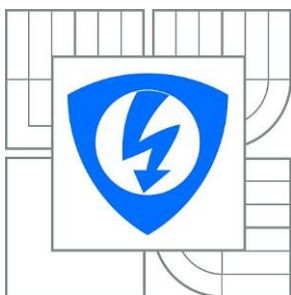


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV ELEKTROTECHNOLOGIE

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC
TECHNOLOGY

OPTIMALIZACE VÝROBNÍHO PROCESU METODAMI PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ

THE PRODUCTION PROCESS OPTIMIZING USING METHODS OF INDUSTRIAL ENGINEERING

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. PETR SCHNEDERLE

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR STEJSKAL

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto vysokoškolskou kvalifikační práci na téma Optimalizace výrobního procesu metodami průmyslového inženýrství vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením tohoto projektu jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V Brně dne 26. května 2011

..... podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu diplomové práce Ing. Petru Stejskalovi za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce. Také děkuji, Ing. Zdence Rozsivalové a všem z UETE a UMEL, kteří se podíleli na mém vzdělání. V neposlední řadě za firmu, ve které jsem práci vykonával, Ing. Jaromíru Kláskovi a všem jejím zaměstnancům, kteří mi pomohli s vypracováním.

V Brně dne 26. května 2011

..... podpis autora



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav elektrotechnologie

Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor
Elektrotechnická výroba a management

Student: Bc. Petr Schnederle

ID: 73080

Ročník: 2

Akademický rok: 2010/2011

NÁZEV TÉMATU:

Optimalizace výrobního procesu metodami průmyslového inženýrství

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Seznamte se s moderními metodami průmyslového inženýrství 5S a SMED a proveďte jejich rozbor. Analyzujte výrobní procesy ve společnosti Seaborne. Na základě zjištěných informací navrhnete řešení, které povede k optimalizaci výrobních operací pomocí metod průmyslového inženýrství. Ověřte funkci řešení, která jste prosadil do výrobního procesu. Zhodnotte přínos navržených opatření.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Podle doporučení vedoucího.

Termín zadání: 7.2.2011

Termín odevzdání: 26.5.2011

Vedoucí práce: Ing. Petr Stejskal

prof. Ing. Jiří Kazelle, CSc.

Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor diplomové práce nesmí při vytváření diplomové práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

ABSTRAKT

Diplomová práce zpracována v rámci studijního oboru Elektrotechnická výroba a management je zaměřena na optimalizaci a racionalizaci výroby plastů, technologií vakuového tváření plastů za tepla, v konkrétním podniku.

Teoretická část je orientovaná na popis principu průmyslového inženýrství a na přehled metod, které mají základy ve štíhlé výrobě respektive ve výrobním systému Toyota. Větší část je věnována metodám 5S a SMED.

V praktické části jsou navrženy optimalizační kroky k zajištění vyšší produkce, vyrovnanější výroby a ke zvýšení kvality, které vycházejí především z metod 5S a SMED. Pro doplnění jsou v práci uvedeny změny výrobních postupů vycházející i z jiných metod průmyslového inženýrství. Některé návrhy byly prakticky aplikovány na výrobu a jsou zde zhodnoceny jejich přínosy.

KLÍČOVÁ SLOVA

Výroba, proces, plasty, štíhlá výroba, výrobní systém Toyota, průmyslové inženýrství, TPS, 5S, SMED

ABSTRACT

The thesis developed in the field of study Electrical Manufacturing and Management is aimed at optimizing and streamlining of production plastics vacuum forming plastics technology rolled in a particular company.

The theoretical part focused on the description of the principles of industrial engineering and survey methods that are fundamentals of lean manufacturing or the Toyota production system. The larger part is devoted to methods of 5S and SMED.

The practical part of the optimization steps are designed to ensure increased production, balanced production and increase quality, which are based primarily on methods of 5S and SMED. To complement the work given the changes in production processes resulting from other methods of industrial engineering. Several proposals have been practically applied in the production are assessed and their benefits.

KEY WORDS

Manufacture, process, plastics, lean manufacturing, Toyota Production System, Industrial Engineering, TPS, 5S, SMED

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

SCHNEDERLE, P. Optimalizace výrobního procesu metodami průmyslového inženýrství, Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2011. 63 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Petr Stejskal.

Obsah

I. TEORETICKÁ ČÁST

1. Úvod.....	8
1.1 Čas jako nástroj úspory.....	9
2. Průmyslové inženýrství.....	10
2.1 Štíhlá výroba – základ PI.....	11
2.2 Podstata PI.....	11
2.3 Metody průmyslového inženýrství.....	14
2.3.1 Jenokusový tok a takt.....	15
2.3.1 Kanban.....	16
2.3.2 Just-in-time (JIT).....	16
2.3.3 Jidoka, andon, 5P, POKA-YOKE.....	17
2.3.4 Heijunka a 3M.....	18
2.3.5 Standardizace.....	19
2.3.6 Vizuální kontrola, 5S a tabulky kontroly procesu.....	19
2.3.7 MOST.....	20
2.3.8 TPM - Total Productive Maintenance.....	21
3. Základní metody PI.....	22
3.1 5S – pět S.....	22
3.2 Metoda SMED.....	26
4. Přiblížení firmy Seaborne.....	31

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5. Přípravná fáze aplikace metod.....	32
5.1 Zaměření práce.....	32
5.2 Analýza výrobního procesu.....	32
5.3 Cíle diplomové práce.....	34
5.4 Postup a struktura práce.....	34
6. Skladování.....	37
6.1 5S ve skladu materiálu.....	37
6.2 Skladování rozpracované výroby.....	42
6.3 Skladování hotových výrobků.....	45

6.4	Odpadové hospodářství – recyklace	45
6.5	Uskladnění forem	47
7.	VAC	48
7.1	Zavedení metody 5S pro VAC	48
7.2	Návrh na zavedení metodiky SMED pro VAC	51
7.3	Doplňkové kroky optimalizace pro VAC	53
8.	CNC.....	55
8.1	Zavedení metody 5S pro CNC pracoviště	56
8.2	Návrh na zavedení metodiky SMED pro CNC.....	57
8.3	Doplňující návrhy	58
9.	Přehled zavedených a navrhovaných opatření a jejich vyhodnocení Chyba! Záložka není definována.	
10.	Závěr.....	60
3.	Seznam použité literatury a zdrojů informací	62

Seznam obrázků

Obrázek 1 Zaměření průmyslového inženýrství]	10
Obrázek 2 Model celkové koncepce firmy Toyota v duchu 4P	13
Obrázek 3 Systém výroby firmy Toyota – dům podle Fujio Cha.....	14
Obrázek 4 a) Kartička 5S, b) Vizualizace materiálu c) Příklad uspořádání náradí	24
Obrázek 5 a) Implementace SMED dle Shiego Shinga	28
Obrázek 6 a) Standardní dokument přetypování stroje b) Jízdní řád výměny stolu	29
Obrázek 7 Zaměření práce na část "výroba" a hlavní tg. operace	32
Obrázek 8 Vybrané portfolio výrobků firmy, které tvoří 80% zakázek	32
Obrázek 9a) b) Příklady plýtvání ve firmě Seaborne	34
Obrázek 10 Postup a struktura zavádění optimalizace (diplomové práce).....	36
Obrázek 11 Postup při optimalizaci skladových prostor	38
Obrázek 12 a) Pohled do skladu - stav před optimalizací, b) pohled po optimalizaci.....	40
Obrázek 13 a) Bývalé a b) současné (nové) dispozice skladu včetně vyznačení zón	41
Obrázek 14 a) Dokument „Zásady práce ve skladu“ b) Ukázka seznamu materiálu	41
Obrázek 15 Pohled na rozpracované zakázky, které brání v přístupu ke stroji.....	42
Obrázek 16 Kecový dopravník	44
Obrázek 17 Pohled na dvůr se zabalenými výrobky Radome	45
Obrázek 18 Pohled na prostor pro odkládání beden	46
Obrázek 19 Standardizované palety uložené v prostoru layoutu CNC (blízko k mlýnu)	46
Obrázek 20 Pohled na nařezaný zákl. materiál na paletě, okamžité zlikvidování odřezků	46
Obrázek 21 Příklad uspořádání a označení zbytkového materiálu.....	46
Obrázek 22 Příklad dělení zmetkových výrobků, minimalizování objemnosti	46
Obrázek 23 Uskladnění v bednách nebo kontejnerech	46
Obrázek 24 Kruhy – ořezy z výroby	47
Obrázek 25 a), b) Současná situace uložení forem c) vzorová situace uložení forem	48
Obrázek 26 Speciální bedna na papírový odpad.....	50
Obrázek 27 Třídění odpadů přímo na pracovišti	50
Obrázek 28 Náhled na kontrolní dokument k metodě 5S	50
Obrázek 29 Postup vlastního tvarování plastových desek vakuovým tvarováním	53
Obrázek 30 a) Pohled na tvarovací stroj s ventilátory, b),c) výrobky Radome	55
Obrázek 31 a) Současné řešení ochlazení , b) navrhované opatření	55
Obrázek 32 a),b) příklady špatného vedení pomocných hadic	56
Obrázek 33 a) Umístění klecí s rezervními produkty Radome b)Trvalé umístění palet	57
Obrázek 34 Příklad hromadného dělení vytvarovaných výlisků	58

1. Úvod

Moderní průmysl si klade za své cíle vyrábět dobře zkonstruované, efektivně vyráběné produkty, které jsou dostupné co nejširšímu okruhu spotřebitelů. Tyto cíle mají kořeny v Anglii v 18. století, kdy byly zkonstruovány některé důležité vynálezy a spolu s rychlým zavedením strojů v textilním průmyslu tak došlo k velkému rozvoji obchodu. Postupem doby se začalo přecházet od domácích dílen a kusové výroby k výrobě ve velkých dílnách, potažmo továrnách, kde na jedné zakázce či na jednom výrobku pracoval tým dělníků. Začátkem 19. st. se tento tzv. tovární systém začal využívat ve Spojených státech, kde se rychle ujal a pomalu se rozmáhal i v Evropě a ve zbytku světa. Snad největší zásluhu na rozvoji hromadné (tovární) výroby měl Henry Ford. [3] „Ten zavedl metody masové výroby vozidel a hromadného managementu průmyslové pracovní síly. Ford uskutečnil nápady Eli Whitneyho, který vyvinul jednu z prvních montážních linek s použitím univerzálních součástí. Díky tomu bylo možno uvést do provozu výrobní linku, kde se montoval světoznámý Ford T.

Masová výroba se od té doby začala aplikovat skoro ve všech odvětvích průmyslu. V 80. letech 20. st. se začala na trhu s automobily značně projevovat automobilka Toyota. Jasně se tehdy prokázalo, že jsou její vozy spolehlivější a vyžadují méně oprav než americké automobily. I ve srovnání s ostatními automobilkami (i v Japonsku) na tom byla Toyota lépe. Celý proces konstrukce, výroby, prodeje i servisu byl lépe organizován a řízen a to tak, že vše bylo rychlejší, efektivnější a méně nákladné. A přitom, všem dělníkům vyplácela poměrně slušné mzdy a ceny jejich vozů se nijak nelišily od konkurence. Toyota vyráběla také auta na čtyřech kolech, také jich chtěla prodat co nejvíce a také využívala masovou produkci, ale k celému problému výroby přistupovala trochu jinak, „štíhleji“. Její metody a přístupy k práci se vyvíjely již od 30. let 20. st. a postupem času přerostly v systém nazývaný TPS (Toyota Production System). Zájem firem o dění v Toyotě prudce rostl a mnoh společností, zatím především výrobních, se pokoušelo využít různých metod TPS k dosažení lepších výsledků výroby. V 90. letech 20. st. již byly japonské přístupy ve všeobecném podvědomí na celém světě. Byla vydána spousta knih a odborných článků a mnohé společnosti již měly zavedený štíhlý přístup k výrobě, postavený na základech TPS, většinou přizpůsobený k obrazu svému. Koncem 20. st. „lean“ (z ang. štíhlý, hubený) pronikl i do sféry služeb jako organizace v kancelářském prostředí, poštovní a zásilkové služby nebo servisní služby.

V dnešní době je již TPS plně známý. Vzniklo mnoho jeho modifikací, ale také úplně nové přístupy. Největší světové společnosti se nechaly Toyotou inspirovat a vymyslely své metody. Například Motorola vyvinula Six sigma metodu atd.

Průmyslové inženýrství se v podstatě zabývá všemi metodami a přístupy, které jsou zaměřeny na zvýšení produktivity, zvýšení kvality výrobků a snížení nákladů. Teoretická část vychází především z TPS. Hlavním důvodem je, že Toyota je nejvýznamnějším tvůrcem a propagátorem štíhlé výroby a metody, které využívá, se stále snaží vylepšovat k co největšímu výkonu za co nejmenší cenu, což je podstatou průmyslového inženýrství.

1.1 Čas jako nástroj úspory

Staré pořekadlo „čas jsou peníze“ je v dnešní moderní době stále pravdivější. Avšak spousta výrobců si jej i přes dennodenní přítomnost neuvědomuje. Podniky, které se stále řídí nákladovou strategií a nemyslí přitom na čas, jsou oproti konkurenci, která čas bere jako neodmyslitelnou součást podnikání, ve značné nevýhodě. Náklady na výrobu jsou možná srovnatelné, avšak celkové náklady zahrnující distribuci a logistiku se již značně liší. Podobně i dodací lhůty jsou odlišné. A společnost, která dokáže výrobek dodat v nejkratším čase, většinou vyhrává. To tedy znamená, že by snaha snižovat čas měla být ve všech životních fázích výrobku a tedy ve všech sférách společnosti, od návrhu až po jeho prodej či likvidaci. Dobrým příkladem společnosti, která vztah mezi časem a penězi pochopila již dávno je Toyota. Dlouhodobé statistiky [1] [22] ukazují, že Toyota dosahuje nejkratšího průchozího času ale nejvyšší produktivity z Japonských automobilek. Dalším příkladem může být firma Northern Telecom, která zjistila, že v průběhu čtyř let, kdy zjednodušovala operace a snižovala čas potřebný pro celý výrobní proces postupně o více než 50%, došlo k redukci režijních nákladů o 30%. Zkracování celého výrobního procesu je prostě výhodné pro všechny zúčastněné strany. Výrobce šetří náklady a spotřebitel nakupuje levněji a rychleji. Rychlost zabíjí, ale v podnikání je osudná pro druhou stranu. Rychlá reakce na podněty trhu je charakteristickou vlastností všech předních firem ovládajících trh.

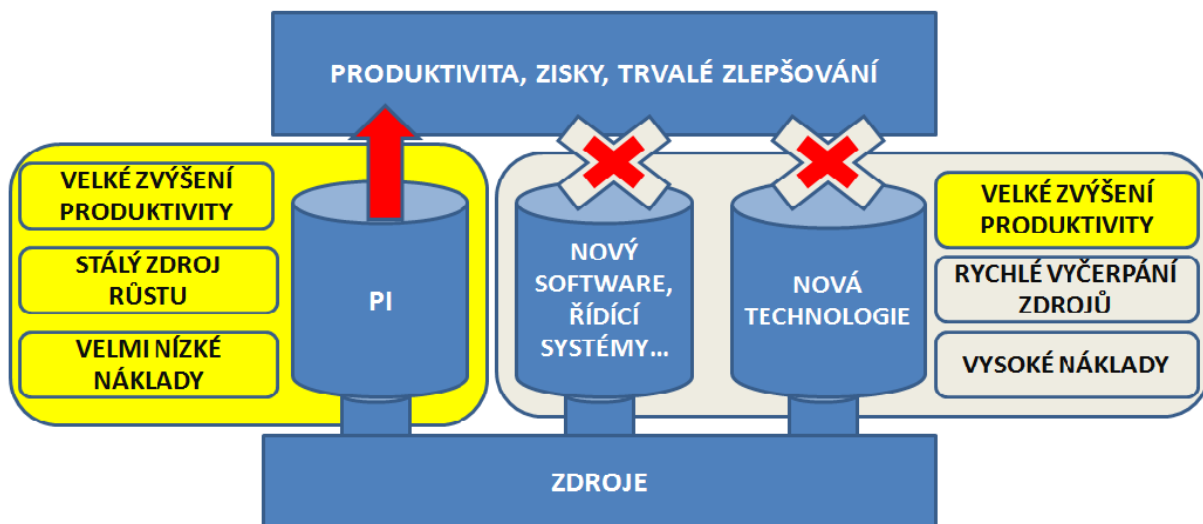
Neméně podstatnou složkou trhu je jeho výrobová variabilita. Každý druhý by chtěl originální zboží a každý by nechtěl mít zrovna červené auto. Z toho plyne, že výrobní proces by měl být flexibilní a z časového hlediska úsporný. To ovšem vyvolává konflikt mezi trhem a výrobou. Marketing požaduje různorodost výrobové řady, kdežto vedoucí výroby by nejradši chrlil stále stejné jednobarevné výrobky. Tradiční továrna postrádá flexibilitu. Vyrábí velké série, protože přechod na jinou výrobu většinou zabere spoustu času-peněz. Velké série většinou přináší hromadění objednávek a tak když je produkt vyroben v podstatě za 10 minut, k zákazníkovi se dostane třeba až za 10 týdnů, protože čeká na další tg. krok nebo leží ve skladu.

Co je tedy třeba k tomu, aby byl zákazník uspokojen okamžitě? Odpovědí je dobrá logistika a rychlá a pružná výroba, čili lean nebo štíhlá výroba nebo PI nebo jen JIT (Just-In-Time). Všechno to jsou synonyma pro rychlejší, spolehlivější a levnější výrobu prostřednictvím snižování ztrát a plýtvání.

2. Průmyslové inženýrství

Průmyslovou výrobou jsou míněny metody užívané ve výrobních provozech pro efektivní výrobu zboží. Dvěma důležitými prvky průmyslové výroby je technologie výrobku, která se zabývá konstrukcí a charakteristikami samotného výrobku, a technologie procesu, která zahrnuje konstrukci, organizaci a provoz strojů a plánovací a řídicí systémy užívané při výrobě zboží [2].

Průmyslové inženýrství (PI) je oborem, který se rozvinul na základě studia technologie výrobku i technologie procesu. Je to uznávaný vědecký obor, který se zabývá návrhem, zaváděním a zlepšováním výrobních systémů, jejichž cílem je produkce výrobků nebo poskytování služeb. Tyto systémy mají socio-technickou povahu a integrují lidi, informace, stroje, energie, materiál a procesy v rámci celého životního cyklu výrobku, služby nebo programu. PI v těchto systémech podporuje dosažení vysokého výkonu, vysoké produktivity, plnění plánu a řízení nákladů. PI se zaměřuje především na neinvestiční zvyšování produktivity procesu [2]. Průmyslové inženýrství je mnohdy spojováno s tzv. štíhlou výrobou.



Obrázek 1 Zaměření průmyslového inženýrství [4]

Řízení (management) výroby je oblastí, která se specializuje na management lidských, kapitálových a technických zdrojů používaných v průmyslové výrobě [3].

Výrobní činnost neboli výrobní proces je činnost, kdy se mění tvar a složení materiálů a výsledkem je nová užitná hodnota čili výrobek [3].

2.1 Štíhlá výroba – základ PI

Štíhlá výroba či Lean manufacturing je metodika, kterou vyvinula firma Toyota po 2. světové válce jako Toyota Production System (TPS). Duchovními otci této metodiky jsou Taichi Ohno a Shingeo Shingo. Jedná se o přístup k výrobě, který je odlišný od klasického přístupu. Hlavní myšlenkou a cílem je, že se producent snaží uspokojit v maximální míře zákaznickou požadavky tím, že bude vyrábět jen to, co zákazník požaduje. Snaží se vytvářet produkty v co možná nejkratší době a pokud možno s minimálními náklady, bez ztráty kvality nebo na úkor zákazníka. Dosáhne toho minimalizací plýtvání.

Tato metodika se snaží řídit heslem "naš zákazník náš pán". Její princip spočívá v náhledu na rovnici zisku, a to následujícím způsobem:

$$\text{Náklady} + \text{Zisk} = \text{Cena}$$

mění na:

$$\text{Cena} - \text{Náklady} = \text{Zisk}$$

Změna rovnice dle filozofie této metodiky by měla způsobit, že zákazník neplatí chyby a náklady firmy, jako v první rovnici [3].

Koncepce TPS se nejvíce opírá o samotné lidi resp. zaměstnance. V Toyotě jsou to právě oni, kdo celému systému vdechují život, jsou to samotní dělníci, kteří předkládají zlepšovací návrhy. Hlavní myšlenka je tedy povzbuzovat a podporovat zaměstnance a poskytovat jim nástroje k neustálému zlepšování vlastní práce.

2.2 Podstata PI

Základní podstatou PI resp. Štíhlé výroby je neustálé odstraňování ztrát a odstraňování plýtvání neboli muda. To spočívá především v neustálém putování výrobním provozem, kdy se zaznamenávají činnosti, které přidávají hodnotu a činnosti které hodnotu nepřidávají. Dále je kladena otázka: „Co zákazník od tohoto procesu požaduje?“ Zákazníkem je zde myšlen každý navazující proces (vnitřní) a nebo konečný vnější zákazník. Pohled „zákazníka“, který dokáže oddělit kroky, které v procesu přidávají hodnotu od kroků, které hodnotu nepřidávají či dokonce ubírají lze aplikovat na každý proces ať už výrobní, či informační nebo na proces poskytování služeb.

2.2.1 Plýtvání

Firma Toyota určila 8 významných ztrát v rámci výrobních či podnikatelských procesů. Jsou to:

1. Nadvýroba – výroba položek, na něž nejsou objednávky.
2. Čekání (disponibilní čas) – kdy dělník musí čekat na další krok, operaci, nástroj, dodávku nebo vyčerpání skladových zásob.

3. Neefektivní přeprava - doprava nebo přemístování, které není nezbytné.
4. Nadměrné či nepřesné zpracování – podnikání nepotřebných kroků, vady způsobené špatnými nástroji nebo chybné konstrukční řešení.
5. Nadbytečné zásoby – bývají příčinou delších průběhových dob, zastarávají a mají v důsledku vliv na zmetkovitost.
6. Zbytečné pohyby – vyhledávání dílů či nástrojů nebo zbytečná chůze.
7. Vady – výroba vadných dílů či jejich oprava.
8. Nevyužitá tvořivost zaměstnanců – nezájem o zaměstnance.

Příčiny plýtvání

Nedostatek pořádku, čistoty a disciplíny, špatná komunikace, poruchy strojů – špatná údržba, dlouhé doby seřízení, špatné plánování, nerovnoměrné dodávky materiálu, absence a nepřítomnost na pracovišti, neznalost stavu na lince, špatně dokumentované pracovní postupy, nárazníky, fronty, výroba tlakem, špatné layouty, velké vzdálenosti, irelevantní měření, málo tréninku, struktura po odděleních, nikoliv po procesech, historická úloha vedoucích a managementu. To vše je příčina plýtvání.

V souvislosti s plýtváním je třeba si uvědomit jednu zásadní věc. [19] Celosvětově je podíl činností nepřidávajících výrobku či službě hodnotu a činností přidávajících hodnotu 95:5. Pokud se při zavádění Leanu zaměříme výhradně na zlepšení operací tvořící hodnotu (zpevníme výkonové normy atd.), pak tento již dost nepříznivý poměr ještě více zhoršíme.

2.2.2 Týmová práce

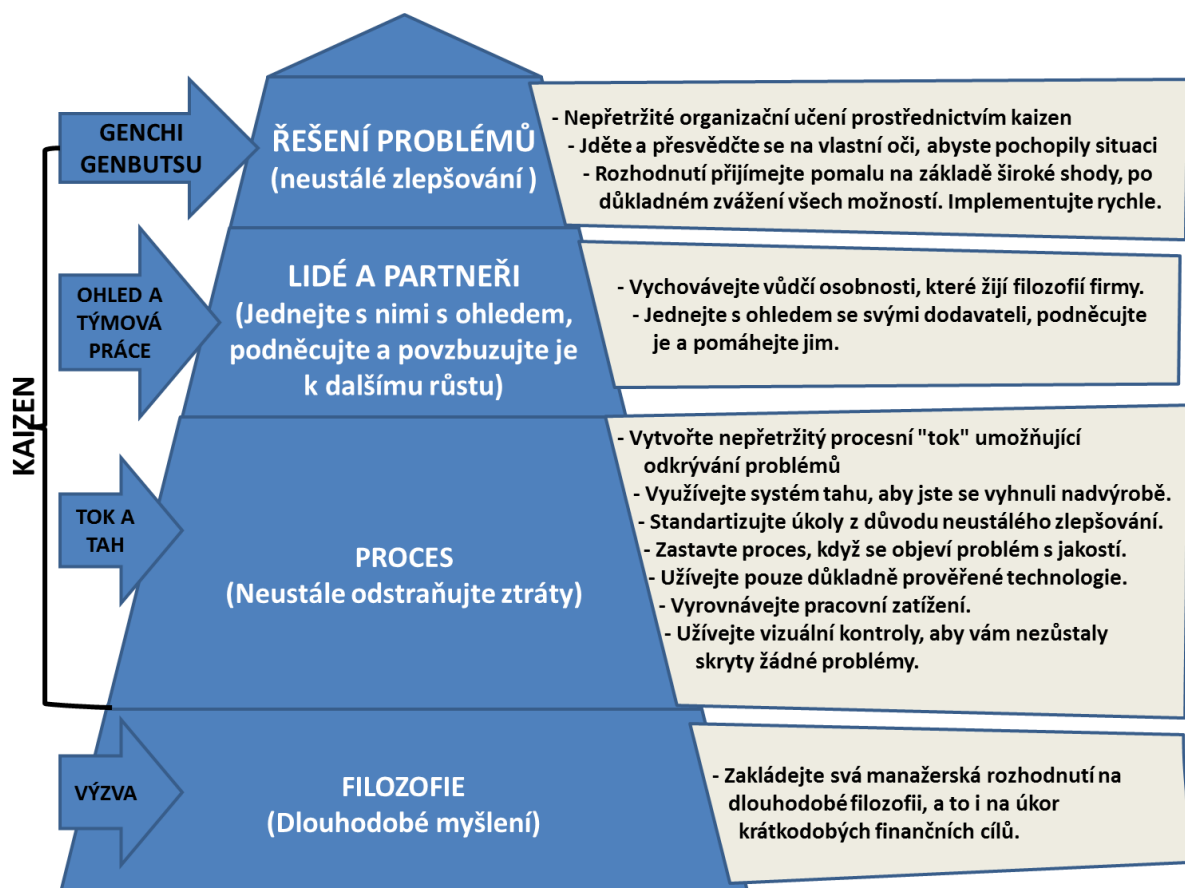
Při zavádění Leanu či metod PI je z hlediska týmové práce nejdůležitější nadefinovat správné složení realizačního týmu. Není dobré sestavit tým pouze ze silných a výrazných osobností. Při výběru členů týmu je třeba se zaměřit na čtyři oblasti. Jednak na osobnostní charakteristiky členů týmu, jejich pozici v organizační struktuře, jejich postavení v procesu výroby a odborné či kvalifikační hledisko. Optimální struktura týmu z hlediska osobností je:

- Jeden vizionář: vizionář přichází s novými nápady a podněty, s netradičními a neobvyklými řešeními, jeho předností je, že srší nápady, nedostatkem je pak to, že tyto nové podněty nedokáže dotáhnout do konce.
- Dva analytici: jedná se o ty členy týmu, kteří všechno dokáží spočítat, prokázat, dávají jednotlivým jevům řád a pravidla, upozorňují na nedostatky a rizika projektů, hlídají plnění důležitých termínů, naproti tomu nikdy nedokáží rozhodnout, poněvadž mají dojem, že stále mají málo informací.
- Sedm až deset praktiků: to jsou nepostradatelní členové týmu, kteří bezodkladně provedou jakýkoliv pokyn a dokáží realizovat všechny podněty, ovšem při své práci jsou velmi konzervativní a při řešení problémů upřednostňují tradiční a osvědčené postupy, což obvykle nepřináší novou hodnotu.

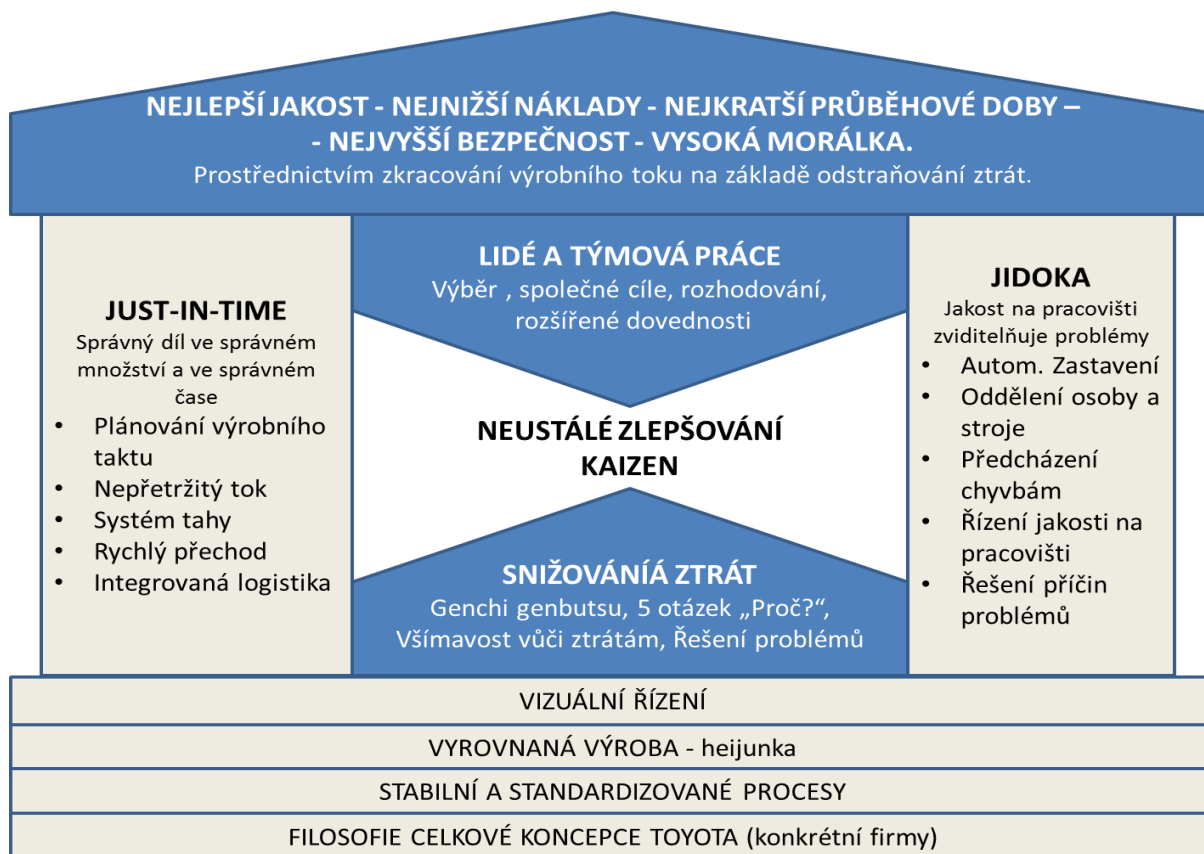
Z hlediska organizační struktury je nezbytné mít v týmu zastoupení minimálně třech úrovní, např. operátor – mistr – vedoucí provozu. Z procesního hlediska je nutná účast zástupce vlastního procesu, interního zákazníka a interního dodavatele, dodavatele subprocessů (např. údržba, logistika). Dobře profesně složený tým nakonec obsahuje i několik rozdílných odborností, např. technologa, operátora, technika, kvalitáře, průmyslového inženýra, logistika, pracovníka controllingu, personalistu apod. Předpokladem funkčního týmu je také skutečnost, že je složen z mužů i žen. Tým by měl mít jasné stanovené cíle, vyčleněné zdroje, případně stanovenou cílovou odměnu.

2.2.3 PI je komplexní systém

Kromě ztrát je základem TPS také model v duchu 4P (phylosophy, process, people, problems), který je na Obrázek 2 a systém výroby podle Fujio Cha neboli „dům TPS“, který je na Obrázek 3. Z nich je patrné, že TPS se skládá z mnoha metod a postupů a je důležité je všechny aplikovat bez výjimky, tak jako u domu TPS, protože dům je pevný, pouze když jsou pevné jeho základy, nosné pilíře i střecha.



Obrázek 2 Model celkové koncepce firmy Toyota v duchu 4P [1]



Obrázek 3 Systém výroby firmy Toyota – dům podle Fujio Cha [1]

2.3 Metody průmyslového inženýrství

Samotné metody můžeme dle pohledu Ing. Otakara Ježka [4] rozdělit na dvě skupiny a to:

1. Základní metody – „jsou zaměřeny na určitou, většinou úzkou skupinu problémů produkčního systému a představují "nejlepší praxi" při jejich řešení, jejich přínos je málokdy dosažitelný jiným postupem. Výsledkem jejich užití je hmatatelné zlepšení procesu. Jsou většinou jednoduché, první užitečné výsledky přinášejí v krátké době a jsou zpravidla velmi dobře vyhodnotitelné. Jsou základem zlepšování. Při zavádění průmyslového inženýrství se mají využívat jako první v řadě a jsou to:

- Jednokusový tok,
- Jidoka,
- Kanban,
- MOST,
- 5 S,
- POKA –YOKE,
- Projektové řízení,
- Průmyslová moderace,
- SMED,
- Standardizace,
- TPM,
- Vizuelní řízení.“

2. Komplexní (zastřešující) metody [4] – „Jejich nejvýznamnějším rysem je schopnost spojovat základní metody do celků, zaměřených na zpravidla širší oblast problematiky průmyslového podniku. Jejich využití v "začátečnické" firmě je velmi problematické, naopak je nutné, aby pracovníci dané firmy již měli ve zlepšování produkčního systému něco za sebou. Mezi komplexní metody patří:

- Just-In-Time (JIT),
- Kaizen,
- Nová montáž,
- Six sigma,
- Štíhlé pracoviště,
- TOC – Teorie omezení,
- Trvalé zlepšování procesů,
- Týmová práce.“

2.3.1 Jenokusový tok a takt

Většina procesů je z 90 procent ztrátou a jen z 10 procent prací přidávající hodnotu [19]. Jiné zdroje [19][22] uvádí poměr až 95:5. Je třeba tento poměr co nejvíce otočit ve prospěch práce přidávající hodnotu. Prvním krokem je vytvoření nepřetržitého toku, který je podstatou štíhlosti a to všude tam, kde je to vhodné v rámci procesu. A následně stálé snižování průběhové doby tedy času, který je třeba k vytvoření produktu ze surovin. Toto snižování lze provádět tak, že odstraňujeme práci, která nepřidává hodnotu. Dalším krokem může být snižování hladiny zásob. Tyto kroky pak odhalí problémy a neefektivnost. Všichni zúčastnění jsou pak díky toku nuceni problémy okamžitě řešit, protože pokud se problémy nevyřeší, proces se prostě zastaví. A to nutí přicházet s novými nápady a s novými řešeními.

Tok znamená, že v okamžiku kdy vám zákazník předá objednávku, zahajuje se obstarávání potřebného materiálu k uspokojení objednávky. Materiál přímo proudí do výrobního závodu, kde se hned po obdržení začíná s výrobou jednotlivých dílů, které ihned putují ke kompletaci, a po dokončení je výrobek okamžitě poslán k zákazníkovi. Jinak řečeno pracovat s malým množstvím, mít procesy v malé vzdálenosti od sebe a udržovat materiál v neustálém pohybu v rámci procesu je lepší než vyrábět velké dávky čehokoliv a potom je nechat nečině čekat, jak se děje při hromadné výrobě. Celý tok by měl trvat spíše hodiny než dny nebo týdny. Ideální jednokusový tok není nikdy. Je třeba jej stále vylepšovat. A navíc vždy toku využít nelze. Pro některé výrobní závody je vhodnější uvážlivě využít pojistných zásob neboli kanbanu, ale tendence je jasná a to zajistit tok všude tam kde je to možné.

Přínosy jednokusového toku jsou:

1. Zajišťuje jakost – všechny problémy jsou řešeny takřka okamžitě.
2. Vytváří skutečnou flexibilitu - krátká průběhová doba zajistí vyrábět to, co zákazník chce.
3. Zajišťuje vyšší produktivitu – odpadá práce s uskladňováním, přesouváním apod.
4. Šetří podlahovou plochu – odpadá rozpracovaná výroba mezi jednotlivými operacemi.
5. Zvyšuje bezpečnost – menší dávky materiálu pohybující se po firmě.
6. Zlepšuje morálku – je vykonáno více práce a výsledky jsou okamžitě vidět.
7. Snižuje náklady vázané v zásobách a zpomaluje zastarávání zásob.

Takt, který je nepochybně spjat s tokem, znamená základní rytmus jednokusového toku. Ne všechny operace, které se v procesu objevují, trvají stejně dlouhou dobu. TPS chápe takt jako poptávku zákazníků po zboží. Tedy vyrábět takovou rychlostí, aby zákazník byl vždy a včas obslužen ale nedopouštět se nadvýroby.

2.3.1 Kanban

Kanban znamená doslova viditelný záznam nebo štítek a bývá mnohdy ztotožňován s Just-In-Time (dále JIT), což z metodologického pohledu není zcela správné. Skutečný jednokusový tok by pracoval s nulovou úrovní zásob. Tam kde to není možné proto, že procesy jsou od sebe příliš vzdálené nebo průběhové doby operací jsou značně odlišné, bývá druhou nejlepší volbou systém kartiček Kanban, což je předmět (většinou karta) nebo signalizace značící, že pojistná zásoba je pod kritickou úrovní a je třeba ji doplnit. Je to tedy řízení výroby pomocí tahu, kdy druhý proces (v pořadí) spotřeboval svoji pojistnou zásobu a ve vhodném okamžiku, tak aby nebyl zastaven ani přerušen, vyšle kartičku kanban předchozímu (prvnímu) procesu. Ten požadovanou zásobu doplní v předem definovaném čase množství. Je to pohodlný způsob signalizace potřeby dalšího materiálu, součásti či dílu a je zřejmé, že vždy nemusí jít o kartičku. V praxi se vyskytují golfové míčky, automaticky snímané čárové kódy či prosté využití telefonu. Jak bude signál vyjádřen, se odvíjí od problematiky s ním spojené a není až tak podstatný. Důležité je nastavit čas kdy k signálu kanban má dojít.

2.3.2 Just-in-time (JIT)

S jednokusovým tokem souvisí pojem, který je někdy překládán jako „právě včas“. Jde spíše o filosofii a přístup k samotné výrobě, než o nějaký soubor zásad. Účelem TPS není řízení zásob, ale odstraňování zásob. Příkladem JIT metody jsou supermarkety, ve kterých pracovníci doplňují zboží, až když je na polici volné místo – signál, že je poptávka po zboží. Na polici je tak malé pojistné množství výrobku, které je pravidelně kontrolováno a doplňováno pracovníkem, který je bere ze skladu. V případě, že zákazník zboží nechce,

zůstane na polici (v zásobě) a nedoplňuje se. To je podstata systému JIT – doplňovat (vyrábět) to co chce zákazník, tehdy když to chce. JIT je tedy strategie držení zásob, která napomáhá zlepšit návratnost investic tím, že redukuje nadbytečné zásoby, které by jinak bylo nezbytné držet a tím redukuje velikost nezbytných finančních nákladů.

Metoda JIT je založena na těchto základech [3]:

- plánování a výroba na objednávku,
- výroba v malých sériích, dodávají se malá množství v co možná nejpozdějším okamžiku,
- velmi časté dodávky (i několikrát v průběhu dne),
- zajištění kvality ve výrobě,
- motivace pracovníků,
- eliminace ztrát,
- udržování dlouhodobé strategické linie.

2.3.3 Jidoka, andon, 5P, POKA-YOKE

Jidoka (druhý pilíř TPS) znamená zastavovat proces, aby byla zajištěna jakost. To znamená mít metodu zjišťování vad v okamžiku, kdy se vyskytnou a následné automatické přerušení výroby proto, aby zaměstnanec mohl vyřešit problém dříve, než bude přenesen dále anebo, aby se zabránilo opakování vady. Jakost, zjišťovaná přímo na pracovišti je mnohem efektivnější a méně nákladná než dodatečné vyhledávání a napravování problémů s jakostí. Předchází se přenášení problému po montážní lince. Používaný přístup je takový, že každé zařízení je vybaveno mechanismem, který zjišťuje odchylky a následně automaticky zastaví zařízení. Poté toto zařízení signalizuje praporkem nebo světlem se zvukovým doprovodem, že je potřeba řešit problém s jakostí. Tomuto systému signalizace se říká **andon**. Tato okamžitá signalizace a následné řešení jakosti či problému hned u zdroje šetří všem následujícím stupňům čas a peníze. Tím se zbavujeme ztrát a produktivita roste. Andon je někdy také nazýván jako „systém zastavení linky v pevně daném úseku“. Montážní linka je rozdělena do segmentů, v nichž se udržují malé pojistné zásoby. Když se jeden segment zastaví, následující může pokračovat v práci díky těmto malým pojistným zásobám ještě nějaký čas. V tomto čase je problém většinou vyřešen. Jen málokdy se stává, že by se celá linka zastavila. Je tak dosaženo dobré jakosti a velké produktivity.

Při řešení [1] problému je pak vhodné řídit čtyřmi klíčovými kroky a to:

1. Jdi a přesvědč se na vlastní oči, co se stalo.
2. Proved' rozbor situace.
3. Využijvej jednokusového toku a nástroje andon k odhalení problému.
4. Pětkrát si polož otázku „Proč?“.

5P - Položení otázky „Proč?“ pětkrát za sebou má za následek zjištění nejhlubší příčiny problému. Jde o vynikající týmový nástroj, jenž udržuje soustředění na řešení problému, takže nedochází k vzájemnému obviňování kvůli problémům, což je jinou formou ztrát neboli muda. S odstraňováním ztrát a chybných úkonů souvisí i pojem POKA-YOKE.

Poka Yoke [3] je nízko nákladové, vysoce spolehlivé zařízení používané v systému Jidoka, které zastaví proces a preventivně chrání výrobu před zmetky. V doslovném překladu znamená Poka – neúmyslná chyba a Yoke – zmenšení, z čehož plyne, že Poka – Yoke znamená zmenšení neúmyslné chyby. Neboli, je to systém, který se stará o minimalizaci neúmyslných chyb a chyb z nepozornosti tzn., že průběh výroby je uzpůsoben tak, aby nebylo možné jednu výrobní operaci provést vícero způsoby. V praxi to znamená nastavit operace tak, aby je dělník nemohl pokazit. Podle systému Poka – Yoke jsou například různé zástrčky a konektory vhodně barevně a tvarově odlišeny, tudíž jednu zástrčku mohou zasunout pouze do příslušné zásuvky a pouze jedním, správným směrem. Systém Poka – Yoke dělá výrobní operace chybu vzdornými.

2.3.4 Heijunka a 3M

Vrcholné řešení „štíhlosti“ je vyrábět to co zrovna zákazníci chtějí. Jenže zákazník je nevypočitatelný a tak se může stát, že je jeden týden velký „hlad“ po výrobcích a platí se přesčasy a týden na to nepříjde objednávka žádná. Stroje a lidé budou stát, nebude jasné co a v jakém množství objednat od dodavatelů a tak bude muset udržovat velké množství všech položek, co by si zákazníci snad mohli objednat. Toyota přišla na to, že může vytvořit tu „nejštíhlejší“ činnost, když vyrovná výrobní program a nebude se snažit vyrábět na zakázku vždy. Heijunka je vyrovnání výroby jak z hlediska objemu, tak i z hlediska kombinace výrobků. Vyrovnání spočívá v tom, že vezmeme nějaké časové období, z něj určíme strukturální vzorec množství a kombinace výrobků a každý den budeme vyrábět podle stejného výrobního harmonogramu. Budeme například vědět, že na každých 5 výrobků A vyrobíme i 5 výrobků B a to za hodinu. Tomu se říká vyrovnaná výroba kombinace modelů. Nevýhodou heijunky je nutnost seřizování zařízení a přizpůsobování činností, které jsou s každým modelem spjaty. Logickým řešením by bylo vyrobit co nejvíce výrobků A než přejdeme k výrobě výrobku B. Tento přístup, však nedovoluje heijunka. Z toho je zřejmá nutnost, snížit seřizovací časy a přizpůsobit výrobní proces, tak aby bylo možné optimálně kombinovat výrobu jednotlivých modelů výrobku [1]. To přinese tyto výhody:

- Flexibilitu vyrábět to, co chce zákazník a v čase kdy to chce,
- Nižší riziko neprodaného zboží,
- Vyvážené využívání pracovních sil a strojního zařízení,
- Vyrovnanější nároky na dodavatelské procesy a dodavatele.

S vyrovnanou výrobou souvisí i řešení ztrát a **system 3M**, který znamená:

Muda – nulová přidaná hodnota - zahrnuje oněch 8 typů ztrát viz. 0.

Muri – nadměrné přetěžování lidí nebo zařízení – vede k problémům s bezpečností a jakostí.

Mura – nevyrovnanost výrobního harmonogramu – výsledkem bývá Muda.

Je nutné tyto 3M z procesu důsledně odstraňovat.

2.3.5 Standardizace

Taichi Ohno ke standardizaci řekl [1] : „Listy s popisem standardního výkonu pracovních činností a informace v nich obsažené tvoří významné prvky systému výroby firmy Toyota. Má-li osoba, která pracuje ve výrobě, vyhotovit popis standardizovaného výkonu pracovní činnosti tak, aby mu rozuměli i ostatní pracovníci, musí být nejprve přesvědčen o jeho významu... Vysoká efektivnost výroby je udržovaná díky tomu, že se předchází opakovanému výskytu vadných výrobků, provozních chyb a nehod a že se využívá nápadů našich pracovníků. To vše je možné jen díky nenápadnému listu standardního výkonu práce.“

Henry Ford se ke standardizaci vyjádřil již v roce 1926 takto [1]: „Dnešní standardizace... je nezbytným základem, z něž budou vycházet zítřejší zlepšení. Když budete o „standardizaci“ uvažovat jako o tom nejlepším, co znáte dnes, ale co zítra musí být vylepšeno – někde to dotáhnete. Pokud ale budete na standardy myslet jako na omezení, veškerý pokrok se zastaví.“

Standardizace je základem pro neustálé zlepšování a zvyšování jakosti a měla by být výsledkem společného úsilí vedoucího a příslušného dělníka. U Toyoty má poněkud širší obsah a zahrnuje tři prvky:

1. Takt – čas potřebný na dokončení jednoho pracovního úkolu, který odpovídá tempu poptávky.
2. Posloupnost provádění věcí a sledem procesů.
3. Množství zásob, které musí mít pracovník při ruce, aby mohl dokončit práci.

Tento popis standardizované práce je vyvěšen na výrobním zařízení, tak aby na něj bylo viděno z vnějšku.

Pokud dochází k zavádění nové výroby nebo nových standardů, je vytvořen zkušební tým, který po zkušební době vysloví své názory na standardy a ty jsou dále měněny a zlepšovány.

2.3.6 Vizuální kontrola, 5S a tabulky kontroly procesu

Účelem vizuální kontroly je zlepšování toku přidané hodnoty. Říká nám na první pohled, jak by se měla práce vykonávat a zda se neodchylujeme od standardu. Zaměstnancům ukazuje, jak si počínají a poskytuje nám informace o tom, jestli je zajištěn rychlý a správný výkon

činnosti a procesů. Vizualizace se opírá o metodu **5S**, která je podrobněji popsána v kapitole 3.1. Využívá také kanbanu, andonu a tabulek kontroly procesu. Cílem je vytvářet transparentní prostředí, v němž nedochází k plýtvání.

Tabulky kontroly procesu mají účel okamžitě vizualizovat aktuální stav objednávky či výroby. Může být na ní například vyobrazeno co který pracovník má v danou chvíli za úkol a v jaké je zrovna fázi. Stejně tak může vyobrazovat jak si které výrobní zařízení nebo buňka počíná, kolik má vyrobených kusů, kolik kusů jí ještě zbývá do konce směny nebo odchylku od taktu buňky. Můžou mít různou formu, od papírové, která je přidělána na nástěnce a informace jsou na ní psány ručně až po elektronickou formu, kdy jsou na monitoru zobrazeny informace, které střežá PC např. z výrobních zařízení a porovnává je s plánem výroby. Tabulky či tabule by měly vystihovat danou problematiku a měli by být přehledné a umístěné na vhodném místě u konkrétního zařízení a/nebo ve společných místnostech či tak, aby na ně mohl kdokoliv kdykoliv pohlédnout a seznámit se tak s vývojem situace.

2.3.7 MOST

Maynard Operation Sequence Technique (MOST) je tedy metoda, která se soustřeďuje na nastavení standardního času, v němž by měl pracovník vykonat úkol. Úkol je rozčleněn na jednotlivé prvky pohybu a každému je přiřazena číselná hodnota v časové jednotce známé jako jednotky měření času, nebo TMUs, kde 100 000 TMUs odpovídá jedné hodině [5]. Všechny jednotkové časy potřebné pro vykonání úkolu se nakonec sečtou a výsledkem je standardní doba potřebná pro vykonání úkolu. Typy metody MOST jsou:

1. MiniMOST – využívá individuální TMUs – krátké (asi 1min) opakující se cykly
2. BasicMOST – je na úrovni desítek TMUs – kompromis mezi MiniMOST a MaxiMOST
3. MaxiMOST – využívá stovky TMUs - delší (několik minut) neopakující se cykly

Cílem by mělo být zpřesnění a zkrácení časů potřebného pro operaci, zlepšení layoutu pracoviště, zlepšení ergonomičnosti práce, omezení zdravotních rizik a v neposlední řadě metoda MOST ukazuje na další možnosti zlepšování operace.

MOST vs. SMED

Přístup MOST je podobný metodě SMED viz kapitola. 3.2, avšak tyto se od sebe podstatně liší. Metoda SMED je zaměřena na měření, nastavování a zkracování doby potřebné k požadovanému nastavení zařízení. Metoda MOST se soustřeďuje na vykonání operace pracovníkem. MOST se tedy orientuje především na opakované pohyby pracovníků při výrobě, kdežto SMED přímo na výměnu přípravku či formy.

2.3.8 TPM - Total Productive Maintenance

Dle [6] lze TPM přeložit jako Totálně produktivní údržba. „Jedná se o program, který z hlediska údržby strojů a zařízení nepočítá jen s profesionálními údržbáři, ale využívá schopností a dovedností všech pracovníků podniku s cílem výrazně snížit prostoje strojů a ztráty v jejich využívání po celou dobu životního cyklu zařízení. Program je založený ve velké míře na prevenci a kromě operátorů strojů se do systému TPM zapojují i další profese v podniku, například pracovníci technické přípravy výroby či konstrukce. [6]“

Již v roce 1971 byla filosofie TPM výstižně definována v pěti bodech japonským institutem pro podnikovou údržbu (JIPM – Japan Institute of Plant Maintenance):

1. TPM se soustředí na maximalizaci celkové efektivnosti zařízení,
2. TPM využívá analýzu preventivní údržby v celém životním cyklu zařízení,
3. TPM je implementována v jednotlivých útvarech podniku,
4. TPM zapojuje do svých aktivit všechny pracovníky – od top managementu až po dělníky u strojů,
5. TPM je založena především na produktivní údržbě vycházející z motivace managementu a práce autonomních týmů.

Hlavním úkolem, se kterým se TPM musí vypořádat, je eliminace přerušení v práci stroje a zvýšit tak produktivitu výrobního zařízení. Údržba v tradičním pojetí se zabývá především přerušeními v důsledku poruchy stroje či zařízení. TPM zasahuje i do oblastí jako jsou ztráty při práci stroje s poškozenými komponenty nebo dokonce při použití nesprávného technologického postupu či nevhodného uspořádání pracoviště, což může vést například ke zbytečně dlouhým seřizovacím časům.

Filosofie TPM je tvořena následujícími programy:

- program autonomní péče o zařízení,
- program plánované údržby,
- program vzdělávání a tréninků,
- program plánování pro nové zařízení a díly,
- systém údržby a informační systém,
- program zvyšování celkové efektivnosti zařízení.

3. Základní metody PI

Pravděpodobně nejčastěji, se při zavádění štihlého výrobního podniku resp. při zavádění metod průmyslového inženýrství, začíná zmapováním hodnotového toku, neboli Value Stream Mapping (VSM). Pomocí této metodologie dostaneme celkový obraz o procesu, který zahrnuje všechny aktivity toku materiálu a informací včetně celé řady abnormalit v systému. VSM je základní nástroj, jehož pomocí stanovíme tzv. Value Added Index, který vyjadřuje poměr činností přidávajících a nepřidávajících hodnotu [19].

Mezi prvními zaváděnými metodami PI bývá zpravidla přístup 5S, díky kterému je pracoviště organizované a uspořádané. 5S má za následek odhalení mnoha problémů s výrobou. Jedním z nich je ztráta mnoha hodin týdně, díky prodlevě při seřizování strojů a přípravou výroby způsobené především neustálým hledáním.

Druhá metoda, která se zaměřuje na zkracování času potřebného k seřízení stroje a zkrácení doby přípravy výroby je metodika SMED.

3.1 5S – pět S

Jedná se o organizační metodu pocházející z Japonska, kde byla zformována jako součást TPS. Je to základní nástroj PI a zpravidla při zavádění štihlé výroby první využívaný. Má za úkol vytvořit štihlé pracoviště, kde se nachází pouze ty předměty, které přidávají hodnotu produktu. Charakteristikou takového pracoviště je vyznačení přístupových cest, pracovních oblastí a umístění materiálu [9]. Původně byla zaměřena na výrobní linky, avšak je použitelná prakticky kdekoliv. Hlavním přínosem je zjednodušení a zpřehlednění pracoviště. Uspořádané pracoviště má kladný vliv na pracovníka, eliminuje zranění, napomáhá ke koncentraci a zvyšuje jeho výkonnost. Princip tedy spočívá v minimalizaci úsilí při pracovních činnostech a jako u všech metod PI v odstranění plýtvání času a penězi způsobené především:

- špatnými nástroji,
- hledáním správného nástroje, materiálu, součástky,
- zbytečnému přesouvání materiálu a náradí a předávání z ruky do ruky,
- tříděním a kompletací rozházených předmětů a podkladů a další.

Minimalizujeme tedy čas potřebný k výkonu činnosti, eliminujeme chyby a tím snižujeme náklady na pracovní proces.

5S znamená označení pěti základních pravidel, která v japonštině začínají písmenem S. Stejně tak v angličtině jsou použity ekvivalenty s písmenem S na začátku slova. Tyto pravidla jsou:

1. Seiri (angl. Sort) – Vytřídit – Projít pracoviště a vytřídit nepotřebné položky.
2. Seiton (angl. Straighten) – Uspořádat / Označit – Položky, které zůstávají přehledně a logicky uspořádat, popřípadě označit (např. montážní klíče dle velikosti).

3. Seiso (angl. Shine) – Uklidit/pročistit – každý by měl být domovník.
4. Seiketsu (angl. Standardize) – Standardizace – Vytvořte pravidla pro sledování prvních 3S.
5. Shituke (angl. Sustain) – Sebekázeň – udržovat denně stabilizované pracoviště.

V některých případech je zmiňováno ještě šesté S a to Safety (Bezpečnost). Některé prameny [5] tvrdí, že bezpečnost je samozřejmostí, která automaticky vychází z 5S a není nutné šesté S zmiňovat. Jiné prameny naopak tvrdí, že je rozumné šesté S zmiňovat, aby byla zajištěna vyšší bezpečnost, která je prvořadým hlediskem v mnoha podnicích.

Při zavádění této metody je důležité mít zajištěno průběžné vzdělávání zaměstnanců, například školením odborným pracovníkem. Dále je podstatné průběžné přizpůsobování norem a stálé zamýšlení se nad metodou a stálé zlepšování metody, zejména pokud se ve výrobě objeví nový výrobek, nové zařízení, nový zaměstnanec nebo nové pracovní předpisy. Společnosti pro podporu 5S často zavádí motivační nástěnky, plakáty a vývěsky, aby bylo zajištěno vzdělávání zaměstnanců a udržení standardů.

Různé společnosti, které vzali 5S za své, je také různě pojmenovávají dle svých potřeb. Můžeme se tak setkat s implementací typu 5C, tedy: „Clear out, configure, clean & check, conform, custom & practice“. Podstata však přetrvává i pod jiným názvem. Je to především cílené plánování pracoviště, tak aby na něm zůstalo jen to, co je skutečně potřebné. Ostatní položky mají být přehledně uspořádány ve vyhrazených úložných prostorech a nepotřebné jsou uloženy ve vzdálenějším skladu. Všem musí být jasné, kde se jaká položka nachází a musí být dobře přístupna. Pro nepořádek a nevyužité položky na pracovišti není místo a je třeba je okamžitě likvidovat. Pokud je na pracovišti dodrženo 5S, není nutné nic nikde hledat, nikdo se nezdržuje zbytečným přesouváním předmětů, odpad je odstraňován průběžně, nikde nic nepřekáží a potřebné informace jsou přehledně prezentovány na viditelných a dostupných místech. Při zavádění 5S se postupuje v pěti fázích a to:

První fáze – Seiri – Vytrždit – Nechat na pracovišti jen to co je potřebné

Tento krok se týká především přípravy a zjištění jak budeme metodiku 5S implementovat. Začínáme s tříděním položek, které mají na pracovišti význam a jsou potřebné a využívané. Tříděním by měly projít všechny stroje, nářadí, přípravky, dokumenty a ostatní položky související s procesem. Cílem [9], je rozdělit položky na ty, co na pracovišti:

- musí být – jsou často používané a nutné k výkonu činnosti,
- mohou být odstraněny - hledáme alternativní skladovací místo,
- musí být odstraněny – jsou nepotřebné, zbytečné atp.

Hlediskem využitelnosti položky může být například frekvence využívání. Například pokud je položka využívána alespoň jednou denně (týdně, měsíčně), uznáme ji jako potřebnou a označíme ji. Položky, které jsou využívány méně často, než je zvolená mez, na pracovišti

Třetí fáze - Seiso (Shining nebo Cleans) – Čistit a udržovat pořádek

Je zaměřena na úklid. Na pracovišti by měl být pořádek. Odstranění nečistot, oleje, odpadu apod. co nejdřív, by se mělo stát rutinou pro každého pracovníka. Čisté a přehledné pracoviště snadněji umožňuje identifikovat případné nežádoucí zdroje znečištění nebo poruchu zařízení či dokonce předcházet poruchám, jako je například vytečení oleje z motoru, které když je včas odhaleno nebude mít za následek poškození takového motoru. Je tedy namístě vyhledávat zdroje znečištění a eliminovat je. Kromě úklidu je také nutné vrátit použité nástroje zpět na své určené místo a i toto místo udržovat v čistotě. Přínos třetího S je příjemnější pracovní prostředí a zvýšení bezpečnosti.

Je třeba definovat [9]:

- Co je třeba čistit?
- Kdo bude tuto činnost vykonávat?
- Kdy a jak často?
- Jaké prostředky k tomu budeme potřebovat?

Čtvrtá fáze – Seiketsu (Standardizing) - Standardizace

Neboli provádějte stejnou práci stejně, avšak tím nejlepším možným způsobem. Standardizace má za úkol udržet předchozí tři S. Každý pracovník má své úkoly a plní je tak aby byly naplněny předchozí 3S. Někdy se pracovníci zaškolují, tak aby první 3S znali nazpaměť, dodržovali je a přesně věděli, co mají dělat. Všechny pracovní postupy jsou standardizovány. Mnohdy také bývá využíváno kontrolních dokumentů.

Pátá fáze - Shitsuke (Sustainig) - Disciplína

Poslední krok pěti S znamená disciplínu na pracovišti. Čili závazek udržovat pořádek, odstranit špatné návyky a dodržovat první 4S jako běžnou praxi. Používají se kontrolní dokumenty, návštěvy managementu na pracovišti nebo nástěnky a vývěsky, které 5S stále připomínají. Když dojde ke změně procesu je nutné metodu 5S aktualizovat. Projít znovu všech 5S a upravit je tak, aby novému procesu nebo výrobku odpovídala. Jakmile je dosaženo toho, že zaměstnanci dobrovolně toto dodržují, bez připomínání a upozorňování vedoucími, nastává čas na další zlepšování procesu.

Při dodržení těchto pěti S je pak celé pracoviště daleko přehlednější, vizuální kontrola stavu věci daleko rychlejší a odstranění ztrát efektivnější. Výsledkem je tedy přehledné, čisté, organizované a uspořádané pracoviště s průhledným a dobře srozumitelným systémem dílenského řízení. Pracovníci se aktivně podílejí na vytvoření a udržení základních podmínek pro trvalé zlepšování výrobního podniku. Jsou motivováni, zainteresováni a dobře informováni o výrobě a stavu na pracovišti.

3.2 Metoda SMED

Moderní výroba se potýká se stále větším trendem variability výrobků. Zákazník požaduje produkty v co nejkratším čase a navíc, dopředu není jasné, který z většinou velké škály výrobků to bude. To vyžaduje zmenšování výrobních dávek, což má za následek častější změnu nebo přizpůsobení výrobních zařízení jako je změna nástroje, výměna formy či například výměna vstupního materiálu. Tato výměna trvá u dnešních podniků i několik hodin [1] [20] a to je nemalé množství produktivního času, ve kterém mohlo být vyrobeno nebo zpracováno cokoli jiného. Metoda SMED je tedy zaměřena především na zkracování toho času, tak aby přetypování výrobního zařízení netrvalo hodiny, ale spíše minuty. Lze tak ušetřit poměrně velké procento výrobního času v dnešní době 20 i více procent [1][9][20].

Anglická zkratka SMED znamená Single Minute Exchange of Die a do češtiny je překládána jako Rychlá změna, či Výměna nástroje během jedné minuty. Někdy je použito označení Quick Changeover-QCO (Rychlá změna) a nebo One-Touch Exchange of Die – OTED (Seřízení jedním dotekem). Jde o systematický proces pro minimalizaci časů a prostojů. Orientuje se především na zkrácení časů čekání (přípravy), kapacitní jednotky mezi opracováním dvou po sobě následujících různých typů výrobků nebo výrobních dávek. [4] Metoda byla vyvinuta japonským průmyslovým inženýrem panem Shigeo Shingo (1909-1990), který se vyznamenal jako jeden z předních světových odborníků na výrobní postupy a TPS [16]. Náklady na zavedení SMED, by měli být, jako u každé jiné metody PI, v řádu běžných režijních nákladů na výrobu či výrobní zařízení. Metodika by měla především ušetřit čas a peníze, pokud náklady na zavedení převyšují výnosy, je na vině špatná implementace.

Metodika SMED je zaměřena na [4]:

- Omezení neshodné výroby.
- Snížení spotřeby materiálu – snížení zásob, zmenšení skladových prostor, snížení režie.
- Snížení nedokončené výroby – snížení potřeby místa a prostoru.
- Snížení pojistné zásoby hotových výrobků na skladě.
- Zvýšení kapacity výroby v úzkém místě – zkrácením doby se navýší výrobní kapacita.
- Zkrácení průběžné doby výroby - vyšší spokojenost zákazníků nebo získání nového segmentu zákazníků díky krátkým lhůtám.
- Omezení překotných změn: zákazník požaduje krátké termíny dodání, to způsobuje nutnost „trhání“ dávek, ty putují na následná pracoviště, která musí vynuceně měnit výrobu a tím dojde ke zvýšení ztrát času.
- Snížení nákladů na likvidaci výrobků starého typu (při náběhu nového výrobku se zásoby starého musí vyprodat, nebo odepsat).
- Snížení spotřeby práce – menší počet zaměstnanců.

Implementace SMED

Postup vychází z důkladné analýzy, která je vykonávána na pracovišti. Zkracování času se dosahuje změnou postupu výměny, tréninkem týmu, technickými úpravami stroje a speciálními pomůckami [9]. Základem je rozdělit operace na:

Interní (vnitřní) – musí být prováděny přímo na vypnutém zařízení. Tyto operace nelze provádět za chodu zařízení. Například je to výměna formy, vrtáku nebo jiného nástroje.

Externí (vnější) – jsou vykonávané mimo stroj, nebo mohou být vykonávané za běhu zařízení. [9] Z interních činností se snažíme eliminovat či přesunout na externí zejména činnosti:

- Čas hledání - přípravků, nástrojů, měřidel atp.
- Čas čekání - na jeřáb, paletu, vozík atp.
- Čas chůze - při zjišťování polohy nástrojů, materiálu, chůze pro nástroje atp.
- Čas nastavení - nástrojů, měřidel atp.

Při zavádění se obecně postupuje takto [7] [10] [18]:

Krok 1 – Zavedení 5S na pracovišti.

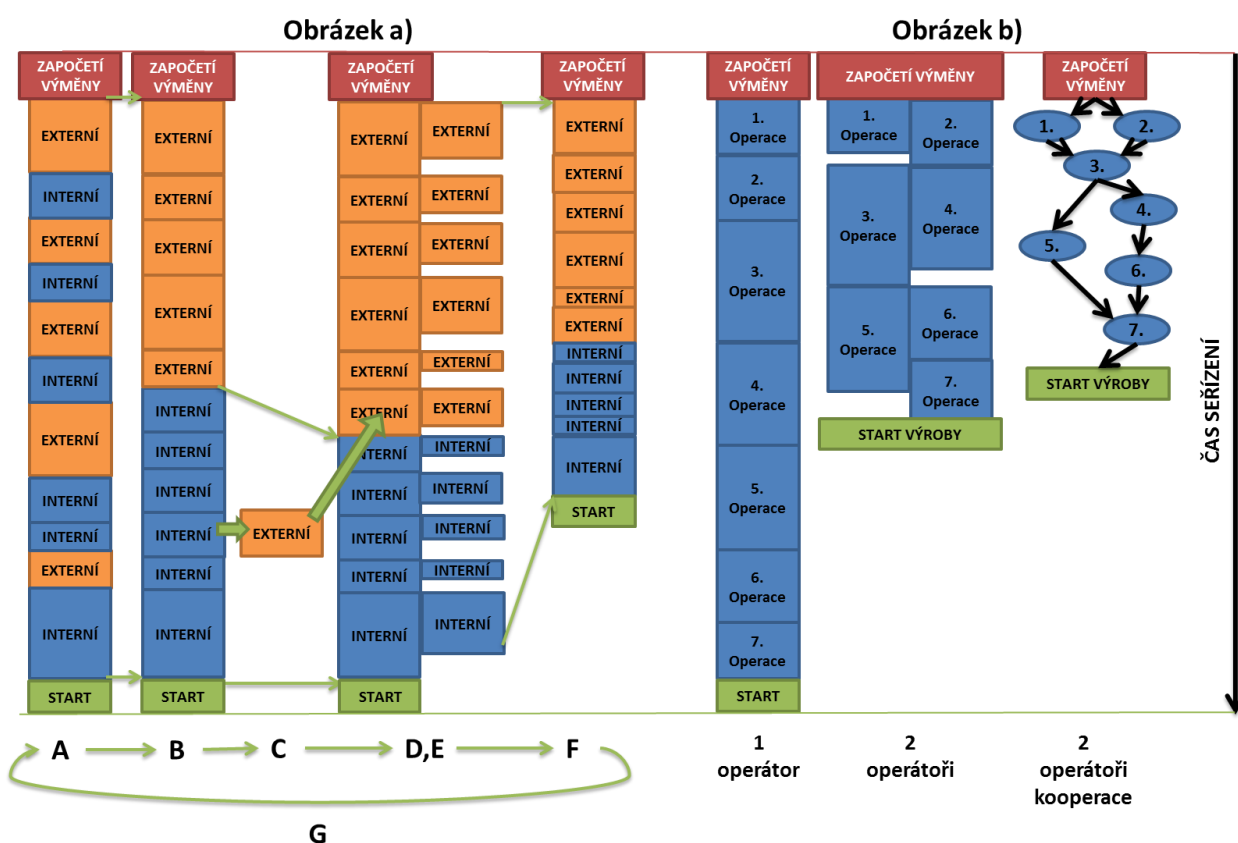
Krok 2 – Sledování a analýza operace, procesu, výměny a seřizování. V současné době je využívána videotechnika k záznamu a analýze. Je třeba popsat všechny činnosti, které se seřizováním souvisejí a zároveň zjistit nejdůležitější aspekt a to čas potřebný pro tyto činnosti. Různé momenty jsou pak klasifikovány jako externí nebo interní. Mnohdy také z analýzy vyplývá, že různé nástroje jsou zbytečně daleko a je třeba zbytečné námahy na jejich manipulaci. Je na místě počítat se všemi známými poruchami.

Krok 3 – Návrh řešení s cílem oddělení interních a externích operací. Tedy převést co nejvíce interních operací na externí. Důležité je zajistit, aby maximum úkonů prováděných při nastavování (set-up) šlo provádět za běhu stroje. Příkladem může být přivezení formy ze skladu, její nahřání a příprava ještě v době kdy zařízení zpracovává předchozí výrobní dávku, tak aby forma byla nachystána přesně v době, kdy je třeba ji vyměnit. Navrhovaná opatření mohou být i typu změna upínání přípravku nebo záměna ve výrobním postupu. U každé změny se stopuje čas a tento se porovnává s časy z analýzy v předchozím kroku.

Krok 4 - Eliminace odpadů a činností nepřidávajících hodnotu a zlepšování dosavadního standardu. Toho dosáhneme například odstraněním všech nastavení, která nejsou vždy nutná nebo výměnou klasických šroubů za rychlo-upínáky nebo západkové systémy. Další částí tohoto kroku je neustálé zlepšování a redukce interních a externích činností.

Implementace SMED dle Shiego Shinga [12] zahrnuje sedm základních kroků, které jsou znázorněny na obrázku 5a. Jsou to:

- A) Dodržování současné metodiky.
- B) Oddělení vnitřních a vnějších činností. Například, jdi a získej potřebné nástroje a informace pro práci před tím, než se stroj zastaví.
- C) Převedení maxima interních aktivit do externích – předpřírava nástroje, přípravku atp.
- D) Zjednodušení zbývajících vnitřní činnosti. Zaměření na upevňování.
- E) Zjednodušení vnější činnosti, tak, aby byly na podobném rozsahu jako vnitřní.
- F) Dokumentace nového postupu a akcí, které ještě mají být dokončeny.
- G) To vše znovu a znovu. Pro dosažení je třeba několikanásobné opakování.



Obrázek 5 a) Implementace SMED dle Shiego Shinga
b) Rozdělení operací paralelně mezi dva operátory a jejich kooperace

Pro další zrychlení výměny je možno využít místo jednoho operátora, dvou operátorů a činnosti mezi ně paralelně rozdělit viz Obrázek 5b. Každý z operátorů vykonává jinou práci, nebo si vzájemně sekundují u jednoho úkonu. Zde je důležitá koordinace, efektivní komunikace a sebranost pracovníků, které se většinou dosahuje neustálým tréninkem, zdokonalováním a zpočátku i metodou „pokus-omyl“.

Při implementaci metodiky SMED je využíváno týmů, které jsou složeny z operátorů, dělníků, seřizovačů, údržbářů, technologů nebo mistrů. Počet zaměstnanců v týmu bývá od 3 do 10 členů a nejlepšího složení je dosaženo, když je z každé pozice zastoupen minimálně jeden. Tento tým pak podstoupí pod vedením odborníka tzv. workshop, na kterém jsou probírány různé varianty řešení. Výstupem workshopu bývá prozatímní standardizovaný dokument, který popisuje postup výměny (seřízení). Může být nazván jako Standardní přetypování stroje nebo Jízdní řád výměny. Příklad uveden na Obrázek 1 [10].

Výběr lidí do týmu zpočátku zatěžuje výrobu, protože v podstatě jsou vytrhnuti ze své každodenní činnosti a jsou na ně kladeny vyšší nároky v podobě nápadů, přínosů a poznámek k aplikování SMED. Je to ovšem nutnost, protože právě dělníci, operátoři a další zaměstnanci již mají mnohdy velké zkušenosti s konkrétním zařízením a mnohdy jsou to právě oni, kdo vnese do problému to správné řešení. Nehledě na to, že právě oni budou na zařízení pracovat dle nového postupu. Je ovšem třeba zaměstnance motivovat, trénovat a koučovat (z ang. Coaching), jelikož mnozí o trvalém zlepšování (kaizen) ani neuvažují a prostě jen dělají, co se jim řekne. Ale právě oni budou ti, kteří budou na optimalizovaném zařízení pracovat a právě oni by mohli mít práci jednodušší s vyšší výkonností.

Standard přetypování stroje			
Pracoviště: MCV 120 30		Výrobek: 1.300 5 015153 2	Operace: 30 0516
P.č.	Činnost pracovníka	Doba trvání (min)	Činnost Int./Ext.
1.	Přehrání programu do stroje	1:35	externí
2.	Stahování programu	3:25	externí
3.	Upravení programu dle parametrů stroje	2:35	externí
4.	Přichystání a studium dokumentace a seřizovacího listu	0:55	externí
5.	Výměna skličidla	1:40	interní
6.	Nastavení programu dle seřizovacího listu	5:31	interní
7.	Příprava nástrojů	15:56	externí
8.	Upínání nástrojů	7:22	interní
9.	Přesné měření	7:30	interní
10.	Najetí nulového bodu	3:37	interní
11.	Založení a výroba 1. kusu	27:00	interní
12.	Kontrola 1. kusu	9:24	interní
Datum:		Vypracoval:	Schválil:
		Číslo: 1/2008	

Jízdní řád výměny stolu XY		
p.č.	Činnost pracovníka	Časy trvání min
1	Předpříprava	6:00
1,1	dokumentace	2:00
1,2	nástroje	3:00
1,3	program	1:00
2	Příprava stolu	4:00
2,1	čištění	2:00
2,2	demontáž	2:00
3	Montáž stolu	55:00
3,1	usazení svěráku	10:00
3,2	rovnání svěráku	7:00
3,3	montáž podložek a čelistí	24:00
3,4	montáž a vymezení dorazů	12:00
4	Montáž nástrojů	39:00
4,1	demontáž	19:00
4,2	montáž	12:00
4,3	měření korekce	8:00
5	Nastavení počátků	2:00
5,1	najetí	1:00
5,2	zápis	1:00
6	Rozjetí zakázky	14:00
6,1	zapnutí stroje	1:00
6,2	kontrola běhu	13:00
7	Kontrola	2:00
7,1	kontrola mír	1:00
7,2	úprava korekcí	1:00
8	Úklid	3:00

Obrázek 6 a) Standardní dokument přetypování stroje b) Jízdní řád výměny stolu

ZDROJ: [10] Academy of Productivity and Innovations <http://e-api.cz>

Dle p. Shigeo Shinga je při zavádění SMED důležité soustředit se na tyto prvky [7]:

- Separovat vnitřní od vnějších operací.
- Převést interních na externí nastavení.
- Standardizovat funkce, nikoli tvar.
- Spojovat funkčními svorkami a rychlo-upínáky nebo odstranit spojování úplně.
- Přijmout paralelní operace, kdy při nastavování zařízení spolupracuje více lidí.
- Eliminovat náhodné úpravy.

Přínosy SMED

Shigeo Shingo tvrdí, [3] (dle jeho databáze od r. 1975 do 1985) že průměrné nastavení časů, kterými se zabýval, se snížily na 2,5% z původně požadovaného času. To znamená čtyřicetinasobné zlepšení. SMED však má i mnoho dalších účinků, které mají pozitivní vliv na provoz, patří k nim:

- Snížení produkce na sklad, které se řídí sazbami základního kapitálu z obratu.
- Snížení stopy procesů s omezením inventury a uvolnění podlahové plochy.
- Zvyšování produktivity a/nebo snížení výrobních časů.
- Snížení sazby na stroj, jelikož jsou sníženy nastavovací časy.
- Odstranění chyb vzniklých při nastavování a odstranění zkušebních běhů.
- Zlepšená kvalita od plně regulovaných provozních podmínek v předstihu.
- Zvýšená bezpečnost díky jednodušším nastavením.
- Zjednodušené hospodaření s méně nástroji a lepší organizace pracoviště.
- Celkově nižší náklady na nastavení.
- Výhodné pro operátora/seřizovače, protože zařízení je snadněji ovladatelné/nastavitelné.
- Nižší požadavky na kvalifikaci, protože je zaveden jednotný a přesný postup výměny.
- Schopnost rychle měnit výrobu zajišťuje pružnost a další snižování zásob.
- Nové postoje k regulaci pracovního procesu mezi zaměstnanci.

Úskalí a překážky při realizaci SMED

Mnoho lidí si myslí, že zavádění změn je zbytečné. Pohodlnější je se držet vyjetých kolejí. Tento problém se vyskytuje nejen u metody SMED, ale obecně při zavádění jakýchkoliv změn, byť přínosných, se najdou škaradohlídi.

Rychlá změna je orientována na výrobu. Je však vhodné (někdy nutné) s ní počítat již při samotném návrhu výrobku - přizpůsobit design, unifikovat součásti atd.

V prvním období při zavádění SMED může poklesnout objem výroby a můžou mírně stoupnout náklady. Objevit to „správné řešení“, tedy sladit zařízení a lidi, totiž většinou trvá nějakou dobu. V krátkodobém horizontu se to může jevit jako zhoršení, ale v dlouhodobém hledisku jsou ušetřeny náklady na nové zařízení, údržbu a kvalifikaci operátorů.

4. Přiblížení firmy Seaborne

Vzhledem k omezenému rozsahu práce, uvádím pouze stručný popis používané technologie ve vybrané firmě. V druhé části kapitoly jsou pak uvedeny stručné údaje o firmě.

4.1 Technologie zpracování plastů

V současné době existuje mnoho technologií a postupů zpracování plastů. K výrobě konkrétního produktu je možné zvolit více postupů při dosažení podobných výsledků. Rozdíly vznikají především v ceně, která se odvíjí od velikosti vyrobeného množství. Do ceny finálního produktu je třeba započítat přípravnou fázi, která spočívá v nákupu zařízení, přípravě materiálu, přípravě formy (tvářeče) atd. Z toho tedy vyplývá, že volba technologie je závislá na sériovosti výroby a na časovém hledisku.

Technologie tváření plastů se dělí dle polotovaru, který je zpracováván na:

- Tváření – k výrobě je použito polotovaru ve formě granulí
- Tvarování – je využito plastových polotovarů ve formě desek, tyček, atp.
- Ostatní – tato skupina se zabývá především přípravou materiálu

4.2 Technologie zpracování plastů metodou vakuového tvarování za tepla ve firmě Seaborne

Tvarování je technologie, díky které polotovar ve formě desek nebo fólií mění svůj tvar, aniž by docházelo k většímu přemísťování částic hmoty. Ke změně tvaru je zapotřebí zvýšené teploty a tlaku. Jelikož je potřeba již hotový plastový polotovar (deska nebo fólie), je zřejmé, že lze touto technologií zpracovávat pouze termoplasty.

Ve firmě Seaborne je použito technologie k předtvarování materiálu pneumatické (podtlakové i přetlakové). Formy jsou použity pozitivní i negativní. A samotná síla na materiál je mechanicko-pneumatická za pomoci formy a podtlaku.

4.3 Sazby na pracovníky a zařízení

Následující tabulka obsahuje sazby na pracovníky a stroje, vyjádřená v Kč za hodinu. Z těchto údajů vycházejí finanční hodnocení zavedených nebo navrhovaných přínosů resp. jejich teoretická finanční výše.

Tabulka 1 Přehled základních sazeb dle firemních údajů

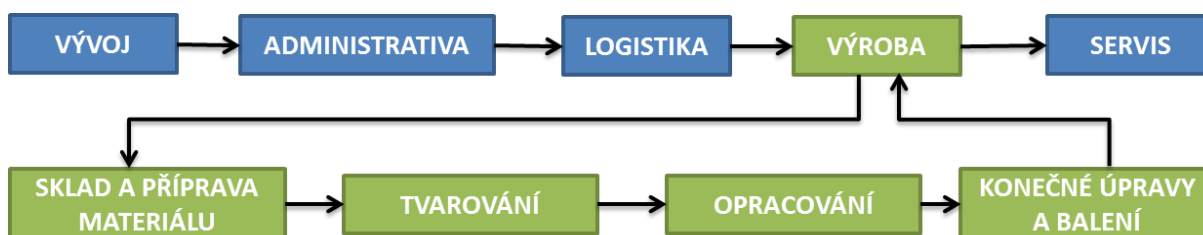
	RANNÍ S. (osob na směnu)	ODPOLEDNÍ S. (osob na směnu)	SAZBA NA PRACOVNÍKA	SAZBA NA STROJ
SKLAD	2	2	200 Kč/hod	500 Kč/hod
VAC	4	4	250 Kč/hod	600 Kč/hod
CNC	6	5	250 Kč/hod	600 Kč/hod
BALENÍ	4	4	200 Kč/hod	300 Kč/hod
THP	3	0	300 Kč/hod	-

5. Přípravná fáze aplikace metod

Před samotným zahájením implementace metod bylo třeba promyslet, jak bude metoda efektivně aplikována do výroby. Jednou z podmínek bylo, že zavádění metody negativně neovlivní chod firmy ani samotné výroby. Vše tedy probíhalo za plného provozu.

5.1 Zaměření práce

Práce je orientovaná na část produkčního řetězce – výroba. Ve výrobě je poté orientována na celý výrobní proces. Pro doplnění jsou vybrány čtyři výrobky, které dohromady tvoří více jak 80% zakázek. U těchto jsou navrženy optimalizační změny. Zaměření práce vyplývá z obrázku 8.



Obrázek 7 Zaměření práce na část "výroba" a hlavní tg. operace



Obrázek 8 Vybrané portfolio výrobků firmy, které tvoří 80% zakázek

5.2 Analýza výrobního procesu

Klasickým základním analytickým nástrojem pro zjištění, do jaké míry je proces efektivní je tzv. Value Stream Mapping (VSM) neboli Mapování Hodnotového Toku (MHT). Mapováním je zjištěn VA index, který ukazuje procentuální vyjádření přidané hodnoty zkoumaného procesu. Původním záměrem bylo VSM využít a tak porovnat hodnoty před optimalizací a po ní. Ve firmě Seabrone je ovšem problematické určit přesnější hodnotu, jelikož se opakovaná zakázka většinou provádí vždy různě dlouhý čas. Údaje jsou proto spíše orientační a není možno je objektivně porovnávat. Jde spíše o to, ukázat plýtvání s časem (a s toho plynoucí ztráty) ve výrobě. Skutečný čas, který je potřeba k výrobě a který se promrhá plýtváním se různí, ale řádově je shodný.

Samotná výroba produktu se pohybuje v desítkách minut.

Průběžný čas (čas od přivezení materiálu do firmy, přes výrobu, až po expedici produktu) je ovšem v řádu dnů až týdnů. A to do této doby není započítán proces objednání produktu a materiálu na něj, logistika atd.

Úzká místa jsou tvarování (VAC) a opracování (CNC).

Přehled výrobních operací prováděných na vybraných produktech je tabulce 2.

Tabulka 2 Přehled tg. kroků použitých u výroby plastů vakuovým tvarováním

VÝROBEK \ PROCES	SKLAD	ŘEZÁNÍ	VYSOUŠENÍ	TVÁŘENÍ	STŘÍHÁNÍ, ŘEZÁNÍ	OBRÁBĚNÍ	OHRANĚNÍ	TEPELNÉ OPRACOVÁNÍ	SKLÁDÁNÍ, LEPENÍ, DOKONČ.	USKLADNĚNÍ EXPEDICE
PCY	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	NĚKDY	NĚKDY		ANO
RADOME	ANO			ANO	ANO	ANO				ANO
SOLION	ANO		NĚKDY	ANO	ANO	ANO		NĚKDY	ANO	ANO
BORCAD	ANO	ANO		ANO	ANO	ANO	ANO		ANO	ANO

*Nevyplněné položky se u výrobku neprovádějí

5.2.1 Analýza videozáznamů - přetypování výrobního zařízení

K vyhodnocení byl použit videozáznam přetypování výrobních zařízení a jeho vyhodnocení. Zaznamenány byly dvě výměny forem na vakuových tvarovacích zařízeních GEISS, konkrétně typ T8L a T8 Flash. Výměna na obou zařízeních je prakticky totožná, liší se pouze ve velikosti forem a typu forem. Doplnkově byly provedeny tři osobní studie, které potvrdily, že klíčové kroky výměny jsou totožné pro všechny typy strojů a forem ve firmě určených k tvarování.

Stejně tak pro přetypování CNC fréz GEISS byly pořízeny dva videozáznamy a dvě osobní studie.

Příklad výstupu videozáznamu je v tabulce 3, ostatní výstupy jsou uvedeny v příloze 1-4.

Z analýzy videozáznamu jasně vyplynuly nedostatky a plýtvání:

- Technické nesrovnalosti.
- Nevhodné uložení forem a přípravků (jigů).
- Chybí přesné určení a označení přípravků a forem.
- Chybící nebo nedostatečné nářadí a/nebo jeho soustavné hledání.
- Zbytečné a dlouhé hledání, přenášení, posouvání předmětů.
- Nepřesné označení sw programů a pomůcek.
- Neúplná nebo chybějící technická dokumentace.

5.2.2 Analýza na základě přístupu PI

Na základě teoretické části, byly ve firmě lokalizovány další nedostatky, prakticky shodné s nedostatky identifikovanými ve videozáznamu. Navíc bylo zjištěno velké množství rozpracované výroby, špatná organizace skladu, neoznačené výrobky, nedodržování vymezených prostor, nevhodné nakládání se zbytky tg. materiálu a s odpadem. Příklady jsou uvedeny na obrázku 9a), b).



Obrázek 9a) b) Příklady plýtvání ve firmě Seaborne

5.3 Cíle diplomové práce

Analýza a konzultace s managementem fy stanovily cíle, na které by se DP měla soustředit:

- zvolit vhodné metody pro tento podnik a zavést je,
- snížit průběžný čas a tím zvýšit produkci,
- optimalizace výrobních postupů,
- zvýšení bezpečnosti a jakosti.

Konkrétní činnosti, kterými by mělo být dosaženo požadovaných cílů:

- snížení seřizovacích časů na minimum (5S a SMED),
- uspořádání a čistota pracoviště VAC a CNC (5S),
- uspořádání forem a přípravků,
- zavedení systému ve skladu materiálu.

5.4 Postup a struktura práce

Na základě analýzy byl vypracován postup, dle kterého byly metody zaváděny. V průběhu docházelo k operativním změnám vlivem nepřetržité výroby. Postup je patrný z obrázku 10.

Zvolené metody zpracování a typy přístupů

Fotodokumentace, videozáznam a jeho analýza, opakované rozhovory s pracovníky i s managementem, osobní zkušenosti (operátor), implementace na základech literatury.

Tabulka 3 Časová studie pro výměnu formy na zařízení CNC_ECO

č. op	Činnost	Čas TEĎ	Čas TEO	IN/EX	Poznámky
1	Demontáž přípravku				
1.1	Odšroubování, přesun na paletu	3:20	3:20	Interní	Kratší šrouby *
1.2	Hledání vozíku	1:00	0	Externí	PLÝTVÁNÍ
1.3	Uskladnění demontovaného přípravku	2:00	1:00	Externí	PPZ - Jig zahozen tam kde bylo místo, navíc zbytečné přesouvání palet
1.4	Dovoz vytvářených polotovarů ?	5:30	0	Externí	PLÝTVÁNÍ - Co vůbec mám dělat? H výlisků, H palet. voz., H v dokumentaci a v programu
2	Montáž přípravku				
2.1	Hledání montovaného přípravku	3:45	0	Externí	PLÝTVÁNÍ - nepořádek v přípravcích. Málo regálů, chaoticky uspořádané jigy.
2.2	Doprava přípravku k CNC	3:15	1:00	Externí	PPZ - Odchod pro vozík, vytažení jigu – přeskládání palet, <u>poškození palety*1</u>
2.3	Přeskládání palet zpět	2:15	0	Externí	PLÝTVÁNÍ
2.4	Upínání přípravku	7:45	6:00	Interní	Hledání - metr, šrouby, upínáky, klíče
3	Seřizování				
3.1	Zavedení programu	1:00	1:00	Interní	Hledání správného programu
3.2	Kontrola/výměna nástrojů (frézy)	1:30	1:00	Interní	PPZ – Hledání „šuplery“,
3.3	Oprava přípravku	6:45	0	Externí	PLÝTVÁNÍ – Malé vakuum, udělána dočasná oprava (<u>papírovou izolepou</u>)*1
3.4	„Projetí nanečisto“	10:00	9:00	Interní	PPZ - Další komplikace a prostoje spojené s opravou jigu, fréza projela krytem i přípravkem
4	Zavedení výroby – první kus				
4.1	Nasazení vytvářeného výrobku	1:15	1:15	Interní	Kontrola, málo vakua
4.2	Obrobení výrobku 1.operace	2:35	2:35	Interní	Vytažení z CNC
4.3	Sejmutí a druhá operace	5:20	5:20	Interní	PPZ ?
4.4	Sejmutí po 2.operaci	0:40	0:40	Interní	Nepřesně označené pomocné výztuže
5	Kontrola, a přichystání věci				
	Čekání na kvalitáře			Externí	PLÝTVÁNÍ
	Dovoz palety a umístění obrobku			Externí	PLÝTVÁNÍ
6	Výroba připravena – první kus za	1:04:0	32:00		Odhad chyby +- 10%

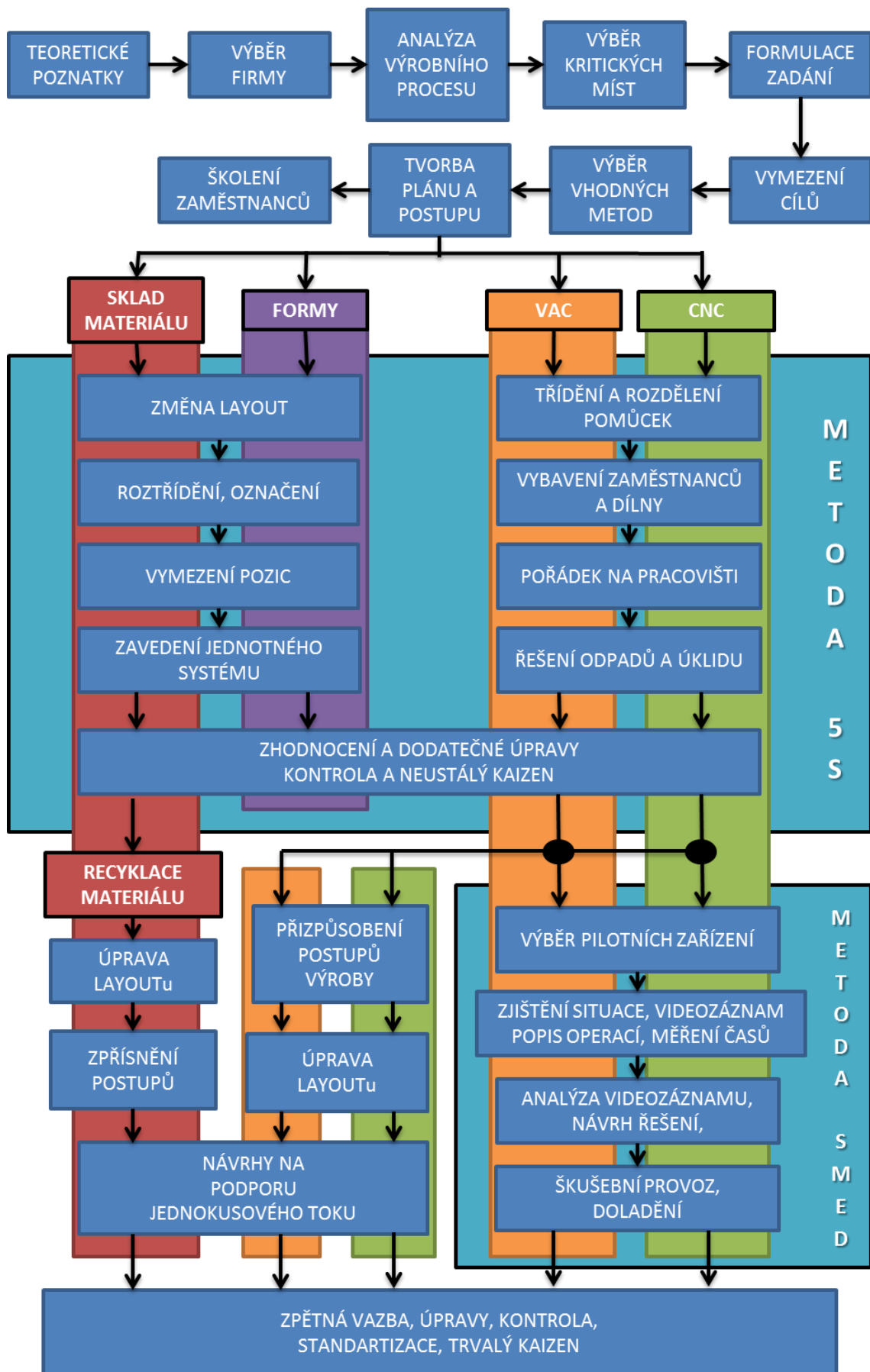
* Je poměr změna/cena dostačující?

*1 – Netěsnost jigu (a následná oprava) pravděpodobně způsobena chybnou manipulací (při „vytahování“ z „úložného prostoru“ (kopa jihu na zemi) bylo slyšet křupnutí (palety?)

PLÝTVÁNÍ – Tyto činnosti odstranit okamžitě - žádná přidaná hodnota, žádné náklady na zlepšení

PPZ – Prostor Pro Zlepšení

*2 Do bodu 5 je čas roven 58min



Obrázek 10 Postup a struktura zavádění optimalizace (diplomové práce)

6. Skladování

Kapitola se věnuje uskladnění výrobního materiálu v prostorách skladu, uskladnění forem a přípravků, změnu layoutu v prostorách recyklační jednotky a návrhům na řešení rozpracované výroby, která nemá pevně vyhrazené místo dočasného uskladnění.

6.1 5S ve skladu materiálu

Nejen z analýzy jasně vyplynula nutnost řešit neúměrně dlouho trvající vyskladnění potřebného materiálu resp. jeho lokalizace. Pravidelně se stávalo, že i když materiál formálně měl být ve skladu, nikdo ho nemohl najít nebo hledání trvalo desítky minut.

6.1.1 Minulý stav – před optimalizací

Základním materiálem jsou míněny plastové desky o tloušťce 3mm až 9mm a rozměrech od několika desítek milimetrů po tisíce mm. Základní dělení je dle druhu materiálu (např.: ABS, PC, PPY), dále pak dle tloušťky, rozměrů či barvy desky. Různých druhů je zhruba 200. Ve skladu je max. 10 ks palet stejného druhu. Počet palet je proměnný cca (400 – 600) ks.

Uložení materiálu je až po desítkách kusů desek na paletě o různých rozměrech dle velikosti materiálu. Palety jsou stohovány na sebe do výšky až 4m.

Pozice palety s materiálem ve skladu je chaotická. Jediným kritériem je velikost palety (paleta uložena na stejné nebo větší paletě a v nejhorším případě větší na menší). Ze zkušenosti nejpoužívanější materiál (asi 30% z celkového objemu) zaměstnanci uskladňují stále na stejnou nebo nejbližší pozici. Dispozice skladu viz obrázek 12 a).

Označení palety s materiálem je provedeno papírovou cedulí formátu A4, na které je vyznačen druh materiálu, počet kusů, datum zapsání a podpis zapisovatele.

Umístění skladu je přímo ve výrobní hale. Prostorově je plocha rovna cca 600 m². Asi třetina této plochy je využívána k odkládání rozpracované výroby tedy do uliček mezi materiálem. Plocha skladu je bez nerovností či přejezdů.

Obvyklý postup vyskladnění:

1. Příchod do prostor skladu s kartou Pracovní příkaz.
2. Hledání materiálu na základě předešlých zkušeností s pozicí uložení (pokud se jedná o materiál méně používaný, tato část může zabrat až desítky minut).
3. Vyskladnění nalezeného materiálu (většinou je nad požadovanou paletou jiný materiál, nebo je před paletou rozpracovaná výroba. Tyto je třeba dočasně odstranit, vysunout požadovanou paletu a poté zase nechtěný materiál zaskladnit. Trvání činnosti je v řádu minut.
4. Transport k výrobnímu zařízení. Občas není dostupný vysokozdvíhací vozík.

Celkový čas potřebný pro operaci v současnosti = 5 – 60 min, průměrně 25min.

Definice nedostatků

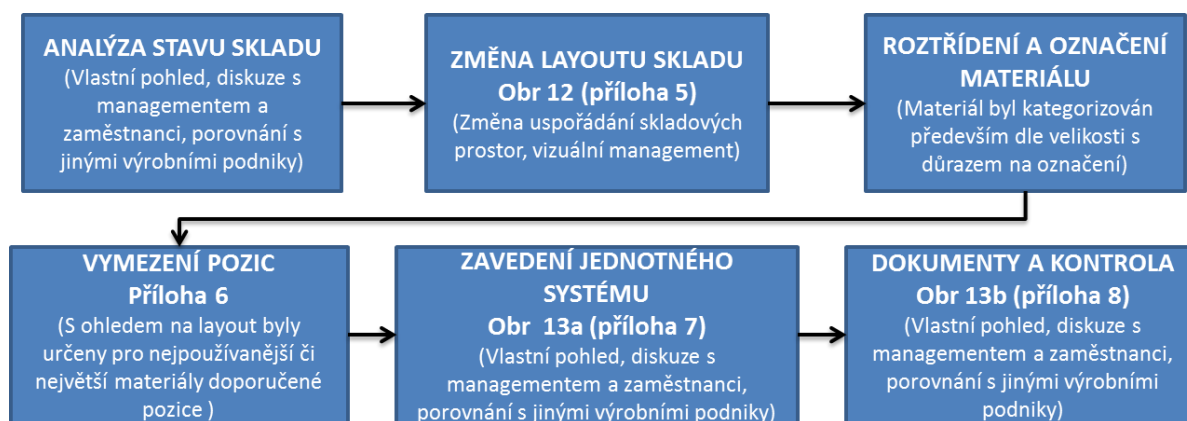
Jelikož není zcela jednoznačně určeno, kde se materiál ve skladu nachází (a jestli tam opravdu je), dochází k tomu, že je materiál již při příjezdu uložen na místo, které „je zrovna volné“. Zaměstnanci jsou pak mnohdy nuceni procházet „celý“ sklad, aby našli požadovanou paletu. Stejně tak při vrácení rozbaleného nespotřebovaného materiálu dochází k jeho uložení „kamkoliv“. To způsobuje většinou neúnosnou spotřebu produktivního času, který by mohl být využit optimálněji. Velkým problémem je také evidence materiálu resp. jeho inventarizace, která trvá jednomu THP pracovníkovi až 3 dny.

6.1.2 Zavedená opatření – současný stav

Systém uskladnění materiálu byl zaveden v únoru 2011. Nejoptimálnější řešení by byl systém čárových kódů společně s opatřeními uvedenými v tomto bodě. Řešení pomocí čárových kódů je však poměrně nákladné a proto se management rozhodl pro levnou verzi zde popsanou.

Cílem bylo snížit čas potřebný k vyskladnění materiálu, zavést jednotný a přehledný systém a zjednodušit inventarizaci materiálu.

Postup optimalizace skladových prostor



Obrázek 11 Postup při optimalizaci skladových prostor

Postup práce ve skladu

Zaskladnění

a) Nový materiál

Materiál je zaskladňován obdobným způsobem jako v současnosti, s tím rozdílem, že je jeho pozice zaznamenána do dokumentu Seznam materiálu (obr. 14b). Na pozici uskladnění v závislosti na pozdějším vyskladnění zcela nezáleží. Je však nutné dodržovat doporučené pozice (Příloha 10), poznačit místo uložení a zachovávat obecná pravidla, jež jsou:

- Bezpečnost práce – s VZ, uložení materiálu
- Dodržovat pravidlo velikosti – stejné palety stohovat zásadně na sebe
- Palety orientovat šířkou do uličky

- Zachovávat doporučené pozice – málo používaný materiál ukládat do části A atd.
- Dokumentovat (zapsat) pozici materiálu

Evidence pozice probíhá do dokumentu Seznam materiálu (obr. 14b) s využitím plánu (obr.13b), doporučených pozic (příloha 10) a postupu (obr. 14a).

b) Rozpracovaný materiál

Obdobně jako v současnosti s rozdíly popsanými v bodě a)

Vyskladnění

Obdobně jako v minulosti je zadán pracovní příkaz. Pověřená osoba odchází do skladu, konkrétně k informační tabuli, která obsahuje obr. 12 a 13 (Seznam materiálu (13a) má díky velké rozmanitosti druhů materiálu podobu katalogu se zhruba 20 listy). V seznamu je vyhledána pozice materiálu (resp. požadovaného sloupce) ve skladu. V seznamu se provede evidence – vyškrtnutí konkrétního materiálu a jeho pozice. Pozice je určena označením na sloupci palet. Tzn. je nalezen požadovaný sloupec a v něm poté paleta. Pozice palety ve sloupci není definována (zbytečně komplikované). Na přiloženém plánu je pozice sloupce ve skladu nalezena. Sloupec je označen plastovou deskou s úchyty (vyznačuje pozici sloupce). Poté je již materiál vyskladněn obvyklým postupem a dopraven k zařízení.

Podoba seznamu materiálu

a) katalog – listy A4 jako na obr 13b – levné horší výměna, evidence, kontrola

Byly diskutovány i jiné varianty a to:

- b) korkové nástěnky – obdoba a) – nastříhané proužky evidenčního řádku,
- c) flipchart – obdoba a) – výhoda úspory místa a přehlednosti,
- d) PC – poměrně složité,
- e) systém čárových kódů – na materiálu, na sloupci.

Vhodnost řešení Seznamu je nejnižší v bodě a), nejnižší jsou však i náklady. V bodě b) c) d) vhodnost příslušného řešení roste, stejně tak náklady. Řešení e) je neoptimálnější z pohledu rychlosti a přesnosti správy dat. Krátkodobé náklady jsou nejvyšší, avšak dlouhodobé prakticky nulové. Zvolená podoba seznamu značně ovlivní úspěšnost, rychlost, přesnost zavedení návrhu.

Do budoucna je počítáno s vylepšením pomocí systému čárových kódů.

Plánek skladových prostor

Označení sloupce je odvislé od jeho pozice. Sklad je rozdělen na čtyři části (A,B,C,D), které jsou barevně odlišeny. Jednotlivé části jsou rozděleny na buňky o šířce 2m a označeny (např. A1, B2 atd.). Plánek je na obrázku 13b.

Výhody návrhu:

- + Podstatné snížení času potřebného na vyhledávání materiálu
- + Jednoduchost a prakticky nulové náklady (záleží na zvolené podobě seznamu)
- + Kladný dopad na inventuru – zkrácení až na jeden den
- + Vznik plochy pro odkládání příchozího materiálu nebo zabalených výrobků čekajících na expedici (zhruba 30m²) a zvětšení skladové plochy o 25m².

Dosažení těchto efektů je podmíněno přísným dodržováním pracovní kázně a postupu.

Očekávaný celkový čas potřebný pro operaci v současnosti = 5 – 15 min. Průměrně 8min.

Nevýhody:

- Velká různorodost (hodně druhů) materiálu klade větší nároky na evidenci.
- Podoba seznamu a)b)c) si podmiňuje určit odpovědnou osobu za evidenci a navyšuje nároky na training zaměstnanců

6.1.3 Zhodnocení zavedeného systému

Navrhované opatření je univerzální a přizpůsobivé různorodým nárokům na sklad. Je jednoduché a je možné jej realizovat bez vynaložení větších nákladů. V prvních týdnech byla důležitá kontrola managementem a stále připomínání zaměstnancům. Pro dosažení maximální účinnosti je nutné, snížit objem rozpracované výroby, která by mohla překážet.

Vyčíslení úspor a přínosů

Seřizovač/op průměrně: 25min-8min=0,28hod/den*253dnů=71h*250Kč=17 700 Kč/rok

THP průměrně: 3dny*8hod- 1den*8hod=16h, 16h*300Kč*12mesíců = 57 600Kč/rok

Náklady do 1000Kč (barevná páska na vizualizaci, kancelářské potřeby, cedule z odpadu)



Obrázek 12 a) Pohled do skladu - stav před optimalizací, b) pohled do skladu - po optimalizaci

6.2 Skladování rozpracované výroby

Plánování výroby je ve firmě poměrně na nízké úrovni. Ve výrobní hale se každodenně nachází obrovské množství rozpracované výroby. Hlavním důvodem je jakási dominance nejdůležitějšího zákazníka, který si prakticky v kterýkoliv čas může objednat výrobu desítek kusů výrobku Radome a to klidně na druhý den. V praxi to znamená, že tato zakázka má přednost před ostatními. Právě rozpracovaná výroba je neočekávaně ukončena a odložena na později. Dalšími důvody jsou pak:

- malé časové přizpůsobení jednotlivých výrobních operací,
- pomalé přetypování strojů na jinou výrobu (chrlí se velké dávky najednou),
- ani zaměstnanci ani management vlastně nemají ponětí o tom, že je to plýtvání.

Důsledky zahlcení haly rozpracovanou výrobou:

- nepřehlednost, lehce se může kdokoliv splést,
- stálá manipulace s rozpracovanými kusy – stále někde překáží, zbytečné zdržování,
- snížení bezpečnosti pracoviště (prakticky každý den někdo o to zakopne nebo nechtěně najede na paletu vysokozdvihným vozíkem),
- zvýšení zmetkovitosti (než se natvarované kusy dostanou k opracování natvarují se zmetky, na které se přijde až při opracování).



Obrázek 15 Pohled na rozpracované zakázky, které brání v přístupu **a)** ke stroji **b)** k regálu s formami

Navrhovaná řešení

Pokud tedy není možno managementem vyjednat příznivější podmínky, je nutné se přizpůsobit a to v těchto krocích.

1. Přednostní zakázky musí mít možnost zpracování na maximálním počtu výrobních zařízení.
 - CNC1 a CNC2 musí být schopno opracovat všechny typy radomů a to na obou stolech. To vyžaduje úpravu resp. tvorbu nových programů pro tyto zařízení.
 - VAC je specifické, avšak neřešitelné. Proces tvarování je zde na poměrně na vysoké úrovni. Je ovšem podceňováno chlazení viz bod Chlazení.
 - Ostatní operace jsou lehce přizpůsobitelné. Vše se odvíjí od plánování.

2. Detailní plánování

Ve firmě chybí normy práce. Prakticky pro žádný výrobek není jasné, jak dlouho se bude výroba zavádět a jak dlouho bude samotná výroba trvat. Plánování je odhadováno na základě zkušeností (minule to jelo hodinu) a ne na základě měření či zavedených postupů nebo technik.

3. Zavedením metody SMED k zajištění alespoň časů potřebných pro seřízení, standardizaci tohoto času a do budoucna jeho minimalizaci.

4. Přiblížení se k jednokusovému toku (kapitola 2.3.1 teoretické části této práce):

- sjednocení času přetypování a seřízení strojů,
- sjednocení časů potřebných pro jednotlivé výrobní operace resp. pro výrobu jednoho kusu,
- sjednocení výrobních dávek pro všechny operace (např. Radome 30 ks).

Z naměřených časů a pozorování výroby se dá usoudit, že sjednocení je u většiny výrobků velmi pravděpodobné byť s vynaložením nízkých nákladů. Klíčové je sjednocení mezi operacemi VAC a CNC a přizpůsobení ostatních operací. Například pro výrobek Radome je čas tvarování na stroji T8L v rozmezí (225-260) s a čas opracování včetně upnutí výrobku na stroji Maka je okolo 240s.

6.2.1 Hlavní aspekty pro přiblížení se k jednokusovému toku

Dávka

Pro jednotlivé výrobky určit velikost dávky, která bude najednou zpracovávána/přepravována. Příklad vhodné výrobní dávky pro Radome je 30ks v přepravní kleci.

Doprava

Doprava v prostorách výrobní haly je problematická. Poměrně dlouhé vzdálenosti mezi procesy, zdánlivý nedostatek vysokozdvížných a paletových vozíků, nestandardizované palety a přepravní pomůcky vůbec. Změna layoutu výrobních zařízení je nemyslitelná.

Jedno z mála pozitiv je využívání přepravních klecí pro výrobky Radome. Organizace těchto klecí je však již slabší.

Meziprocesní doprava je ve velké míře řešena naskládáním výrobků na paletu. Počet na paletě je proměnlivý. Bezpečnost minimální. Organizace palet chybí.

Návrhy na řešení:

- Maximálně využívat klecových přepravníků s kolečky (4ks, viz. obrázek 16) pro tomu odpovídající výrobky. Tyto klece do teď poměrně zahálí, i když k jejich přemístění není potřeba dalších pomůcek.

- Zvážit nákup dalších kolečkových klecí, byť jiných rozměrů. Z pozorování byl vyvozen závěr, že celkový počet by měl být minimálně 10 klecí, tak aby na každý pár strojů VAC+CNC (průměrně vyrábí max. tři páry) byly právě dvě a čtyři klece na dopravu mezi procesy obrábění a balení/finální dokončování.
- Nebo řešit situaci kutilským způsobem a opatřit do současnosti využívané bedny/palety, které budou samozřejmě standardizované, kolečky. Cena tohoto řešení je v řádu stokorun na jednu přepravní jednotku.
- Dovybavit pracoviště paletovými vozíky a přidělit jednotlivým pracovištím právě jeden, který se bude nacházet stále na stejném místě, pokud jej nebude využíváno.
(4 PV celkem = 1sklad + 1VAC + 1CNC + 1 balení)
- Určit přesná parkovací místa pro vysokozdvizné vozíky, které nejsou zrovna využívány.



Obrázek 16

Klecový dopravník

Náklady na podstatné vylepšení dopravní problematiky nákupem dopravních pomůcek:

Ceny převzaty z první nalezené firmy zabývající se touto problematikou. Při hledání levnějšího výrobce je možní značně ušetřit. Prodejce A J produkty s.r.o. [24]

Tabulka 4 Náklady na koupi dopravních prostředků

	Počet	Cena za ks	Celkem
Paletový vozík	1	5 091 Kč	5 091 Kč
Klecový dopravník	6	4 165 Kč	24 990 Kč
Celková cena			30 081 Kč

Z analýzy výrobního procesu jasně vyplývá, že neustálé hledání dopravních pomůcek a chůze pro ně přes celou halu spotřebuje každý den průměrně 12min 7,5 hodinové pracovní doby.

Proto je možné určit teoretické vyčíslení nákladů jako:

$$\begin{array}{c}
 \text{Průměrný čas promrhaný hledáním a chůzí} \\
 \frac{\text{Počet dělníků, na ranní směně}}{\text{Počet dělníků na odpolední směnu}} * \frac{\text{Průměrná hodinová sazba zaměstnance}}{\text{Ušetřených hodin ročně}} = \frac{94\ 116\text{min}}{1\ 568\text{hod}} = \frac{361\ 650\ \text{Kč}}{\text{Teoretická úspora}}
 \end{array}$$

Výpočty vycházejí z **Tabulky 1** Přehled základních sazeb dle firemních údajů.

Teoretická návratnost investice je zhruba jeden měsíc. Úspora sil zaměstnanců a odstranění komplikací s výrobou jsou velmi přínosné avšak těžko vyčíslitelné.

Chlazení

Kapitola zasahuje do technologických postupů, jednokusového toku a metody 5S. Je orientovaná na vakuové tvarování, a proto je popsána v kapitole 7.

6.3 Skladování hotových výrobků

Skladování hotových výrobků je prováděno venku na dvoře viz. obrázek 17. Zde se skladují především výrobky Radome pro pokrytí nečekané poptávky. Z dlouhodobějšího pozorování se zde nachází okolo 15 druhů Radome. Od každého druhu pak 1 – 8 palet po 30 ks.

Tyto palety jsou sice naskládány v řadách, ale bez systému a poté je problémové jejich vyskladnění, nemluvě o tom, že překáží přímo před nájezdovými plošinami. Zabírají tak více místa než je nutné.



Obrázek 17 Pohled na dvůr se zabalenými výrobky Radome

Pokud by byly řazeny v řadách organizovaně, tedy v jedné řadě jeden, maximálně dva druhy, bezesporu by to přineslo užitek. Usnadnění a hledání požadovaného druhu i jeho vyskladnění. Skladování hotových výrobků ve vnitřním prostoru výrobní haly také nemá žádné pravidla. Hotové zabalené výrobky tak mnohdy překáží samotné výrobě a hrozí i jejich poškození. Přeorganizováním skladových prostor však vznikla plocha vedle příjezdových vrat viz kapitola 6.1

V neposlední řadě je třeba řešit skladování hotových výrobků, které nebyly poslány z různých důvodů zákazníkovi, nebo je zákazník reklamoval. Tyto se povalují po hale i týdny než je někdo schopen s nimi nějak naložit.

Vrcholové řešení skladování všech hotových výrobků je jejich okamžitý odvoz zákazníkovi hned po výrobě. To však v současnosti není možné.

6.4 Odpadové hospodářství – recyklace

Společnost v dubnu 2011 obdivuhodně splnila požadavky pro certifikaci ISO 9000. Tím se zavázala tyto normy plnit nejen v rámci dodavatelsko-odběratelských vztahů, ale i v rámci vlastní výroby.

Uskladnění odpadů jak technologických tak obalových, byť jen dočasně, nebylo zvládnuto nejoptimálněji. Absence třídění odpadu, nedostatek kontejnerů a nekázeň pracovníků byla na denním pořádku. Po prodiskutování je stav na rostoucí úrovni. Je však nutné stále podporovat a připomínat otázku řešení všech odpadů produkovaných společností Seaborne.

6.4.1 Navržená opatření

Úprava layoutu v okolí recyklační jednotky

Společnost recykluje materiál, za účelem finanční úspory i z environmentálních důvodů. Používá se k tomu speciální mlýn. Jednotlivé materiály musí být od sebe striktně separovány, přetypování zařízení trvá minimálně 20min. Bedny s různým materiálem se chaoticky kupí před vchodem k mlýnu. Proto byl upraven layout, který určuje místo pro bedny prázdné, plné a dlouho čekající na recyklaci, obrázek 17. Dále byly standardizovány palety určeny pro odpadní odřezky základního materiálu obrázek 18. V neposlední řadě proběhlo proškolení zaměstnanců, o důležitosti okamžitého likvidování odpadu a jeho třídění dle obrázku 19.



Obrázek 18 Pohled na prostor pro odkládání beden (vlevo prázdné, vzadu "čekající", napravo plné)

Obrázek 19 Standardizované palety uložené v prostoru layoutu CNC (blízko k mlýnu)

Obrázek 20 Pohled na nařezaný zákl. materiál na paletě, okamžité zlikvidování odřezků (dřevěná bedna) a okamžité zlikvidování odpadových a krycích materiálů (žlutý kontejner)

Zbytky materiálu a materiál na likvidaci

Zbytky materiálu, které mají být ještě použity musí být uskladněny přehledně a jejich evidence je nezbytná, jestliže má být docíleno úspor (obrázek 20). Stejně tak je třeba věnovat čas materiálu určenému na likvidaci (recyklaci nebo přesun do tříděného odpadu), tak aby zabíral co nejméně prostoru (obrázek 21 a 22).



Obrázek 21 Příklad uspořádání a označení zbytkového materiálu určeného k budoucímu využití

Obrázek 22 Příklad dělení zmetkových výrobků, s cílem minimalizovat prostorovou objemnost

Obrázek 23 Uskladnění v bednách nebo kontejnerech s cílem minimalizovat prostorovou objemnost

Kruhy

Nejvíce tg. odpadu je produkováno z nejčastěji vyráběného produktu Radome. Speciálně zde by měly platit přísné zásady. Kruhy, které zůstanou po obrábění se musí okamžitě likvidovat. Operátoři na to mají prostor a čas v 90% případů (popř. na konci směny).

Zdánlivé snížení krátkodobého výkonu se v konečném součtu mnohonásobně vrátí, především absencí odpadů a přebytečných palet na pracovišti.



Obrázek 24 Kruhy – ořezy z výroby

6.5 Uskladnění forem

Evidence a uskladnění forem pro VAC a přípravků pro CNC má obdobné problémy jako byly řešeny v kapitole 6.1. To potvrdila i video analýza. Nejednotnost, nesystémovost, věčné hledání. Bezpečnost zaměstnanců i vlastních forem je nízká.

Firma Seaborne má v současné době evidováno asi polovinu forem a přípravků. Tato evidence je na kvalitní úrovni, chybí však pro druhou polovinu.

Důrazně doporučuji provést evidenci všech forem na základě nynějších interních dokumentů, které obsahují mimo jiné i informace zákazníka, informace o výrobku a postupu výroby, použitý materiál apod.

Podstatný nedostatek k zavedení systému evidence forem je nedostatek regálů na jejich uskladnění. I když je problematika známa široké základně zaměstnanců majitel není ochoten koupit nové či přemístit starší regály z výroby v Anglii.

Přehled úspor a investic:

1.Časová úspora - 210 hodin / rok ve kterých se zaměstnanec může věnovat jiné činnosti

2.Teoretická úspora finanční - 210hod * 850Kč = 178 500 Kč / rok

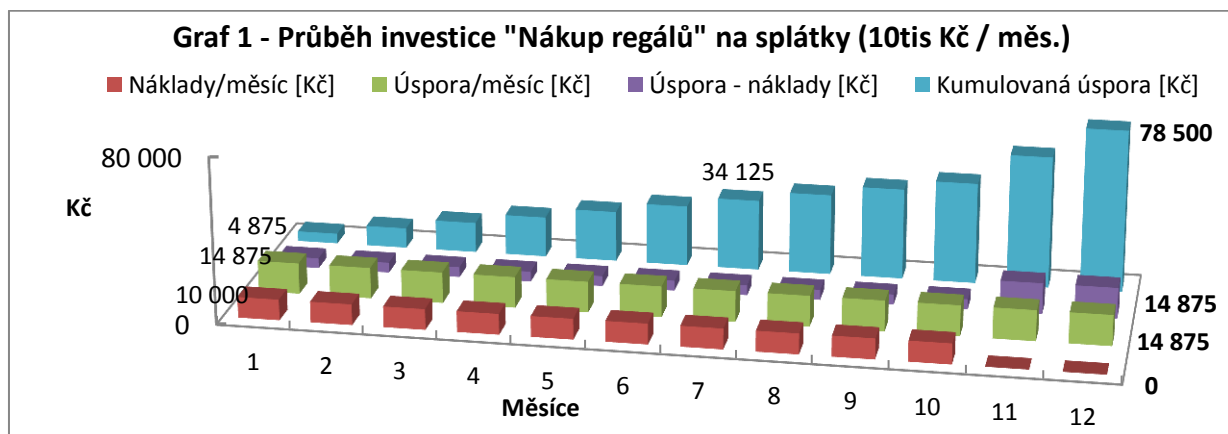
3.Prostor - přípravky, které jsou teď uskladněny na zemi zabírají plochu okolo **230m²** prostoru, který by mohl být využit daleko lépe.

4.Investice - na základě již koupených regálů je cena okolo 100tis Kč, avšak při přesunu z výroby v Anglii by se cena pohyboval okolo 20tis Kč.

Postup výpočtů je uveden v příloze 13



Obrázek 25 a), b) Současná situace uložení forem c) vzorová situace uložení forem



7. VAC

Kapitola se věnuje klíčovému vlastnímu tg. procesu – vakuové tvarování za tepla. Dále se zabývá optimalizačními kroky vedoucími ke splnění cílů DP. Tato část práce byla uskutečněna jako první, ostatní kapitoly této práce na ni navazují nebo s ní souvisejí.

7.1 Zavedení metody 5S pro VAC

Zavádění metody probíhalo souběžně se zaváděním 5S pro CNC (kapitola 8.1). Metoda 5S souvisí i s metodou SMED resp. 5S je základem pro SMED. Postup vycházel z teoretického úvodu uvedeného v kapitole 3.1.

Metoda 5S je základním stavebním kamenem při procesu optimalizace. Je to výchozí metoda, jejímž účelem je uspořádat pracoviště, odhalit plýtvání a v neposlední řadě ušetřit tolik důležitý čas. Při správném zavedení a udržení je to odrazový můstek pro další kroky vedoucí k úspoře nákladů, času a zvýšení produktivity.

7.1.1 Postup zavedení metody 5S

Po dohodě bylo přistoupeno k zavedení pilotního projektu. Pro tento projekt byly, stanoveny dvě zařízení, na kterých se implementuje metoda 5S a po jejím zavedení, vypilování a osvědčení se metoda aplikuje i na ostatní zařízení. Prvním strojem bylo tvářecí vakuové zařízení (VAC) firmy GEISS typ T8 Flash. Důvodem výběru byla poměrně velká variabilita

zde vyráběných výlisků a velká vytiženost zařízení. Druhým zařízením se stala CNC obráběcí fréza taktéž značky GEISS série FZ-ECO ECO. Druhým krokem bylo stanovení dvou týmů pracovníků (jeden pro VAC, druhý pro CNC), kteří se na implementaci budou podílet. Obě skupiny byly složeny z ředitele firmy, vedoucího výroby a kvalitáře. A dále byl první tým zabývající se zařízením VAC doplněn dvěma seřizovači a dvěma operátory (z každé směny jeden). Druhý tým orientovaný na CNC byl obdobně doplněn o dva seřizovače a dva operátory.

Neméně důležitá část této fáze spočívala v motivaci pracovníků. Mnoho z nich již zažilo zavádění 5ti S v jiných firmách a jejich zkušenosti s tímto nebyly pozitivní. Bylo tedy třeba překlenout prvotní nedůvěru v to, že nový přístup, má smysl a přinese výsledky jak pro zaměstnance, tak i pro společnost. Kromě individuálních konzultací proběhla prezentace (školení), na kterém byla nastíněna teoretická podstata PI a metody 5S. Dále školení obsahovalo praktickou část, která popisovala, jak bude implementace probíhat konkrétně ve firmě Seaborne, koho a kdy se bude týkat a jaké jsou očekávané přínosy. Po skončení prezentace se odehrála ostrá hodinová diskuze.

Náhled na nejdůležitější strany prezentace je v příloze 5.

Prezentace je přiložena k práci v souboru s názvem 01_PI_Uvod_5S.pptx

7.1.2 Vytrídít - 1.S

Po neúspěšných pokusech získat seznam používaného náradí a pomůcek formou kartiček, značení přímo na nástroj nebo poznamenávání do notesu, jak je uvedeno v teoretickém rozboru (kapitola 3.1), se přistoupilo k razantnějšímu řešení. Nejschopnější a nejzkušenější zaměstnanci vyjmenovali náradí a pomůcky, které denně používají. Pouze toto náradí se zanechalo na pracovišti, zbytek byl odklizen a čekalo se, co bude chybět a co přebývat. Časový limit přidání nebo odebrání pomůcky byl stanoven na 5 pracovních dnů. Takto byla stanovena první skupina náradí (potřebné denně). 2 a třetí skupina byla složena na základě dlouhodobých zkušeností.

Finální soupiska náradí – sada náradí, je uvedena v příloze 6.

7.1.3 Uspořádat - 2S

Po vášnivé diskuzi s vedoucím výroby a následném zamítnutí vybavit pracoviště sadou náradí, která by se předávala ze směny na směnu, byl odsouhlasen návrh vybavit každého seřizovače vlastní „basou náradí“, která obsahuje vybrané pomůcky (příloha 6). Operátoři se budou dělit o jednu sadu náradí, kterou si budou předávat. V tomto konkrétním případě je tato volba asi nejvhodnější, jelikož seřizovači mění pracoviště i několikrát za den, což komplikuje předávku. Toto řešení je vhodné vzhledem k rozloze firmy.

Na základě teoretické části bych doporučoval další úpravy pro jednotlivé skupiny nářadí a pomůcek v rámci metody 5S a to:

Skupina 1 - Každý pracovník vybaven vlastním nářadím - není splněno pro všechny.

Skupina 2 – Layout pracoviště a okolí – úprava umístění a rozložení.

Skupina 3 – Přemístění nebo odstranění – stále přetrvává na pracovišti.

7.1.43S - Uklidit

Souvisí s kapitolou 6.4.

V rámci úklidu byl razantně prosazován nákup úklidových pomůcek, především smetáků a lopat, kterých je stále nedostatek. Těmito by mělo být každé jednotlivé pracoviště CNC vybaveno a mělo by být určeno jejich trvalé umístění na pracovišti. Pro všechny pracoviště VAC by měly být pořízeny dvě sady úklidových pomůcek a stejně jako na CNC by mělo být stanoveno jejich trvalé a neměnné umístění a to z důvodu neustálého hledání těchto pomůcek.

V neposlední řadě byl zaveden systém třídění odpadu, který je krom jiného, v rámci normy ISO 9000 povinný. Více vidno z obrázku 27 a 28.



Obrázek 27 Třídění odpadů přímo na pracovišti



Obrázek 26 Speciální bedna na papírový odpad

7.1.54S Standardizace

Standardizací by měli projít všechny úkony spadající do problematiky udržení pořádku. Je zejména na managementu firmy, jaké nastaví podmínky. Standardizace úklidových postupů, vyhrazení míst pro palety, vozíky, bedny apod., třídění odpadu a postupy pro nakládání s tg. odpadem by měly být samozřejmostí.

Kontrolní dokumenty, které by měli podpořit myšlenku metody 5S nejen na pracovišti jsou uvedeny v příloze 7. Náhled dokumentu pro jedno pracoviště je na obrázku 28.

5S - KONTROLNÍ DOKUMENT POŘÁDKU NA PRACOVIŠTI GEISS T8 – FLASH

Ranní směna

Č.	Položka	Stav	Předal	Převzal	Poznámky
1	Podlaha				
2	Nářadí				
2	Stůl				
2	Pod stolem				

Obrázek 28 Náhled na kontrolní dokument k metodě 5S

7.1.65S - Sebekázeň

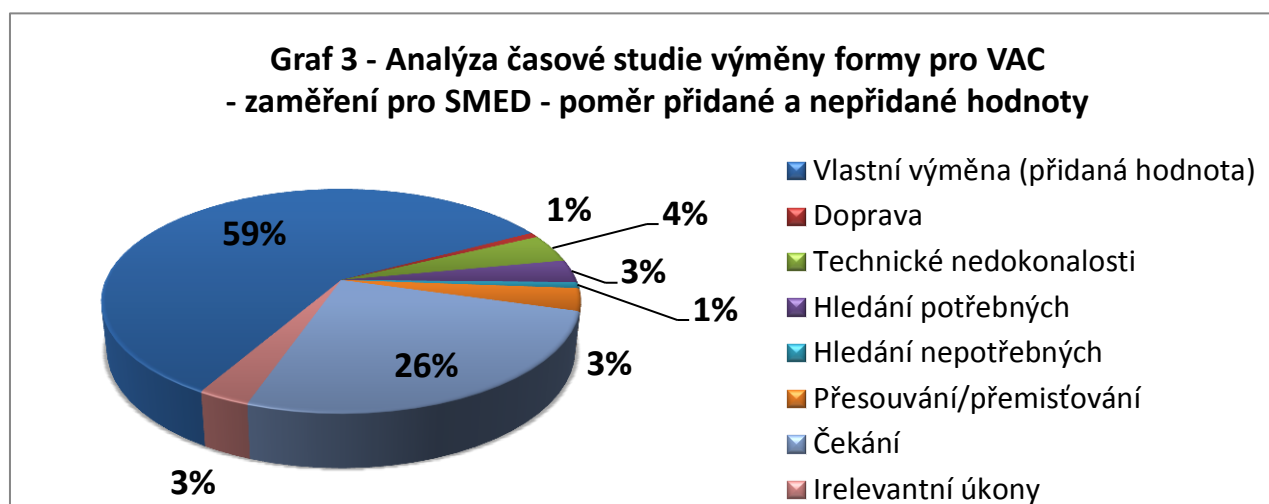
Kontrola dodržování zavedených, prokazatelně nejlepších, postupů a umístění, by měla probíhat automaticky managementem, který ji musí podporovat a stále vylepšovat. Průběžná aktualizace má velký význam. Viz teoretický úvod.

7.2 Návrh na zavedení metodiky SMED pro VAC

Metoda SMED nebyla prakticky do výroby zavedena. Uváděné informace jsou pouze orientační. Časové analýzy se pro různé změny výroby a pro různé výrobní zařízení ve firmě Seaborne liší. Společnými rysy všech přetypování ve firmě Seaborne je však jejich nadměrná časová rozsáhlost a nízká přizpůsobivost. Průměrně až z 60% je přetypování zatěžkáno irelevantními úkony, hledáním, čekáním apod. Zbylých 40%, což je vlastní práce na stroji (přidaná hodnota) je vcelku neuspořádaná, občas zbytečně komplikovaná a je na místě zabývat se jejím zkrácením. Jeden konkrétní případ přetypování, je zde popsán. Vychází z videozáznamu, který je rozebrán v příloze 1 a 1a. Cílem této části je ukázat základní přístup rychlé změny ve firmě Seaborne. Na základě pochopení principu a tréninkem seřizovačů můžou být zde uváděné informace využity pro všechny druhy přetypování výrobních zařízení a tak jednoduchými kroky docílit snížení seřizovacích časů až o polovinu.

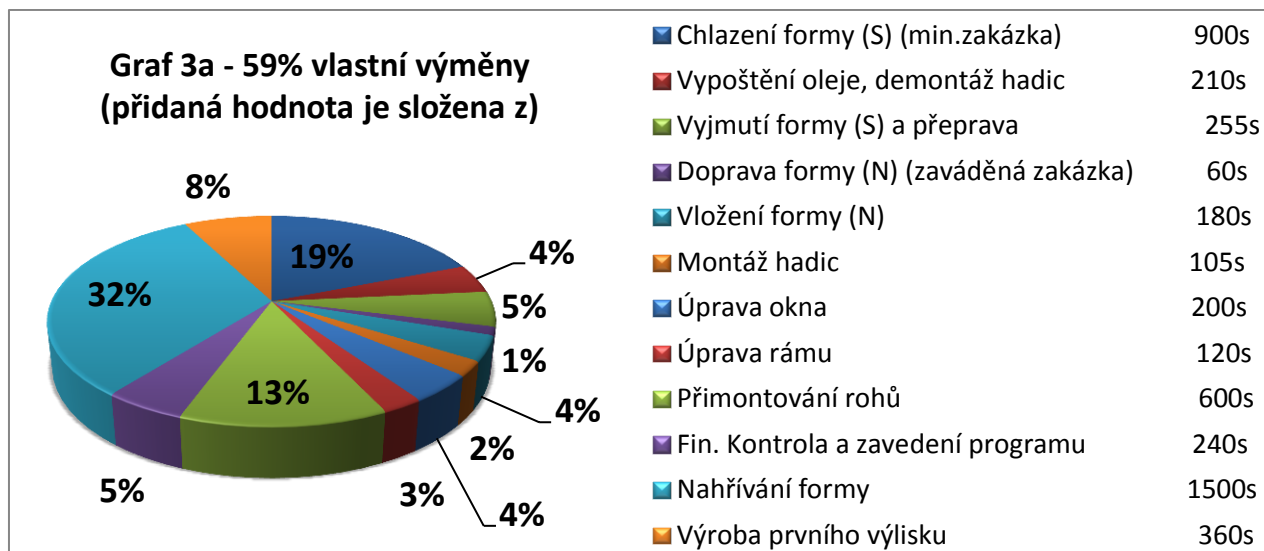
Další časové studie jsou uvedeny v příloze 2, 2a, 3, 3a, 4 a 4a.

7.2.1 Analýza časových studií pro metodu SMED



Graf 3 ukazuje, že 41% času seřizování je spotřebováno na zbytečné úkony nepřidávající hodnotu. Mimo jiné je toto deprimující i pro samotné seřizovače, kteří vykonávají skoro dvakrát tolik práce, než by bylo nutné.

Graf 3a pak ukazuje složení 59% úkonů, které přidávají hodnotu z grafu 3. I zde je velký prostor pro snížení potřebného času viz příloha 2 resp. 1,3 a 4.



7.2.2 Návrhy na odstranění činností nepřidávajících hodnotu

- Zkrácení času hledání-potřebných pomůcek – metoda 5S (kapitola 7.1)
- Odstranění hledání nepotřebných pomůcek, času čekání a irelevantních úkonů – krom jiného zavedení postupu seřízení resp. seřizovacích listů.
- Technické nedokonalosti – použití rychlospojkek, standardizované palety, forma na paletě podložena trvale pokládkami, označení zámků na formě, označení pozice formy na stole, průběžné měření teploty při chlazení a nahřívání formy.
- Přesouvání a přemísťování – zavedení 5S v celé výrobní hale (Kapitoly 3.1,6,7.1,8.1), utřídění forem do regálu (kapitola 6.4) a přiblížení se k jednokusovému toku (kap. 6.3)

7.2.3 Návrh na zavedení jednotného postupu přetypování výroby pro zařízení VAC – zavedení seřizovacích listů

I když je většina zaměstnanců zkušená v úkonech přetypování zařízení, ne zřídka se přetypování neobejde bez komplikací. Zavedení seřizovacích listů je jedním z nástrojů, který napomůže odstranění nechtěných omylu při seřizování a celý proces značně urychlí. V neposlední řadě při postupu podle listů je i seřizovač ujistěn o správnosti nastavení.

Obsah seřizovacích listů by měl přinejmenším být složen z následujících položek:

1. Název výrobku, jeho fotografie, technický výkres a nejdůležitější parametry
2. Informace o formě – identifikační číslo, pozici uložení v regálu, poslední úpravy/opravy, stručný popis její montáže apod.
3. Informace o nastavení výrobního zařízení – název zařízení, nastavení teplot, časů a tlaků, název programu a diskety, doporučené nastavení chladících zařízení apod.
4. Postup a základní kroky pro výrobu produktů – konkrétní know-how k výrobě.
5. Dle potřeby další informace, které by byly vhodné a nápomocné.

7.2.4 Zhodnocení implementace metody SMED

Jelikož firma nejevila větší zájem o zavedení této metody do praxe, jsou zde uvedeny jen zkratkovitě možné optimalizační kroky. Z obdobného důvodu je bezpředmětné rozsáhleji a detailněji popisovat celý proces implementace, jelikož praktické ověření by bylo velmi problematické.

Odhad přínosu zavedení metody SMED

Je pravděpodobné, že výše uvedenými kroky by mohlo být dosaženo u popisovaného přetypování úspory až 60 min. Náklady na stroj a seřizovač na jednu hodinu jsou firmou odhadnuty na 850 Kč.

Průměrně ušetřený čas je odhadován na 30 min/seřízení. Jelikož je průměrně přetypován jeden VAC stroj denně, možná úspora se pohybuje okolo 100 000 Kč ročně. Úspora času seřizovače je odhadována na 126 h/rok, ve kterých by pracovník mohl vykonávat jinou činnost. Minimální náklady na vybavení seřizovačů, které jsou společné i pro metodu 5S, jsou odhadovány na 20 000 Kč jednorázově. Při investování vyšší částky do úpravy zařízení by náklady vzrostly, avšak stejně tak i možná úspora.

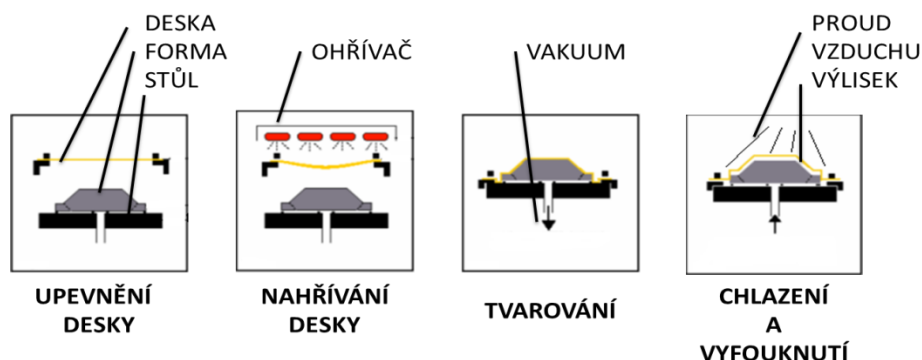
Úsporu sil pracovníků, snížení nehod a zvýšení bezpečnosti snad ani není nutné zdůrazňovat.

7.3 Doplnkové kroky optimalizace pro VAC

Pojmem chlazení je zde myšlena technologická operace související s tvarováním, kdy po vytváření je nutno výrobek ochladit tak, aby se jeho tvar již neměnil popř., aby na něm bylo možno provádět další kroky výrobního procesu.

7.3.1 Proces vakuového tvarování plastů za tepla

Postup je znázorněn na obrázku. Po vložení a upevnění desky je temperována. Při dosažení požadované teploty vyjede stůl s formou nahoru. Materiál obepne formu a přebytečný vzduch je odsát. Poté dojde k ochlazení, navrácení stolu do základní polohy a odebrání tvářeného výrobku. Faktory, které působí na desku, jsou čas, teplota a tlak. Tyto parametry lze dopodrobna nastavit na zařízení.



Obrázek 29 Postup vlastního tvarování plastových desek technologie vakuového tvarování za tepla

7.3.2 Současný postup a definice rezerv

Samotná tg. operace tvarování je ve firmě Seaborne zvládnuta poměrně velmi dobře. Značné rezervy se však nachází při nahřívání a chlazení desek (zákl. materiálu resp. výlisků). Asi 10% času spotřebuje úprava materiálu, vložení materiálu do stroje a samotné tvarování desky. Zbývajících 90% je rozděleno mezi nahřívání a chlazení. Je proto vhodné zabývat se zkrácením doby nahřívání resp. chlazení.

7.3.3 Návrh na úpravu výrobního postupu tvarování výlisků

Nahřívání

Bylo by vhodné zabývat se způsobem předehřátí desek už v zásobníku materiálu popř. využívat vysoušecích pecí v kombinaci s výrobou. V současné době je kombinace používána hlavně při hrozbě nedodržení termínu splnění zakázky. Mělo by však dojít ke standardizaci tohoto postupu a zkrácení výrobního cyklu.

Chlazení

Lez rozdělit do dvou skupin. Chlazení při výrobě a chlazení po výrobě.

1. Při výrobě

Proudem vzduchu – tak jak je v současnosti využíváno.

Tryskáním vody – většina stroj GEISS je vybavena tryskami pro ochlazování vytvarovaného produktu vodou. Z nepochopitelných důvodů tento způsob není vůbec využíván, ač by byl pro 80% produktů výroby vhodný.

Zdánlivým důvodem nevyužití může být tvrdost vody řadového vodovodu. Doporučil bych tuto problematiku řešit se specializovanými firmami například Culligan Czech s.r.o nebo Aqua Pro Service s.r.o. Dle dokumentace těchto prodejců a na základě odhadu spotřeby filtrované vody by se mohla finanční investice do toho řešení pohybovat v rozmezí 20 000 až 40 000 Kč, přičemž návratnost investice by nepřesáhla dobu jednoho měsíce.

2. Po výrobním procesu

Proudem vzduchu – doporučil bych maximální využití současných ventilátorů a nákup minimálně dalších tří kusů. Úprava výrobního postupu je patrná z obrázků 30 a 31. Přínosem bude zjednodušení výroby, úspora plochy a finančních nákladů na výrobu a v neposlední řadě podpora přiblížení se k jednokusovému toku viz kapitola 6.2.

Tryskáním vody – v současnosti využívaný postup pouze pro produkty určené k měření. Doporučoval bych zvýšení využívání této možnosti.



Obrázek 30 a) Pohled na tvarovací stroj s ventilátory, **b),c)** výrobky Radome a jejich možné krátkodobé uložení s cílem zrychlení ochlazení po tg. procesu tvarování



Obrázek 31 a) Současné řešení ochlazení výrobků Solion, **b)** navrhované opatření pro urychlení ochlazení po tg. operaci tvarování, **c)** pohled na současné (v popředí) a navrhované řešení (v pozadí)

8. CNC

Kapitola věnující se především tg. operaci obrobení vytvarovaných výrobků popisuje zavedení metodiky 5S, návrh na zavedení SMED a drobné optimalizační kroky ke splnění cílů. Souvisí s kapitolou 7, která byla zaváděna ve stejném časovém horizontu.

Popis technologické operace:

Vytvářený výrobek (výlisek) je třeba opracovat a zbavit se tak přebytečného materiálu. Metod jak tohoto docílit je více a volba je závislá na typu a tloušťce materiálu, typu řezu a objemu výroby. V Seaborne je sporadicky využíváno ražení a v hojně míře mechanické opracování pomocí CNC frézy. Výlisek je ručně vložen do pracovního prostoru CNC zařízení a následně je automaticky obroben 5ti-osou frézou s vysokou přesností a opakovatelností. Krom ořezu jsou také vyhotoveny všechny otvory, drážky a další prvky. Pro část výrobků je využíváno mechanického opracování ručního a to na malé fríze s pomocí ruční vrtačky.

8.1 Zavedení metody 5S pro CNC pracoviště

Postup zavádění je obdobný jako pro pracoviště VAC (kapitola 7.1) Proto zde uvádím jen heslovitě průběh popř. odlišnosti.

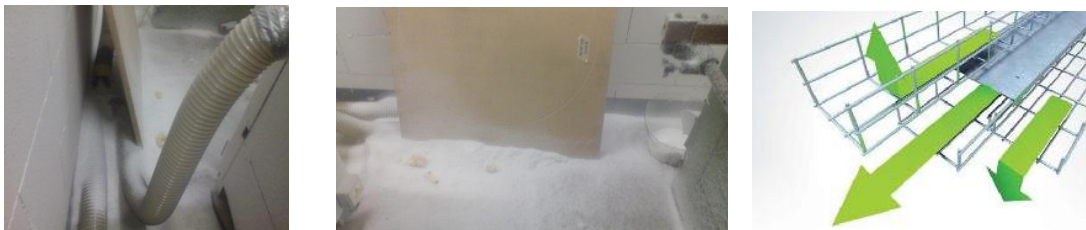
1S – S pomocí vybraných zaměstnanců, byl vypracován seznam nářadí a pomůcek

viz příloha 6. Byly určeny skupiny vybavení, které by mělo být přesunuto.

2S – Vystrojení seřizovačů zmíněným vybavením. Operátoři by měli mít společnou sadu.

3S – Byly určeny pomůcky, kterými je nutné dovybavit pracoviště. Aplikací metodiky MOST, tréninkem a odstraněním/přimontováním/zjednodušením pomocných hadic a kabelů u jednotlivých zařízení, je možné snížit čas potřebný pro úklid jednotlivých pracovišť ze současných 30 min denně na 10 min denně

Idea je patrná z obrázku 32 a, b, c.



Obrázek 32 a),b) příklady špatného vedení pomocných hadic a kabelů souvisejících se zařízením (jejich nevhodné uložení značně komplikuje úklid) **c)** příklad vhodného uložení kabelů a hadic do žlabů

4S – Kontrolní dokument je uveden v příloze 7.

5S – Dodržování, kontrola a neustálý kaizen by měl být samozřejmostí.

8.1.1 Doplnující optimalizační úpravy

1. Klece s vyrobenými produkty Radome, které jsou určeny k doplnění zakázky, pokud je potřeba, byly natrvalo umístěny v prostoru mezi zařízeními Illig a T8 L. Byla tak odstraněna neustálá zbytečná manipulace s nimi a jsou dobře viditelné a lépe přístupné viz obrázek 33a. Bylo by vhodné zavést evidenci těchto výrobků.
2. Úprava části layoutu v okolí strojů CNC1 a CNC2 (firemní označení). Prostor blízko obráběcím strojům byl určen jako vhodný pro uskladnění části využívaných palet. Byl tím odstraněn neustálý transport VZ mezi NC stroji a dvorem firmy. V některých případech operátor (seřizovač) byl nucen pro palety na dvůr až 4x denně, což mu zabralo vždy po 5min času, kdy nebyl stroj v chodu zcela zbytečně. Doplněním a kontrolou těchto palet byl pověřen skladník. Všichni zaměstnanci byli instruováni o tom, že nepotřebné palety jsou umístěny zde a ne nikde jinde po hale. Vznikl tak i odkládací prostor pro rozpracované zakázky přímo pro NC pracoviště. Pohled na úpravu je na obrázku 33b.



Obrázek 33 a) Umístění klecí s rezervními produkty Radome **b)** Trvalé umístění palet vedle NC stroje.
 (Pozn.: Kruhy (tg. odpad) v pozadí obr 33b, musí být okamžitě likvidovány).

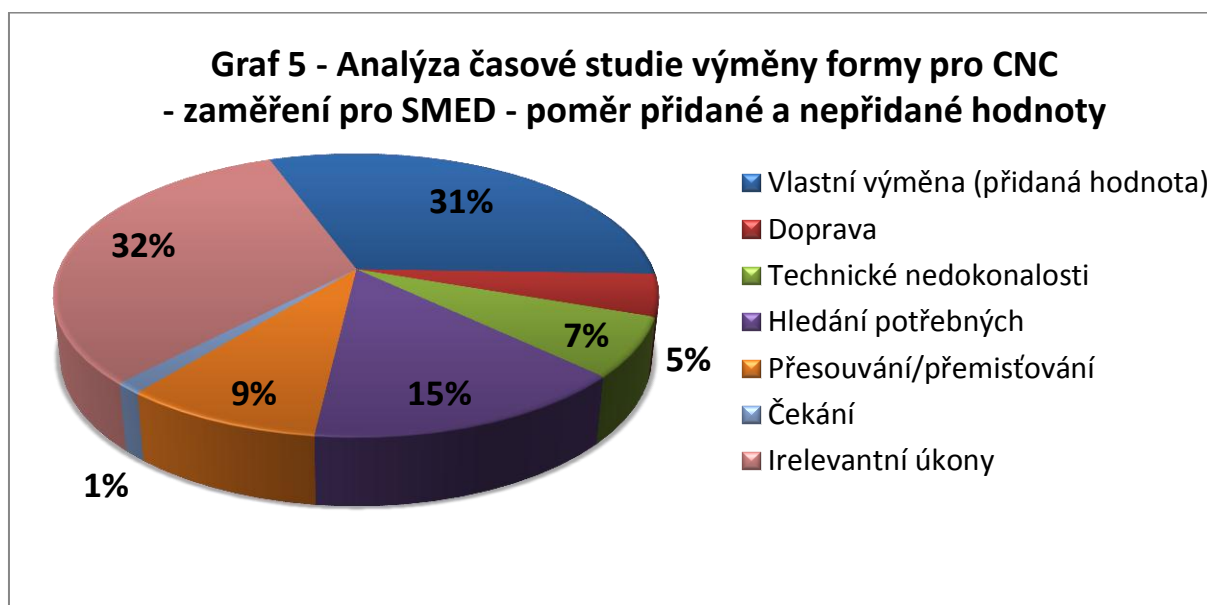
8.2 Návrh na zavedení metodiky SMED pro CNC

8.2.1 Analýza videozáznamu k CNC

Koláčový graf 5 vychází z časové studie uvedené v příloze 4. Přístup byl obdobný jako u metody SMED platné pro VAC. Z analýzy vyplývá, že čas nepřidávající hodnotu je zde ještě vyšší a to 69%. Je způsoben zejména zbytečným přesunováním jiné rozpracované výroby a hledáním pomůcek pro seřízení. Zbýlých 31% vlastní výměny se neobešlo bez nevyžádaných prostojů a komplikovaných postupů.

Průměrná hodnota přidané hodnoty pro přetypování NC strojů ve fa Seaborne je okolo 50%. To znamená, že až polovina úkonů spojených s přetypováním je zbytečná a neopodstatněně prodlužuje čas seřízení.

Detailnější analýza seřizování NC strojů je uvedena v příloze 1,1a,4 a 4a.



8.2.2 Návrhy na odstranění činností nepřidávajících hodnotu

1. Doprava přípravků by měla být zajištěna ještě v průběhu (ke konci) zpracovávání předešlé zakázky. Stejně tak přichystání pomůcek a nástrojů by mělo být v předstihu.
2. Technické nedokonalosti – úprava délky přídržovacích šroubů, maximální využití rychlo-upínáků, pravítka na stolech strojů, pravidelná údržba.
3. Čas hledání by měl být výrazně zkrácen metodou 5S (kapitola 8.1). Tato metoda při jejím správném zavedení v celém podniku částečně odstraní i přemísťování nevyžádaných předmětů. Stejně tak omezí hledání a přesouvání přípravků řešené v kapitole 6.5.
4. Omezení přesouvání a přemísťování rozpracované výroby a omezení irelevantních úkonů se docílí zavedením principů přiblížení se k jednokusovému toku viz kapitola 6.2 a 6.3. Stejně tak zavedená opatření ohledně uskladnění odpadů popisovaná v kapitole 6.4 značně zjednoduší přetypování strojů.
5. V neposlední řadě zavedení seřizovacích listů značně usnadní změnu.

8.2.3 Zhodnocení metody SMED pro NC stroje.

Metodiku SMED bych pro firmu Seaborne doporučil, zejména kvůli hlavnímu zákazníkovi, který je schopen zadat poptávku hned na následující den a pokud nejsou s předstihem vyrobeny, je namístě ušetřit každou minutu. Finanční odhad úspor je obdobný jako pro SMED na VAC a to až 100 000 Kč ročně. Náklady se pohybují v řádu tisíců.

8.3 Doplnující návrhy

Technicky je možné pro mnoho výrobků obráběných na pásové pile využít tvaru těchto výrobků za účelem hromadného obrábění, tedy 2 – 4 ks výlisků řezat současně. Výlisky jsou na pásové pile děleny na jednotlivé kusy, které poté pokračují na automatické opracování NC stroji. Zde je důležité správně určit pro které výrobky je návrh vhodný.



Obrázek 34 Příklad hromadného dělení vytvarovaných výlisků *a)* výlisek, *b)* možné nasunutí

9. Odhad úspor z navrhovaných opatření

Finanční vyhodnocení přínosů vychází z úspor času a nákladů na zaměstnance.

Typicky je počítáno:

úspořený čas * náklady na zaměstnance (na stroj) = úspora finanční

Údaje o nákladech vychází z firemních informací uvedených v tabulce 1.

V některých případech byly vhodné, průměrné hodnoty časové úspory nebo finančních nákladů na zaměstnance a/nebo stroj.

Do konečných hodnot uspořené financí není započítána přidaná hodnota, která vznikne časovou úsporou. Odhad zvýšení produktivity zavedením všech opatření je okolo 10%.

Tabulka 5 Přibližné vyčíslení úspor pro nejdůležitější optimalizační kroky

Popisek	Kapitola	Úspora času (os/den) [min]	Úspora času ročně (os/rok) [h]	Teoretické úspory (os/stroj/rok) [Kč]	Teoretické úspory celkem (p.z./rok) [Kč]	Náklady celkem [Kč]
Sklad Seřizovač THP	6.1	17 320*	71 192*	17 700 57 600*	141 600 57 600	1000
Doprava	6.2.1	12	50	11 600	360 000	30 000
Formy	6.5	10	42	35 000	178 000	100 000
SMED,5S						
VAC	7	30	126	107 000	535 000	20 000
CNC	8	35	147	125 000	627 000	25 000
Chlazení	7.3.3	17	73	62 000	500 000	40 000
Celkem						
VAC p.		86	362	233 000	1 722 000	195 000
CNC p.		91	383			

*Nezapočítáno

Poznámky: os. – osoba, p.z. – počet dotčených zaměstnanců/strojů

Docílení těchto úspor je mezi sebou těsně provázáno. Nepočítá se s časem ušetřeným

10. Závěr

Diplomová práce uvádí přehled základních metod využívaných v průmyslovém inženýrství. Práce je založena především na principech štihlé výroby, která tvoří základ Průmyslového inženýrství. Hlavní myšlenkou PI je snižování nákladů a zvyšování kvality výroby.

V kapitole 2 je naznačeno shrnutí vybraných základních metod PI. Podstatou těchto metod je především odstraňování ztrát na základě neustálého zlepšování s cílem zvýšit produktivitu a snížit spotřebu času a investic. PI resp. štihlá výroba je velký soubor zásad a přístupů, které se kromě samotného výrobního procesu dotýkají také přístupu k zaměstnancům a partnerům. Kapitola 3 je soustředěna na podrobnější popsání metody 5S a SMED, které tvoří základ této práce a jsou i prvními zaváděnými metodami při implementaci „leanu“ do podniku. Společný základ je u obou přístupů podobný a to odstraňovat ztráty ve formě přebytečného materiálu, zbytečných pohybů jak lidí, tak věcí, zbytečně velkých zásob, dále mají zamezit prostojům strojů i lidí a v neposlední řadě by měly zvyšovat kvalitu a zamezovat zmetkovitosti hned v prvopočátku. Teoretický úvod je uzavřen čtvrtou kapitolou, která uvádí stručné informace o firmě Seaborne, ve které probíhala praktická část této práce.

První kapitola praktické části se věnuje stručnému popisu firmy a analýze výrobního procesu. Firma má poměrně velké know-how v oblasti technologie vakuového tvarování plastů za tepla. Jejich polykarbonátové výrobky jsou na vysoké úrovni. Technologické vybavení je také poměrně moderní, stejně tak jako výrobní hala. Z procesního hlediska má však mnoho nedostatků. Z vyhodnocení časových studií a video záznamů přetypování výrobních zařízení, jednoznačně vyplynulo plýtvání, časové prostoje a nesystematičnost. Ve firmě prakticky chybí normy práce, odhadované časy seřizování atp., což komplikuje plánování a tak i celou výrobu.

Praktická část se tedy soustředila na odstranění plýtvání. Nástrojem byly metodiky PI, především pak 5S a SMED. Než mohlo být přistoupeno k samotné implementaci metod, bylo nutno upravit skladové hospodářství a zavést systém uskladnění forem a přípravků. Tyto kroky vycházely z principu metody 5S. Pro sklad byl zaveden nový layout s prvky vizualizace a byl zaveden systém pro inventarizaci uloženého materiálu. Na obdobných principech byl založen návrh na inventarizaci forem a přípravků.

Poté bylo přistoupeno k zavedení metody 5S na jednotlivé pracoviště. Všechno nářadí a pomůcky jsem rozdělil do tří skupin. Nástroji z první skupiny byli vybaveni seřizovači, druhou měla k dispozici obsluha zařízení a třetí skupina byla zcela odstraněna nebo přesunuta (nepotřebný materiál). Z části byly zavedeny kontrolní mechanismy. Implementace klíčových

aspektů metody SMED nakonec zůstala pouze u teoretického návrhu. Byl nastíněn postup zavedení přímo pro firmu Seaborne. V práci je dále uvedeno mnoho postřehů k výrobě. Jedním z důležitých doporučení pro firmu je orientace na snížení rozpracované výroby, která omezuje dopravu a citelně snižuje výrobní plochu haly a způsobuje nepřehlednost a nevyžádané chyby.

Teoretické úspory nákladů v práci uváděné vychází především ze mzdového základu zaměstnanců a času, který je ušetřen zavedením metod. Jsou to tedy finance nadbytečné. Do úspor není započítán ušetřený čas, ve kterém by pracovník vytvářel nové hodnoty.

Doporučení pro management firmy je nejen zabývat se snižováním nákladů na principech PI, ale i zabývat se motivací zaměstnanců a jejich podněcování. Dále pak zvýšením interní komunikace nejen uveřejňováním informací, ale i pořádáním organizačních schůzek, které budou informovat o vývoji firmy, jejich cílech, změn ve výrobě či o úspěšném plnění vytyčených bodů.

11. Seznam použité literatury a zdrojů informací

- [1] Liker J.K., *Tak to dělá Toyota*, Management Press Praha 2008 390 s.
- [2] *Encyklopedia Britannica*, překlad Jiří Vacek, Plzeň 1995 [cit. 17.12.2009]
Dostupný z http://www.kip.zcu.cz/kursy/svt/eb/prum_eng/
- [3] Masaaki Imai, *Kaizen*, Computer Press, Brno 2004, 272s.
- [4] Produktivita.cz, 2009 [cit. 17.12.2009] Dostupný z www.produktivita.cz
- [5] Masaaki Imai, *Gemba Kaizen*, Computer Press, Brno 2005, 314s
- [6] Mlčochová P., *Aplikace metod Just in time a TPM*, Diplomová práce, vedoucí práce Ing. Ondřej Částek, Masarykova Univerzita, Brno 2009, 85 s.
- [7] Shigeo Shingo, *Studie Toyota Production Systems*, Produktivita Press, 1989, s. 47
- [8] Vlastní cesta, 17. 4. 2009, [cit. 28.4.2010], Dostupný z WWW:
<http://www.vlastnicesta.cz/akademie/kvalita-system-kvality/kvalita-system-kvality-metody/5s-kvalita-je-poradek>
- [9] Academy of Productivity and Innovations 2009 [cit. 31.3.2010], Dostupný z WWW:
<http://e-api.cz/page/67819.stihla-vyroba/>
- [10] Academy of Productivity and Innovations 2009 [cit. 31.3.2010], Dostupný z WWW:
<http://e-api.cz/page/68400.smed/>
- [11] Shigeo Shingo, *A revolution in manufacturing: The SMED system*, Productivity Press, 1985, s 113
- [12] Shigeo Shingo, *Study of TOYOTA Production System*, 1981, s 70
Převzato z <http://en.wikipedia.org/wiki/SMED>
- [13] Chlup, P. *Konstrukce zařízení pro vakuové lisování plastů*, Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2009. 78 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Daniel Koutný, Ph.D.
- [14] Kuta, A. *Technologie a zařízení pro zpracování kaučuků a plastů*. 1. vyd.
Praha, 1999. 203 s. ISBN 80-7080-367-3.
- [15] *Thought put solution 2010* [cit. 31.3.2010], Dostupný z WWW:
<http://www.tpslean.com/glossary/5sdef.htm>
- [16] Beckford J., *Quality*, Routledge, London 2000, ISBN 0-415-25918
- [17] IKvalita 2009 [cit. 31.3.2010], Dostupný z WWW: www.ikvalita.cz/tools.php?ID=129
- [18] Olofsson O., *World Class Manufacturing WCM*, 2009, [cit. 31.3.2010],
Dostupný z WWW: <http://wcm.nu/smed.html>
- [19] *BusinessInfo.cz*, 24.04.2009, [cit. 31.3.2010], Dostupný z WWW:
<http://www.businessinfo.cz/cz/clanek/management-msp/zavadeni-stihleho-vyrobniho-systemu-lean/1001663/52883/>

- [20] Shigeo Shingo, *Quick changeover for operators: the SMED systems*, Productivity Press, USA NY, 1996
- [21] Formech International Ltd. *A Vacuum Forming Guide* [online]. 2001
[cit. 2008- 03-16]. Dostupný z WWW:
<<http://support.knowlton.ohio-state.edu/files/FormechVacuumGuide.pdf>>.
- [22] Blackburn J.D., *Závod s časem*, Victoria Publishing, Praha 1991 245 s.
- [23] Košturiak J., Frolík Z., *Štíhlý a inovativní podnik*, Alfa Publishing, Praha, 2006
- [24] AJ Produkter, *Firemní webové stránky*, 2010, [cit. 15.5.2011],
Dostupný z WWW: <http://www.ajprodukty.cz/463716.wf>