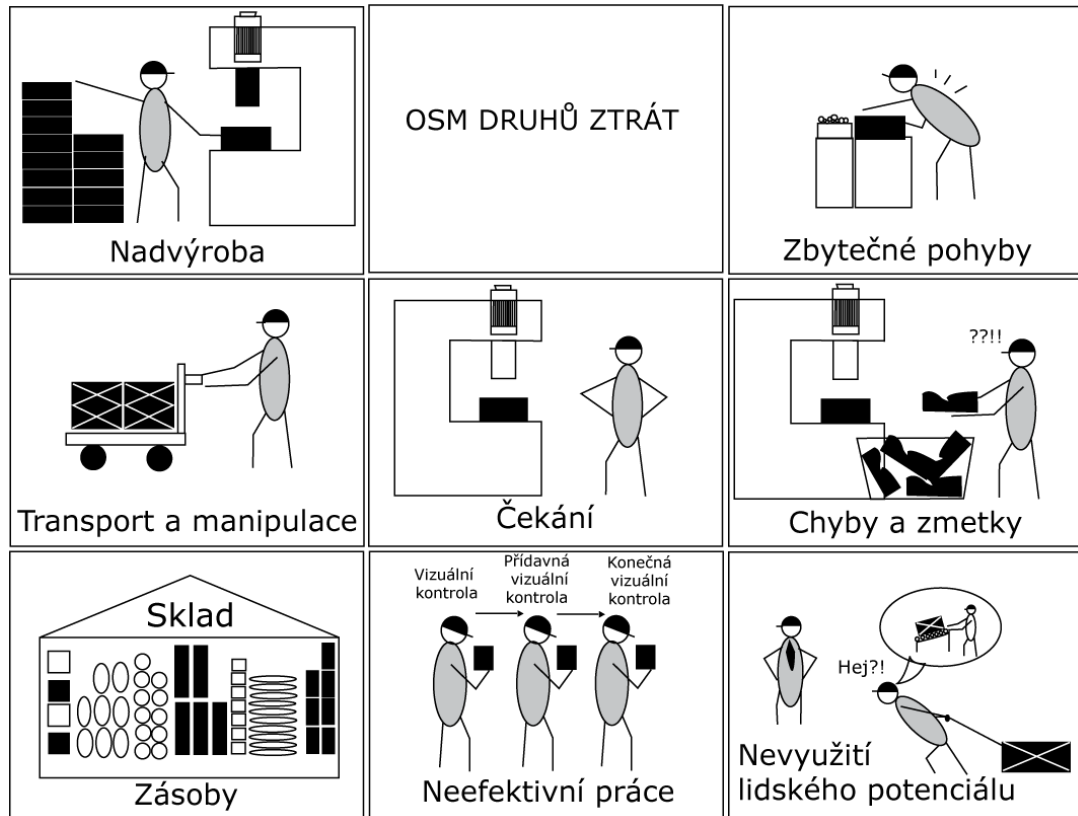
Kdykoliv, kdy se ruce operátora zastaví kvůli nedostatku materiálu, poruše, chybějícím komponentům (například kvůli nesouladu výrobního plánu komponentů s výrobním plánem finální produkce), dochází k mudě čekání. Hlavním problémem je, že nečeká pouze zaměstnanec, ale i výrobní zařízení. K čekání může docházet, i když stroj běží a operátor čeká kvůli delšímu procesnímu času stroje na opracování – operátor čeká, nevyužívá se jeho potenciál. (Imai, 2005, s. 83)

3.7 Muda – doprava

Touto dopravou se myslí veškeré způsoby interní logistiky, přemísťování materiálu mezi jednotlivými fázemi výrobního procesu. V některých provozech je nemožné procesní uspořádání, proto je manipulace nutná (například kvůli investičně náročnému rozměrnému zařízení, které má firma k dispozici pouze jedno. V oblasti průmyslu, jež se zaměřuje na zpracování kovů, bývá tímto zařízením tzv. „kalička“). Doprava prodlužuje průběžnou dobu výroby, ale také představuje riziko pro poškození zboží, někdy dokonce i riziko ztráty materiálu. (Imai, 2005, s. 83 - 86)

3.8 Muda – nevyužité schopnosti zaměstnanců

Někteří autoři jako například Alena Svozilová spatřují plýtvání v nedostatečném využívání potenciálu zaměstnanců. Jsou to veškeré překážky bránící v uvolnění jejich tvořivé síly jako například nedostatečně fungující motivační systém, apatie řídicích pracovníků k zlepšujícím návrhům atd. (Svozilová 2011, s. 36-38)



Obrázek 3 - Plýtvání ve výrobě (Svět produktivity, 2012)

4 KAIZEN

Pojem Kaizen je japonský výraz skládající se ze dvou slov kai – změna, zen – dobrý. Neboli změna k lepšímu. Je to průběžná aplikace drobných zlepšení.

Filozofie tohoto přístupu tkví v kontinuálním procesu neustálých dílčích drobných změn, které v úhrnu přispívají k větší efektivitě celku. Tento systém představuje myšlenku neustálého zlepšování podnikových procesů. Podnět ke zlepšení nepřichází v kanceláři nad tabulkami a grafy, ale přímo ve výrobě na skutečném místě, které se označuje jako Gemba. (Svět produktivity, 2012)

Toto zlepšování prochází všemi vrstvami podniku. Jak uvádí Imai: „*KAIZEN navíc znamená neustále probíhající zdokonalování týkající se všech, včetně manažerů a dělníků*“. (Imai, 2004 s. 23) Imai založil před více než 25 lety Kaizen Institute a je označován jako otec této filozofie. (Bauer, 2012 s. 9)

Ovšem tento přístup byl v průmyslu respektován již před více než 230 lety. V revolučním díle Adama Smitha – Pojednání o podstatě a původu bohatství národů – první vydání 1776, je v úvodu podroben analýze proces výroby špendlíků s ohledem na personální náročnost. Nechybí ani popis jednotlivých pracovních operací. O několik stránek dále je uveden příklad drobné kapitálově nenáročné změny, která ovšem velmi efektivně odstraňuje Muda - zpracování. Chlapec, pracující⁵ s parním strojem, zde zautomatizuje proces uzavírání a otevírání spojení mezi kotlem a válcem. Tohoto cíle dosáhl pomocí spojení rukojetě záklopy s jinou pohyblivou částí stroje. Díky tomuto řešení má více času na hraní s kamarády. (Smith, 2011 s. 7 - 16)

Tento přístup se dále rozvíjel s ohledem na dobu a možnost nabízející tehdejší technologie. Další významnou osobností byl Tomáš Baťa, který vždy chodil na Gemba se zápisníkem a tužkou v kapse, dílčí drobné zlepšení si poznamenal a následně průběžně implementoval. Dále užíval například nástrojů vizualizace výrobního plánu nebo moderních způsobů logistiky. (Baťa, 2013, s. 79)

⁵V té době byla dětská práce zcela přirozená záležitostí

4.1 Cyklus PDCA (pland-do-check-action)

Dle Deminga je nesmírně důležitá interakce mezi výzkumem, projekcí, výrobou a prodejem. Pro dosažení vysoké zákaznické spokojenosti a kvality je nutná neustálá rotace těchto čtyř stupňů. Později se pro uvedené vžil výraz „Neustále otáčející se Demigovo kolo“. Japonští manažeři nazvali toto kolo cyklem PDCA. Je to série činností, jejichž cílem je zlepšování a zdokonalování.

- Plánováním začíná celý cyklus PDCA. Zde se shromažďují veškerá dostupná data k projektu, jakmile je plán dokončen nastupuje další krok.
- Dalším krokem je realizace plánu.
- Po realizaci musí být provedena kontrola, aby bylo jasné, zda bylo dosaženo stanovených cílů.
- Posledním krokem je standardizace použitých metod.

(Imai. 2004 s. 75)

5 TOC – TEORIE OMEZENÍ

V této kapitole bude představena teorie omezení. Bude definováno úzké místo a jeho role ve výrobním procesu. V rámci řešení úzkých míst bude představena koncepce DBR (Drum, Buffer, Rope).

5.1 Úzké místo

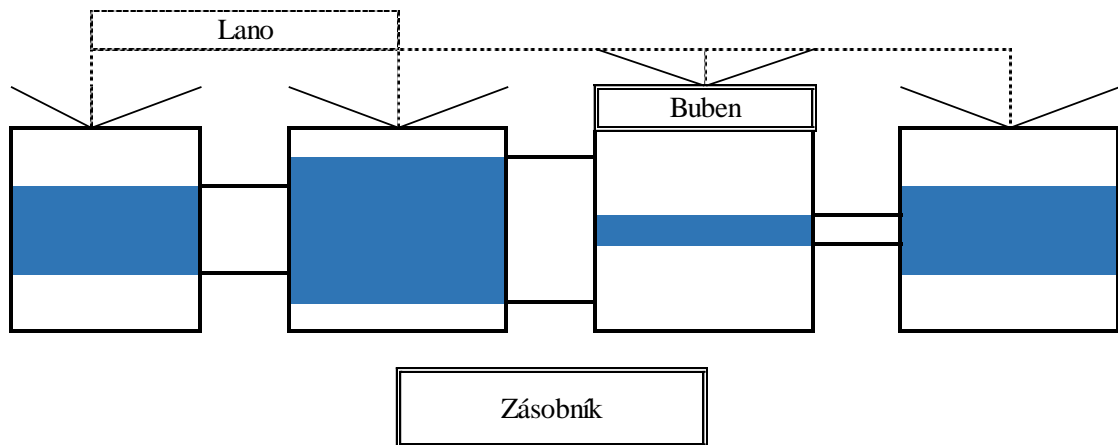
Pojem úzké místo lépe vystihuje jeho anglický překlad „Bottleneck“ v doslovném překladu hrdlo láhve. Ve výrobním interním materiálovém logistickém toku má bottleneck stejný efekt na průtok materiálu jako hrdlo láhve na průtok vody z láhve. Úzké místo, jako místo s nejpomalejším průtokem, determinuje čas celého procesu. (Lui, 2011 s. 38 – 40) Ve výrobním prostředí je úzkým místem myšlen stroj s největším výrobním taktem – největším intervalem mezi dvěma vyrobenými výrobky. (Business Centrum, 2015)

5.2 TOC

Theory of Constraints (teorie omezení) jsou metody změny organizačního charakteru, které se soustředí na růst zisku v podniku. Ústředním prvkem této teorie je, že každý proces má alespoň jedno omezení. Pokud chce management dospět ke zlepšení procesů, tak právě na toto místo je vhodné se zaměřit.

5.3 DRB

Izraelský fyzik Eliahu Goldratt přišel v 70. letech minulého století s myšlenkou, že procesy se mají zlepšovat pouze v tom místě, kde zlepšení přináší zlepšení celého procesu. Goldrattův inovativní přístup vycházel z faktu, že v procesu existuje vždy pouze jedno úzké místo (nejslabší článek řetěze). Místo toho, aby se držel známé fráze, že úzká místa je nutno odstraňovat, navrhl přizpůsobit veškerá ostatní pracoviště úzkému místu. Logika je taková, že pokud dojde k přerušení výroby nebo výpadku v procesu, který není úzkým místem, tak následky nejsou tak negativní, jako když k tomu dojde na úzkém místě. Na základě této myšlenky navrhl metodu buben-zásobník-lano (drum-buffer-rope). Tato metoda je založena na identifikaci úzkého místa a eliminaci jakéhokoliv výpadku kapacity na tomto pracovišti.



Obrázek 4 - Drum-Buffer-Rope

Průtok celého procesu určuje úzké místo. To dává rytmus celému procesu, proto je označeno jako buben. Lano zde symbolizuje princip tahu a zprostředkovává informaci o taktu úzkého místa, který udává všem místům v procesu. Poslední je zásobník, který je umístěn před úzkým místem a tvoří jej zásoba materiálu čekajícího na opracování. Zásobník slouží k tomu, aby pokryl riziko poruchy předcházejícího stroje – zastavení materiálového toku proces nijak neomezí, dokud se zásobník zcela nevyčerpá. Tato snaha obvykle přináší nárůst výkonu celého procesu o 10 až 20 %. (Fišer, 2014 s. 96 – 100)

6 MOST – MAYNAR OPERATION SEQUENCE TECHNIQUE

Informace o časech trvání jednotlivých pracovních činností člověka je důležitým faktorem při plánování organizace a řízení pracovního procesu. Znalosti délky pracovního cyklu lze dosáhnout například pouhým odhadem. Tato metoda není příliš časově náročná, ovšem její přesnost je minimální. Proto se v praxi používají sofistikovanější metody měření práce, s jejichž pomocí lze dosáhnout dobrého využití pracovních sil i strojního zařízení. (Mašín Vytlačil, 2000 s. 103)

Pro tyto potřeby se vyvinula koncepce měření práce na základě historických dat. Dle minulých časů operací se předpokládaly časy operací budoucích. Opravdovým inovátorem byl v tomto směru Frederick W. Taylor, který na lidskou práci pohlížel jako na proces, který lze rozčlenit do jednotlivých dílčích elementů, které mohou být následně objektem hlubší analýzy. Na to navázali manželé Frank a Lillian Gillberthovi, kteří izolovali a identifikovali tyto elementy v podobě základních opakujících se pohybů. Z pohybových studií vzrostly systémy předem určených časů (predetermined motion time systems – PMTS). Vznikly tak techniky k přiřazení časů k předem specifikovaným základním pohybům. Časové hodnoty se přiřazují k základním pohybům dle datových tabulek. (Mašín Vytlačil, 2000 s. 104 – 106)

Ze systémů předem určených pohybových časů MTM (Methods-Time Measurement) vznikl cestou inovací a zlepšení systém MOST – Maynar Operation Sequence Technique. Ten vychází z toho, že většina práce lze převést na společného jmenovatele, a tím je přemístování objektů. „*Autor systému MOST a legenda průmyslového inženýrství K. Zandin zjistil, že přemístování objektů sleduje určité konzistentně se opakující vzorce, jako je sáhnout, uchopit, přemístit a umístit objekt. Tyto vzorce byly identifikovány a uspořádány jako sekvence pohybových prvků (či subaktivit), uplatněné při přemístování objektu*“ (Mašín, Vytlačil, 2000 s. 106 – 108).

Toto přemístění lze realizovat dvojitým způsobem, a to buď zvednutím přemístění (volným prostorem) nebo přemístěním v kontaktu s jiným povrchem (posouvat). Ke každému typu přemístění patří různá sekvence. Pro používání nástrojů je určen speciální sekvenční model. (Mašín, Vytlačil, 2000 s. 109)

6.1 Sekvenční modely Basic MOST

Obecné přemístění je možné definovat jako manuální přemístění objektu z jednoho místa volně prostorem. Tato aktivita se skládá ze čtyř subaktivit:

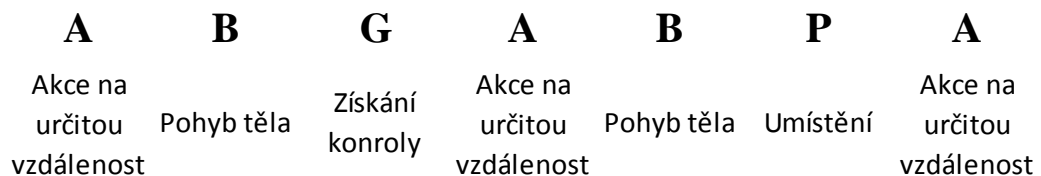
A – Horizontální akce na určitou vzdálenost (Action Distance)

B – Vertikální pohyb těla (Body motion)

G – Získání kontroly (Grain control)

P – Umístění (Placement) (Mašín, Vytlačil, 2000 s. 109)

Obecné přemístění je nejčastěji používaným sekvenčním modelem definováno následovně:



Obrázek 5 - Obecné přemístění (Mašín Vytlačil, 2000 s. 110)

K těmto subaktivitám se přiřazují čísla, která jsou vztažená k časům nebo náročnosti jednotlivých úkonů dle datové karty. Tyto hodnoty jsou při pravidelném užívání snadno zapamatovatelné, a to činí metodu MOST naprosto flexibilně aplikovat v praxi. Sekvence s vyplněnými čísli indexů, může mít tuto podobu:



Obrázek 6 - Příklad obecného přemístění (Mašín, Vytlačil, 2000 s. 110)

A_6 = Učinit tři až čtyři kroky k místu objektu

B_6 = Sehnout se a napřímít

G_1 = Získat kontrolu nad lehkým objektem

A_1 = Přemístit objekt na dosah ruky

B_0 = Žádný pohyb těla

P_3 = Umístit a ustavit objekt

A_0 = Žádný návrat

V praxi by to mohl být pohyb operátora, který udělá tři kroky, zvedne šroub ze země, narovná se a dá šroub do otvoru. Obecné přemístění tvoří nadpoloviční většinu veškeré manuální práce. Basic MOST používá ještě řízené přemístění nebo použití nástroje. Všechny tři typy přemístění jsou shrnuty v této tabulce: (Mašín, Vytlačil, 2000 s. 110)

Tabulka 3 – Technika měření práce Basic most (Mašín, Vytlačil, 2000 s. 111)

Technika měření práce Basic MOST		
Aktivita	Sekvenční model	Subaktivity
Obecné přemístění	A B G A P A	A - Akce na určitou vzdálenost B - Pohyb těla G - Získání kontroly P - Umístění
Řízené přemístění	A B G M X I A	M - Přesun řízený X - Procesní čas
Použití nástrojů	A B G A B P A B P A	I - Vyrovnání F - Utáhnout L - Uvolnit C - Dělit S - Povrchová úprava M - Měření R - Zaznamenání T - Myšlení

Cílem měření práce musí být získání údajů o čase, který je potřeba na daný úkon vynaložit. Zjištění tohoto času se docílí pomocí indexových čísel každého parametru, dle sekvenční tabulky, která je součástí příloh. Indexy lze převádět na jednotky TMU v poměru 1:10 (např. $A_3 = 30$ TMU), jednotky TMU lze poté převádět na čas $1 \text{ TMU} = 0,036$ sekundy. (Placement), (Mašín, Vytlačil, 2000 s. 113 – 115)

6.2 Výhody a nevýhody metody MOST

Mezi největší výhody MaynarOperationSequenceTechnique je

- Snadné naučení metody
- Jednoduché použití
- Při častém používání se snadno indexy a sekvence vryjí do paměti – poté lze metodu použít kdykoli i bez Basic Karty

- Lze použít při plánování provozu nebo Layoutu nebo kdekoli, kde není možné provést reálné měření

Nevýhody:

- Předem určené časy nezohlední veškeré vlivy na pracovišti

7 5S – PĚT PILÍŘŮ VIZUÁLNÍHO PRACOVIŠTĚ

Továrny jsou často přirovnávány k živým organismům. Ty zdravé se projevují větší pružností reakce na interakce s okolním prostředím. Zdravé podniky se dokáží přizpůsobit ve světě neustále měnících se požadavků zákazníků. Vykazují adaptaci k vysokým nárokům na jakost. K dosažení zdravého podniku je potřeba zbavit se přebytečných „tuků“ v podobě plýtvání a zeštíhlit podnikové procesy – zavést leanproduction eliminovat muda. Pět pilířů 5S je v tomto směru naprostým základem. (Hirano, 1996 s. 9 – 25)

Principem 5S je pět postupně následujících kroků, jejichž počáteční písmena začínají v japonském originálním znění písmenem „S“ (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke). Do českého jazyka by se daly přeložit jako: třídění, nastavení pořádků, lesk, standardizace a zachování. (Hirano, 1996 s. 9 – 25)

5S může být pojato i jako jakýsi odrazový můstek k ostatním zlepšujícím činnostem. Lidé se setkávají s efektivitou tohoto přístupu i v osobním životě. Například platí, že pokud lidé mají doma pevné místo na klíče, mobilní telefon, peněženku, fungují pak mnohem efektivněji při opuštění domu ve spěchu, kdy je času nedostatek. Jakékoliv malé zdržení kvůli hledání určitého předmětu, může mít důsledky v podobě pozdního příchodu, ujetí dopravního spoje atd. Tento princip se dá uplatnit i v továrnách, kdy například může stroj stát při přetytování, protože se hodinu hledá měřící přípravek, aby mohl zaměstnanec kvality uvolnit výrobu. (Hirano, 1996 s. 9 – 25)

Pět pilířů nemá výhody pouze pro podnik, ale i pro samotné operátory v podobě zpříjemnění práce a pro větší uspokojení z práce. Odstraněním překážek se odstraní frustrace z práce a usnadní se i komunikace. V následujících kapitolách budu představeny jednotlivé pilíře. (Hirano, 1996 s. 9 – 25)

7.1 Třídění

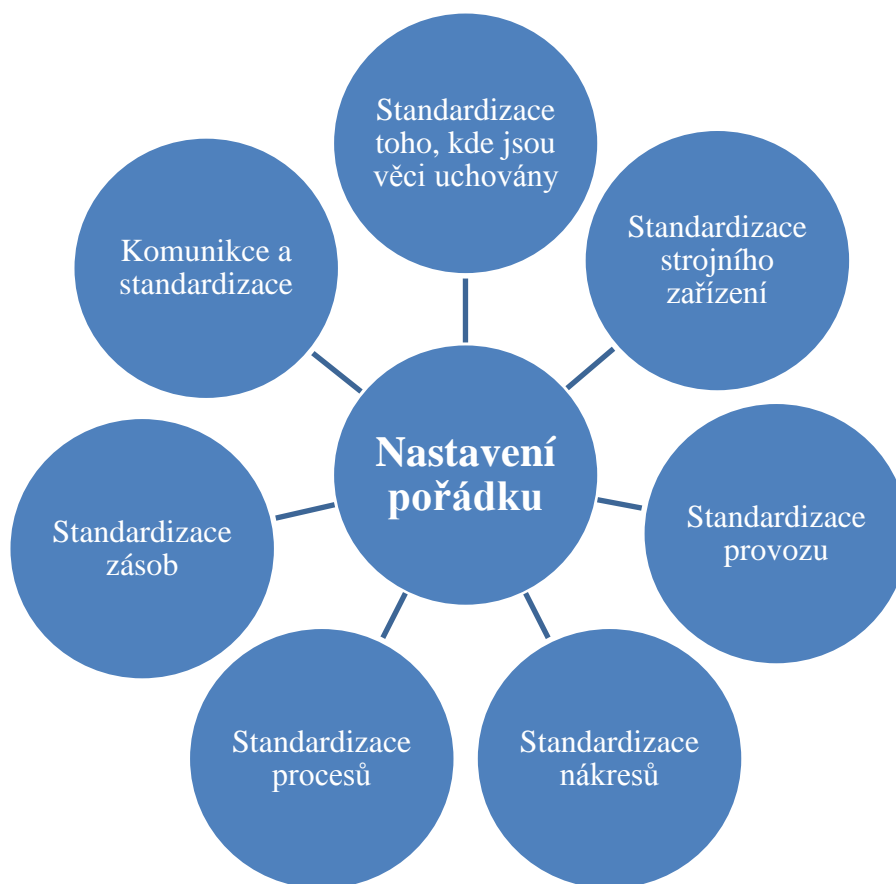
Cílem tohoto kroku je na pracovišti udržet jenom to, co je skutečně potřeba a nepotřebného se zbavit. Tříděním je myšleno zbavení se pouze těch předmětů, u kterých je jistota, že je nikdy nebudete potřebovat. Tříděním se dá vyhnout ztrátám v důsledku dlouhého hledání, ztrátě z udržování nepotřebné zásoby – nepotřebné zásoby si nárokují místo a komplikují zlepšení toku procesu. (ProductivityPress, 2009 s. 26 – 38)

Předměty, které jsou odstraněny z pracoviště, mohou být tohoto typu:

- Defektní díly, nadbytečné množství komponentů a malých součástek
- Pokažené nebo nepotřebné přípravky
- Pokažené nebo zastaralé nástroje
- Staré opotřebované hadry a materiál na čištění a údržbu
- Zastaralé plakáty, oběžníky a jiné neaktuální informace (ProductivityPress, 2009 s. 26 – 38)

7.2 Nastavení pořádku

Nastavení pořádku je uspořádání vytříděných předmětů tak, aby byly snadno k nalezení a k použití. Je vhodné účelně používat nástroje jako například vizuální management nebo standardizace. Standardizace je pilířem nastavení pořádku, jak je zobrazeno na tomto diagramu.



Obrázek 7 – Standardizace jako pilíř nastavení pořádku. (ProductivityPress, 2009

Pracoviště se stává efektivní po zavedení jakéhokoli druhu standardizace. (ProductivityPress, 2009 s. 42)

Další nástroj, který je v tomto kroku použit, je vizuální řízení. Vizuální management je souhrnem komunikačních zařízení například vyznačení prostoru, kam patří pracovní nástroje. Řeší také kolik předmětů, kam patří, tím se zamezí jejich hromadění. Každý předmět by měl mít pouze jedno standardní umístění, které by mělo být viditelné a dostupné. V mnoha případech jde standardizace a vizuální řízení ruku v ruce. V praxi se v tomto kroku používá strategie štítků a nátěru. (ProductivityPress, 2009 s. 42)

7.3 Lesk

Tato složka zdůrazňuje odstranění veškeré špíny a nepořádku z pracoviště. Vše by mělo být udržováno v čistotě. V čistém a úhledném pracovišti se lépe pracuje. Procedury, které vedou k čistotě, by se měly opakovat v jednodenní frekvenci. Zaměstnanec tak při tomto každodenním úklidu pracoviště kontroluje. Pokud se tak děje na konci směny, snižuje se pravděpodobnost nepořádku, zapomenutí osobních věcí, prázdných lahví od pití, prázdných krabic od komponentů atd. Výhodou je, že na čistých strojních zařízeních se snadněji odhalí porucha nebo nějaká odchylka od normálního stavu, která může včas identifikovat problém a poruše předejít.

Pořádek by měl být pravidelně kontrolován vedoucími pracovníky a jeho dodržování musí být po zaměstnancích požadováno. (ProductivityPress, 2009 s. 57 – 67)

Pokud se povede úspěšně zavést program lesku, může být poté zaveden i program „systematická kontrola.“ Ta může pomoci předejít nečekaným poruchám strojů. To je i základem pro zavedení TPM. (ProductivityPress, 2009 s. 57 – 67)

7.4 Standardizace

V této kapitole se ukotví tři předchozí pilíře, aby jejich zavedení bylo stálé. Standardizace je vytvoření konzistentního provádění úkolů a procedur. Bez tohoto kroku je vysoká pravděpodobnost, že první tři pilíře nebudou zachovány. Úspěšné zavedení standardizace, které přinese návyk v třídění a nastavení pořádku, lze shrnout v těchto bodech:

- Rozhodnutí, kdo je zodpovědný za činnosti, které jsou důležité pro zachování předchozích 3S. Tito lidé by měli mít jasné pokyny, tak aby bylo srozumitelně a nepopíratelně vymezeno pole jejich zodpovědnosti.

- Začlenění povinností 3S do pravidelných pracovních činností. K tomu, aby se stala činnost 3S každodenní rutinou lze využít
 - Vizuální 5S – Účelem tohoto přístupu je, aby byl každý na první pohled schopen určit, zda je daná situace v normálu nebo ne. Například označením místa, kde se má ukládat bedna s rozpracovanými výrobky. Pokud je bedna umístěna mimo nátěr, je na první pohled jasné, že tato situace není standardní.
 - 5S v pěti minutách – Procedury 3S musí být vykonávány efektivně za určený čas.
- Kontrola úrovně zachování 3S – Musí být určen hodnotitel, který hodnotí úroveň plnění standardů a vytvořen návyk třídění, nastavení pořádku a lesku. (ProductivityPress, 2009 s. 70 – 85)

7.5 Zachování

Tento krok je velmi kritickým krokem, protože je ze všech S nejtěžší a nejdůležitější. Znamená to zachování potřebného návyku. Je snaha zachovat určitý způsob jednání. Odměna za dodržování standardu musí být vyšší než za nedodržování. Jestliže se nepodaří úspěšně zavést poslední pilíř, nebude bez ohledu na kvalitu předchozích pilířů systém 5S nikdy fungovat. Důležitá je v tomto směru organizační struktura a role managementu firmy. Pro zachování a udržení disciplíny se může společnost uchýlit k 5S plakátům, 5S fotografiím, bulletinům 5S, příručkám 5S atd. (ProductivityPress, 2009 s. 86 –90)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

8 CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI

Firma, ve které bude realizace tohoto projektu probíhat, je významným dodavatelem automobilovém průmyslu. Pro zachování anonymity nebude v práci název a právní forma společnosti zmiňována. Některé informace budou v práci na žádost společnosti „začerněny“.

8.1 Dlouhodobé cíle

Dlouhodobým cílem podniku není pouze vytvořit stabilní a ziskovou firmu, ale i podílení se na zlepšení životního prostředí. Firma se snaží svou strategií inovativně-technologického zlepšování o dosažení nejnižší hmotnosti svých výrobků při vysoké kvalitě a funkčnosti. Váha automobilu je důležitým faktorem, který ovlivňuje jeho spotřebu. Nižší váha dílů při stejných vlastnostech za jinak stejných okolností znamená úspornější vůz, který produkuje menší množství plynu CO₂. Toho lze dosáhnout pouze pomocí synergického efektu pramenícího ze snoubení prvotřídní technologie s vysoce kvalifikovanými a všestrannými zaměstnanci. Pro firmu není charakteristické pouze kvalitní technické a personální zázemí, ale i orientace na zákazníka. Nejlépe vystihuje dlouhodobé směřování této tradiční rodinné firmy pravnuke zakladatel a její současný generální ředitel. Ten pronesl následující slova: „*Chceme být stále poháněni vysokými nároky našich zákazníků s tím cílem, abychom na trhu nabízeli nejlepší technologie a výrobky. A jsme poháněni těmi nejlepšími pracovníky*“

9 CHARAKTERISTIKA VÝROBNÍHO PROCESU VE VYBRANÉ SPOLEČNOSTI

V této kapitole bude velmi zešíroka představen celý výrobní proces produktu. Nejprve bude popsán produkt, jehož výrobou se společnost zabývá. Poté bude obecně popsán průběh výroby. Zevrubně bude představen pouze úsek týkající se vulkanizace gumových pouzder. Tuto oblast je cílem optimalizovat.

9.1 Produkt

Společnost je významným dodavatelem automobilového průmyslu. Zabývá se zpracováním kovů, jednotlivé provozovny jsou rozprostřeny po celém světě a dodávají součástky do motorů (ventilové pružiny, systémy napínání řemenů atd.), ale i trubkové hřídele, páskové spony, převodníky, vinuté pružiny atd. V závodě, ve kterém bude tato diplomová práce realizována, se specializuje na výrobu stabilizátorů.

Stabilizátor je podvozkový díl, který při jízdě v zatáčce minimalizuje nepřilnavost kol na vnitřní straně zatáčky. Při absenci stabilizátoru by v důsledku nižší přilnavosti kol klesala jejich schopnost přenášet boční síly, a to by vedlo k nežádoucímu vynášení vozidla ze zatáčky. Funkce stabilizátorů se projevuje zmenšením náklonu karoserie vozu v zatáčce. Umístění stabilizátoru je na každé nápravě mezi koly napříč (viz obr.). Stabilizační tyč má tvar písmene U a je upevněna k nápravě pomocí kovopryžového pouzdra – silentbloku. Konce stabilizační tyče jsou propojeny s náboji kol jedné nápravy.



Obrázek 8 – Stabilizátor instalovaný na podvozku auta



Obrázek 9 – 3D model stabilizátoru

Hlavními přínosy stabilizátoru jsou:

- Redukce stanového naklání vozů při rychlých změnách směru pohybu vozů
- Snížení difference zátěže mezi vnitřními a vnějšími koly vozidla při průjezdu zatáčkou
- Snížení přetáčivosti či nedotáčivosti vozidla

9.2 Výrobní proces

Společnost současně produkuje desítky různých typů stabilizátorů, lišících se technologickým postupem, materiálem, vlastnostmi atd. Výroba se uskutečňuje ve dvou výrobních halách, v hale č. 1 je malosériová výroba, v hale č. 2 velkosériová výroba. Přestože jsou různé typy výrobků vyráběny odlišnou technologií a na různých strojích, výrobní proces zachycen v níže uvedeném diagramu mají společný.



Obrázek 10 – Výrobní proces

Na počátku výrobního procesu je materiálový vstup v podobě balíků materiálu čítajících 200 až 400 kusů trubek nebo plného materiálu. Tento materiál teče od dodavatele sesterskému cca tři kilometry vzdáleného závodu specializující se na výrobu pružin. Po kontrole jakosti putuje materiál dle potřeb výroby na místo zpracování. Tento postup je zaveden kvůli lepším skladovacím možnostem sesterského podniku.

Ve výrobní hale začíná proces tvarováním, tedy ohýbáním materiálu na potřebný tvar. Tento proces probíhá za studena, aby byl tvar co nejpřesnější. Malá série (100 – 1000 kusů) se tvaruje na strojích Wafios, velká série (1000 – 5000 kusů) na lisech a DKB.

Po tvarování za studena se musí daný tvar zafixovat a dodat materiálu požadované vlastnosti. K tomu se využívá rozeřtání materiálu na určitou teplotu buď formou popouštění v popouštěcích pecích (při teplotě cca 350 °C) nebo kalením (při teplotě cca 970 °C). Po kalení a tvarování vždy následuje kontrola tvaru.

Dalším krokem je zpracování konců. Zpracování konců se ve velkých sériích realizuje na lisech, střední a malé série se zpracovávají na stroji AWA, vybrané projekty malých sériích se zpracovávají na svářecím robotu ROMAT a na pracovišti ručního pláttugu.

Tryskání je druh povrchové úpravy, při které se vysokou rychlostí „vystřelují“ na stabilizátor drobné kovové částice, výsledkem je povrch s malou vrstvou tohoto kovu připravený k lakování. Ve společnosti se provádí u trubkových stabilizátorů vnitřní tryskání (je vytryskaná

i vnitřní stěna trubky). Vnitřní tryskání se musí provést vždy před zpracováním konců (jinak jsou konce stabilizátoru uzavřeny a vnitřní tryskání není možné).

Lakování, tedy nanášení barvy na stabilizátory se provádí na lakovací lince. Zde se jednotlivé díly dají do patřičných závěsů, které pak projedou lakovnou. Celý proces lakování trvá 2 hodiny. Lakování se realizuje v obou výrobních halách

Poslední fází výroby je montáž, vulkanizace a balení. Zde se produkty řadí do dvou základních skupin dle způsobu přichycení gumových pouzder k těle stabilizátoru. Gumové pryže lze připevnit ke stabilizátoru mechanickým principem při montáži nebo technologickým postupem vulkanizace.

9.3 Charakteristika procesu vulkanizace

V této kapitole bude co nejstručněji popsán proces vulkanizace gumových pouzder. Poté budou představeny jednotlivé stroje, na kterých se tento výrobní proces odehrává. Gummy se vulkanizují na lakované stabilizátory. Aby byla přilnavost mezi gumou a stabilizátorem co nejvyšší, musí se hladký lakovaný povrch zdrsňit. Zdrsňení se provádí buď mechanicky na stroji OFA nebo laserem na strojích MAT. Z toho plyne, že mechanické zdrsňení je provedeno pouze u stabilizátorů, které se vulkanizují na strojích HAP, UNI HAP a IPSEN.

Vulkanizace se ve společnosti provádí na čtyřech různých typech strojů:

- HAP
- UNI HAP
- MAT
- IPSEN

Vulkanizační pec IPSEN bude z této práce záměrně vynechána, protože sice z technologického hlediska spadá do procesu vulkanizace, ovšem z hlediska organizační struktury a prostorové dispozice zde nepatří. IPSEN vybočuje i způsobem jakým je vulkanizace provedena. Nejprve se stabilizátor s ručně zdrsňenými místy vloží na montážní stůl, kde se zafixuje v požadované pozici. Před ustavením stabilizátoru se musí vložit do montážního přípravku gummy. Jakmile jsou stabilizátor a gummy v požadované pozici, nastává montáž přípravků pro aretaci gum na stabilizátoru. Přípravek se upevní na čtyřech bodech imbusovými šrouby, které se montují ruční utahovačkou poháněnou stlačeným vzduchem. Po montáži nastává vulkanizace, kdy se plný koš stabilizátorů s montovanými gumami vloží do popouštěcí pece IPSEN, kde se stabilizátory nejméně 30 minut vulkanizují. Po vulkanizaci je nutná demontáž

forem. Tento proces je pracovně a časově náročný, proto se týká pouze malosériové výroby. Pracoviště je umístěno v jiné výrobní hale určenou pro malosériovou výrobu.

Vulkanizace velkosériové produkce na strojích HAP, MAT a UNI HAP má následující průběh. Nejprve jsou do WT-plotny vloženy gumy. Poté je zde vložen stabilizátor se zdrsněnými místy. Na WT-Plotnu jsou vloženy formy s gumami, a ty jsou poté zafixovány. Po tomto kroku se tyto místa zahřejí pomocí indukčních cívek. Po zchladnutí na potřebnou teplotu je navulkanizovaný stabilizátor vyjmut z WT a je připraven k balení nebo montáži objímek. Tyto operace se provádí s různou mírou mechanizace. Nejvíce mechanizovaný proces je na strojích MAT, nejméně na stolech UNI HAP.

Do procesu vstupují gumy, drtivá většina gum musí nejprve projít procesem temperace a nástřiku. Pouze u vybraných projektů se gumy stříkat nemusí a přicházejí aktivní od dodavatele. Nástřik gum se provádí buď technologií jedno-nástřiku, nebo dvou-nástřiku. Pro obě tyto technologie jsou dvě rozdílná pracoviště:

- GLB 1
- GLB 2

9.3.1 UNI HAP

UNI HAP je stroj, který je velmi jednoduchý na ovládání a přetypování, je také investičně velmi nenáročný. Jeho problémem je nízká kapacita, která pramení z toho, že ve stroji jsou pouze dvě WT-Plotny a veškerou manipulaci zde provádí operátor. Výhoda tohoto stroje je jednoduché a rychlé přetypování. Je vhodný pro menší série nebo náhradní díly. V úseku vulkanizace se nacházejí dva tyto stroje.

9.3.2 HAP

HAP funguje na stejném principu jako UNI HAP ovšem s větší mírou automatizace. Operátor zde vloží pouze gumová pouzdra, poté stabilizátor a formy, do kterých byly vloženy gumy. Stroj pak uvede do chodu, ten si provede fixaci forem a jejich následnou de-fixaci sám. Tento způsob značně urychlí samotnou vulkanizaci a kapacita je 3 až 4 krát vyšší než u předcházejícího stroje. Ovšem tento stroj je investičně i prostorově náročnější a také je náročný z hlediska přetypování na jiný projekt. Společnost disponuje dvěma stroji HAP. Kusy musí být před vstupem do stroje HAP, tak i do UNIHAP začištěné na strojích OFA.

9.3.3 OFA

OFA je stroj, který neslouží pouze ke zdrsňení plochy stabilizátoru pro lepší přilnavost, ale i k etiketování stabilizátoru, jeho potisku a měření. U stabilizátoru se na tomto stroji automaticky měří průměr, aby nedošlo k záměně s jiným typem. Stroje OFA jsou umístěny před oběma HAP.

9.3.4 MAT

Vulkanizační stroj MAT je plně robotizovaná vulkanizační linka, jejíž výstup je 140 až 180 ks/h. Má tedy dvakrát menší takt než HAP a desetkrát nižší než hand HAP. Výhodou je, že krok očištění stabilizátoru se provádí pomocí laseru přímo ve stroji MAT. Stabilizátory po lakovně nemusejí procházet strojem OFA, ale mohou jít přímo na stroj MAT.

9.3.5 GLB

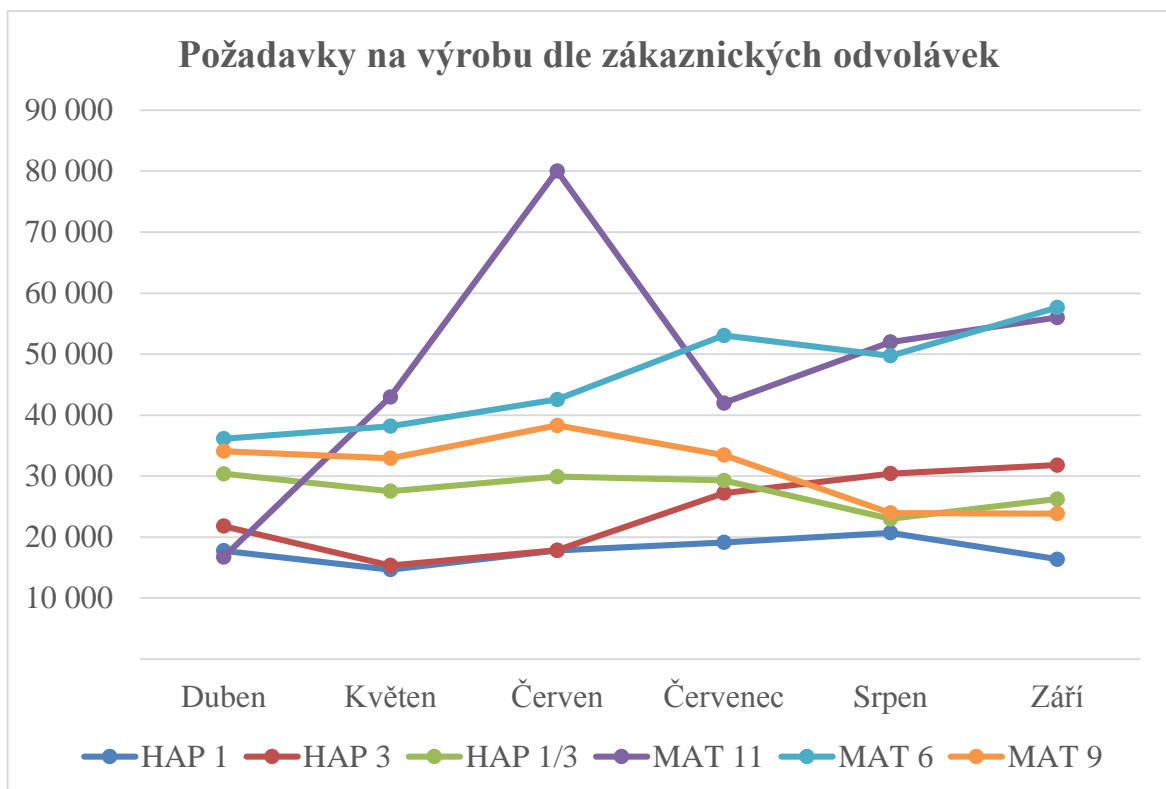
GLB je úsekem výroby, na němž probíhá zpracování komponentů, které jsou pro proces vulkanizace nezbytné. Co do počtu tvoří gumové lůžka v průměru více než 61 % veškerých vstupních komponentů, které jsou ve fázi vulkanizace montáž balení potřeba. V drtivé většině případů je nutné gumová lůžka aktivovat nástřikem, jinak by proces vulkanizace nebylo možné realizovat. Nástřik gum se provádí rozličnou technologií na dvou pracovištích, a to GLB 1 a GLB 2.

- Na GLB 1 se provádí nástřik starší technologií dvou-nástřiku. Do procesu nástřiku gum vstupují surové gummy od externího dodavatele. Které si operátoři naskládají na „plechy“. Gummy se poté dvě hodiny temperují v peci. Po temperaci následuje nástřik nejprve jednou složkou a poté druhou složkou. Po nástřiku musejí gummy ještě vychládnout, aby se mohly neporušené balit. Veškerý přesun materiálu mezi skládáním, temperováním, balením a nástřikem je zajištěn operátory, je zde vyžadován prostor pro manipulaci. Na GLB 1 se neprodukuje pouze gummy pro tento podnik, ale i pro sesterské závody, které mají na spotřebě produkce GLB1 76% podíl. Celý proces nástřiku gum od vstupu surové pryže po její výstup v podobě gummy, kterou je možnou ihned použít, je dlouhý 4 hodiny.
- GLB 2 je nositelem novější technologie nástřiku, ve které proces začíná stejně jako v předchozím případě. Vyskládáním na plechy operátorem, tady ale podobnost končí. Plechy odebere robotická hydraulická paže a vloží je do temperovací pece, z té poté podává vytemperované gummy do stříkací kabiny. Robotická paže zajišťuje i přesun

mezi stříkací pecí a balením, které je hned při vstupu plechů s naskládanými gumami. Celý tento proces je časově a prostorově méně náročný, než v případě dvou nástřiku, navíc si nenárokuje tolik práce operátorů.

9.4 Předpokládané vytěžení strojů ve sledovaném období

V následujícím grafu je předpokládaný vývoj produkce dle jednotlivých strojů ve vymezeném časovém intervalu (následujícího půl roku). Záměrně bylo abstrahováno od strojů UNI HAP, protože na nich lze zpracovávat veškeré výrobky jako na HAP 1 a HAP 3 ovšem ve velmi malém taktu. UNI HAP slouží pouze ke kapacitnímu posílení a jejich vliv je pro potřeby analýzy velmi malý. Produkce vypadá následovně.

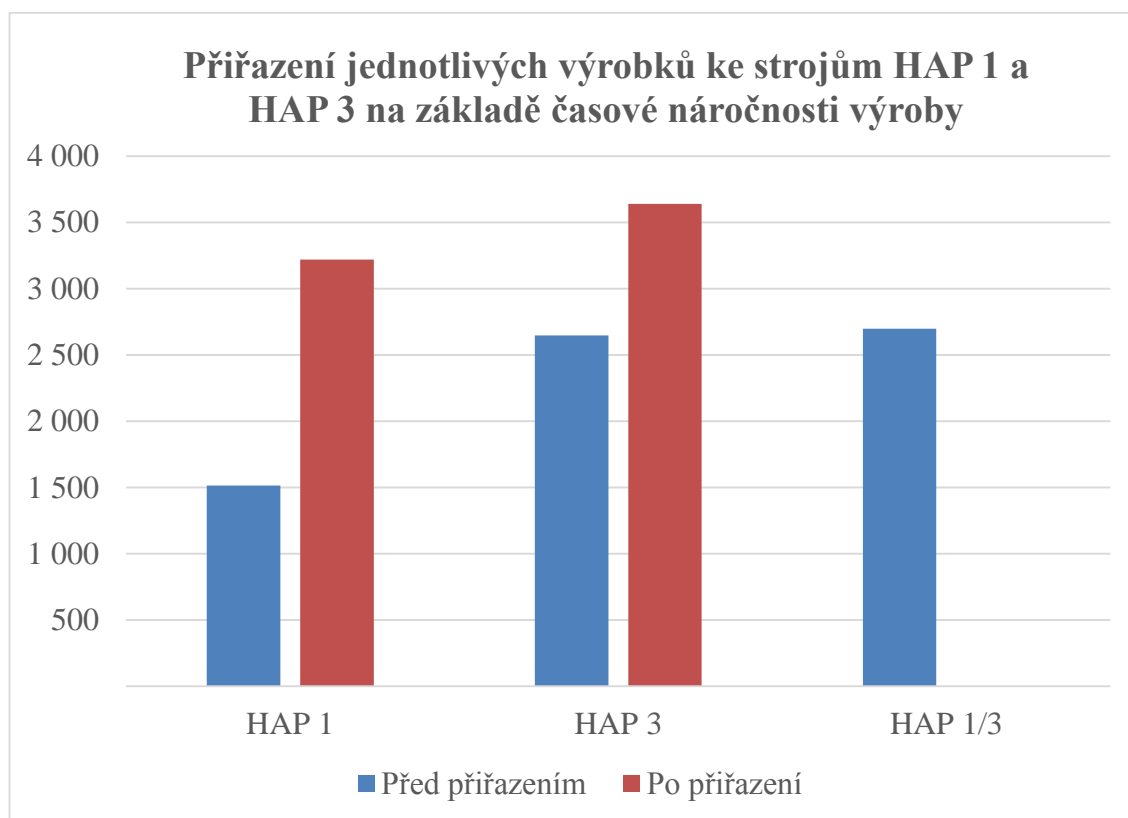


Graf 5 – Vývoj zákaznických požadavků dle jednotlivých výrobní zařízení

Z grafu si lze povšimnout prudkého poklesu požadavků na výrobu pramenících ze zákaznických odvolávek v měsíci srpnu. Je to z toho důvodu, že řada automobilek má „prázdniny“. Dalším faktorem je, že ne všichni zákazníci mají takto dopředu schválené odvolávky, tudíž nefigurují v systému.

Výrobky, které lze vyrábět jak na HAP 1 tak i na HAP 3, jsou na grafu znázorněny zelenou křivkou. Je nutné tyto výrobky přiřadit k jednotlivým strojům tak, aby se dané pracoviště vybalancovalo. Nelze je rozdělit pouze podle počtu výrobků, protože každý výrobek má jiný

takt a toto rozdělení by mohlo vést k přiřazením produktů ke strojům takovým způsobem, který byl z hlediska kapacit velmi vzdálený od optima. Proto byla suma počtu kusů každého produktu v jednotlivých měsících vydělena hodinovou kapacitou stroje u tohoto produktu. Tímto způsobem se zjistí časová náročnost výroby. Rozdělení produktů bylo následovné.



Obrázek 11 – Přiřazení jednotlivých skupin produktů ke strojům HAP na základě časové náročnosti výroby

Modré sloupce v grafu znázorňují situaci před přiřazením, červené sloupce po přiřazení. Lze si povšimnout, že i po rozdělení jsou nároky na stroj HAP 3 o 11,53 % větší než nároky na HAP 1, tuto disproporci lze řešit operativním plánováním výroby pomocí zapojení zmíněných strojů UNI HAP. Vliv tohoto přiřazení je patrný z grafů, které jsou součástí příloh. Z těchto grafů je patrné, že co se počtů kusů týče, je stroj HAP 3 méně vytížený, než HAP 1. Ovšem co se týče času na produkci, je tomu přesně naopak, tento rozdíl je způsoben tím, že produkty zpracovávané na stroji HAP 3 mají delší čas taktu. Toto přiřazení bylo nutné pro pozdější modelování materiálových toků.

9.5 Analýza toku materiálu

U každého projektu, který se zpracovává na tomto pracovišti, jsou dílčí parametry strojů (například doba ohřevu, frekvence indukčních cívek, doba chladnutí aj.) nastaveny odlišně. Tyto diference mezi jednotlivými výrobky velmi ovlivňují variabilitu celého procesu, protože determinují jak procesní čas stroje, tak i manipulační čas operátora. Například některé materiály vyžadují delší dobu ohřevu, jinde zas zákazník požaduje 100% kontrolu a měření. Všechny tyto vlivy musí být brány v potaz, proto je analýza dat naprostou nezbytností. Výsledkem této analýzy bude identifikace rozdílů zpracování, jejich kvantitativní vyjádření. Tyto informace musí být brány v potaz dále při navrhování řešení a optimalizaci pracoviště. Data pro analýzu budou čerpána z podnikového ERP⁶ a MIS⁷.

Z ERP budou čerpány informace ohledně výrobních postupů jednotlivých výrobků a z MIS informace o požadavcích zákazníků na několik měsíců dopředu. Spojením těchto informací je možné identifikovat skupinu výrobků, u nichž lze předpokládat největší četnost výroby.

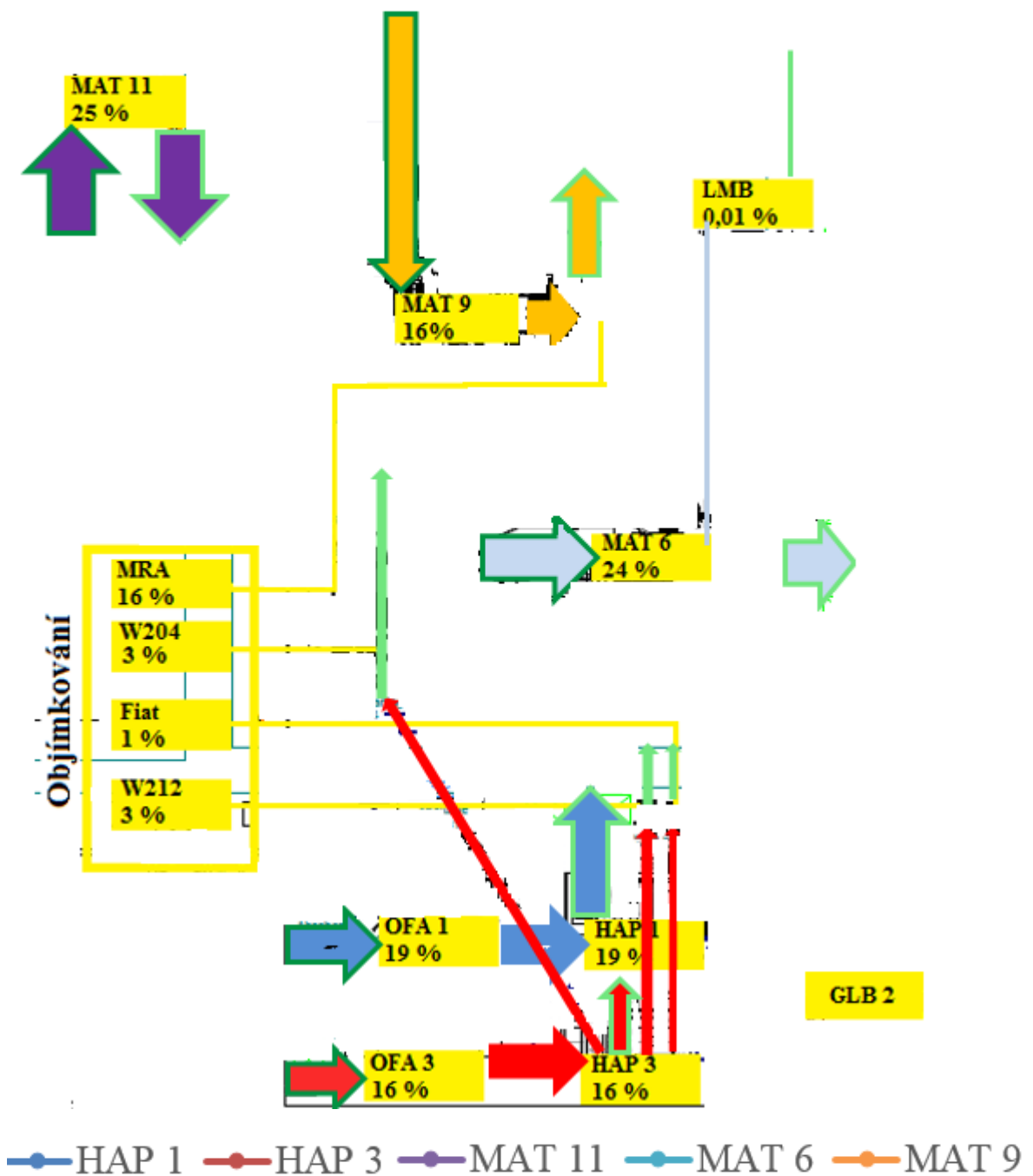
V této části bude analyzován současný stav a nastíněn budoucí vývoj. V první řadě bude nastíněn materiálový tok, který se očekává v průběhu následujících 6 měsíců. Predikce na delší období není možná, protože přesné informace o zákaznických odvolávkách jsou známy pouze do konce září roku 2015.

Po analýze údajů požadavků zákazníků vznikla za pomoci informací z podnikového informačního systému mapa toku materiálu. Jednotlivé materiálové toky jsou vyznačeny šipkami, přičemž šipky se zeleným okrajem znázorňují rozhraní procesu čili vstup (tmavší) nebo výstup (světlejší). Jednotlivé toky jsou znázorněny příslušnou barvou dle stroje, na kterém probíhá vulkanizace. Barvy jsou pro jednotlivé stroje voleny stejně jako v grafu o vytěžení strojů v následujícím pololetí, který je uveden v předcházející kapitole.

Šíře šipek přesně odpovídá intenzitě toku materiálu. Zkrácené názvy strojů jsou uvedeny ve žlutém obdélníčku, zde je také uveden jejich očekávaný relativní podíl na veškerém zpracovávaném výstupu v následujícím pololetí.

⁶ ERP = Enterpriseresourceplanning – Informační systém integrující a automatizující velké množství procesů, které souvisí se všemi činnostmi podniku. ERP obsahuje moduly jako výroba, účetnictví, fakturace, logistika, distribuce atd.

⁷ MIS = Management informationsystem – Je systémem, který shromažďuje informace z ERP, z nichž na základě požadavku zpracovává přehledné reporty tabulky či grafy.



Obrázek 12 – Mapa materiálového toku úseku vulkanizace

Do procesu vulkanizace vstupují u jednotlivých strojů nalakované stabilizátory. 94,21 % veškerých stabilizátorů, které se zde zpracovávají, se lakují na lakovně ve vedlejší hale. Logistický tok mezi lakovnou a vulkanizací zajišťuje interní MilkRun pomocí vysokozdvížných manipulačních vozíků. Materiál se vozí buď v kovových bednách, koších nebo na stojanech.

Výstupem jsou hotové stabilizátory opatřeny gumovým lůžkem a objímkou, které jsou zabaleny dle požadavků zákazníka a nároků logistiky. Hotové výrobky putují do skladu logistiky. V tomto bodě končí proces v režii výroby a dále spadá pod oddělení logistiky, která zajišťuje dopravu, fakturaci, skladování a další činnosti potřebné k včasnému dodání zákazníkovi.

9.6 Analýza toku komponentů

Další oblastí, která bude předmětem analýzy, je tok komponentů, které vyžadují procesy vulkanizace (gumy) a montáž balení (objímky, plošky, obalový materiál). Komponenty je účelné členit do tří skupin dle dodavatelů.

1. Vlastní výroba – Do první skupiny patří veškeré gumové pryže, které se v podniku zpracovávají ve smyslu temperace a nástřiku surových gum, které jsou dodány od externích dodavatelů. Nástřik se ve společnosti provádí dvěma různými technologiemi na dvou různých pracovištích – dvounástřik se provádí na GLB 1, jednonástřik na GLB 2.
2. Výroba v rámci „koncernu“ – Zde patří veškeré objímky a kovové části, které byly vyrobené v rámci „rodiny“ společností, společnost preferuje vlastní výrobu před externími dodavateli, ne pouze kvůli úsporám, ale především kvůli zachování know-how v podniku a zajištění největší kvality.
3. Komponenty od externích dodavatelů – Do třetí skupiny patří veškerý ostatní materiál, který je plně v režii externího dodavatele, jenž je pravidelně auditován.

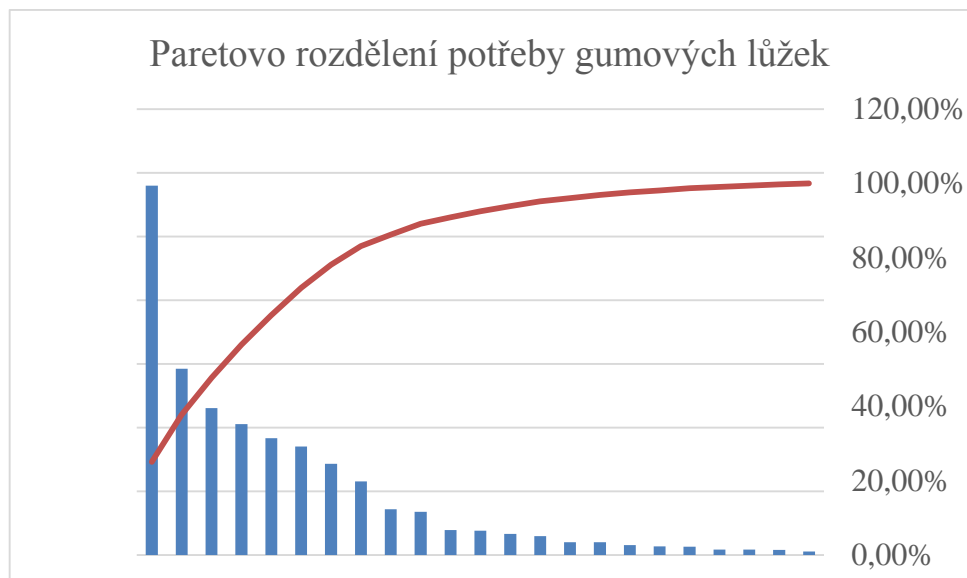
Na tomto rozdělení je jasně patrný Paretův princip. Skupina, kterou tvoří pouze jedna položka – pryže, tvoří co do četnosti většinu. Navíc je účelné zabývat se skupinou komponentů, ve kterých figurují pouze ty, jejichž výrobní procesy se odehrávají přímo v rámci podniku a jsou přímo ovlivnitelné.

Dále bude analyzován tok gumových pouzder od nástřiku k jednotlivým strojům. Na každý stabilizátor jsou potřeba čtyři gumová lůžka, a to buď dvě s označením „O“ a dvě s označením „U“ nebo čtyři s označením „V“. Následující tabulka obsahuje informace ohledně toků jednotlivých gum. Pro přehlednost byly gumy „O“ a „U“ spojeny do jednoho názvu (v tabulce je například místo 84 996 ks xx-xxx-xxx-U a 84 996 ks x-xxx-xxx-O uvedeno 169 992 xx-xxx-xxx-O/U). Tabulka obsahuje:

Tabulka 4 – Četnost nástřiku a spotřeby gumových lůžek u jednotlivých strojů v následujícím pololetí.

		Nástřik		Vulkanizace		
Stroj	Název gumy	Četnosti nástřiku gum		Stroj	Četnost potřeby gum stroji	
		Absolutní	Relativní		Abso- lutní	Relativní
GLB 1			3,11%	HAP1		12,13%
		U/O	7,36%			
		U/O	1,65%			
		O/U	1,70%	MAT6		3,11%
		O/U	0,85%			
		U/O	0,56%	MA 9		15,59%
		U/O	2,93%			
		U/O	12,66%			
		V	0,23%	HAP3		1,17%
		V	0,36%			
	V	0,57%				
	Celkem		31,98%			
GLB 2		U1/O1	1,43%	HAP3		9,70%
		U1/O1	7,93%			
		U1/O1	0,34%			
		U1/O1	9,98%	HAP1		10,33%
		U1/O1	0,36%			
		U1/O1	25,08%	MAT11		25,08%
		U1/O1	8,88%	MAT6		20,08%
		U1/O1	6,19%			
		U1/O1	5,00%			
	Celkem		65,19%			
Externí			0,66%	HAP3		2,80%
			1,29%			
			0,00%			
			0,86%			
	Celkem		2,81%			
Celkem			100,00%			

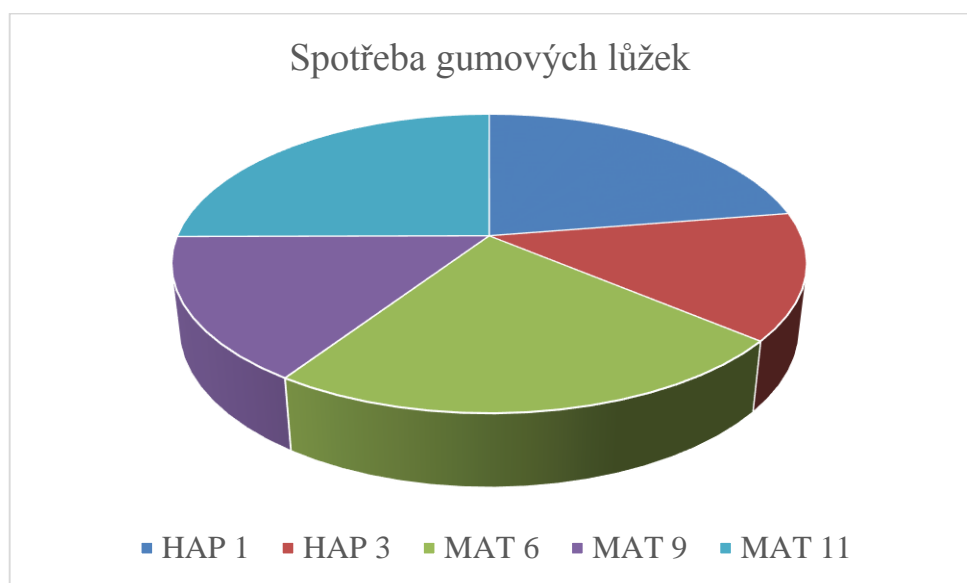
Ve vztahu mezi intenzitou potřeby jednotlivých gumových lůžek a její rozdělení na jednotlivé typy gum platí opět Paretův princip, kde 78,08 % veškeré produkce vulkanizovaných stabilizátorů zajišťuje pouze 33,3 % položek gumových pouzder. Tento efekt je jasněji zřejmý na níže uvedeném grafu



Graf 6 – Paretoovo rozdělení potřeby gumových lůžek

Z analýzy vyplývá, že více než 97 % veškerých gumových lůžek používaných při vulkanizaci je stříkáno interně v podniku. Pouze 2,81 % jsou gummy, které přicházejí již aktivní od externích dodavatelů.

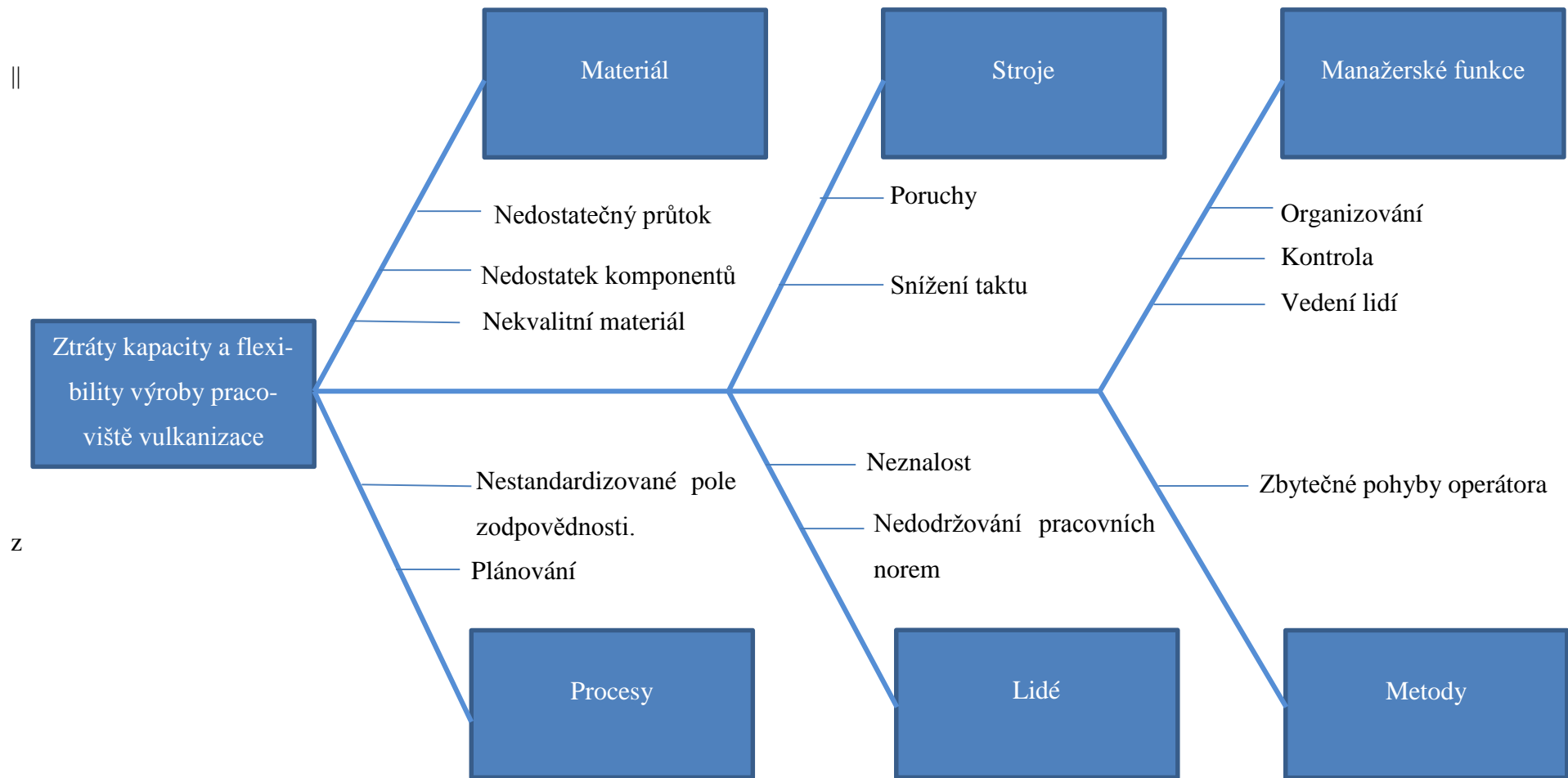
Nejvíce gum pro interní potřebu se stříká na GLB 2, zde se produkuje 65,19 % veškerých v podniku spotřebovaných gumových pouzder při procesu vulkanizace. Naproti tomu GLB 1 se na produkci gum pro interní zpracování podílí pouze 31,98 %, což je o více než 100 % méně. Ačkoliv se rozdělení gum dle místa nástřiku vyznačuje velkou variabilitou, co se týče spotřeby, je situace opačná. Spotřeba je poměrně rovnoměrně rozdělena mezi jednotlivé stroje, jak znázorňuje následující graf.



Graf 7 – Spotřeba gumových lůžek

10 ANALÝZA PŘÍČIN A ZDROJŮ PLÝTVÁNÍ

Cílem práce je zvýšení flexibility výroby a kapacity vybraného pracoviště při respektování zásad leanproduction a filozofie Kaizen. Daného cíle je tedy nutno dosáhnout s co nejtíhlejším rozpočtem a účelné alokaci zdrojů. Snížení flexibility a kapacity ve výrobě je přímým projevem plýtvání (muda), proto je nutné plýtvání eliminovat nebo alespoň minimalizovat na přijatelnou mez. Za tímto účelem bude v této kapitole provedena analýza příčiny a následků pomoci Ishikawa diagramu.



10.1 Charakteristika jednotlivých příčin

V této kapitole bude spolu s charakteristikou jednotlivých příčin uveden i praktický příklad jejich projevu.

10.1.1 Materiál

Nedostatečný průtok materiálu je příčinou prostojů. Ve výrobě vzniká úzké místo v procesu tryskání. Někdy se v procesech vyskytuje i lakovna, pokud se zde kříží více projektů, které si vyžadují stejné lakovací závěsy. Nebo pokud na lakovně probíhá pravidelná údržba. Údržby jsou nutné kvůli minimalizaci výskytu neshodných kusů na kroku lakování.

Nedostatek komponentů bývá také příčinou prostoje, v tomto ohledu je potřeba se zaměřit na ty komponenty, jejichž disponibilní množství je v možnostech podniku. Jedná se o gumová lůžka, která se ve společnosti aktivují nástřikem. Jak bylo zmíněno, tvoří 97% podíl veškerých gumových lůžek.

Nekvalitním materiálem mohou být lakované stabilizátory, u kterých se nejčastěji vyskytuje chyba laku (slabá vrstva laku, poškrábaný lak, abrazivní částice v lakované vrstvě). Selekcce špatně nalakovaných kusů probíhá ještě před samotnou vulkanizací, tyto vady jsou okem dobře viditelné. Další problém je chyba tvaru, kusy s vadným tvarem by se na vulkanizaci neměly vyskytovat, protože 100% kontrola tvaru probíhá při kroku zpracování konců. Ovšem i zde se tvar 100% kontroluje v měřícím přípravku po vulkanizaci, ve kterém se rovněž kontroluje pozice vulkanizovaných gumových lůžek. Pokud ovšem nějaká výrobní dávka vykazuje nadprůměrně vysokou četnost kusů se špatným tvarem, probíhá kontrola ještě navíc před samotnou vulkanizací. Tímto způsobem jsou ztráty kvůli nekvalitním stabilizátorům eliminovány. Další ztráty mohou být způsobeny nekvalitně zpracovanými gumovými lůžky, které po vulkanizaci na stabilizátorech nedrží. To může být způsobeno buď chybou v interním zpracování (nedostatečná doba chladnutí při balení, silná vrstva nástřiku apod.) nebo chybou u dodavatele (špatné složení gumy)

10.1.2 Stroje

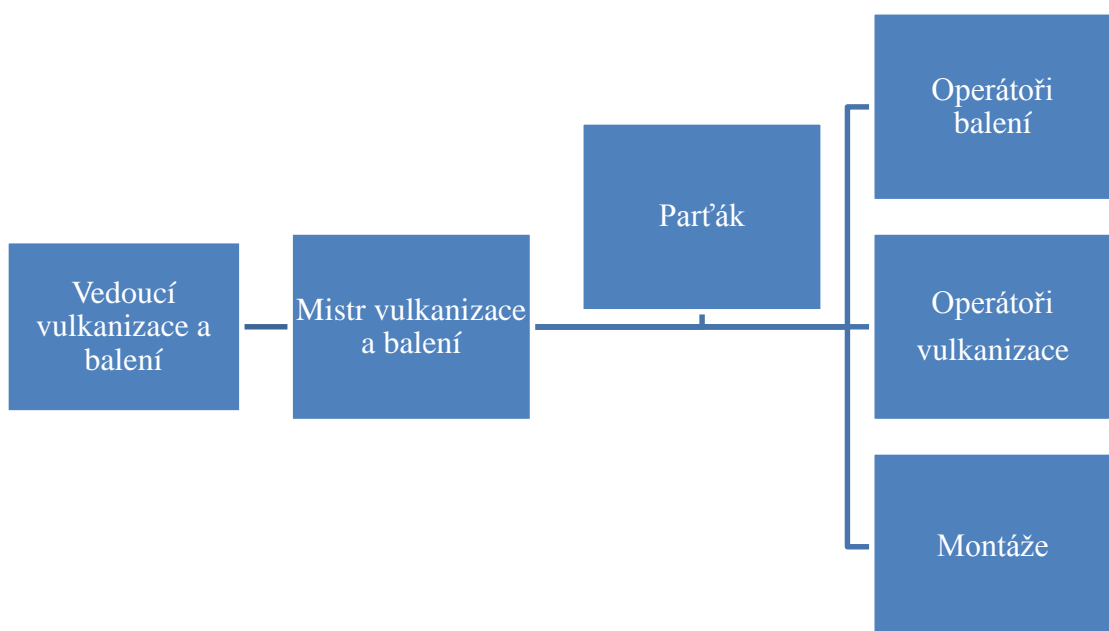
Poruchou je myšleno zastavení stroje kvůli mechanické závadě, po zastavení jsou okamžitě obsluhou stroje zavoláni údržbáři, kteří provedou opravu - uvedení do stavu před poruchou.

Snížení taktu má za následek drobné odchylky mechanického stavu stroje od dosažitelného optima. Například pokud vynechává jeden ohřev, nemusí to vést k zastavení stroje, stroj

může vyrábět i s jedním ohřevem, ale za cenu nižší kapacity. Veškeré tyto závady souvisí s údržbou, která je prováděna spíše reaktivně a preventivně, cílem by mělo být, aby údržba probíhala v prediktivním módu.

10.1.3 Manažerské funkce

Správné vedení lidí, jejich organizace a kontrola jsou důležitým bodem v oblasti řízení výroby, a také nástrojem pro dosažení větších výkonů a integrace zaměstnanců. Organizační struktura pracoviště vulkanizace je následující.



Obrázek 13 – Organizační struktura oddělení vulkanizace

V čele struktury je vedoucí vulkanizace a balení, ten je podřízený vedoucímu výroby, nad vedoucí výroby jsou pouze jednatelé společnosti. Mistr vulkanizace a balení zastává funkci liniového manažera, který organizuje a úkoluje operátory a partáka. Na každé směně je pouze jeden parták, který má specifické úkoly a zajišťuje realizaci úkolů mistra.

Z výše uvedených manažerských funkcí je kladen největší důraz na kontrolu, důkazem toho je, že povinností partáka je každou hodinu informovat vedoucího vulkanizace, plánování výroby a vedoucího výroby pomocí krátké textové zprávy o stavu vyrobených kusů.

Vedení lidí a především jejich motivace je v současnosti předmětem nového systému odměňování, ve kterém bude mít za následek změnu struktury mzdy. V současné době má mzda

pouze dvě složky, a to časovou a osobní ohodnocení. Do budoucna se počítá ještě se třetí složkou, a to úkolovou formou mzdy. Osobní ohodnocení se u zaměstnanců mění, pouze pokud zaměstnanec poruší pracovní postup nebo se dopustí jiné chyby opakovaně. Osobní ohodnocení vykazuje pohyb dolů, a poté následné vrácení na původní mez. Nevyužívá se stimulační efekt, který by byl způsoben růstem směrem nahoru, protože není možné získat přesné informace o produktivitě jednotlivých zaměstnanců. Z podnikového ERP je možné získat informace o výkonech zaměstnanců, ovšem tyto informace jsou značně zkresleny kvůli způsobu zadávání, který začíná tím, že zaměstnanec vezme z rozpracovaného materiálu průvodní doklad, který putuje s materiálem. Tento doklad obsahuje informace o čísle dílů, rozměrech, pracovním postupu dílenské zakázky atd. Zaměstnanec poté z tohoto dokladu naskenuje do počítačového terminálu čárový kód příslušné operace, a tímto způsobem v systému zahájí činnost. Po dokončení práce v systému činnost ukončí a zapíše počet shodných a neshodných kusů. Problémem je, že pokud nastane prostoj, zaměstnanci většinou nepřerušují na terminálech činnost a v systému tento prostoj figuruje jako produkční čas, takže dochází k značnému zkreslení. Někdy tuto činnost přeruší, ale zapomenou jí opět začít. Aby bylo možné zadat počet kusů do systému, musí být tato činnost opět zahájena. Že činnost není zahájena, zjistí operátor většinou až na konci směny při hlášení výroby do systému. Operátor tedy činnost opět zahájí, zadá kusy za celou směnu a činnost ukončí. Výsledný produkční čas se v tomto případě pohybuje v řádech minut, i když se jedná o produkci za celou dvanácti hodinovou směnu. Z těchto důvodů není možné ze systému zjistit validní data o počtech výrobků vztažených k produkčnímu času, které by mohly být vodítkem k individuálnímu ohodnocení.

10.1.4 Procesy

Zde se jedná především o procesní postupy, které nejsou standardizovány v interní dokumentaci. Jedná se například o situaci, kdy proces vulkanizace vyžaduje naléhavou naplánovanou potřebu gum od procesu nástřiku (například pokud je vulkanizované množství větší, než pro které byl plánován nástřik gumových lůžek). V této situaci není v interní dokumentaci jasně specifikované pořadí priorit nebo způsobu nástřiku.

Proces plánování by mohl být vykonáván efektivněji, kdyby byly k dispozici přesná data o době trvání přetypování a produkce jednotlivých kusů. Tyto časy se mění v závislosti na stáří a kondici stroje a není v možnostech podniku je neustále přeměřovat a aktualizovat.

Dalším problémem je, že v některých případech nejsou k dispozici přesné informace o dokončených nenaskladněných výrobcích (protože po ukončení výroby nebylo takové množství, aby se mohla plná bedna převést do skladu logistiky). Při častém opakování výroby se kusy v těchto bednách používají na doplnění množství na plnou bednu. Občas se používají tyto výrobky i na pokrytí malé potřeby zákazníka (například náhradní díly), která je nižší než počet dílů v plném balení.

10.1.5 Lidé

Lidé často nemají pravidelnou zpětnou vazbu. To může způsobovat neznalost v oblasti norem a jejich následnému dodržování. Kontrola dodržování norem je obtížná, protože zaměstnanci na pracovišti rotují, a kvůli důvodům uvedeným v kapitole „manažerské funkce“ je opora podnikového informačního systému v tomto směru nepatrná.

10.1.6 Metody

Zbytečné pohyby operátora se týkají především strojů UNI HAP, protože se nejedná o automatizovanou linku jako v případě HAP a MAT, ale o ruční vulkanizační stroj, kde je počet pohybů operátora na vyprodukovaný kus výrazně vyšší.

10.2 Návrh řešení

Koncepce efektivního řešení problémů musí být v souladu s principy leanproduction. Cílem je, aby tyto principy respektovala i nákladová stránka řešení. Požadovaného efektu lze docílit lepším využitím současných zdrojů, než investičně náročnějším pořízením dodatečných zdrojů.

Tento efekt lze ještě posílit aplikací zásady Paretového pravidla, tedy vyřešit většinu problémů díky synergickému efektu několika sofistikovaných opatření. Tímto způsobem se průměrné náklady na eliminaci jedné příčiny minimalizují.

Po pečlivé analýze údajů z podnikového ERP, MIS, podnikové dokumentace a poznatků a zjištěních přímo z reálného místa ve výrobě – Gemba. Vznikla koncepce řešení, která se opírá o čtyři nástroje, jejichž aplikace nepokrývá pouze jednu „kost ryby“, ale snaží se o nejširší záběr, některé oblastech se i prolínají. Jsou to tyto čtyři

- Sledování pracoviště online – Toto je základ celé koncepce zlepšení, protože se jedná o nahrazení hlášení údajů o produkci pomocí SMS parťákem, zadáváním do předem

připraveného formuláře. Toto řešení eliminuje plývání v podobě náročného a pracného psaní SMS jednoduchým rychlejším zadáváním do PC. Navíc tyto data se ukládají databáze kompatibilní podobě souboru typu Excel. Je možná jejich analýza a reporting. Navíc jsou data díky způsobu zadávání i nositeli informací, které se nedají zjistit z podnikového ERP.

- 5S Skladu – Přizpůsobení skladových prostor očekávanému materiálovému toku v následujícím pololetí a standardizace. Není pouze efektivním nástrojem ale i signálem pro zaměstnance o důležitosti pořádku a disciplíny na pracovišti.
- Standardizace pracovních postupů – Jasně definovaná pravidla zajišťují plynulý přechod mezi jednotlivými procesy a poskytují zaměstnancům oporu při plnění pracovních povinností. Jsou také nástrojem pro udržení disciplíny a zachování nastoleného standardu. Standardy jako jsou pracovní postupy a jiné interní dokumenty jsou know how firmy, proto nebudou na žádost společnosti v této práci uvedeny.
- MOST analýza – MOST analýza není pouze o hledání možných forem plýtvání a jejich eliminaci, ale je i možností pro dokázání že i činnosti, které se provádí řadu let stejně, mohou být ještě zdokonaleny. Výsledek je i důkazem, že vždy je co zlepšovat a prostor pro KAIZEN je v jakémkoliv a jakkoliv dlouho zavedeném procesu.

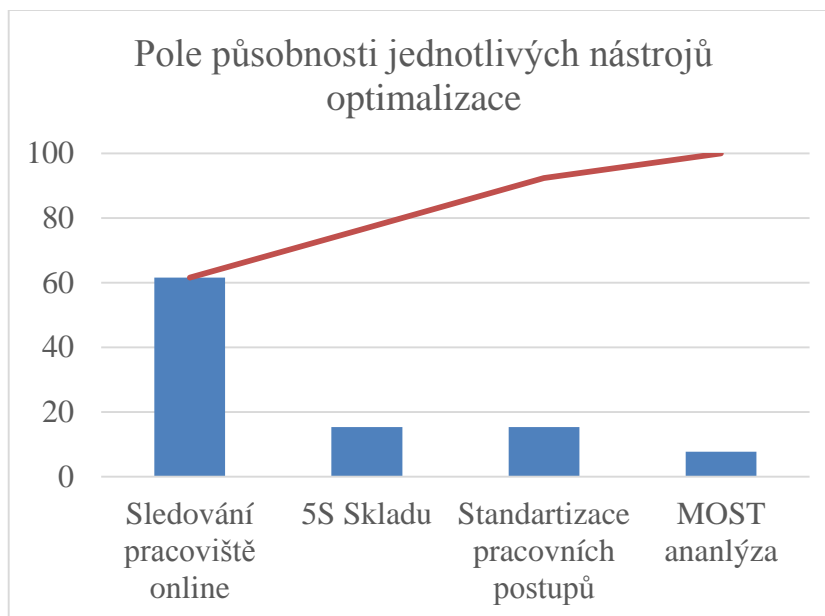
Následuje tabulka a graf vyjadřující pole působnosti jednotlivých nástrojů.

Tabulka 5 – Řešení nástroje pro optimalizaci a dosažení stanoveného cíle

Sledování pracoviště online	Poruchy
	Snížení taktu
	Organizování
	Vedení lidí
	Kontrola
	Plánování
	Neznalost
	Nedodržování pracovních norem
	5S Skladu
	Nedostatek komponentů
Standardizace pracovních postupů	Nekvalitní materiál
	Nestandardizované pole zodpovědnosti
MOST analýza	Zbytečné pohyby operátora

Zařazení v Ishikawa diagramu

Materiál	Stroje
Manažerské funkce	Procesy
Lidé	Metody



Graf 8 – Pole působnosti jednotlivých nástrojů optimalizace

Z tabulky a grafu je patrné, že nejdůležitější část je projekt sledování pracoviště online, který bude jádrem celé diplomové práce a bude mu věnována značná pozornost.

11 REALIZACE KAIZEN PROJEKTU - SLEDOVÁNÍ PRACOVÍŠTĚ ONLINE

V této kapitole bude popsána realizace projektu zabezpečení sledování pracoviště online. V současné době tento proces funguje, jak již bylo výše zmíněno, pomocí krátkých textových zpráv, jež jsou posílány každou hodinu partákem. Tyto zprávy obsahují základní informace o aktuálním stavu výrobního úseku. A to:

- Počet kusů všech výrobků vyrobených za poslední hodinu (řazeno dle stroje)
- Počet kusů celkem

Dále parták posílá SMS při poruše nebo jiné příčině zastavení plánované produkce na daném stroji. Tento způsob komunikace si nárokuje půl necelou hodiny práce partáka za směnu. Tento čas může být vynakládán efektivněji, například sledováním pořádku na pracovišti, kontrolu dodržování standardů atd. Této úspory lze dosáhnout změnou technologie a nástrojů pro zadávání informací partákem, pokud mobilní telefon s malými tlačítky bude nahrazen přehledným formulářem vyplňovaným pomocí klávesnice a myši.

Tato forma záznamu přináší vhodnějšího nositele informací než SMS zpráva. Tou je databáze, která v sobě zahrnuje velké množství přesných informací, které mohou být podrobeny jakékoli statistické analýze. Následná analýza dat je velmi jednoduchá a lze ji provádět přímo v programu Microsoft Office Excel. Data jsou dostupné ve strukturalizované formě, jsou řazena dle určených atributů, proto lze provádět poměrně jednoduše horizontální a vertikální analýzu. Tato změna přináší prostor pro poměrně jednoduché nastavení automatického reportingu vybraných ukazatelů.

Předmětem této kapitoly bude projekt, který si klade za cíl dosažení tohoto stavu. Nejprve budou popsány technické parametry projektu. Poté bude následovat stručný popis vývoje aplikace. Průběžně bude prováděno srovnání současného stavu se stavem, který by následoval po implementaci. V této pasáži budou představeny i jednotlivé reporty a nástroje vizualizace. Na konci bude provedeno shrnutí.

11.1 Technické parametry – online výroby

Při vytváření koncepce technického řešení tohoto informačního systému byla brána v potaz hlavně kompatibilita, nákladová nenáročnost. Z tohoto hlediska bylo využito k vytvoření

stránky v systému Word Wide Web. Výhodou je, že internet a počítač s webovým prohlížečem již na pracovišti je. Tento počítačový terminál je využíván k hlášení výroby do podnikového ERP nebo k realizaci skladových pohybů. Stránky určené tomuto projektu byly programovány skriptovacím jazykem PHP ke generování HTML kódu. Aby bylo možné stránky efektivně editovat upravovat jejich vzhled, bylo využito CSS kaskádových stylů. Tyto výhody se projeví hlavně ve fázi testování. V této fázi budou ovládání a vizualizace upraveny a přizpůsobeny na základě zpětné vazby obsluhy.

Jádrem celého systému je databáze MySQL, která byla vytvořena dceřinou společností společnosti Oracle, což je firma globálního významu na poli databází. Hlavní výhodou MySQL je kromě kvality i cena, protože pro účely použití postačovala bezplatná licence. V této multipatformní databázi probíhá komunikace pomocí jazyka SQL. Další výhodou je snadná aplikovatelnost a vysoká rychlost (ta je za cenu zjednodušení – nepodporuje pohledy a trigger). Bezplatná forma licence je akceptovatelná, v databázi nebudou nijak citlivá data, proto nemusí splňovat žádné extrémní nároky na bezpečnost.

Důležité je, aby data z této databáze byla snadno a automaticky analyzována a reportována. Informace z MySQL se dají stáhnout v souboru s příponou *.xls (nejprve jsou data stažena do souboru s příponou CSV, který lze editovat v Excelu, po uložení jsou převedeny na přílohu XLS). Data pouze ve formě Excel tabulky stažené z MySQL databáze, která vyžadují další práci v Excelu (součty, grafické zobrazení) jsou k ničemu. Proto bylo rozhodnuto o využití skriptovacího programovacího jazyku PHP pro dynamické internetové stránky. Celá webová aplikace byla zpracována v rámci diplomového projektu. Její zkušební verze běžela na mé vlastní doméně. Pokud se management podniku rozhodne tento nástroj používat, musí zajistit doménu, která podporuje objektové programování.

11.2 Vývoj webové aplikace

V této kapitole je popsán průběh vývoje webové aplikace. Ten je zde specifikován ve dvou kapitolách, první je soustředěná na nároky, které jsou na program kladeny. V další části bude popsáno testování aplikace.

11.2.1 Požadavky na webovou aplikaci

Aplikace byla programována v souladu s filozofií průmyslového inženýrství. Cílem aplikace byla minimalizace plýtvání takovým způsobem, který by nevyvolával jinou formu plýtvání. Požadavky na systém byly následující:

- Velmi jednoduché časově nenáročné zadávání
- Riziko vzniku chyby musí být minimalizováno (Poka yoke)
- Využívání prvků vizuálního managementu

Časově nenáročné zadávání bylo řešeno pomocí polí, mezi kterými se lze pohybovat tabulátorem, nemusí se provádět časově náročné ovládání myši. Údaje o produkci, které jsou do těchto polí vypsána, se musí pro uložení ještě potvrdit kliknutím myši na tlačítko „uložit“. Byl zde volen záměrně klik myši, protože zaměstnanec by si měl po sobě zadané údaje zkontrolovat a pro kontrolu je nutné scrolovat do nižší části obrazovky. Poloha tlačítka uložit je proto záměrně volena v pravé spodní části obrazovky hned vedle lišty pro posun zobrazované oblasti. Nutnost uchopení myši je formou pobídky pro zaměstnance, aby kontrolu uložených údajů provedl. Dle liberální ekonomie, která předpokládá, že jakékoliv jednání jednotlivce je motivováno racionální podvědomou kalkulací veškerých nákladů a výnosů, může tento pohyb myši „navíc“ zvýšit pravděpodobnost provedení kontroly. Protože je uchopení myši, nalezení kurzoru atd. povinné, zaměstnanec tak nevnímá provedení kontroly jako časově náročné, protože čas potřebný k uchopení myši a přesunutí kurzoru do pravé části obrazovky (je-li zaměstnanec zvyklý při pohybu v prohlížeči užívat bočních a spodních lišt nevstupuje do podvědomých individuálních kalkulací operátora jako náklad, protože se jedná o náklad utopený. Prvořadým účelem projektu není pouze usnadnění práce, ale i získání kvalitních dat informací. Proto je zde přidán tento „pohyb navíc“ za cenu delšího trvání tohoto procesu, zadáváním jsou data kvalitnější.

Pro co největší jednoduchost zadávání bylo zvoleno i vhodné uspořádání strojů ve webové aplikaci. Proces zadávání probíhá tak, že si parťák nejprve udělá kolečko po dílně a zjistí aktuální produkci shodných kusů. Počet shodných výrobků si zapíše do poznámkového bloku a po obchůzce všech strojů informace přepíše do počítače. Pořadí je proto voleno podle pořadí, v jakém tyto stroje parťáci nejčastěji obcházejí – HAP 1, HAP 3, MAT 6, MAT 9, MAT 11, UNI HAP 1 UNI HAP 2.

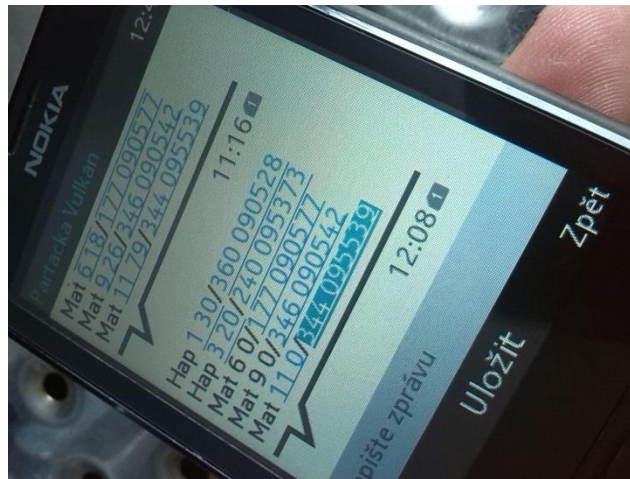
Dalším požadavkem je, aby byla aplikace co nejvíce Poka Yoke. Prostor pro chybu roste s růstem množství údajů, které zaměstnanec musí vyplňovat. Proto bylo již při tvorbě usilováno o to, aby bylo informací, které zaměstnanci musí zadávat, co nejméně. Například pokud dojde k poruše, nemusí zaměstnanci vyplňovat čas, ale pouze kliknout na tlačítko porucha a zvolit příčinu poruchy. Při uvedení stroje do původního stavu kliknout na tlačítko konec poruchy. Informace o času, kdy došlo k poruše a informace jak dlouho porucha trvala, se

zapisují automaticky. Jako prevence chyb slouží i samotné rozbalovací pole s již uloženými čísly reprezentujícími jednotlivé výrobky. Místo toho, aby part'áci při přetypování vypisovali jednotlivá čísla, vyberou si myši správné číslo z rozbalovacího pole a potvrdí. V rozbalovacím poli jsou všechna čísla výrobků řazena vzestupně. Pokud by i přesto došlo k omylu, lze chybu opravit na spodní části obrazovky a údaj o produkci nebo události (poruše, výměně nástroje) vymazat. Vymazání údajů je možné do hodiny od zadání. Do každého stroje lze zadat hodinu produkci pouze jednou za uplynulou hodinu. Poté pole pro zadání zmizí a objeví se až po následující celé hodině, aby zaměstnanec mohl opět zadat údaje za uplynulou hodinu. Zamezí se tak riziku duplicitního zadání.

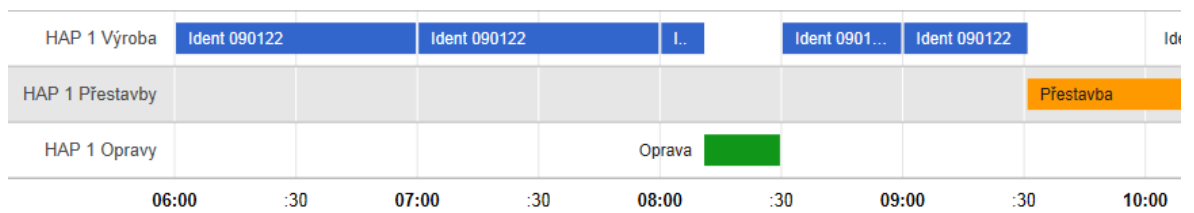
Poslední požadavek, který musí být splněn, je využití různých forem vizuálního managementu. Práce s vizuálně přehlednými informacemi je totiž méně náročná. Je podstatně jednodušší udělat si přehled o aktuálním průběhu výroby jedné směny pomocí jedné tabulky a dvou grafů než z 10 SMS zpráv. Navíc nová forma způsobu prezentace informací může poskytnout prostor i informacím, které byly z SMS zpráv nezjistitelné, např. kolik minut trvalo přetypování stroje, kolik procent pod stanovenou normu pracují jednotlivé stroje, jaká je průměrná doba výroby jednoho výrobku atd.

Nástrojů vizualizace klíčových informací nepoužívá aplikace pouze k pravidelným směnovým reportům, ale i ke komunikaci s obsluhou. Jednotlivé stroje mají například různé barevné režimy v závislosti na stavu, ve kterém se stroj nachází. Pokud je na něm realizovaná výroba, stroj svítí zeleně. K označení stroje ve stadiu přetypování je využito oranžové barvy. Pokud dojde k poruše, je stroj označen červeně. V posledním stavu, ve kterém může být, je pasivní (modrá barva).

Pod tabulkou, do které se vyplňují údaje o produkci, je pro jednotlivé stroje automaticky generován Ganttův postupový diagram, aby měla obsluha okamžitou zpětnou vazbu, že zadané údaje jsou správné (například přechod na jiný produkt je vyznačen jinou barvou, zahájení změny stavu stroje například z výroby na poruchu je zachyceno umístěním jednotlivých stavů na vlastní řádky v postupovém diagramu). Pod tímto diagramem je umístěna tabulka, kde jsou záznamy přehledně tříděny. Zpětná vazba, kterou part'ák v současnosti dostává, je mnohem méně přehledná, jak ukazují následující srovnávací obrázky.



Obrázek 14 – Současná podoba informací



Obrázek 15 – Automaticky generovaný postupový diagram stroje HAP 1

ID log	Jméno stroje	Jméno identu	Kusy	Čas - start výroby identu	Čas - konec výroby identu
77	MAT 11		65	2015-04-17 18:00:00	2015-04-17 19:00:00
76	MAT 6		63	2015-04-17 18:00:00	2015-04-17 19:00:00
75	MAT 9		4	2015-04-17 18:00:00	2015-04-17 19:00:00
74	HAP 3		40	2015-04-17 18:00:00	2015-04-17 19:00:00
73	MAT 11		59	2015-04-17 17:00:00	2015-04-17 18:00:00
72	MAT 9		20	2015-04-17 17:00:00	2015-04-17 18:00:00
71	MAT 6		20	2015-04-17 17:00:00	2015-04-17 18:00:00
70	HAP 3		30	2015-04-17 17:00:00	2015-04-17 18:00:00
69	MAT 11		95	2015-04-17 16:00:00	2015-04-17 17:00:00

Obrázek 16 – Tabulka se záznamy

11.2.2 Participace výroby na tvorbě aplikace a testování

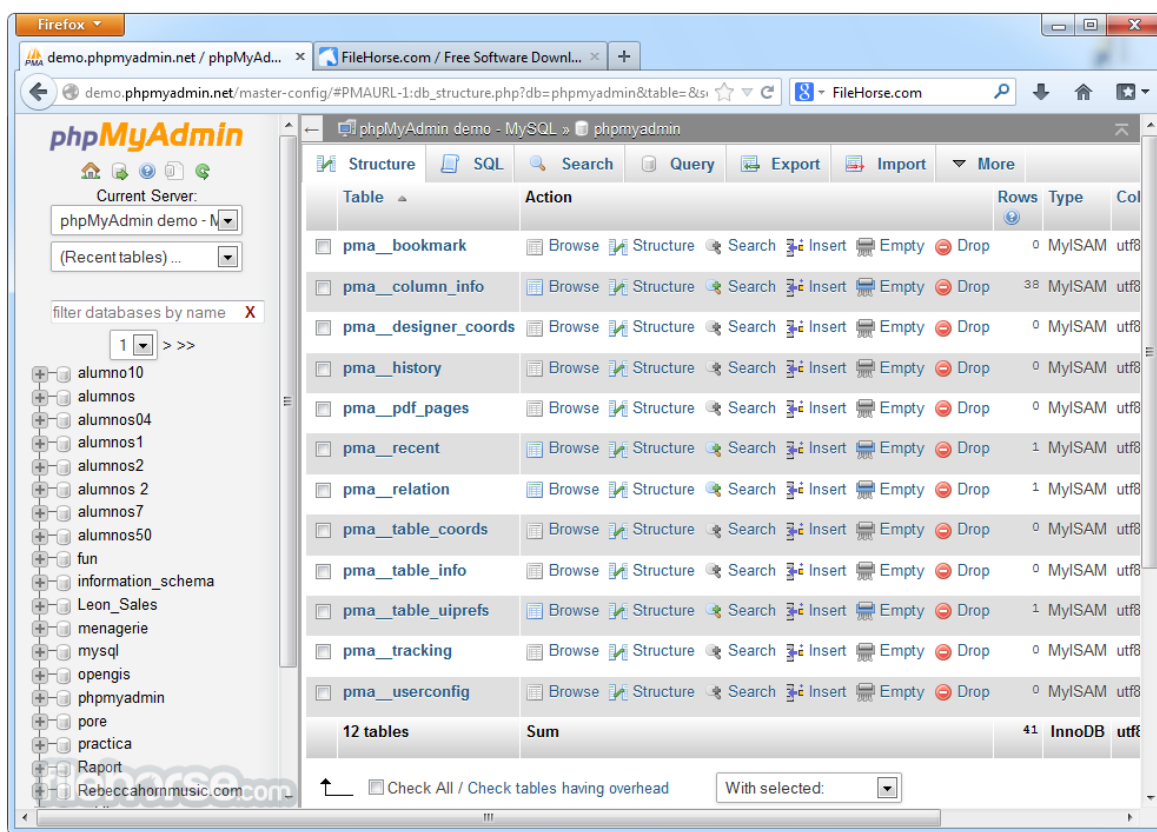
Ještě před zahájením programování aplikace bylo nejprve změřeno, kolik času by se tímto opatřením získalo. Bylo vypočteno (na základě přímého měření), že zavedením tohoto opatření by se zkrátil čas, který partáci potřebují na zadání informací, o neuvěřitelných 26,75 minut. Následně bylo s jednotlivými partáky diskutováno, zda by takové opatření uvítali, jak by se jim s novým nástrojem pracovalo, zda jej považují za zlepšení situace. Po ujištění se, že zaměstnanci shledávají úsporu času tímto způsobem za přínosnou a potřebnou, začala práce na projektu. Bylo by zcela proti filozofii výroby systémem tahu začít s vývojem ještě před touto fází a následně výstup tlačit. Tímto způsobem byl stanoven i směr celého vývoje, který je zdola nahoru. I ekonomická teorie připouští, že dlouhodobá a efektivní řešení postupují právě tímto směrem. Zapojením jednotlivých partáků do vývoje přináší řadu pozitivních vlivů:

- Snadnější implementace. Pokud se jednotliví zaměstnanci podílejí na projektu, vnímají cíl, kterého se má dosáhnout, jako společný. Připraví se tak pole pro implementaci, změna není vnímána jako nějaké nařízení (tlak), ale jako změna k lepšímu, kterou vítají (tah).
- Prostředí, ve kterém zaměstnanci budou pracovat, bude více přizpůsobeno jejich potřebám. Jednotlivé prvky byly přizpůsobeny na základě zpětné vazby, kterou vyvolalo testování (například vyvstal požadavek, aby byly jednotlivá pole dále od sebe pro snadnější ovládání).
- Výhodou testování programu partáky zkracuje dobu potřebnou ke kompletní implementaci, protože zaměstnanci získávají zkušenosti s prací v softwaru ve zkušebním provozu, nevadí, pokud se dopouštějí chyb. Ve zkušebním provozu nejde pouze o odzkoušení funkčnosti, ale i o vzájemnou zpětnou vazbu mezi tvůrcem programu a lidmi, kteří jej budou využívat.
- Participace na vývoji zmírňuje negativní důsledky změny, pomáhá zavést a udržet nový standart.

11.2.3 Udržovací náklady databáze

U většiny větších databází jsou nutné udržovací náklady pro zabezpečení hladkého chodu nebo pro případné změny na přání zákazníka. Například když dojde k chybnému neopravenému zadání dat, nebo objeví-li se nečekaný problém a je potřeba změnit určité reporty. I na

tyto náklady bylo při tvorbě pamatováno. Záměrně bylo využito objektivně orientované programování – aby dodatečné změny nebyly tak náročné a kód byl lépe uchopitelný i jinými administrátory, než je sám autor aplikace. Opravy a korekce jednotlivých logů v databázi zajišťuje softwarový balíček phpMyAdmin. phpMyAdmin je uživatelsky přijatelné prostředí pro komplexní zprávu databáze. Databáze je velmi jednoduchá a její kód je psaný stylem, že není pouze snadný k editování, ale díky němu je databáze poměrně robustní ve smyslu odolnosti vůči chybám. Udržovací náklady nevzniknou, protože program by měl běžet bez chyb, možné chyby lze snadno opravit (vinou nesprávného zadání) v uživatelsky přijatelnějším prostředí, než je poznámkový blok. Případné změny jsou zcela v možnostech firemního IT oddělení.



Obrázek 17 – phpMyAdmin

11.3 Vzhled a popis vstupní masky aplikace

Obrazovku, která je k dispozici part'ákům, lze rozdělit do tří částí

- Zadávání
- Kontrola
- Oprava

Tyto části jsou rozloženy nad sebou v uvedeném pořadí. Data jsou zadávána do polí, která jsou přiřazena určitému stroji. Pro rychlou změnu režimu stroje jsou zde hypertextové odkazy. Stránka vypadá následovně



Obrázek 18 – Vzhled vstupní masky pro zadávání informací o produkci

Jednotlivé oblasti jsou v obrázku vyznačeny barevně: zadávání modře, kontrola žlutě a výroba zeleně.

11.3.1 Zadávání

Pro zadání výroby se nejprve musí parťák na začátku směny přihlásit svým jménem a heslem. Po přihlášení tak lze jednotlivé údaje třídit dle směn. Po přihlášení je možnost se odhlásit. V záhlaví stránky je hned vede odkazu pro ohlášení uvedeno, jaký uživatel je aktuálně přihlášen. Formulář pro zadávání produkce vypadá následovně:

Jste přihlášení jako: stroje - [Odhlásit](#)

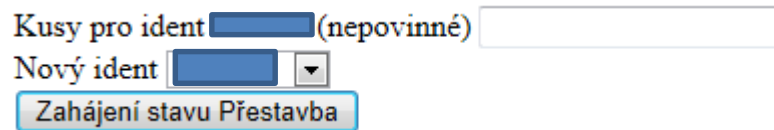
HAP 1	Ident: <input type="text"/> F25 VA	Start přestavby Start poruchy Start pasivity Změna identu bez přestavby	Stav: Výroba <input type="text"/>
HAP 3	Ident: <input type="text"/> F25 VA	Konec přestavby	Stav: Přestavba
MAT 6	Ident: <input type="text"/> UKL 2 VA	Start přestavby Start poruchy Start pasivity Změna identu bez přestavby	Stav: Výroba <input type="text"/>
MAT 9	Ident: <input type="text"/> MRA VA	Start přestavby Start poruchy Start pasivity Změna identu bez přestavby	Stav: Výroba
MAT 11	Ident: <input type="text"/> X98	Konec poruchy	Stav: Porucha
UNI HAP1	Ident: <input type="text"/> UKL 2 HA	Konec pasivity	Stav: Pasivita
UNI HAP2	Ident: <input type="text"/> UKL 2 HA	Konec pasivity	Stav: Pasivita

Obrázek 19 – Maska pro zadávání o produkci

Zaměstnanec má přehled, na kterém stroji se co vyrábí, podle barvy je jasné, v jakém stavu je každý stroj. Jediné, co je třeba udělat, je vypsát počet vyrobených shodných výrobků za poslední uplynulou hodinu do předem připravených polí, které jsou hned vedle informace o stavu stroje v pravé spodní části u každého stroje. Po vyplnění musí zaměstnanec údaje uložit do databáze kliknutím na tlačítko uložit. U každého stroje je hned vedle jména stroje napsaná informace o číslu dílu (tzv. ident) a názvu dílu. Poté jsou u každého stroje dva řádky, do spodního se zadávají počty výrobků do druhého události:

- Přestavba – Tato událost je přetypování, je to změna výrobního programu na zcela jiný výrobek, musí dojít k výměně nástroje. Výměna nástroje trvá z pravidla 80 až 120 minut. Pokud obsluha změní ident (ať už s přestavbou či bez), musí zadat počet výrobků, který se vyrobil v rozmezí poslední celé hodiny a informaci o začátku události. Jinak by tyto kusy nebyly zaznamenány. Odkaz „start

přestavby“ přesměruje obsluhu do tohoto okna, ve kterém je možno zadat potřebné údaje o vyrobeném množství a indentu, který se bude po přetypování vyrábět.



Kusy pro ident (nepovinné)

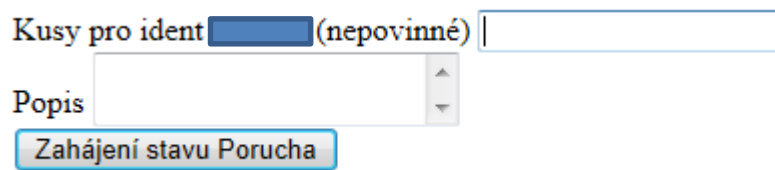
Nový ident ▼

Zahájení stavu Přestavba

Obrázek 20 – Formulář přestavby

Pokud na určitém stroji probíhá „přestavba“, není možné u tohoto stroje zadávat produkci. Políčko pro zadání produkce se neobjeví (jako je tomu v případě stroje HAP 3 na obrázku vstupní masky aplikace). Opět je to z důvodů prevence chyb. Po dokončení přetypování klikne obsluha na odkaz „konec přestavby“ a do systému se automaticky uloží čas a stroj je připraven na zadání počtu výrobků.

- Změna identu bez přestavby – Je to změna výrobního programu, kdy nemusí dojít k výměně nástroje. Například pokud se vyrábí výrobek se stejným tvarem roztečí ale jiného průměru, jediné co se změní, jsou dílčí parametry, jako například doba ohřevu a frekvence. Někdy se musí vyměnit i gumy, které při vulkanizaci do výrobku vstupují. Tato změna identu trvá přibližně 15 – 20 minut. V prostředí aplikace se ident změní okamžitě. Stejně jako v předchozím případě je nutno zadat počet vyrobených kusů od posledního zadání.
- Start poruchy – Tímto odkazem zaměstnanec eviduje, že stroj stojí kvůli poruše, která je již nahlášena na údržbu. Parťák vždy musí v první řadě informovat údržbu, až potom zadávat událost do programu. Zde je stejně jako v předchozím případě nutno zadat vyrobené kusy, ale i důvod poruchy, například nefunkční ohřev, kolize stroje, hydraulika, pneumatika atd. Tyto informace zadává do pole popis. Po určité době bude po důkladné analýze nejčastějších poruch vytvořeno rozbalovací pole pro vybrání důvodu.



Obrázek 21 – Formulář porucha

- Poslední stav, ve kterém se může stroj nacházet, je tzv. pasivita. Ta nastane, pokud na stroj není naplánovaná produkce, nebo se na něm nevyrobí z jiného důvodu, než je přetypování nebo porucha. Například při stěhování nebo dlouhé naplánované údržbě. Pokud je stroj pasivní, nemůže se do něj zadat výroba a je zmenšen prostor pro chybu typu - nahlášení produkce na jiný stroj.

11.3.2 Kontrola

Ke kontrole slouží zaměstnanci již popsány Gbantovy diagramy. V těchto diagramech má každý stav stroje svůj vlastní řádek. V řádku výroba může být za směnu více druhů identů, ale každý z nich má pro přehlednost vlastní barvu. Na horizontální ose jsou údaje vztaženy k času. Výhodou oproti předešlému stavu je celistvý pohled. Ne pouze údaje za uplynulou hodinu. Lze bez problémů vidět, kde a kdy nastal určitý problém atd. Pokud zaměstnanec zjistí, že zadal nesprávný údaj (například zadal přetypování na jiný stroj nebo výrobek), může ještě zadané data opravit níže ve třetí oblasti.

11.3.3 Oprava

V poslední oblasti je tabulka, ve které jsou data detailně členěná a je možné je v určitém časovém intervalu vymazat a zadat znovu. Po každé celé hodině se zadávají počty výrobků za uplynulou hodinu. Například v 15:15 se zadá počet vyrobených kusů od 14:00 do 15:00. Aplikace umožňuje mazat údaje zadané v aktuálním časovém okně. Pokud to aplikujeme na předchozí příklad, tak v 15:15 je možné chybně zadaná data ještě smazat a zadat znovu správně, ovšem pouze do 16:00, potom se funkce mazání deaktivuje, aby se zabránilo vzniku chyb (například smazání předchozího údaje, který byl správně atd.). Toto časové okno navíc motivuje k neprodlené kontrole vstupních údajů, protože na její opravu je přesně vymezený čas do nadcházející celé hodiny.

Události

ID log	Jméno stroje	Událost	Čas - start výroby identu	Čas - konec výroby identu	Uložil	Komentář	Smazat
88	MAT 11	Porucha	2015-04-19 13:37:20	2015-04-19 13:38:20	stroje		<input type="button" value="Smazat"/>
83	MAT 9	Porucha	2015-04-19 12:35:52	2015-04-19 12:37:33	pavel		Už není možné mazat
82	HAP 3	Přestavba	2015-04-19 12:15:38	2015-04-19 13:36:40	stroje		Už není možné mazat
80	MAT 11	Porucha	2015-04-19 12:15:13	2015-04-19 13:17:13	stroje		Už není možné mazat
79	UNI HAP2	Pasivita	2015-04-19 12:15:05	2015-04-19 12:16:05	stroje		Už není možné mazat

Obrázek 22 – Možnost mazání změny stavu stroje

Na obrázku je vidět, že nová událost ještě mazat lze (například pokud je omylem nastavena porucha na jiný stroj), starší už nikoli.

11.3.4 Ukončení směny

Při ukončení směny, vždy 10 minut před šestou ranní nebo večerní, musí být zadán počet výrobků za posledních 50 minut. V tomto případě nelze zadat údaje obvyklým způsobem za uplynou hodinu, protože v ten okamžik už je přihlášena jiná směna. Tento problém byl vyřešen tlačítkem „konec směny“. Po kliknutí na toto tlačítko se zobrazí formulář, do kterého se zadají údaje za posledních 50 minut. Po zadání dostane parťák zpětnou vazbu o výkonu své směny. V okně uvidí počet výrobků vyrobených na všech strojích za svou směnu, a také informaci na kolik procent je splněna norma. Výše normy určuje tabulka, pro jednotlivé výrobky zvlášť. Administrátor programu může normy v tabulce měnit. Pokud je produkce určitého výrobku pod normou o více než 10 %, tak zaměstnanec program vyzve, aby napsal důvod nesplnění normy. Toto pole je dobrovolné a nemusí být vyplněno, je to prostor pro parťáka, aby upozornil na určitý problém, technického či personálního charakteru. Po vyplnění a potvrzení se uživatel automaticky odhlásí. Spojením odhlášení se zadáním produkce je minimalizováno riziko, že se obsluha zapomene odhlásit a obě směny budou údaje zadávat na jednoho uživatele.

11.4 Způsob prezentace údajů

V současné době je podoba informací na vstupu i naprosto stejná. Stejnou SMS vidí na svém mobilním telefonu obsluha i manažer, který tuto informaci dostane. I když tyto dva subjekty mají jiné požadavky na to, co má tato informace přinést. Parťáci, kteří data zadávají, požadují snadnou kontrolu a opravu. Manažery zase zajímá, jaká je vytíženost strojů, počet vyrobených výrobků doba přetypování, příčiny a doby trvání poruchy atd. Přizpůsobení systému

na vstupu (z pohledu partáků) bylo rozebráno v předchozí kapitole. V této kapitole bude charakterizován výstup.

Data lze z MySQL stáhnout do souboru s příponou *.xls. Tento výstup je ideální pro účely podrobnější analýzy, ovšem nedostačující pro okamžité zjištění aktuálního stavu. Proto bylo rozhodnuto o užití nástrojů Google Chart API. Pomocí těchto nástrojů lze vytvořit poměrně jednoduchým způsobem grafy. Stejným způsobem jsou vytvořeny postupové diagramy zmíněné výše. Výhoda není pouze ve snadné aplikaci, ale i to že jsou Google Chart API dostupné zcela zdarma. Díky tomuto řešení má výstup následující podobu.

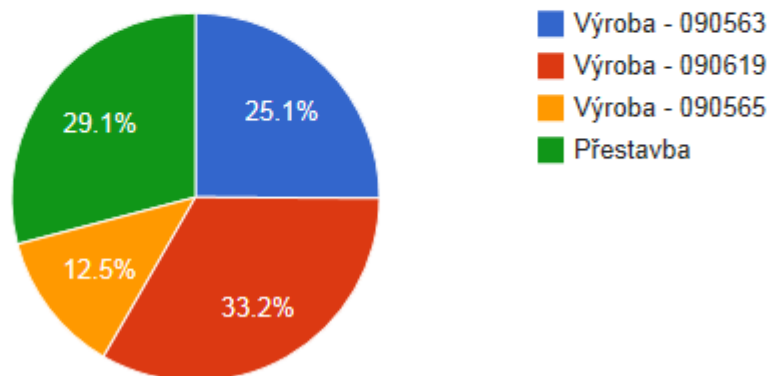
MAT 6

2015-04-23

	Jméno stroje	Ident	Uplynulá hod.	Směna celkem	Ø za hodinu
1	MAT 6			86	43
2	MAT 6			32	32
3	MAT 6			216	81.51

Čas	Událost	Suma hodiny
06:00 - 07:00	Výroba 090563 Kusů: 24	Ident 090563 Kusy: 24
07:00 - 08:00	Výroba 090619 Kusů: 62	Ident 090619 Kusy: 62
09:00 - 10:00	Výroba 090565 Kusů: 40	Ident 090565 Kusy: 40
10:00 - 11:00	Výroba 090563 Kusů: 30	Ident 090563 Kusy: 30
12:00 - 12:09	Výroba 090563 Kusů: 71	
12:09 - 12:09	Přestavba	Ident 090563 Kusy: 71
12:09 - 12:10	Přestavba	
12:11 - 14:30	Přestavba	
14:30 - 15:00	Výroba 090563 Kusů: 75	Ident 090563 Kusy: 75
16:00 - 17:00	Výroba 090563 Kusů: 32	Ident 090563 Kusy: 32

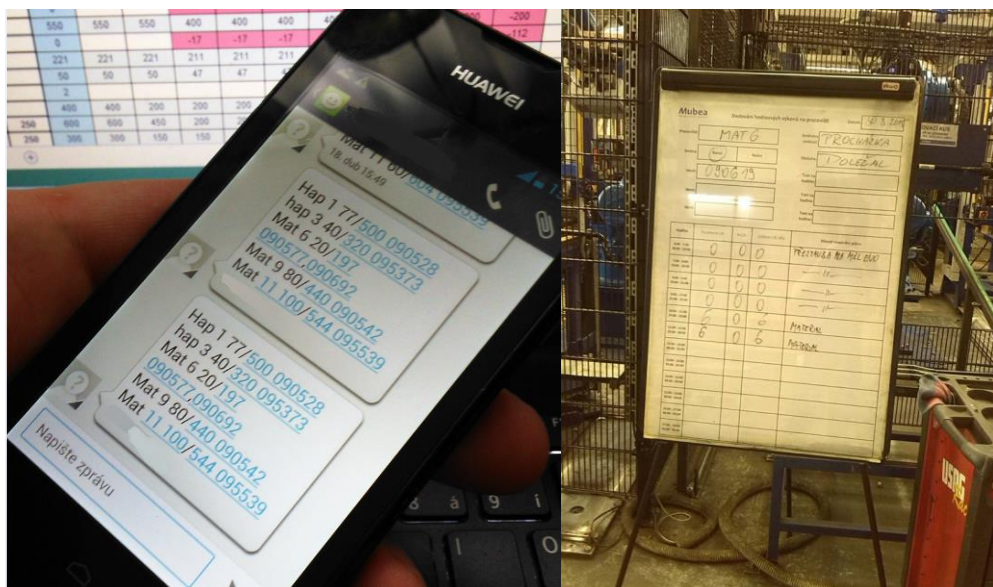
Aktivita stroje



Obrázek 23 – Výstup aplikace

Po vybrání patřičné směny určitého dne se zobrazí pro všechny stroje, na kterých běžela výroba, následující údaje. V první řadě je v přehledné tabulce zobrazeno, kolik kusů určitého výrobku se vyrobilo v danou hodinu. V další tabulce jsou počty jednotlivých kusů těchto identů sumarizovány. Dále je zde prezentován koláčový graf, který ukazuje, kolik procent

disponibilního času stroj vyrábí určitý výrobek, je přetypován, kolik času je ve stavu poruchy. Toto je klíčové hlavně z hlediska poruch a přetypování. Lze si okamžitě udělat obrázek o efektivnosti využití stroje. Poslední věc, která je ke každému stroji k zobrazení, je zmíněný postupový diagram, který je stejný jako vidí obsluha. Tento výstup je ve srovnání se současným stavem hodnotnější (viz obrázek současné podoby výstupu), protože k vidění jsou informace ne pouze za uplynulou hodinu, ale za celou směnu, navíc informace lze vidět v souvislostech, není třeba listovat mezi řadou textových zpráv a každou z nich si pročitat, v přehledném grafu a tabulce jsou obsaženy veškeré potřebné informace v přehledné formě.



Obrázek 24 – Současná podoba výstupu informací

Další výhodou je, že si lze okamžitě zobrazit libovolnou směnu v libovolný den. V současné době je možné zjistit nedávnou historii pouze za cenu zdlouhavého pročítání všech SMS zpráv. Jedinou výhodou, kterou SMS zprávy mají, je jejich dostupnost, lze si je otevřít okamžitě v mobilním telefonu. Proto má aplikace dvě podoby výstupu, které jsou prezentovány na dvou různých webových stránkách. Na jedné je výstup určen pro prohlížení v počítači. Ten je na výše uvedeném obrázku. Jsou zde grafy a tabulky. Také stránka není pro menší display mobilu zcela vhodná. Proto jsou na jiné stránce pouze tabulky, ve kterých je napsán počet vyrobených kusů jednotlivých identů pro každý stroj za poslední hodinu a kumulovaně za celou směnu. Protože je výstup k dispozici na webové stránce, může být k dispozici i liniovému managementu. Mistr nemusí volat parťákovi, aby zjistil aktuální situaci. Může si na jakémkoliv terminálu na výrobní hale (kde je jich rovnoměrně rozprostřeno devět) nebo v kanceláři otevřít okno internetového prohlížeče, zadat adresu (pro rychlé zadání lze adresu

uložit přímo do prohlížeče) a po zadání hesla a jména se zobrazí informace o všech strojích najednou v přehledné formě.

Lze sledovat i jiné ukazatele, například průměrný počet výrobků nebo průměrnou dobu přetypování poruchy atd. Způsob prezentace a výpočet výstupu z databáze je pouze otázkou dodatečného naprogramování dané funkce, která si čerpá data pro výpočet s SQL databáze.

11.4.1 Možné využití databáze

Protože je možné data stáhnout v kompatibilní formě, lze je využívat napříč společnostmi. Data mohou sloužit k přesnějšímu plánování výroby. Údaje o délce přetypování nelze zjistit v současné době ze žádné databáze (neplatí u strojů HAP 1 a HAP 3). Dále získávají přehled o skutečném množství vyrobených kusů za hodinu při chodu stroje, mohou tak počítat s přesným taktem. Ve firmě sice působí oddělení, které má v kompetenci měření práce a stanovení časových norem, ale tyto normy jsou statické a vždy pevně dané. Na produkci stroje působí řada dalších vlivů, které mohou v průběhu času snižovat jeho potenciální hodinovou produkci. Pomocí analýzy dat o produkci lze sledovat vývoj průměrného počtu výrobků a počítat s aktuálním taktem. Data o reálné produkci na hodinu by se daly reportovat z podnikového ERP, ovšem tyto data nejsou tak přesná jako z navrhované databáze. Protože čas se počítá od doby zahájení práce na projektu do doby ukončení. Pokud se přeruší tok materiálu a stroj dvě hodiny stojí a čeká na materiál, který je navěšený na lakovně, tak tento čas figuruje jako produkční čas. Naproti tomu, pokud part'ák dvě hodiny nenahlásí na stroji žádnou produkci, potom se sice bude tento čas počítat do času, ve kterém je stroj aktivní a vyrábí, ale nebude figurovat v závislosti na vyrobených kusech. Pomocí filtrace lze v Excelu vytřídit pouze vyrobené kusy určitého identu, ty jsou vztaženy vždy k výrobnímu času, lze tedy poměrně přesně a jednoduše vypočítat aktuální takt nebo průměrný takt za určité období určitého stroje s ohledem na výrobek.

Další oblast, která by mohla databázi používat, je řízení lidských zdrojů. Přiřazením lze přesně sledovat výkony jednotlivých zaměstnanců. Toho můžou využít i manažeři nebo mistři pro individuální posouzení určitých zaměstnanců na základě validních dat.

Tato databáze může být použita i oddělením údržby, protože obsahuje informace o četnosti poruch a jejich příčin. Někdy se ale stane, že stroj není v technicky dobrém stavu a porucha nenastane, pouze vyrábí menší množství výrobků. I toto lze z databáze zjistit, protože při odhlášení je spočítáno, o kolik procent se liší reálná produkce od normovaného množství a vyzve obsluhu, aby napsala příčinu tohoto odklonu (v případech, kdy je reálná produkce

výrazně nižší než normovaná). Takto lze statisticky evidovat poruchy a stav stroje a přejít od preventivních údržeb k prediktivním a cíleným údržbám. To vede k lepšímu využívání obsluhy a prevenci nečekaných poruch, jež mohou vyústit ve zpoždění dodávky nebo využití rychlejšího způsobu dopravy, který zatíží firmu vícenáklady.

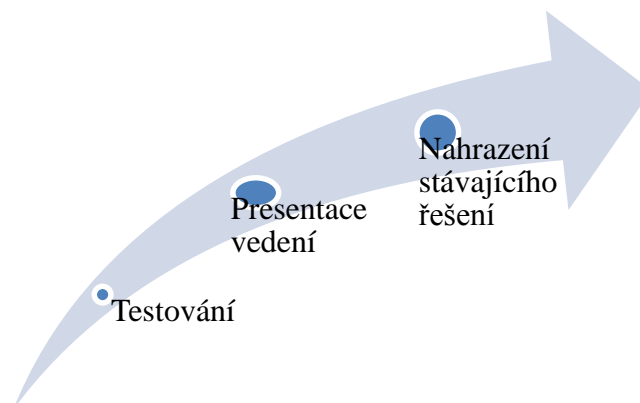
11.5 Sledování výkonů jednotlivých zaměstnanců

Další modul, který byl vytvořen, ale ještě nebyl aktivován, slouží k přiřazení operátorů ke strojům. Ke každému stroji lze přidělit libovolný počet zaměstnanců. Zaměstnance lze pouze vybrat v rozbalovacím poli, které čerpá data z tabulky zaměstnanců. Pokud se rozhodne management tento nástroj používat, je zapotřebí aktualizace. Po přiřazení zaměstnance ke stroji je možno sledovat produkci, která byla vyprodukována konkrétním člověkem. Důvodů, proč tento modul nebyl přidán do zkušební verze, je několik.

1. Pokud by bylo přidáno pole pro zaměstnance hned v první verzi aplikace, byla by tato aplikace vnímána pouze jako nástroj kontroly, ne jako nástroj k usnadnění práce a zlepšení dosavadního stavu.
2. Aby se zamezilo chybám a usnadnila se implementace. Je lepší začít s jednodušší verzí programu. Až obsluha bude zvládat bezchybně tuto verzi, pak je načase přidat další funkce.
3. Není ještě zcela jasné, zda budou tyto informace současnými interními „zákazníky“ procesu monitorování produkce vyžadovány.

11.6 Implementace

Druhá fáze projektu – implementace do praxe se skládá z následujících bodů



Obrázek 25 – Proces implementace

Proces implementace se skládá ze tří částí, a to testování presentace vedení a nahrazení stávajícího řešení.

11.6.1 Testování

Fáze testování proběhla již v předchozí části projektu, a to v poslední fázi vývoje – testování. Tato fáze je přechodem od vývoje k realizaci. V reálném provozu byly testovány dvě poslední verze, vytvořeno bylo celkově verzí 6. První tři verze byly postupně zkušeny a optimalizovány, po odstranění všech rizikových faktorů a přizpůsobení účelu a potřebám aplikace byly přidány grafické prvky a restrukturalizována podoba stránek. Jednotlivé prvky, které byly původně vyvíjeny separátně, se spojili ve finální výstup. Tento postup byl volen tak, aby zaměstnance nezdržovalo zápolení s chybami, které první verze obsahovaly. A také proto, že grafická stránka se většinou řeší jako poslední, protože při vývoji, by se musely kromě realizovaných změn v kódu provádět simultánně změny v grafické stránce, což by znesnadňovalo celý proces tvorby aplikace. Bylo považováno za důležité, aby v provozu byly testovány verze, které už obsahují grafické prvky. Po dokončení grafické stránky aplikace obsahovala prvky vizuálního managementu a jiné funkce, navíc práce v graficky zvládnutém prostředí je daleko snadnější a neodrazuje uživatele hned od začátku. Tento fakt je jasný z komparace první a poslední verze stránky na zadávání údajů.

Stroj: HAP 1 Ident: <input type="text"/>	Stav: Výroba <input type="text"/>	Start přestavby	Změna identu bez přestavby
Stroj: HAP 3 Ident: <input type="text"/>	Stav: Výroba <input type="text"/>	Start přestavby	Změna identu bez přestavby
Stroj: MAT 6 Ident: <input type="text"/>	Stav: Výroba <input type="text"/>	Start přestavby	Změna identu bez přestavby
Stroj: MAT 9 Ident: <input type="text"/>	Stav: Výroba <input type="text"/>	Start přestavby	Změna identu bez přestavby
Stroj: MAT 11 Ident: <input type="text"/>	Stav: Výroba <input type="text"/>	Start přestavby	Změna identu bez přestavby
Stroj: UNI HAP1 Ident: <input type="text"/>	Stav: Výroba <input type="text"/>	Start přestavby	Změna identu bez přestavby
Stroj: UNI HAP2 Ident: <input type="text"/>	Stav: Výroba <input type="text"/>	Start přestavby	Změna identu bez přestavby

Obrázek 26 – První verze masky pro zadávání výroby

Jste přihlášení jako: stroje - [Odhlásit Konec směny](#)

HAP 1	Ident: 090529 F25 VA	Start přestavby Start poruchy Start pasivity Změna identu bez přestavby	Stav: Výroba <input type="text"/>
HAP 3	Ident: 090585 UKL 1 HA	Start přestavby Start poruchy Start pasivity Změna identu bez přestavby	Stav: Výroba <input type="text"/>
MAT 6	Ident: 090565 UKL 1 VA	Start přestavby Start poruchy Start pasivity Změna identu bez přestavby	Stav: Výroba <input type="text"/>
MAT 9	Ident: 090542 MRA VA	Start přestavby Start poruchy Start pasivity Změna identu bez přestavby	Stav: Výroba <input type="text"/>
MAT 11	Ident: 095539 X98	Start přestavby Start poruchy Start pasivity Změna identu bez přestavby	Stav: Výroba <input type="text"/>
UNI HAP1	Ident: 090591 UKL 2 HA	Konec pasivity	Stav: Pasivita
UNI HAP2	Ident: 090591 UKL 2 HA	Konec pasivity	Stav: Pasivita

Obrázek 27 – Konečná verze masky pro zadávání údajů o produkci

První verze nebyla tolik přehledná a neobsahovala řadu funkcí a informací. Například nebyl zde uveden název jednotlivých projektů, stroje mohly být pouze ve fázi přestavba nebo výroba. Nebylo zde možné zadávat kusy na konci směny atd.

Poslední verze obsahuje řadu dalších nástrojů a možností, ovšem ta ještě nebyla v provozu testována. A nebude ani ve fázi implementace a provozu. V poslední verzi lze přiřazovat zaměstnance k jednotlivým strojům a sledovat výkonnost jednotlivých směn dle plnění pracovních norem. Tato verze bude uvedena do provozu až po té, co se zaměstnanci zapracují a budou bez sebemenších problémů zvládat „osekanější“ verzi. Toho lze docílit pouze spoluprací, proto nesmí být toto řešení vnímáno jako způsob kontroly, ale jak již bylo zmíněno, jako způsob usnadnění práce. Další důvod je ten, že dané normy budou stanoveny až na základě přesného měření a následné analýzy reálných dat. Tato data budou získána právě díky této aplikaci.

11.6.2 Prezentace vedení

V této fázi je nutné přesvědčit všechny, kteří informace v podobě textových zpráv dostávají, o nevýhodách a výhodách této formy, které by změna přinesla. U prezentace byly přítomni ředitel výroby, dále vedoucí úseku vulkanizace. Prezentace měla následující části

- Nedostatky a plýtvání, které plynou ze současného řešení
- Představení přínosů, které by plynuly ze změny
- Představení aplikace
 - Stručné představení rozhraní pro zadávání
 - Představení rozhraní pro prezentaci dat, jednotlivých grafů a tabule
- Představení plánu implementace
- Závěrečné zhodnocení projektu

Po prezentaci bylo rozhodnuto, že partáci budou z počátku zadávat zároveň produkci do SMS, ale i tabulky, až bude zadávání do formuláře bez problémů, dojde k restartování a vymazání všech dat (ty se budou vyznačovat z počátku větší chybovostí), aby nezkreslovaly výsledky.

11.6.3 Nahrazení stávajícího řešení

V současné době je projekt téměř před dokončením. Momentálně se pracuje na standardizaci celého procesu, jsou vytvářeny pracovní postupy a manuály pro práci s databází, na jejichž základě bude probíhat postupné proškolení jednotlivých směn. V této fázi probíhá spolupráce s projektovým inženýrem vulkanizace.

11.7 Závěrečné zhodnocení projektu

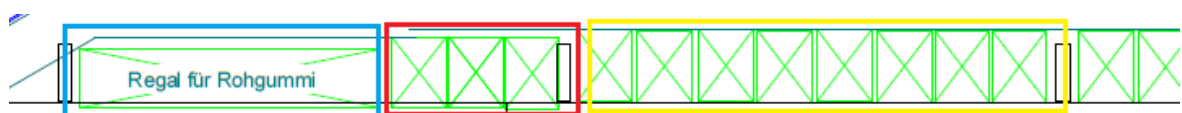
Výsledkem tohoto projektu je funkční jednoduchá webová aplikace, která poskytuje přehlednější výstup než její předchůdce – SMS zpráva. Celý projekt je téměř dokončen, ale jeho přínosy se dají očekávat za několik měsíců, při přechodu na konečnou verzi, která bude obsahovat možnost přiřazení zaměstnanců ke stroji, normy času a informace pro partáka, jak moc se realita slučuje s normou. Díky tomu lze proces vulkanizace přesněji plánovat a snížit disproporci mezi plánovaným průběhem produkce a reálným. Tyto nástroje mohou sloužit i k motivování zaměstnanců a standardizaci výkonů. Dále může databáze posloužit jako důležitý informační zdroj pro procesního inženýra z hlediska poruchovosti jednotlivých částí, odchylkách v taktu atd. To může posloužit při plánování prediktivní údržby na základě analýzy. Nárůst kapacity a flexibility výroby lze očekávat v následujících měsících.

12 5 S SKLADU

Výsledkem této kapitoly bude návrh uspořádání polic, ve kterých jsou uloženy hotové výrobky, které ovšem nelze kvůli jejich nedostatečnému množství skladovat ve skladech logistiky. Počet kusů v balení a způsob balení, ve kterém mohou být kusy skladovány v logistických skladech, je standardizován. Z každé výrobní dávky tak vzniká jistý zbytek, který nelze odeslat do logistiky a musí být uložen ve výrobě. Ten je označován jako „rest“.

V těchto policích jsou uloženy i gumová lůžka po nástřiku připravená k vulkanizaci. Tato kapitola bude mít proto tři části, první část bude věnována uspořádání restových kusů. V další části bude navrženo uspořádání palet s gumovými pouzdry. Regály se nachází naproti MAT 6. Červeně je označen prostor pro skladování obalového materiálu, jako jsou kartonové proložky a hranoly. V této oblasti není žádný regál pro uložení palet. Palety jsou zde uloženy na zem. Za červenou zónou jsou dveře, které jsou zřídka využívány, proto jsou zde pouze kartony, s kterými lze v případě potřeby manipulovat i ručním mechanickým paletovým manipulačním prostředkem, který je častěji k dispozici než elektrický, protože má užší spektrum použití. Mechanický paletový prostředek nemá elektrický pohon, který by usnadňoval manipulaci s těžkým břemenem.

Žlutě je vyznačen prostor pro ukládání restových beden, modře je vymezen prostor pro skládání gum.



Obrázek 28 – Skladovací prostor dle předmětu skladování

V poslední části bude navržen plán aplikace a projektu 5 S.

12.1 Sklad REST-kusů

Jednotlivé resty lze zaskladnit do podnikového systému, tímto se jim přiřadí skladové místo a je systémově evidován jejich pohyb. To se ovšem neděje, protože výroba těchto dílů se velmi často opakuje minimálně jedenkrát za týden ne-li víckrát. Při náběhu nové výrobní dávky jako první operátor dobalí restovou bednu, až poté balí novou produkci. Docházelo by tak k častému vyskladnění a naskladnění v systému, což by vyžadovalo větší kontrolu systémových skladů (aby se omezily následky chyb, které mohou vzniknout při 78 skladových pohybech). Díly byly roztříděny do dvou skupin. V první skupině jsou díly, které se

opakují s častou frekvencí (v průměru 6 095 kusů měsíčně), tuto skupinu tvoří 83 % dílů, zbylých 16,22 % jsou díly s malou frekvencí opakování (v průměru 29 kusů měsíčně), které je vhodné skladovat systémově, protože jejich výroba se často neopakuje. Využití možností podnikového informačního systému pro evidenci dílů je poměrně snadné a dá se provádět na počítačovém terminálu na MAT 6 přímo naproti regálu s uloženými kusy.

Bylo navrženo následující řešení. Aby se předešlo „ztracení“ a „objevování“ nových výrobků, je třeba vytvořit standart pozice pro často opakované díly a standardizovat proces systémového skladování dílu s nízkou frekvencí opakování produkce. Pro skladování je v regálu k dispozici celkem 48 paletových pozic, každý regálový díl má čtyři patra, do každého se vejde 3 standartní euro palety. Uložení musí respektovat intenzitu materiálových toků. Proto v horní polici budou zaskladněny výrobky zařazené do první skupiny, jejich pozice nemusí být standardizovaná, protože je jí možné zpětně dohledat dle příslušného bar-codu. Ve spodních policích lze skladovat díly bez systémového skladování, pokud bude mít každý ident svou pozici. Ta bude zvolena na základě intenzity očekávaných materiálových toků.

12.1.1 Současná podoba skladu

V současné době vypadá stav skladu následovně.

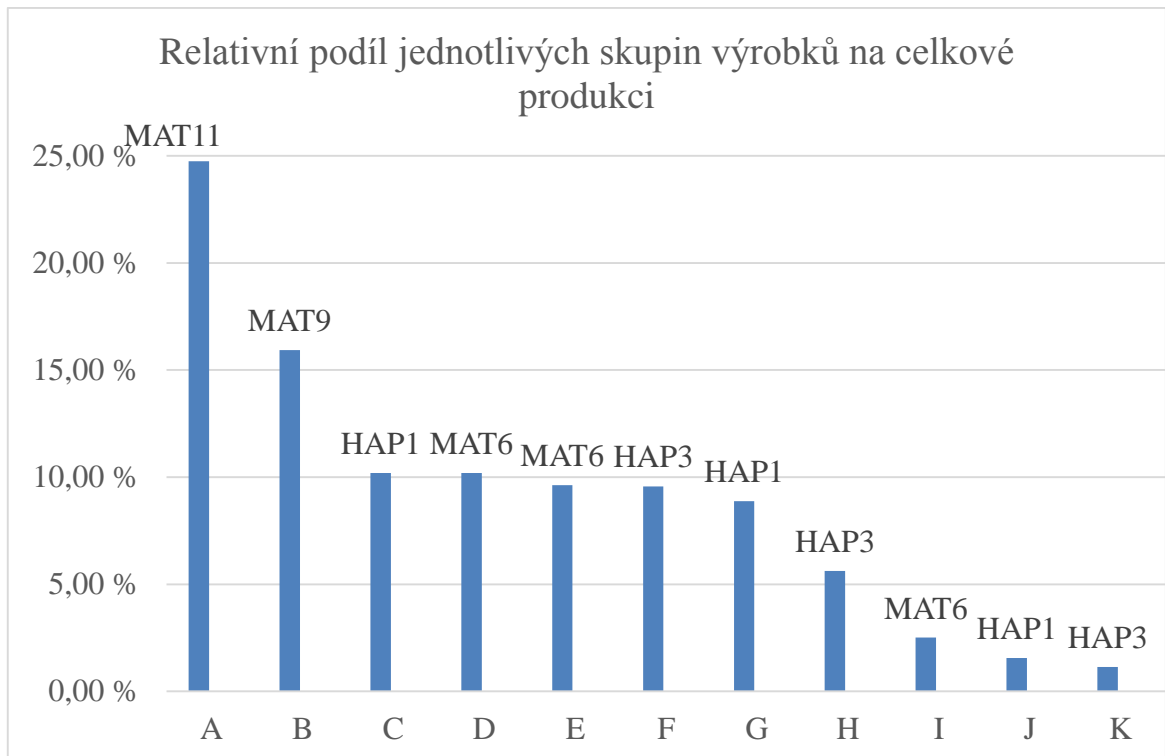


Obrázek 29 – Současná podoba skladu

Na fotografii není pozice jednotlivých dílů přesně specifikována. Uložení beden je náhodné a neřídí se žádnou interní dokumentací. Údaje o počtu kusů systémově nenaskladněných výrobcích v restových bednách se evidují, ale pouze na papírovém formuláři. Při každém pohybu těchto kusů se do vytištěné tabulky napíše aktuální stav, kdo tento pohyb provedl, stvrdí to podpisem. Toto řešení sice přináší jistou evidenci s minimem úsilí, ale informace v papírové formě nejsou tak dostupné jako v elektronické. Řešením by bylo naskladnění veškeré nedobalené produkce do podnikového informačního systému. Toto řešení by bylo ale náročnější, protože zaměstnanec by musel při naskladnění provést veškeré systémové operace, poté vytisknout bar-code (ten obsahuje informace o počtu kusů na skladové pozici, druhu výrobku, data naskladnění atd.) a ten nalepit na bednu. Při vyskladnění by musel opět provést skladový převod do přípravného skladu, ve kterém se bedna může dobalit. Tyto operace jsou podstatně časově náročnější, než napsání pár čísel na papír, ovšem za cenu nevýhod této formy informace. Jistým kompromisním řešením by bylo rozšíření databáze na hlášení online výroby o evidenci zbytkových beden. Zde by to mohlo být řešeno pomocí formuláře, kde by zaměstnanec zadal pouze novou hodnotu restové položky, údaje o tom kdy a kým byla operace provedena by se ukládala automaticky – nemusela by být vypisována. V této databázi by mohly být i uloženy informace o adrese každé bedny, aby se usnadnilo její hledání obsluhou. Největší výhodou je, že informace o restech jsou k dispozici v elektronické podobě a lze si je tak zjistit z jakéhokoli internetového prohlížeče. Byly by k dispozici oddělení plánování výroby online, při tvorbě výrobního plánu by nemuselo oddělení plánování zjišťovat tyto informace telefonováním s partákem, který v současné době informace vyhledává v záznamech v tabulce, která je v šanonu uloženém ve výrobě. To by i odstranilo riziko přehlédnutí záznamu a následného nahlášení nesprávného údaje. Dále by toto řešení ušetřilo čas jak partákovi, tak i plánovači, protože tyto zbytečné telefony by byly zcela eliminovány.

12.1.2 Analýza intenzity materiálových toků

Výrobky byly rozděleny do 11 skupin dle typu výrobků. Při přechodu produkce z jednoho výrobku na druhý v rámci jedné skupiny není nutné provést výměnu nástroje (což trvá v průměru více než hodinu a půl), ale stačí pouze měnit dílčí parametry stroje (změna parametrů trvá přibližně 15 minut). Skupiny byly řazeny dle relativního podílu na celkovém množství vyrobených kusů.



Graf 9 – Rozdělení jednotlivých skupin dle intenzity a způsobu výroby

Tabulka 6 – Rozdělení jednotlivých skupin dle intenzity a způsobu výroby

Skupina	Relativní podíl na celkové produkci vulkanizace	Stroj
A	24,74 %	MAT11
B	15,94 %	MAT9
C	10,19 %	HAP1
D	10,19 %	MAT6
E	9,62 %	MAT6
F	9,57 %	HAP3
G	8,89 %	HAP1
H	5,63 %	HAP3
I	2,51 %	MAT6
J	1,57 %	HAP1
K	1,15 %	HAP3

Při návrhu uspořádání musí být respektováno toto rozdělení.

12.1.3 Návrh rozdělení

Pro navržení finální dispozice skladu je nutná detailní analýza skupiny výrobků, jednotlivé skupiny obsahují odlišný počet výrobků. Skladové pozice budou obsazovány od skupin s největším podílem na produkci po skupiny s podílem nejmenším. V horizontální ose budou pozice obsazovány na základě vzdálenosti od stroje, na kterém se realizuje výrobní program těchto skupin, na vertikální ose je řazení dle počtu zákaznických odvolávek na tento výrobek. Řazení v rámci jedné skupiny poté nebude dle intenzity zákaznických odvolávek, ale dle čísla dílů (pro větší přehlednost). Detailní struktura jednotlivých skupin je následující.

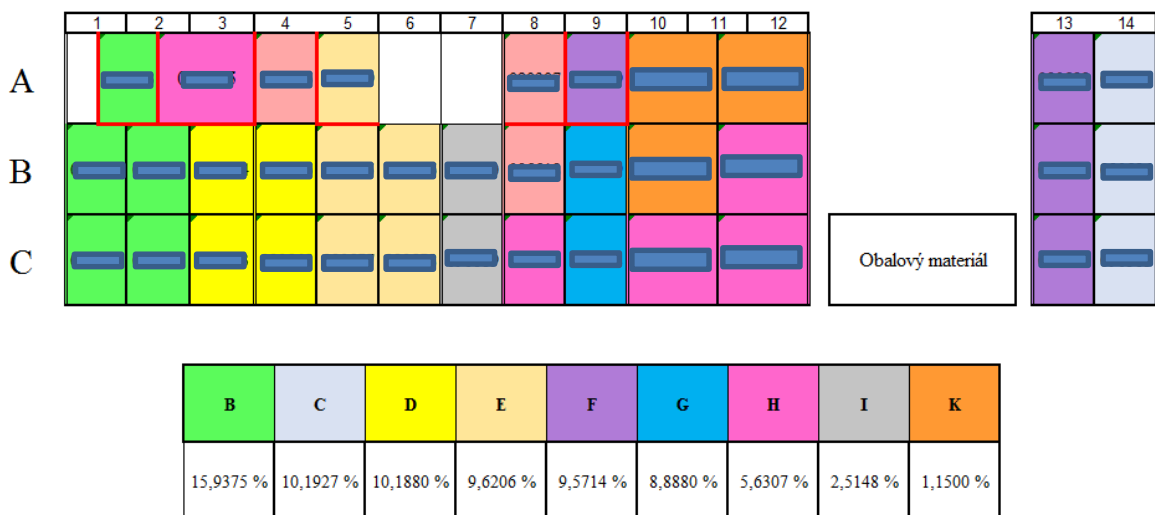
Tabulka 7 – Detailní struktura jednotlivých skupin

Skupina	Stroj	Číslo dílu	Relativní podíl na celkové produkci
A	MAT11		20,2584 %
A	MAT11		4,4824 %
Celkem			24,7409 %
B	MAT9		12,4889 %
B	MAT9		2,5200 %
B	MAT9		0,5554 %
B	MAT9		0,3732 %
Celkem			15,9375 %
C	HAP1		7,5168 %
C	HAP1		2,3240 %
C	HAP1		0,3518 %
Celkem			10,1927 %
D	MAT6		4,7427 %
D	MAT6		4,0787 %
D	MAT6		0,0016 %
D	MAT6		1,3650 %
Celkem			10,1880 %
E	MAT6		6,3826 %
E	MAT6		0,8168 %
E	MAT6		0,0362 %
E	MAT6		0,0051 %
E	MAT6		2,3799 %
Celkem			9,6206 %
F	HAP3		3,9753 %
F	HAP3		3,8494 %
F	HAP3		1,4100 %
F	HAP3		0,3367 %
Celkem			9,5714 %

G	HAP1		7,2569 %
G	HAP1		1,6311 %
Celkem			8,8880 %
H	HAP3		1,2679 %
H	HAP3		0,8453 %
H	HAP3		2,8641 %
H	HAP3		0,6523 %
H	HAP3		0,0012 %
Celkem			5,6307 %
I	MAT6		1,6728 %
I	MAT6		0,8420 %
Celkem			2,5148 %
J	MAT6		1,3575 %
J	HAP1		0,1644 %
J	HAP1		0,0435 %
Celkem			1,5654 %
K	HAP3		0,5661 %
K	HAP3		0,3565 %
K	HAP3		0,2275 %
Celkem			1,1500 %

Jak bylo zmíněno, výrobky jsou členěny do skupin dle typu, při přechodu výroby z jednoho dílu na druhý by nemělo dojít k výměně nástroje, výjimku tvoří pouze skupiny číslo H a J. Ve skupině je to z toho důvodu, aby skupin bylo co nejméně. Kdyby bylo pravidlo přetypování plně respektováno, bylo by skupin o 36 % více. Dispozice skladu by se tak stávala méně čitelnou.

Po analýze údajů uvedených v tabulce byla navrženo toto rozložení skladu.



Obrázek 30 – Dispozice skladu dle typu výrobků

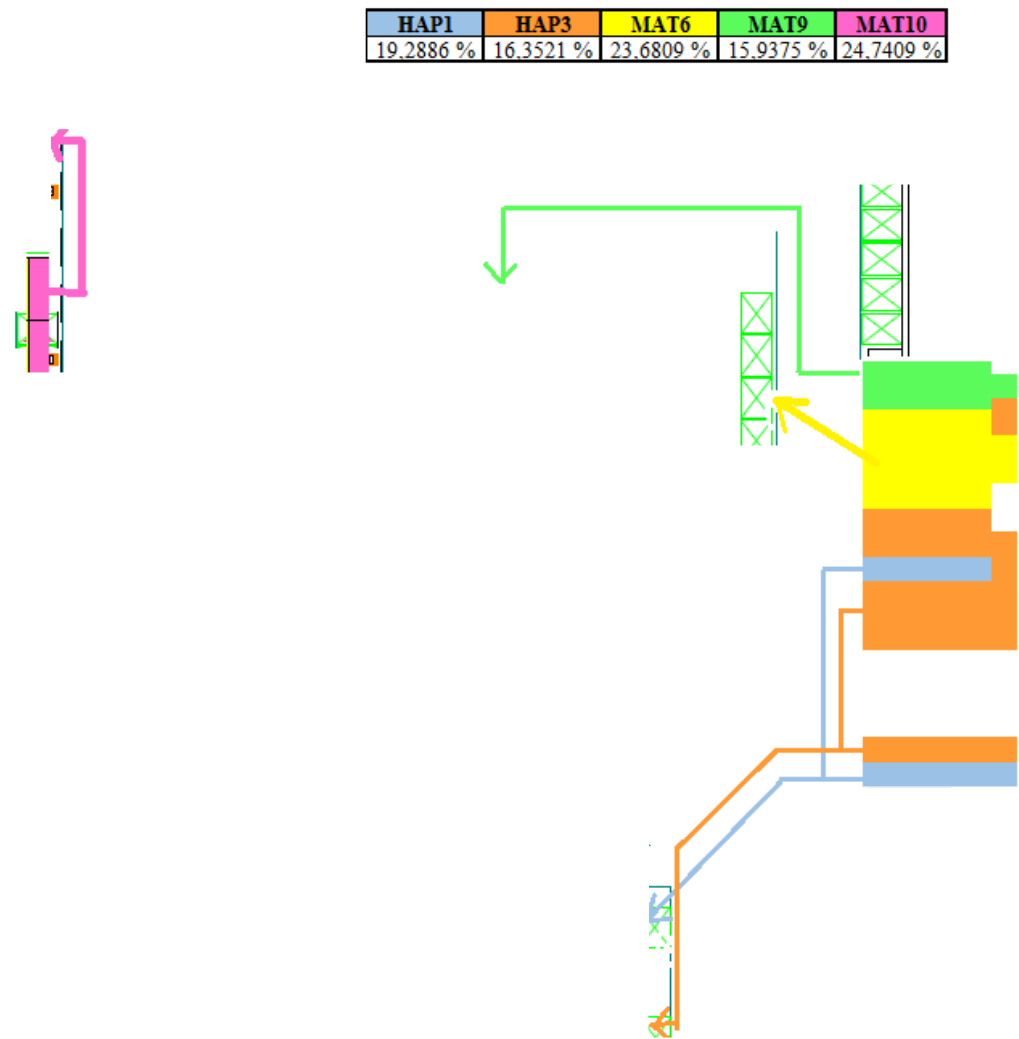
Dispozice skladu je po vertikální ose navržena tak, že čím je menší frekvence výroby, tím jsou díly umístěny v regálech výše. Jsou to díly, na které nejsou tak vysoké objednávky, jedna výrobní dávka pokryje i několik vývozu, nejsou potřebné tak často – nevyžadují tak častou manipulaci – proto obsazují místo, které je z hlediska manipulace nejhůře přístupné. Takto lze pouhým přerovnáním skladů a standardizací minimalizovat munda zbytečné manipulace.

Identy na pozicích označených červeným rámem jsou výrobky, které zákazník potřebuje ojediněle, proto je dobré tyto informace sdílet v rámci celé společnosti – musí být systémově naskladněny. Informace ze systému slouží oddělení logistiky při komunikaci se zákazníkem. Toto skladování málo obrátkových dílů je důležité i z hlediska validity dat v informačním systému. Protože pokud nedojde ke vyšrotování nebo naskladnění všech kusů ve výrobní zakázce evidované v podnikovém ERP, nemůže se tato výrobní zakázka uzavřít. Vystupuje jako rozpracovaná výroba, ale ve skutečnosti se jedná o ukončenou výrobu. Krok skladování hotových výrobků je důležitý pro umělé navenyšování doby trvání zakázky.

Pro standardizaci místa uložení slouží adresy beden v polici. Čísla specifikují horizontální polohu bedny, písmena určí vertikální polohou, například díl 090620 ze skupiny I má polohu B7. Pokud by bylo rozhodnuto o rozšíření webové aplikace (která byla předmětem předchozího projektu) o část skladovaných restů, bylo by možné jednotlivé identity propojit s jejich skladovými místy. Za pomoci těchto relací by bylo vyhledávání restových kusů velmi

snadné. Do vyhledávacího pole by se mohl například zadat ident, automaticky by se zobrazilo počet kusů a jeho adresa. Tyto informace by měli manažeři neustále k dispozici v online podobě. Mohly by je čerpat na zabezpečených webových stránkách prostřednictvím mobilních telefonů.

Po horizontální ose je sklad navržen tak, aby místa byly co nejbližší místu balení. Jasněji je to zřetelné z následujícího obrázku. Jednotlivé šipky reprezentují tok materiálu k místu balení. Výrobky zpracovávají na MAT 11 jsou uloženy u stroje na volné ploše. Díky bednám, ve kterých jsou hotové výrobky, lze stohovat. Nezabírají potřebné místo. A navíc jsou zde na očích a obsluha nezapomene nejdříve dobalit rest, až poté začít novou várku. Tento standard bude mít i pozitivní vliv na zpětné sledování materiálového toku.



Obrázek 31 – Uspořádání skladů dle místa balení

Uspořádání je navrženo tak, aby bylo přehledné a zároveň minimalizovalo plynutí spojené s manipulací.

12.2 Sklad gumových lůžek

Po obsazení skladu s restovými bedny zbylo na uložení gum celkem 21 paletových pozic, připočítáme-li tři pozice volně ložené plochy před regálem s resty, který hraničí s regálem gum při sestavování skladovacího pořádku, bylo i tentokrát myšleno na snadnost manipulace s materiálem. Proto gummy, které jsou uloženy na celých paletových pozicích, by měly být

uloženy ve vrchních regálech, protože s nimi bude manipulováno pomocí elektrického paletového manipulátoru. Naproti tomu gummy, kterým je vyčleněno pouze půlka paletového místa nebo pouze čtvrt, jsou uloženy dole, protože se zpravidla bere pouze pár krabic. Princip standardizace pozic jednotlivých gumových lůžek je následující. Nejprve jsou identity rozděleny na ty, které jsou na celých paletách a ty, kde je na půlce palety guma „O“ a druhé půlce guma „U“, nebo čtvrt palety „O“ a čtvrt palety „U“. Tabulka rozdělní gummy podle toho, zda je jim přiřazená celá nebo částečná paletová pozice je součástí příloh. V této tabulce jsou uvedeny oba identity gummy dohromady (U i O) a stejně tak je uvedeno, kolik mají dohromady skladových pozic. Například 06-007-0819 – 0.5 pozic znamená, že na jedné pozici je čtvrt palety gummy typu O a čtvrt palety gummy typu U.

Způsob uložení gummy je následující:

- Na vrchních pozicích jsou uloženy celé nerozbalené palety gummy
- Ve spodních pozicích jsou uloženy gummy, které nejsou na celých paletách
- Gummy jsou řazeny dle čísla identity
- Nově nastříkané gummy se ukládají za starší gummy, aby se snadněji respektoval princip FIFO.

Všechny tyto body by měly být zohledněny při tvorbě standardu.

12.3 Plán 5S projektu

Celý projekt by měl být realizován v rámci nadcházející inventury, kdy se jednotlivé resty budou muset přepočítat, se všema se musí manipulovat. To je příležitost k uspořádání skladu podle předem stanoveného standardu. Projekt by se měl realizovat v těchto krocích

- Vytvoření standardu dle výše uvedeného
- Vytvoření pracovních postupů a školení pro udržení tohoto standardu
- Při inventuře zjistit stav jednotlivých výrobků a zajistit jejich uložení na zvolené pozice
- Naskladnění vybraných restových beden v ERP společnosti
- Provést školení zaměstnanců
- Udržovat nastavený standard pomocí dohledu mistrů, ale i vizuálních pomůcek a školení nově příchozích zaměstnanců

13 APLIKACE METODY MOST NA PRACOVIŠTI UNI HAP

V této kapitole bude využita analýza metodou předem určených časů MOST. Pro analýzu sloužil pořízený videozáznam.

13.1 Popis pracovních operací

Pracoviště UNI HAP je pracoviště s malou kapacitou, které vyžaduje velké zapojení manuální práce. Výhodou tohoto pracoviště je rychlé přetypování a především to, že stroj UNI HAP je za zlomek ceny jiných strojů používaných na vulkanizaci gumových pouzder. Vulkanizace pomocí UNI HAP probíhá následovně.

Nejprve operátor usadí gumová lůžka do forem a nástroje. Poté vloží do přípravku očištěný stabilizátor a posune objímky pod senzory, které snímají jejich správné usazení. Poté proběhne aretace stabilizátoru pomocí páky na kraji vulkanizačního stolu. Po aretaci jsou položeny na horní stranu formy s gumami, ty jsou utaženy na jedné straně otočením uzávěru o 90° rukou. Druhá strana forem musí být utažena pod tlakem, proto je využito nástroje – páky. Po připevnění forem, musí operátor vyčkat, až zchladne kus, který se vulkanizoval jako předešlý. Po zchladnutí vulkanizovaného kusu se přípravek s uchyceným nevulkanizovaným kusem otočí o 180° pod ohřevy a pyrometry (pyrometry slouží ke kontrole teploty na vulkanizované části stabilizátoru), zároveň se ale přisune navulkanizovaný kus, který se vulkanizoval při usazování předešlého kusu do přípravku. Po otočení stolu operátor zatáhne za páčku a tím spustí ohřevy dolu. Ohřevy aktivuje tlačítkem, tak nastartuje proces vulkanizace, který se skládá z dvou fází, a to ohřevu (který trvá 35 vteřin a chladnutí přibližně 3 minuty 15 vteřin). V průběhu vulkanizace kusu probíhá demontáž forem a usazení druhého kusu. K demontáži forem je použit nástroj v podobě vidlice. Po demontáži forem operátor vyjme kus a uloží jej na stojan. Poté začíná celý proces znova.

13.2 Současná podoba procesu

Současná podoba procesu je dle metody BasicMOST strukturovaná následovně:

Zvednutí ohřevu pomocí páky

$$A_0 B_0 G_0 \quad M_1 X_0 J_0 \quad A_0 = 10 \text{ TMU}$$

Zmáčknutí tlačítka pro otočení plotny (přípravku) a aktivace ohřevu (plotny)

$$A_1 B_0 G_0 \quad M_1 X_0 J_0 \quad A_0 = 20 \text{ TMU}$$

$$A_0 B_0 G_0 \quad M_6 X_0 I_0 \quad A_0 = 60 \text{ TMU}$$

Aktivace ohřevu a vyčkání na možnost ohřevu dalšího kusu

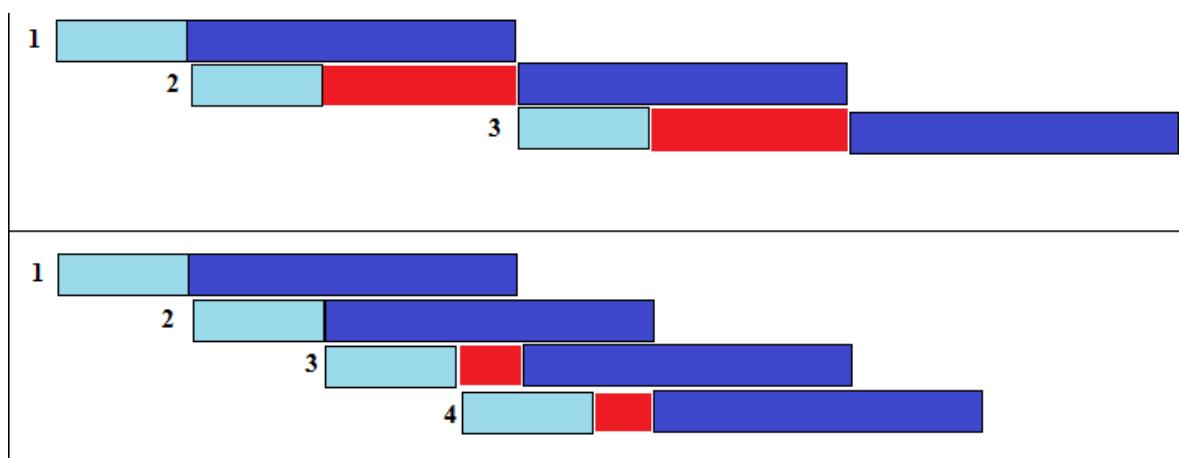
$$A_{-1} B_0 G_1 \quad M_1 X_{660} I_0 \quad A_0 = 6 \text{ 630 TMU}$$

Celý proces tak trvá 6 720 TMU. V rámci analýzy nejsou rozebírány pohyby potřebné k usazení gumových lůžek a kusu do přípravku aretaci atd. Všechny tyto úkony trvají kratší dobu, než je chod stroje. Procesní čas je úzké místo, které musí být odstraněno.

13.3 Návrh nového procesu

Po pečlivé analýze současného stavu bylo navrženo přidání dalších dvou pyrometrů na druhou stranu vulkanizačního stolu (na stranu, u které stojí operátor). Díky tomuto řešení mohou chladnout dva kusy zároveň a tím pádem je úzké místo v podobě procesního času téměř odstraněno. Proces by po instalaci pyrometrů vypadal následovně:

Nejprve operátor usadí stabilizátor s gumovými lůžky do přípravku. Otočí stůl a dá nahřívat. Počká zhruba půl minuty na chladnutí. Vyjme vychladlý stabilizátor, usadí nový, otočí stůl a dá opět nahřát. Čili stabilizátor musí být pod ohřevy 35 vteřin, což je doba kratší než potřebná na usazení a upevnění nového stabilizátoru s gumovými pouzdry. Poté se může stabilizátor přetočit na druhou stranu k operátorovi a zároveň se dát nahřát již usazený stabilizátor. Eliminace plýtvání je zřetelná pokud se proces vyjádří Ghantovým průběhovým diagramem.



Obrázek 32 – Průběh současného a navrhovaného procesu vulkanizace na pracovišti UNI

V tomto diagramu je v horní části zobrazen průběh výroby prvních třech výrobků při současné konstrukci stroje. V dolní části je zachycen průběh výroby prvních čtyřech výrobků po aplikaci zlepšení v podobě umístění dalších pyrometrů na přední stranu stroje. Vyjmutí stabilizátoru z přípravku, usazení gum a nového stabilizátoru je v diagramu znázorněna světlemodrou barvou. Tmavě modrou je zobrazen proces nahřívání a chladnutí (chladnutí tvoří 84 % tohoto procesu). Červenou je zobrazeno plýtvání. Je zde jasně patrná eliminace plýtvání a zvýšení kapacity. Analýza pomocí techniky MOST vypadá následovně.

Zvednutí ohřevu pomocí páky

$$A_0B_0G_0 \quad M_1X_0I_0 \quad A_0 = 10 \text{ TMU}$$

Zmáčknutí tlačítka pro otočení plotny (přípravku) a aktivace ohřevu (plotny)

$$A_1B_0G_0 \quad M_1X_0I_0 \quad A_0 = 20 \text{ TMU}$$

$$A_0B_0G_0 \quad M_6X_0I_0 \quad A_0 = 60 \text{ TMU}$$

Aktivace ohřevu a vyčkání na možnost ohřevu dalšího kusu

$$A_1B_0G_1 \quad M_1X_{396}I_0 \quad A_0 = 3980 \text{ TMU}$$

$$A_0B_0G_0 \quad A_3B_0P_3 \quad A_0 = 60 \text{ TMU}$$

$$A_0B_0G_0 \quad A_1B_0P_3 \quad A_0 = 40 \text{ TMU}$$

Nový proces trvá celkově 4170 TMU, celková úspora času je neuvěřitelných 37 %.

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo dosažení zvýšení kapacity a flexibility výroby vybraného pracoviště. Jako pracoviště, které bude předmětem této práce, bylo vybráno pracoviště vulkanizace, protože je toto pracoviště na strojích HAP a UNI HAP úzký místem celého procesu.

Celá práce se linula v ryze ekonomickém duchu. Nákladová stránka navrhovaných řešení byla brána v potaz hned na začátku tvorby koncepce těchto řešení. Je důležité dosahovat zlepšení, ale ne vždy jsou tato zlepšení za adekvátní cenu. Proto bylo rozhodnuto, že pro vyřešení problému bude použita aktivace zdrojů, kterými společnost v současné době disponuje a nevyvolává potřebu zakoupení zdrojů dalších. Pokud jsou zlepšení realizovány změnou organizace, standardizací, nebo vizualizací, je velká pravděpodobnost, že přínosy převýší náklady, protože tyto změny jsou investičně štlíhle.

V prvé řadě byla učiněna analýza příčin a následků, takto byly detekovány oblasti plýtvání. Jako jsou poruchy, nedostatečné vedení lidí, nedodržování pracovních norem atd. Řešení problému stojí na čtyřech nezávislých pilířích, a to: sledování pracoviště online, návrh projektu 5S skladu, standardizace pracovních postupů a MOST analýza.

Sledování pracoviště online je jádrem celé práce, protože pomáhá řešit nejméně problémových oblastí. V rámci projektu Kaizen byla navržena webová aplikace pro hlášení produkce, která má nahradit psaní SMS zpráv, které vypisuje na každé směně parták v hodinovém intervalu. Pomocí této aplikace je možné zkrátit dobu, kterou potřebují partáci k odeslání informace o cca 82 %. Zdrojem této úspory je samotný způsob, jak jsou informace podávány. Webová aplikace si pamatuje, kde se co momentálně vyrábí, pro změnu projektu stačí několik málo kliků, stejně tak jako pro nahlášení poruchy. Odpadá tak zdlouhavé a náročné vypisování SMS, stačí pouze vyplnění pár polí počty kusů za aktuální hodinu a kliknutí na tlačítko uložit. Hlavní přínos této aplikace ale není okamžité zlepšení v podobě eliminace plýtvání času zaměstnanců na vypisování SMS zpráv, ale ve vytváření databáze, která obsahuje informace, které nelze zjistit z podnikového ERP. Je možné například zjistit přesnou dobu přetypování u jednotlivých projektů na určitých strojích. Dále lze zjistit příčiny poruch a jejich frekvenci. Toto je důležité pro plánování údržby. Tuto databázi ocenil hlavně procesní inženýr, který je za oddělení vulkanizace zodpovědný. Ten hodnotí tuto aplikaci následujícími slovy: „*Databáze, která v sobě zahrnuje informace o poruchách a době jejich trvání, není pouze dobrým nástrojem pro cílenou údržbu, ale i způsobem, jakým lze měřit úspěšnost a efekt implementace preventivních opatření.*“

Další oblast, která z databáze čerpá, je oblast řízení a plánování. Plánovači výroby mají k dispozici informace o průměrné době přetypování a aktuálním taktu jednotlivých strojů. Tyto informace jsou pro přesné plánování zcela základní, bohužel podnikový informační systém je neposkytuje zcela přesně. Toto pomůže přesnému plánování a možnosti větších výrobních dávek. Nebo eliminaci zbytečných přetypování, které jsou důsledkem nepřesného plánování.

Oblast managementu má díky aplikaci informace v graficky zajímavé formě, má přehled o výkonu jednotlivých směn i zaměstnanců, může tyto informace používat k individuálnímu motivování.

Při tvorbě aplikace byly respektovány principy průmyslového inženýrství, jako je Poka-Yoke, procesního pohledu nebo vizualizace. Celá aplikace je robustní a její zpráva je díky prostředí phpMyAdmin velmi jednoduchá. Díky tomu si databáze nevyžaduje žádné udržovací náklady, případné změny je podnik schopen realizovat sám v rámci oddělení IT.

Zlepšení, které toto řešení přinese, je v současné době nemožné kvantifikovat, protože efekt této databáze je dlouhodobý a přínosy se objeví až za několik měsíců. Když budou implementovány projekty na zlepšení stavu, jehož problémové stránky může indikovat právě tato databáze.

Dalším navrhovaným zlepšením byla standardizace skladu restových beden a gumových lůžek. Koncept plně zohledňoval princip tahu, protože dispozice jednotlivých skladů byla navržena dle očekávaných objednávek odběratelů v následujících šesti měsících. Výsledkem toho byl plán projektu 5S skladu, který by se měl realizovat v rámci nadcházející inventury (aby byly náklady na realizaci co nejnižší). Po dosažení cílového stavu nebude možné, aby se restové bedny „ztrácely“ a musela být naplánovaná výroba mimořádné dávky, například kvůli pár náhradních dílů. Díky standardizaci pozic aktivovaných gumových lůžek klesá riziko, že bude zahájena výroba bez toho, aby byly k dispozici komponenty potřebné pro tuto výrobu (zaměstnanci si pouhým pohledem mohou ověřit dispozici komponentů, protože každý komponent má pouze jedno místo), díky tomu klesá riziko prostojů.

Poslední oblastí je návrh změny podoby zařízení UNI HAP. Bylo navrženo přidání dvou pyrometrů, aby mohla navulkanizovaná gumová lůžka chladnout zároveň na dvou stabilizátorech. Na základě analýzy MOST bylo zjištěno, že implementací navrhovaného řešení by zvýšila kapacitu pracoviště UNI HAP o 37 %. Tento projekt je momentálně ve fázi čekání

na odpověď z konstrukce, zda je toto řešení možné a kolik by toto řešení stálo. Poté bude možno rozhodnout o implementaci.

Pokud je abstrahován návrh na přidání pyrometrů na pracoviště ruční vulkanizace, jsou náklady na realizované změny pro podnik nulové, protože celý projekt online hlášení byl zpracováván pro podnik v rámci diplomové práce zcela zdarma. Projekt 5S skladu si nevyžaduje žádné další zdroje a prostředky, ale soustřeďuje se na lepší využívání prostředků, které jsou k dispozici. V současné době lze pozorovat jistý nárůst kapacity a snížení její variability. Data o produkci jsou adresná a je velmi jednoduché zjistit výkony jednotlivých směn zaměstnanců. V této souvislosti se výkon přiblížil více výkonové normě, na některých směnách dokonce tuto normu překračuje.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BAŤA, Tomáš. Úvahy a projevy: mé začátky. Praha: Dobrovský, 2013, 319 s. Omega (Dobrovský). ISBN 978-80-7390-019-9.

BAUER, Miroslav. Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě. 1. vyd. Brno: BizBooks, 2012, 193 s. ISBN 978-80-265-0029-2.

CEJTHAMR, Václav a Jiří DĚDINA. Management a organizační chování. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: GradaPublishing, 2010, 344 s. ISBN 978-80-247-3348-7.

FÍŠER, Roman. Procesní řízení pro manažery: jak zařídit, aby lidé věděli, chtěli, uměli i mohli. 1. vyd. Praha: Grada, 2014, 173 s. Manažer. ISBN 978-80-247-5038-5.

HARRY, Mikel J. Practitioner'sguideforstatistics and leansix sigma forprocessimprovement. Hoboken, N.J.: John Wiley, c2010, xxv, 800 p. ISBN 04-701-1494-0.

HOLMAN, Robert. Základy ekonomie: pro studenty vyšších odborných škol a neekonomických fakult VŠ. 2. vyd. Praha: C. H. Beck, 2008, xv, 372 s. ISBN 9788071798903.

CHARANTIMATH, Poornima. TotalQuality Management. 3. vyd. Dheli 110 092, India: DorlingKindersly, 2009, 259 s. ISBN 978-81-7758-647-3.

IMAI, Masaaki. GembaKaizen: [řízení a zlepšování kvality na pracovišti]. Vyd. 1. Brno: ComputerPress, 2005, viii, 314 s. ISBN 80-251-0850-3.

IMAI, Masaaki. Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku. Vyd. 1. Brno: ComputerPress, 2004, vi, 272 s. ISBN 80-251-0461-3.

JUREČKA, Václav. Makroekonomie. 1. vyd. Praha: Grada, 2010, 332 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3258-9.

KAHNEMAN, Daniel. Myšlení, rychlé a pomalé. Vyd. 1. Brno: Jan Melvil, 2012, 542 s. Pod povrchem. ISBN 978-80-87270-42-4.

KUCHARČÍKOVÁ, Alžbeta. Efektivní výroba: využijte výrobní faktory a připravte se na změny na trzích. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2011, 344 s. ISBN 978-80-251-2524-3.

LIU, Huaxin. A dynamicbottleneck-orientedmanufacturingcontrolsystem. Nové přeprac. vyd. opatřené margináliemi. Berlin: Gito, 2011, xv, 986 s. ISBN 39-421-8377-3.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. ISBN 80-902-2356-7.

MAŠÍN, Ivan. Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štihlé výroby. 1. vyd. Liberec: Institut technologií a managementu, 2005. ISBN 80-903533-1-2.

PANNEERSELVAN, R. Production And Operations Management. 3. vyd. Haryana: PHI Learning Pvt. Ltd., 2012, 720 s. ISBN 978-81-203-4555-3.

POKLUDA, Zdeněk. Baťa v kostce. Zlín: Kniha Zlín, 2013. ISBN 978-80-7473-126-6.

PRODUCTIVITY PRESS, 5S pro operátory: 5 pilířů vizuálního pracoviště. 1. vyd. Brno: SC, c2009, x, 105 s. Shopfloorseries. ISBN 978-80-904099-1-0.

SHINGŌ. A study of the Toyota production system from an industrial engineering viewpoint. Rev. ed. Boca Raton: CRC Press. 2005.

SHOPFLOORSERIES. Systém tahu ve výrobním prostředí. 1. vyd. Brno: SC, 2008, 95 s. Shopfloorseries. ISBN 978-80-904099-0-3.

SMITH, Adam. Pojednání o podstatě a původu bohatství národů. Nové přeprac. vyd. opatřené margináliemi. Praha: Liberální institut, 2001, xv, 986 s. ISBN 80-863-8915-4.

SVOZILOVÁ, Alena. Zlepšování podnikových procesů. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 223 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci. 1. vyd. Praha: Grada, 2014, 366 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4486-5.

TUČEK, David a Roman BOBÁK. Výrobní systémy. Vyd. 2. uprav. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, ISBN 80-731-8381-1.

J. MACGREGOR SMITH, J. Barış Tan. Handbook Of Stochastic Models And Analysis of Manufacturing System Operations. 1. vyd. New York, NY: Springer, 2013, 223 s. Expert (Grada). ISBN 978-146-1467-779.

Internetové zdroje:

Česká národní banka. ČNB [online]. 2014 [cit. 2015-02-14]. Dostupné z: http://www.cnb.cz/cs/verejnost/pro_media/clanky_rozhovory/media_2014/cl_14_141112_singer_hydepark.html

Plytvání. Svět produktivity [online]. 2012 [cit. 2015-02-28]. Dostupné z: <http://www.svet-produktivity.cz/clanek/metodika-plytvani.htm>

Nové trendy v oblasti průmyslového inženýrství. Businessinfo [online]. 2011 [cit. 2015-02-15]. Dostupné z: <http://www.businessinfo.cz/cs/clanky/nove-trendy-prumyslove-inzenyrstvi-2849.html>

Dobraprace.cz [online]. 2014 [cit. 2015-02-15]. Dostupné z: <http://www.dobraprace.cz/prumyslovy-inzenyr/zlin/>

Indeed [online]. 2014 [cit. 2015-02-15]. Dostupné z: <http://cz.indeed.com/Pr%C5%AFmyslov%C3%BD-In%C5%BEen%C3%BDr-jobs>

Slovník Lingea [online]. 2014 [cit. 2015-02-26]. Dostupné z: <http://slovniky.lingea.cz/An-glicko-cesky>

Výrobní takt. Business Center [online]. 2015 [cit. 2015-02-28]. Dostupné z: <http://business.center.cz/business/pojmy/p893-vyrobni-takt.aspx>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ČNB	Česká národní banka
DBR	Drum, Buffer, Rope
FIFO	First in first out
ISO	International Organization for Standardization
MOST	Maynar Operation Sequence Technique
MTM	Methods-Time Measuerment
PDCA	Pland-do-check-action
PMTS	Predetermined motion time systems
SMED	Single Minute Exchange of Die
TOC	Theory of Constraints
TPM	Totální produktivní údržba
WIP	Work in proces

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Poloha bodu rozpojení (Tomek, 2014, s. 81).....	17
Obrázek 2 - Ishikawa Diagram (Svět produktivity, 2012).....	22
Obrázek 3 - Plýtvání ve výrobě (Svět produktivity, 2012).....	26
Obrázek 4 - Drum-Buffer-Rope.....	30
Obrázek 5 - Obecné přemístění (Mašín Vytlačil, 2000 s. 110)	32
Obrázek 6 - Příklad obecného přemístění (Mašín, Vytlačil, 2000 s. 110).....	32
Obrázek 7 – Standardizace jako pilíř nastavení pořádku. (ProductivityPress, 2009 s. 41).....	36
Obrázek 8 – Stabilizátor instalovaný na podvozku auta.....	41
Obrázek 9 – 3D model stabilizátoru	42
Obrázek 10 – Výrobní proces	43
Obrázek 11 – Přiřazení jednotlivých skupin produktů ke strojům HAP na základě časové náročnosti výroby	48
Obrázek 12 – Mapa materiálového toku úseku vulkanizace	50
Obrázek 13 – Organizační struktura oddělení vulkanizace	57
Obrázek 14 – Současná podoba informací	66
Obrázek 15 – Automaticky generovaný postupový diagram stroje HAP 1.....	66
Obrázek 16 – Tabulka se záznamy	66
Obrázek 17 – phpMyAdmin	68
Obrázek 18 – Vzhled vstupní masky pro zadávání informací o produkci.....	70
Obrázek 19 – Maska pro zadávání o produkci	71
Obrázek 20 – Formulář přestavby	72
Obrázek 21 – Formulář porucha	73
Obrázek 22 – Možnost mazání změny stavu stroje	74
Obrázek 23 – Výstup aplikace	76
Obrázek 24 – Současná podoba výstupu informací.....	77
Obrázek 25 – Proces implementace.....	79
Obrázek 26 – První verze masky pro zadávání výroby	80
Obrázek 27 – Konečná verze masky pro zadávání údajů o produkci.....	81
Obrázek 28 – Skladovací prostor dle předmětu skladování	83
Obrázek 29 – Současná podoba skladu.....	84
Obrázek 30 – Dispozice skladu dle typu výrobků	89

Obrázek 31 – Uspořádání skladů dle místa balení.....	91
Obrázek 32 – Průběh současného a navrhovaného procesu vulkanizace na pracovišti UNI HAP	94

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Modelový příklad Paretového diagramu	19
Tabulka 2 – Techniky a definice cíle vizuálního managementu (Bauer, 2012 s. 44 - 46)	21
Tabulka 3 – Technika měření práce Basic most (Mašín, Vytlačil, 2000 s. 111)	33
Tabulka 4 – Četnost nástřiku a spotřeby gumových lůžek u jednotlivých strojů v následujícím pololetí.	52
Tabulka 5 – Řešení nástroje pro optimalizaci a dosažení stanoveného cíle	61
Tabulka 6 – Rozdělení jednotlivých skupin dle intenzity a způsobu výroby	86
Tabulka 7 – Detailní struktura jednotlivých skupin.....	87
Tabulka 8 - Počet paletových pozic jednotlivých identů gum ve skladu.....	109

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 - Požadavky firem na pozici průmyslového inženýra	16
Graf 2 - Závislost nákladů na objemu produkce (velikosti výrobní dávky)	18
Graf 3 – Paretův diagram (Charantimath, 2009 s. 73).....	19
Graf 4 - Rozdělení způsobů příjmu informací dle jejich intenzity. (Bauer, 2012 s. 44).....	20
Graf 5 – Vývoj zákaznických požadavků dle jednotlivých výrobní zařízení	47
Graf 6 – Paretovo rozdělení potřeby gumových lůžek	53
Graf 7 – Spotřeba gumových lůžek	53
Graf 8 – Pole působnosti jednotlivých nástrojů optimalizace	61
Graf 9 – Rozdělení jednotlivých skupin dle intenzity a způsobu výroby.....	86
Graf 10 – Požadavky na výrobu po přiřazení výrobků na stroje HAP 1a HAP 3 ...	108
Graf 11 – Požadavky na produkci HAP 1 a HAP 3 po přiřazení.....	108

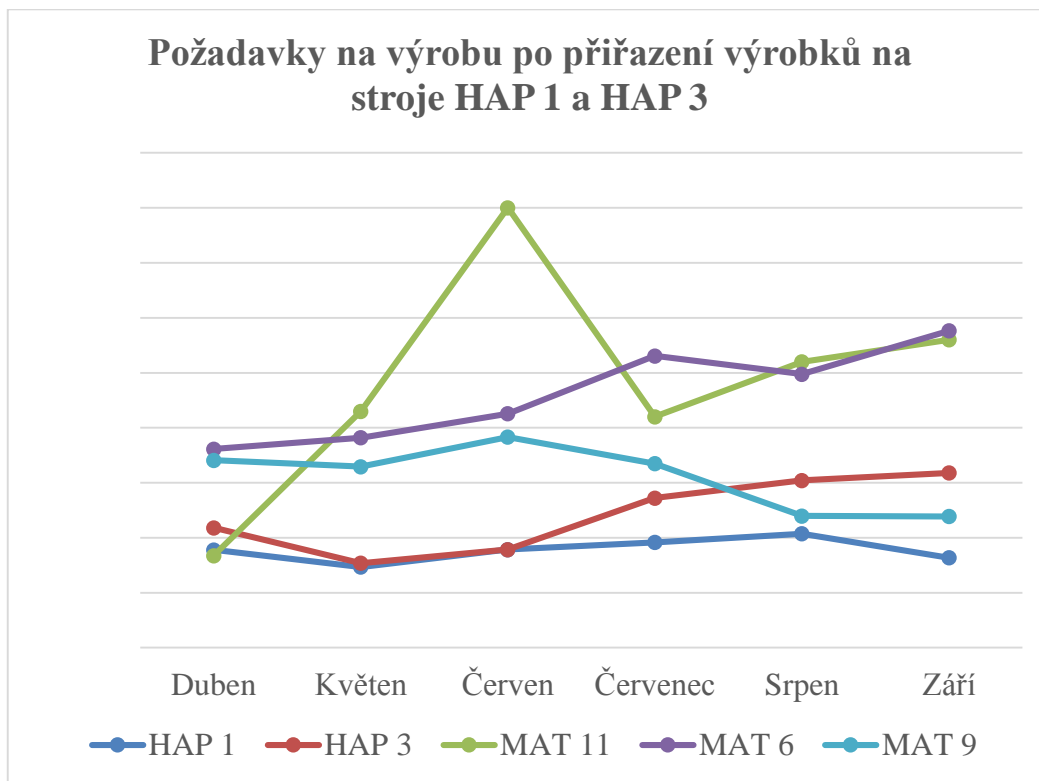
SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Požadavky na výrobu

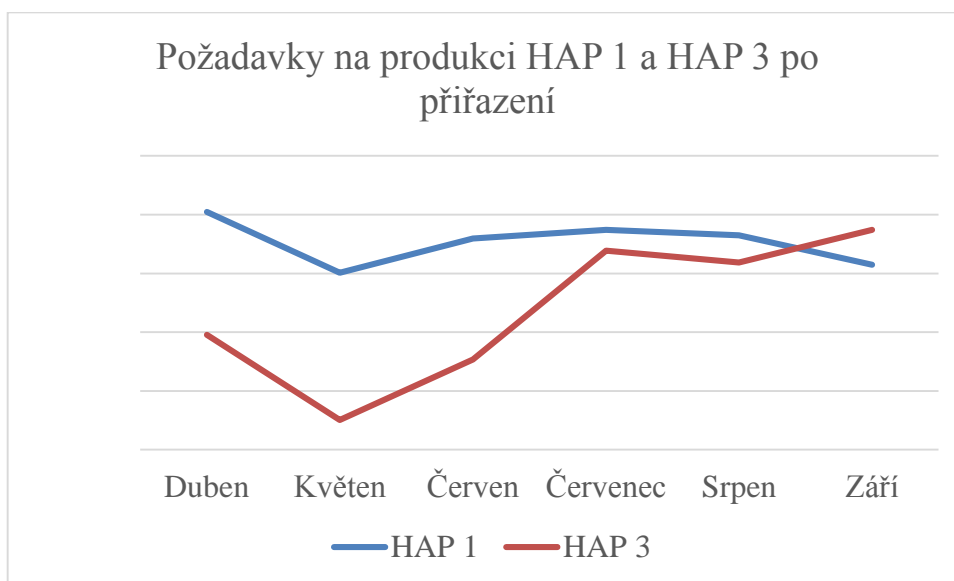
Příloha P II: Počet paletových pozic jednotlivých identů gum ve skladu

Příloha P III: Ukázka zdrojového kódu aplikace online hlášení

PŘÍLOHA P I: POŽADAVKY NA VÝROBU



Graf 10 – Požadavky na výrobu po přiřazení výrobků na stroje HAP 1 a HAP 3



Graf 11 – Požadavky na produkci HAP 1 a HAP 3 po přiřazení

PŘÍLOHA P II: POČET PALETOVÝCH POZIC JEDNOTLIVÝCH IDENTŮ GUM VE SKLADU

Tabulka 8 - Počet paletových pozic jednotlivých identů gum ve skladu

Ident	Počet pozic	% roční spotřeby
	3	21,80 %
	3	13,44 %
	2	8,09 %
	2	7,81 %
	2	6,87 %
	2	5,10 %
	2	4,82 %
	2	4,39 %
	1	4,28 %
	1	4,14 %
	1	2,71 %
	1	2,56 %
	1	2,50 %
	0,5	1,80 %
	0,5	1,76 %
	0,5	1,52 %
	0,5	1,47 %
	0,5	0,91 %
	0,5	0,88 %
	0,5	0,61 %
	0,5	0,60 %
	0,5	0,40 %
	0,5	0,38 %
	0,5	0,38 %
	0,5	0,36 %
	0,5	0,24 %
	0,5	0,18 %

PŘÍLOHA P III: UKÁZKA ZDROJOVÉHO KÓDU APLIKACE ONLINE HLÁŠENÍ

```
<?php
class Stroj{
    public $db;
    public $id_stroj;
    public $jmeno_stroje;
    public $stav;
    public $ident;
    public $jmeno_identu;
    public $velky_nazev;
    public $jmeno_udalosti;
    public $ident_existuje;
    public $obsluha;
    public $cas_konec;
    public $safe_input;
    public $chyby;

    public function __construct($db){
        $this->db = $db;

    }//end fce

    public function test_cisla($x){
        require_once("fce_test_cisla.php");
        if(vetsi_nez_nula($x)==false){
            $this->chyby[] = htmlspecialchars($x) ." není celé číslo
větší než nula";
        }else{
            $this->safe_input["id_stroj"] = vetsi_nez_nula($x);

        }//end if

    }//end fce

    public function over_existenci_stroje($id_stroj){
        $sql = "SELECT id_stroj FROM stroje WHERE id_stroj = $id_stroj
LIMIT 1";
        $query = $this->db->dotaz_mysqli($sql);

        if($query->num_rows==0){
            $this->chyby[] = "Stroj s ID ". htmlspecialchars($id_stroj)
." neexistuje.";
        }else{
            return true;
        }//end if

    }//end fce

    public function nastav_property_id_stroj($test){
        if($test == true){
            $this->id_stroj = $this->safe_input["id_stroj"];
        }//end if
    }//end fce
```

```
public function nahraj_informace(){
    $sql = "SELECT * FROM stroje JOIN udalosti ON stroje.stav = udalosti.id_udalost JOIN identity ON stroje.ident = identity.id_ident WHERE id_stroj = $this->id_stroj LIMIT 1" ;
    $query = $this->db->dotaz_mysqli($sql);
    $line = $query->fetch_object();
    $this->id_stroj = $line->id_stroj;
    $this->jmeno_stroje = $line->jmeno_stroje;
    $this->ident = $line->ident;
    $this->stav = $line->stav;
    $this->jmeno_udalosti = $line->jmeno_udalosti;
    $this->jmeno_identu = $line->jmeno_identu;
    $this->velky_nazev = $line->velky_nazev;

} //end fce

public function urci_existenci_identu(){

    if($this->jmeno_identu == ""){
        $this->ident_existuje = false;
        $this->jmeno_identu = "Ident není určen.";
    }else{
        $this->ident_existuje = true;
    } //end if
} //end fce

public function zjisti_obsahu(){
    $sql = "SELECT * FROM stroje_zam WHERE stroj = $this->id_stroj";
    $query = $this->db->dotaz_mysqli($sql);

    if($query->num_rows > 0){
        while($line = $query->fetch_object()){
            $this->obsluha[] = $line->zam;
        } //end while
    } //end if
} //end fce

public function nastav_cas_konec(){
    $ted = date("Y-m-d H", strtotime("now"));
    $sql = "SELECT cas_konec FROM log WHERE stroj = $this->id_stroj AND cas_konec LIKE '$ted%' ORDER BY id_log DESC";
    $query = $this->db->dotaz_mysqli($sql);
    if($query->num_rows == 0){
        $this->cas_konec = date("Y-m-d H:00:00", strtotime("now"));
    }else{
        $line = $query->fetch_object();
        $this->cas_konec = $line->cas_konec;
    } //end if
} //end fce

public function over_pozadovany_stav($stav){
    if($this->stav != $stav){
        $sql = "SELECT jmeno_udalosti FROM udalosti WHERE id_udalost = $stav LIMIT 1";
        $query = $this->db->dotaz_mysqli($sql);
```

```
        $line = $query->fetch_object();
        $this->chyby[] = "Stroj $this->jmeno_stroje není ve stavu
$line->jmeno_udalosti";
    }//end if
}//end fce

public function vrat_barvu_stroje($stav){
    switch ($stav){
        case 1:
            return "#66FF66";
            break;
        case 2:
            return "orange";
            break;
        case 3:
            return "#FF0000";
            break;
        case 4:
            return "#2828D1";
            break;
        default:
            return "white";
    }
}

public function vypis_chyby(){
    foreach ($this->chyby as $klic){
        echo $klic . "<br />\n";
    }
}

}

}

?>

<?php

class Stat{

    public $db;
    public $chyby;
    public $datumy;
    public $stroje;

    public function __construct($db) {
        $this->db = $db;
    }

    public function zjisti_datumy(){
        $sql = "SELECT DISTINCT (date_format(cas_start, '%Y-%m-%d')) AS
datum FROM log ORDER BY cas_start DESC";

        $query = $this->db->dotaz_mysqli($sql);

        while($line = $query->fetch_object()){
            $this->datumy[] = $line->datum;
        }
    }
}
```



```
    }//end fce

public function zjistí_id_stoju(){
    $sql = "SELECT DISTINCT id_stroj FROM stroje";

    $query = $this->db->dotaz_mysqli($sql);

    while($line = $query->fetch_object()){
        $this->stroje[] = $line->id_stroj;
    }//end while

    //print_r($this->stroje);
}

public function vypis_form_datumu(){
    echo '<form action="" method="post">';

    echo '<select name="index_datum">';
    echo "\n";

    foreach($this->datumy as $index => $hodnota){
        echo '<option value="'. $index .'>'. $hodnota .'</option>';
        echo "\n";
    }//end foreach

    echo '</select>';

    echo '<input type="Submit" value="Ukaž">';
    echo '</form>';
}

public function vypis_form_datumu_a_smeny(){
    $ranni_selected = "";
    $nocni_selected = "";

    if(@$_POST["smena"] == "ranni"){
        $ranni_selected = "selected";
    }

    if(@$_POST["smena"] == "nocni"){
        $nocni_selected = "selected";
    }

    echo '<form action="" method="post">';

    echo '<span class="form_mobily">Směna</span> <select
class="form_mobily" name="smena">';
    echo '<option value="ranni" '. $ranni_selected .'>Ranní</op-
tion>';
    echo "\n";
    echo '<option value="nocni" '. $nocni_selected .'>Noční</op-
tion>';
    echo "\n";
    echo '</select>';
}
```

```

        echo ' <span class="form_mobily">Den začátku směny</span> <select
class="form_mobily" name="index_datum">';
        echo "\n";

        foreach($this->datумы as $index => $hodnota){
            $selected = "";
            if($index == @$__POST["index_datum"]){
                $selected = "selected";
            }//end if

            echo '<option value="' . $index .'" ' . $selected . '>' . $hod-
nota . '</option>';
            echo "\n";
        }//end foreach

        echo '</select>';

        echo ' <input class="form_mobily" type="Submit" value="Ukaž">';
        echo '</form>';
    }//end fce

    public function timeline_stroje($datum, $id_stroj, $smena){

        $start_intervalu = $this->vrat_start_intervalu_smeny($datum,
$smena);
        $konec_intervalu = $this->vrat_konec_intervalu_smeny($datum,
$smena);

        $sql_jmeno_stroje = "SELECT * FROM stroje WHERE id_stroj =
$id_stroj";
        $query_jmeno_stroje = $this->db->dotaz_mysql($sql_jmeno_stroje);
        $line_jmeno_stroje = $query_jmeno_stroje->fetch_object();

        //sestavení dotazu
        $sql = "SELECT date_format(cas_start, '%Y, %m, %d, %H, %i, %s')
AS start, "
            . "date_format(cas_konec, '%Y, %m, %d, %H, %i, %s') AS
konec, "
            . "stroj, "
            . "v_ident, "
            . "udalost, "
            . "jmeno_identu, "
            . "jmeno_stroje "
            . "FROM log "
            . "LEFT JOIN identity ON log.v_ident = identity.id_ident "
            . "LEFT JOIN stroje ON log.stroj = stroje.id_stroj "
            . "WHERE stroj = $id_stroj "
            . "AND "
            . "cas_start BETWEEN '$start_intervalu' AND '$konec_in-
tervalu' "
            . "ORDER BY udalost, id_log";

        //získání řádků
        $query = $this->db->dotaz_mysql($sql);
    }

```

```

    if($query->num_rows == 0){
        $chyby[] = "Časová osa - pro den $datum a stroj
$line_jmeno_stroje->jmeno_stroje nebyly nalezeny žádné záznamy.";
    }

    if(count(@$chyby)==0){
        //sestavení jedinečného jména grafu
        $jmeno_grafu = "timeline_". $id_stroj. "_". strtotime($da-
tum);

        //nahrání výroby řádků do pole
        while($line = $query->fetch_object()){
            if($line->udalost == 1){
                $radky[] = "['$line->jmeno_stroje Výroba', 'Ident
$line->jmeno_identu', new Date($line->start), new Date($line->konec)]";
            }//end if

            if($line->udalost == 2){
                $radky[] = "['$line->jmeno_stroje Přestavby', 'Pře-
stavba', new Date($line->start), new Date($line->konec)]";
            }//end if

            if($line->udalost == 3){
                $radky[] = "['$line->jmeno_stroje Poruchy', 'Poru-
cha', new Date($line->start), new Date($line->konec)]";
            }//end if

            if($line->udalost == 4){
                $radky[] = "['$line->jmeno_stroje Pasivita' , 'Pasi-
vita', new Date($line->start), new Date($line->konec)]";
            }//end if
        }//end while

        //spojení řádků oddělenými čárkami do jednoho řetězce
        if(count($radky)>0){
            $implode_radky = implode(", ", $radky);
        }else{
            $implode_radky = "";
        }

        //nastavení grafu
        echo
        "<script type=\"text/javascript\">
<!--start graf-->
google.setOnLoadCallback(drawChart$jmeno_grafu);
function drawChart$jmeno_grafu() {
    var container = document.getElementById('$jmeno_grafu');
    var chart = new google.visualization.Timeline(container);
    var dataTable = new google.visualization.DataTable();

    dataTable.addColumn({ type: 'string', id: 'Role' });
    dataTable.addColumn({ type: 'string', id: 'Name' });
    dataTable.addColumn({ type: 'date', id: 'Start' });
    dataTable.addColumn({ type: 'date', id: 'End' });
    dataTable.addRows([
        $implode_radky

```

```
    });

    var options = {
        timeline: { groupByRowLabel: true },
    };

    chart.draw(dataTable, options);
}<!--end graf-->

</script>";

//vypsání grafu
echo "\n";
echo '<div id="'. $jmeno_grafu .' " style="width: 1200px;
height: 220px; "></div>';
echo "\n\n";

}else{
    foreach($chyby as $klic){
        echo $klic ."<br />\n";
    }//end foreach
    echo "<br />\n";
} //end if count

$this->vyska_google_grafu = 0;
} //end fce

public function sum_identu_posledni_hodiny($stroj, $ident){
    $ted = date("Y-m-d H", strtotime('-1 hour'));
    $sql = "SELECT SUM(v_kusy) AS soucet
    FROM `log`
    WHERE cas_start LIKE '$ted%'
    AND stroj = $stroj
    AND udalost = 1
    AND v_ident = $ident";

    //echo $sql;

    $query = $this->db->dotaz_mysql($sql);
    $line = $query->fetch_object();
    return $line->soucet;
} //end fce

public function vrat_prumer_identu_za_hodinu($kusy, $soucet_casu){
    return round($kusy / $soucet_casu, 2);
} //end fce

public function sum_podle_identu($datum, $id_stroj, $smena){
    $start_intervalu = $this->vrat_start_intervalu_smeny($datum,
    $smena);
```

```

    $konec_intervalu = $this->vrat_konec_intervalu_smeny($datum,
    $smena);

    $sql = "SELECT stroj, v_ident, jmeno_stroje, jmeno_identu,
    sum(v_kusy) AS soucet, "
        . "round(sum( time_to_sec( timediff( cas_konec, cas_start
    ) ) ) /3600, 2) AS soucet_casu "
        . "FROM log "
        . "JOIN stroje ON log.stroj = stroje.id_stroj "
        . "JOIN identy ON log.v_ident = identy.id_ident "
        . "WHERE stroj = $id_stroj "
        . "AND udalost = 1 "
        . "AND cas_start BETWEEN '$start_intervalu' AND '$ko-
    nec_intervalu'"
        . "GROUP BY v_ident ";

    //echo $sql ."<br />\n";

    $query = $this->db->dotaz_mysql($sql);
    while($line = $query->fetch_object()){
        //echo "Součet času: ". $line->soucet_casu . "<br />";
        $sum_hodiny = $this->sum_identu_posledni_hodiny($line->stroj,
    $line->v_ident);
        $prumer_hodiny = $this->vrat_prumer_identu_za_hodinu($line-
    >soucet, $line->soucet_casu);
        $radky[] = "['$line->jmeno_stroje', '$line->jmeno_identu',
    $sum_hodiny, $line->soucet, $prumer_hodiny]";
    }//end while

    if(count(@$radky)>0){
        $data = implode(", ", $radky);
        $jmeno_grafu = "sum_podle_identu_". $id_stroj. "_". strto-
    time($datum);
        echo '<script type="text/javascript">
    google.load("visualization", "1", {packages:["table"]}));
    google.setOnLoadCallback(drawTable' . $jmeno_grafu. ');

    echo "\n";

    echo "function drawTable$jmeno_grafu() {
    var data = new google.visualization.DataTable();
    data.addColumn('string', 'Jméno stroje');
    data.addColumn('string', 'Ident');
    data.addColumn('number', 'Uplynulá hod. ');
    data.addColumn('number', 'Směna celkem');
    data.addColumn('number', 'Ø za hodinu');
    data.addRows([
        $data
    ]);

    var table = new google.visualization.Table(document.getEle-
    mentById('table_div$jmeno_grafu'));

    table.draw(data, {showRowNumber: true});
    }
    </script>";

    echo "<div id=\"table_div$jmeno_grafu\"></div>";
    echo "<br />\n";

```

```

        }//end if count
    }//end fce

    public function vypis_sumy_podle_identu(){
        foreach($this->datumy as $datum){
            echo "<h2>". $datum ."</h2>\n";
            foreach($this->stroje as $id_stroj){
                $this->sum_podle_identu($id_stroj, $datum);
            }//end foreach
        }//end foreach
    }//end fce

    public function vypis_kusy_po_hodine($stroj, $datum){
        $sql = "SELECT jmeno_udalosti, "
            . "jmeno_identu, "
            . "v_kusy, "
            . "date_format(cas_start, '%k:%i') AS start, "
            . "date_format(cas_konec, '%k:%i') AS konec "
            . "FROM log "
            . "LEFT JOIN "
            . "identy ON log.v_ident = identy.id_ident "
            . "JOIN "
            . "stroje ON log.stroj = stroje.id_stroj "
            . "JOIN "
            . "udalosti ON log.udalost = udalosti.id_udalost "
            . "WHERE stroj = $stroj "
            . "AND cas_start LIKE ('$datum%') ORDER BY id_log";

        $query = $this->db->dotaz_mysqli($sql);

        while($line = $query->fetch_object()){
            $radky[] = ["$line->start - $line->konec", '$line->jmeno_udalosti', '$line->jmeno_identu', $line->v_kusy"];
        }//end while

        if(count(@$radky)>0){
            $data = implode(", ", $radky);
            $jmeno_grafu = "vypis_kusy_po_hodine_". $stroj. "_". strtotime($datum);

            echo '<script type="text/javascript">
            google.load("visualization", "1", {packages:["table"]});
            google.setOnLoadCallback(drawTable'.$jmeno_grafu.'');

            echo "\n";

            echo "function drawTable$jmeno_grafu() {
            var data = new google.visualization.DataTable();
            data.addColumn('string', 'Čas');
            data.addColumn('string', 'Událost');
            data.addColumn('string', 'Ident');
            data.addColumn('number', 'Kusy');
            data.addRows([
                $data
            ]);

            var table = new google.visualization.Table(document.getElementById('table_div$jmeno_grafu'));

```

```
        table.draw(data, {showRowNumber: true});
    }
</script>";

    echo "<div id=\"table_div$jmeno_grafu\"></div>";
    echo "<br />\n";
    }//end if count
}//end fce

public function vrat_pocet_radku_smeny($datum, $id_stroj, $smena){
    if($smena == "ranni"){
        $start_smeny = $datum. ' 06:00:00';
        $konec_smeny = $datum. ' 17:59:59';
    }//end if

    if($smena == "nocni"){
        $start_smeny = $datum. ' 18:00:00';
        $konec_smeny = date("Y-m-d", strtotime($datum . '+1 days'))
        .' 05:59:59';
    }//end if

    if($smena == "24hod"){
        $start_smeny = $datum. ' 00:00:00';
        $konec_smeny = $datum. ' 23:59:59';
    }//end if

    $sql = "SELECT id_log FROM log WHERE cas_start BETWEEN
'$start_smeny' AND '$konec_smeny' AND stroj = $id_stroj";

    $query = $this->db->dotaz_mysqli($sql);

    return $query->num_rows;

}//end fce

public function tabule_smeny($datum, $id_stroj, $smena){

    if($this->vrat_pocet_radku_smeny($datum, $id_stroj, $smena)>0){

        $hodiny = $this->vrat_hodiny_smeny($smena);
        //print_r($hodiny);

        echo '<table class="google-visualization-table-table">';
        echo '<tr class="google-visualization-table-tr-head">'
        . '<th class="google-visualization-table-th gradient unsorted">Čas</th>'
        . '<th class="google-visualization-table-th gradient unsorted">Událost</th>'
        . '<th class="google-visualization-table-th gradient unsorted">Suma hodiny</th>'
        . '</tr>';

        foreach($hodiny as $index => $hodina){
```

```

$start = $this->vrat_datum_a_hodinu($datum, $hodina);

$sql = "SELECT
    udalost,
    date_format(cas_start, '%H:%i') AS start,
    date_format(cas_konec, '%H:%i') AS konec,
    cas_konec,
    jmeno_identu,
    jmeno_udalosti,
    date_format( cas_start, '%k' ) AS hodina,
    v_kusy
    FROM log
    LEFT JOIN identity ON log.v_ident = identity.id_ident
    LEFT JOIN udalosti ON log.udalost = uda-
losti.id_udalost

    WHERE stroj = $id_stroj
    AND cas_start LIKE '$start%'
    ORDER BY cas_start ASC";
//echo $sql ."<br />\n";

$query = $this->db->dotaz_mysqli($sql);

$i = 0;
while($line = $query->fetch_object()){
    echo "<tr>\n";
    echo "<td class=\"google-visualization-table-
td\">$line->start - $line->konec</td>\n";

    echo '<td class="google-visualization-table-td">';

        if($line->udalost == 1){
            echo "$line->jmeno_udalosti $line-
>jmeno_identu Kusů: $line->v_kusy";
        }else{
            echo "$line->jmeno_udalosti";
        }//end if

    echo "</td>\n";

    if($i == 0){
        $i++;
        echo "<td class=\"google-visualization-table-td\"
rowspan=$query->num_rows>";
        $sql_sum = "SELECT udalost, jmeno_identu,
jmeno_udalosti, date_format( cas_start, '%k' ) AS hodina, sum( v_kusy )
AS suma_za_hodinu
        FROM log
        LEFT JOIN identity ON log.v_ident =
identity.id_ident
        LEFT JOIN udalosti ON log.udalost = uda-
losti.id_udalost

        WHERE stroj = $id_stroj
        AND udalost = 1
        AND cas_start LIKE '$start%'
        GROUP BY v_ident, hodina
        ORDER BY cas_start ASC";

        $query_sum = $this->db->dotaz_mysqli($sql_sum);

        while($line_sum = $query_sum->fetch_object()){

```