Vysoká škola ekonomická v Praze

Bakalářská práce

2018 Kamila Srbová

Vysoká škola ekonomická v Praze

Fakulta podnikohospodářská

Studijní obor: Podniková ekonomika a management

Název bakalářské práce:

Aplikace metodiky celkového využití výrobního zařízení (Overall Equipment Effectiveness) ve výrobním podniku

Autor bakalářské práce: Kamila Srbová

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Hana Svobodová, Ph. D.

P r o h l á š e n í

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma
„*Aplikace metodiky celkového využití výrobního zařízení (Overall Equipment Effectiveness) ve výrobním podniku*“
vypracovala samostatně s využitím literatury a informací,
na něž odkazuji.

V Praze dne 30. dubna 2018 Podpis

P o d ě k o v á n í

Na tomto místě bych ráda poděkovala Ing. Haně Svobodové, Ph.D. za odborné vedení mé práce, cenné rady a připomínky, které mi poskytla a především za její vždy přítomný pozitivní přístup.
Dále bych ráda poděkovala Ing. Petru Soukupovi, výrobnímu manažerovi v podniku Automotiv, za informace, přínosné konzultace a čas, který mi během psaní mé práce věnoval.

Název bakalářské práce:

Aplikace metodiky celkového využití výrobního zařízení (Overall Equipment Effectiveness) ve výrobním podniku

Abstrakt:

Cílem mé bakalářské práce je aplikace metodiky pro výpočet celkové efektivnosti výrobního zařízení v podniku Automotiv. Dílčím cílem je pomocí metodiky OEE zhodnotit stav výrobního zařízení, identifikovat příčiny vzniku ztrát a nalézt vhodná opatření na jejich zlepšení. Výpočet parametru je prováděn na základě rozboru výrobních dat z podnikového systému a ověřen ve výrobní realitě. Práce se dělí na dvě základní části - teoretickou a praktickou. V teoretické části práce jsou vysvětleny základní pojmy provozního managementu, problematika štíhlé výroby a podstata výpočtu parametru OEE a s ním související ukazatelé. V praktické části práce je představen výrobní podnik a popsán jeho výrobní proces. Hlavní pasáž je věnována aplikaci metodiky OEE a podrobné analýze jednotlivých prvků dostupnosti, výkonu a míry kvality na vybrané lince. V závěru práce jsou navržena nápravná opatření a celkové zhodnocení vypočtených hodnot.

Klíčová slova:

OEE, celková efektivnost zařízení (CEZ), optimalizace výrobního procesu, provozní management, dostupnost, výkon, kvalita

Title of the Bachelor´s Thesis:

Application of the methodology of the Overall Equipment Efficiency in a manufacturing company.

Abstract:

The aim of my bachelor thesis is to apply the methodology for calculating the OEE of selected production line in the manufacturing company Automotiv. A partial objective is to evaluate the state of the production facility, identify the causes of the problem and find appropriate measures to improve it. The calculation of the parameter is based on the analysis of the production data from the company system and its verification in the production reality. The work is divided into two main parts - theoretical and practical. The theoretical part of the thesis explains the basic concepts of operational management, the concept of Lean Manufacturing and the principles of calculation of the OEE parameter and its related indicators. In the practical part of the thesis the manufacturing company is introduced and its production process is described. The main part is devoted to application of the OEE methodology and detailed analysis of its elements such as availability, performance and quality at the selected line. In the conlusion of the thesis are proposed several suggestions to improve the indicator, and overall evaluation of the calculated values is made.

Key words:

OEE, Total Equipment Effectiveness (CEZ), manufacturing process optimization, Operational Management, Availability, Performance, Quality

Obsah

Úvod 9
TEORETICKÁ ČÁST 11
1 Provozní management 12
2 Typologie výrobních procesů 13
2.1 Rozlišení dle typu výroby: 14
2.2 Rozlišení dle plynulosti výrobních procesů: 14
2.3 Rozlišení dle formy organizace: 15
3 Role produktivity ve výrobních procesech 15
4 Takt time, Cycle time, Target cycle time 17
5 Štíhlá výroba 18
5.1 Štíhlé pracoviště a vizualizace 19
5.2 5S 19
5.3 Just in time 20
5.4 SMED (Single-minute exchange of die) 20
5.5 Standardizace a procesy kvality 21
5.6 Poka-joke 21
5.7 Jidoka 22
5.8 Týmová práce 22
5.9 Štíhlý layout 22
5.10 Synchronizace procesů a vyvážené toky 23
5.11 Systém Pull a Push 23
5.12 Kanban 24
6 TPM 24
6.1 Cíle TPM 25
6.2 Prvky TPM 25
7 OEE 26
7.1 Složky ukazele OEE 27
7.1.1 Dostupnost 27
7.1.2 Výkon 28
7.1.3 Kvalita 29
7.2 Stanovení výrobních časů 30
7.3 Sběr dat a vyhodnocení 31
8 Ostatní ukazatelé efektivnosti – TEEP a NEE 32
PRAKTICKÁ ČÁST 33
9 Charakteristika podniku Automotiv 34

10 Politika kvality 36
11 Proces objednávky a expedice 37
12 Výroba 38
13 Prvky štíhlé výroby v podniku Automotiv 40
14 Výpočet efektivnosti zařízení 42
14.1 ETA 43
14.2 OEE 44
14.2.1 Dostupnost 44
14.2.2 Výkon 49
14.2.3 Kvalita 50
14.3 Doplňující ukazatelé TEEP a NEE 51
Závěr 53
Reference 57
Seznam grafů 59
Seznam schémat 59
Seznam tabulek 59
Seznam příloh 59

Úvod

V novodobém vysoce konkurenčním a dynamickém tržním prostředí čelí podniky stále větším nárokům a výzvám ze stran zákazníků, které pro ně často představují otázku existence. Ve světě globalizace a téměř neomezeného přístupu k informacím se zákazníci stávají náročnějšími a požadují tak customizované produkty, ideálně při minimálních cenách, ve stanovené kvalitě a s včasným dodáním. I když se tyto požadavky mohou zdát jakkoliv náročné, pokud podniky chtějí zůstat na trhu, musí být schopny udržet krok s takto se vyvíjejícím trendem. Výrobní podniky jsou tak nuceny klást obrovský důraz na kontinuální zlepšování svých procesů a musí se zaměřit zejména na snižování nákladů. Splnit takto vysoká očekávání vyžaduje od podniku neustálé zvyšování efektivnosti jednotlivých činností, a to především špičkovým řízením a správou se schopností inovovat.

V reakci na tyto podněty, jak ve své publikaci uvádí Košturiak a Frolík (2006), na počátku 90. let dvacátého století k nám přichází „revoluce“ v automobilovém průmyslu. Automobiloví výrobci začínají do svých výrobních procesů zavádět nové metody a postupy (původem z Japonska), které masivně nachází oblibu v řadě podniků. Řeč je o tzv. *Lean Manufacturing* neboli štíhlé výrobě, jejím základem je naplnění přání zákazníka, které je středobodem celé filosofie. Štíhlá výroba usiluje o výrobu při minimálních nákladech, v požadovaném čase a kvalitě dle představ zákazníka. Hlavním úkolem štíhlé výroby je mimo jiné minimalizovat plýtvání a ztráty, ke kterým dochází ve výrobní fázi. Na jejich analýzu se bude moje práce především zaměřovat.

Nedílným prvkem principů štíhlé výroby je mimo jiné soubor integrovaných aktivit, které usilují o minimalizaci neproduktivních činností vznikajících ve výrobě a snižujících tak kapacitu i výkonnost podniku. Jedná se zejména o snížení zmetkovosti, poruch, přerušování či zpomalování výroby. Pro tento souhrn činností s jedním totožným cílem používáme pojem TPM (Total Productive Maintenance) neboli totálně produktivní údržba či management produktivity výrobních zařízení (Košturiak & Frolík, 2006). Chce-li podnik tyto aktivity řídit, je nutné je umět měřit. Pro analýzu a měření efektivnosti výrobního zařízení se například používá metodika CEZ neboli OEE – celková efektivnost výrobního zařízení, která nám pomůže identifikovat, v jakých fázích výroby k plýtvání a ztrátám dochází.

Po zjištění hodnot jednotlivých ukazatelů OEE lze poté procesy cíleně systematicky zlepšovat a sledovat jejich vývoj v čase. Ukazatel OEE se skládá ze tří hlavních pilířů, kterými jsou dostupnost zařízení pro výrobu, výkon a kvalita (Svobodová & Veber, 2006). Implementace metodiky však může v podniku být komplikovaná. Ačkoliv se jedná o univerzální ukazatel, pro jeho správnou interpretaci a vysokou výpovědní schopnost je nutné přihlédnout ke specifickým charakteristikám daného podniku, abychom se tak vyhnuli případnému zkreslení situace nebo špatně vykázaným hodnotám efektivnosti zařízení.

Moje bakalářská práce je zaměřena na analýzu efektivnosti výrobního zařízení a implementaci výpočtu metodiky celkové efektivnosti výrobního zařízení v japonské firmě

Automotiv. Firma Automotiv, ve které analýzu provádím, se zabývá výrobou součástek do automobilů a je jejich dodavatelem do řady předních světových výrobců automobilů. Hlavním produktem firmy je výroba startérů, mezi další produkty patří posilovače řízení, alternátory a elektronické motory. Obsahem mé práce je podrobná analýza startérové linky, která je jednou z nejnáročnějších z hlediska montážní složitosti a vytíženosti. Hlavní motivací pro výběr firmy Automotiv byla zejména úroveň a standardizace výrobních procesů, které jsou již ve firmě nastaveny. Tato dceřiná společnost japonské firmy má své výrobní i nevýrobní procesy na velice vysoké úrovni a v rámci celkové efektivnosti se pohybuje v čele světových elit, proto i ta nejmenší zlepšení pro firmu často představují klíčový posun. Ačkoliv je v kultuře firmy díky jejímu japonskému původu zakořeněno mnoho prvků štíhlé výroby, pro potřeby zjištění efektivnosti svých zařízení využívá vlastního ukazatele, který nabízí pouze omezené možnosti pro efektivní vyhodnocování a identifikaci úzkých míst. Cílem mé práce je najít vhodnou metodiku pro měření efektivnosti výrobního zařízení, pro něž využiji ukazatele OEE, a zhodnotím jeho vhodnost porovnáním se stávajícím ukazatelem používaným ve firmě.

Ve své práci čtenáře nejprve seznámím s pojmy provozního managementu, následně vysvětlím principy štíhlé výroby, které budou sloužit jako základní prvky pro možné zlepšování procesů. Jedná se zejména o metodu SMED, 5S či Kanban, které nabízí velký prostor pro případná zlepšení efektivnosti výrobních zařízení a s nimi spojené snížení nákladů ve výrobě. V neposlední řadě se budu věnovat metodice výpočtu ukazatele OEE a jeho využití. V závěru teoretické části mimo jiné poukážu i na další indikátory výkonnosti, jež lze použít při vyhodnocování produktivity výrobních zařízení. Jedná se zejména o indikátory, které jsou aplikovatelné v podniku Automotiv v návaznosti na jejich výpovědní hodnotu při rozhodování.

V praktické části své práce napřed představím samotný podnik Automotiv, zhodnotím jeho ekonomickou situaci a specifikuji strukturu podniku. Zároveň přiblížím čtenářům způsob jeho fungování a nastavení procesů. Poté se zaměřím na obecné charakteristiky výrobního podniku z hlediska provozního managementu, kde popíši proces objednávky a výrobu spolu s používanými principy štíhlého myšlení. Druhou polovinu praktické části jsem věnuji samotnému výpočtu ukazatele OEE za měsíc listopad na základě dat, která mi byla v podniku poskytnuta. Cílem mé práce je provést detailní analýzu efektivnosti výrobního zařízení na výrobu startérů a aplikovat metodiku výpočtu OEE. V podrobné analýze efektivnosti zařízení se pokusím odhalit vznikající ztráty a abnormality při výrobě. Zjištěné hodnoty OEE poté interpretuji a srovnám jejich výpovědní hodnotu s dosud využívaným ukazatelem ve firmě Automotiv. Dílčím cílem mé práce je zároveň navržení nápravných opatření, která by přispěla ke zvýšení ukazatele či zlepšení sběru dat pro jeho výpočet.

TEORETICKÁ ČÁST

1 Provozní management

Veber a kol. (2011, s. 361) definují provozní management jako: „*řídící aktivity, jejichž cílem je zabezpečení kvalitního, hospodárného a plynulého průběhu produkčních procesů při respektování příslušných legislativních požadavků (environmentálních, bezpečnostních, požárních apod.*).” Samotným obsahem jednotlivých aktivit je pak například plánování na operativní i strategické úrovni řízení, rozhodování o portfoliu produktů, plánování odbytu, rozhodování o alokaci výrobního závodu a layoutu linek a mnoho dalšího. V rámci organizačních aktivit se může jednat o definování provozních a produkčních standardů, měření výkonů a výstupů, projektové řízení nebo tvorbu pracovních pozic spolu s definicí náplně práce a povinnostmi v oblasti provozu. Posledním pilířem aktivit je pak controling, který se zaměřuje hlavně na řízení zásob, způsoby dodávání a materiálové požadavky. Dále se zaměřuje na japonské principy výroby, kterým se budeme podrobněji věnovat, řízení kvality a dosahování excelence v rámci konkurence (Kumar, 2009).

Základními cíli provozního managementu jsou tedy dle Svobodové a Vebera (2006, s. 31): *„výroba produktů, které splňují požadavky zákazníků, vynakládání všech prostředků účelně a dosažení maximální hospodárnosti výroby při respektování času, všech relevantních termínů výroby, zkoušek, expedice atd.“* Jednotlivé požadavky cílů je pak vhodné si podrobněji vysvětlit, neboť reprezentují klíčové prvky vedoucí k úspěchu organizace.

Požadovaná kvalita

Podle Kumara (2009) je kvalita produktu stanovena zejména na základě potřeb zákazníka a jeho požadavků. I ten nejkvalitnější výrobek nemusí být zákazníkem doceněn, pokud nenaplňuje jeho očekávání v jiných oblastech. Kvalita je determinovaná i cenou produktu a jeho technickými parametry, jejichž úroveň definuje zákazník dle svých preferencí.

Odpovídající množství

Podnik by měl v každém případě usilovat o výrobu takového množství produkce, kterou je schopen na trhu prodat. Při nadbytku produkce vznikají dodatečné náklady na skladování zboží a podnik si tak blokuje kapitál v podobě zásob (Kumar, 2009). Naopak při nedostatku zboží, kdy podnik není schopen uspokojit poptávku, vzniká nedostatek, který se často negativně odráží v loajalitě zákazníků a jejich spokojenosti.

Správný čas

Splnění dodacích lhůt a včasnost dodávek je jeden z nejdůležitějších parametrů pro hodnocení efektivnosti výrobního oddělení. Jelikož je to právě výroba, která je zodpovědná za optimální využití vstupních zdrojů a jejich efektivní přeměnu v požadovaný výrobek v plánovaném čase (Kumar, 2009).

Optimální výrobní náklady

Výrobní náklady jsou většinou stanoveny ještě předtím, než je produkt zhotoven na základě předem stanovených norem spotřeby materiálu, pracnosti výrobku, použité technologie

a dalších finančních faktorů vstupujících do výroby. Proto by pozornost měla být kladena zejména na splnění předem stanovených nákladů tak, aby se minimalizovala variace mezi skutečnými a předem stanovenými náklady na výrobu (Kumar, 2009).

Smyslem výroby je proces přeměny surového materiálu na výstupy, které mohou být dále transformovány na finální produkty či nabízeny přímo zákazníkům v podobě hmotných produktů nebo služeb. V souvislosti s výrobním procesem a provozním managementem se lze setkat se dvěma užívanými termíny. Těmi jsou produkce a výroba. V řadě literárních zdrojů je označení výroba (*manufacture*) spojováno výhradně s přeměnou a vytvořením hmotných výrobků, zatímco pojem produkce (*production*) zahrnuje produkci hmotného i nehmotného zboží či služeb, které je nabízeno zákazníkům. V mé práci je pojem výroba a produkce chápan jako významově shodný pojem.

Výrobní systém můžeme vyobrazit pomocí následujícího schématu se všemi vstupními a výstupními prvky:

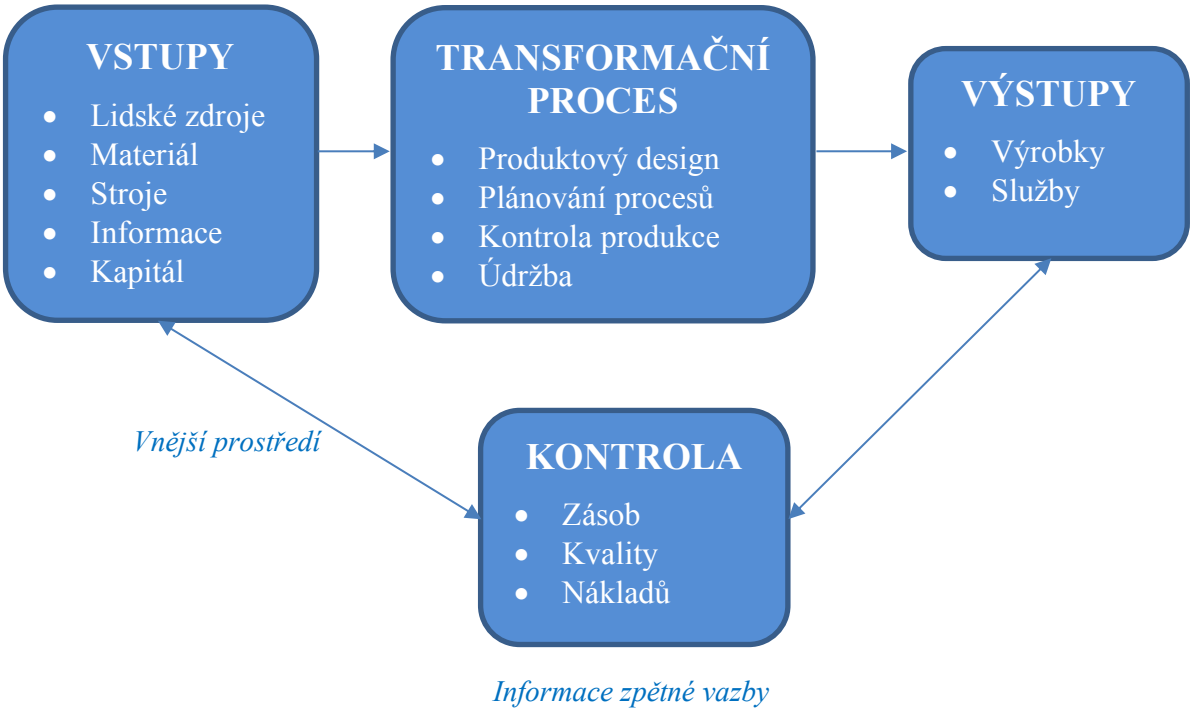


Schéma 1: Model transformačního procesu. Zdroj: vlastní zpracování dle Kumara (2009, s. 3).

2 Typologie výrobních procesů

Svobodová a Veber (2006) ve své knize představují několik podob výroby dle jejich charakteristických znaků. V následujícím textu popíšu rozlišení výrobních procesů dle takových znaků, které jsou často předmětem zkoumání při aplikaci štíhlých principů a analýz efektivnosti výrobních zařízení. Výrobu lze rozlišovat například dle typu, plynulosti výrobního procesu či formy organizace procesů.

2.1 Rozlišení dle typu výroby:

- Kusová výroba – je typická výrobou jednoho nebo malého počtu výrobků, které jsou předem předdefinované a vyrobené podle požadavků zákazníka ve stanovené lhůtě a nákladech. Charakteristická pro tento typ výroby je velká variabilita produktů při nízkých objemech. Samotná výroba pak většinou probíhá na víceúčelových strojích a zařízeních, které vyžadují obsluhu vysoce kvalifikovaného personálu schopného naplnit unikátní požadavky. Tento typ výroby je náročný na vysoké počáteční investice, potřebný materiál, součástky pro výrobu a speciální nářadí. Důraz je kladen zvláště na detailní plány, posloupnost a prioritizaci výrobních požadavků za účelem naplnit všechny požadavky ve správném čase a objemu (Kumar, 2009).
- Sériová výroba – je takový typ výroby, kde daná výrobní dávka putuje skrz specializovaná pracoviště po tzv. sériích, přičemž jejich cesta se může mezi sériemi lišit. Vyznačuje se omezeným počtem výrobků ve většinou ustálených intervalech. Dle počtu výrobků v sériích můžeme rozlišovat malosériovou, středněsériovou či velkosériovou výrobu (Svobodová & Veber, 2006). Výhodou je větší flexibilita, vyšší využití závodu a výrobních zařízení, kratší výrobní čas a nižší náklady, než u kusové výroby. Limitující může být naopak komplexita manipulace s materiálem díky nepravidelným a delším tokům výrobků. Pozornost by se zde měla orientovat na kontrolu a plánování. Náklady na seřízení strojů jsou vyšší v porovnání s hromadnou výrobou a to hlavně díky vyššímu počtu přetypovávání linek (Kumar, 2009).
- Hromadná výroba – představuje obrovské objemy produkce s předmětně či technologicky uspořádanými pracovišti. Výrobky jsou vysoce standardizovány a ve výrobním procesu prochází totožnými stanovišti. Výroba je realizovaná na strojích s nižší schopností variability, vysokou kapacitou a výstupní rychlostí. Výrobní náklady na jednotku se při tomto typu výroby výrazně snižují. Obsluha strojů nevyžaduje speciálně kvalifikovaný personál a manipulace s materiálem může být často automatizována. Jelikož je výroba kontinuálně navazující, zastavení jednoho stroje často znamená zastavení celé produkce. Proto i produktivita stroje může být velice citlivá na jakékoliv poruchy. Čas cyklu je determinován tzv. úzkým místem, neboli nejdelším časem operace na lince a určuje tak takt celé linky. Cílem je tak dosažení vyvážených časů jednotlivých operací, redukce chybovosti a excelentní management údržby za účelem zvýšení efektivnosti (Kumar, 2009).

2.2 Rozlišení dle plynulosti výrobních procesů:

- Plynulá – neboli kontinuální je taková výroba, kde není možné výrobní proces přerušit a nechat výrobky či polotovary v rozpracovaném stavu (Svobodová & Veber, 2006, s. 33). Důvodem je často povaha výroby, ekonomické aspekty nebo technologie. Příkladem může být například výroba skla, chemikálií či ropných produktů.

- Přerušovaná – představuje takový typ výroby, kde lze proces v průběhu výroby přerušit. S tímto typem výrobních procesů se můžeme setkat u většiny výrobních podniků v automobilovém, strojním či elektrotechnickém průmyslu, kde se celková doba výroby skládá i z řady netechnologických procesů jako je například čekání na materiál nebo přesun materiálu mezi pracovišti.

2.3 Rozlišení dle formy organizace:

Posledním rozlišením výrobních procesů, které ve své knize uvádí Svobodová a Veber (2006, s. 33) je rozlišení dle formy organizace. Formu organizace výrobních procesů ovlivňuje množství vyráběných produktů, charakter a způsob výroby. V závislosti na těchto charakteristikách můžeme organizaci výroby dále rozdělit dle její plynulosti a rytmičnosti na proudovou, skupinovou a fázovou.

- Proudová – je taková výroba, kde je výrobní proces rozdělen na jednotlivé operace a úkony. Operace se typicky provádí na specializovaných pracovištích. Rozmístění těchto specializovaných pracovišť je zároveň uspořádáno tak, aby výrobek mohl plynule přecházet z jednoho pracoviště na druhé. Takovému uspořádání říkáme předmětné uspořádání. Takto předmětně uspořádaná pracoviště tvoří dohromady jeden technologický celek, který je v souladu s předepsaným výrobním postupem. Operace v takto organizované výrobě jsou vysoce standardizované a jejich nevýhodou je menší možnost variability vyráběných produktů. Změna technologického postupu může být časově náročnější a představovat ztráty na výrobní kapacitě. Příkladem proudové organizace výroby je výrobní linka, na jejíž analýzu efektivnosti bude zaměřena tato práce. Proudová výroba nachází efektivní využití zejména v sériové či hromadné výrobě.
- Skupinová – tato organizace výroby reprezentuje podobně předmětně uspořádané pracoviště s tím rozdílem, že specializace pracovišť má obecnější charakter než u výroby proudové. Skupinová výroba umožňuje větší variabilitu produktů. Výrobní zařízení mají obecnější charakter a jsou tak schopné vyrobit širší portfolio výrobků. Této organizace se využívá zejména u sériové výroby.
- Fázová – organizace výroby nachází uplatnění hlavně u neopakovaných nebo nahodilých zakázek. Pracoviště jsou uspořádána dle technologické podobnosti výrobních zařízení. Tento typ výroby je vhodný při častých změnách výrobních programů a významnějších modifikacích výrobků mezi jednotlivými zakázkami. Není zde problém změnit výrobní postup a nabídnout tak zákazníkovi širší sortiment. Stinnou stránkou je však častější manipulace s materiálem, vyšší náročnost na výrobní plochy a náročnější koordinace na sebe navazujících procesů.

3 Role produktivity ve výrobních procesech

Není nutné zdůrazňovat, že výroba patří mezi nejdůležitější prvky současné civilizace. Životní úroveň je závislá na produkci zboží a dostupnosti služeb. S vyšší produkcí roste i životní standard a blahobyt. S tím úzce souvisí i otázka konkurence a schopnosti tvorby

přidané hodnoty pro zákazníka. S rostoucím disponibilním příjmem zákazníků se zvyšuje spotřeba a spolu se zvyšující se potřebou vznikají nové a nové podniky, které se snaží uspokojit zvyšující se poptávku na trhu. Ovšem s větší koncentrací konkurence na straně nabídky na trhu výrobků a služeb vzniká vyšší tlak na podniky. Pouze ty nejsilnější hráči disponující konkurenční výhodou, jsou schopni dlouhodobě prosperovat na nynějším velice dynamickém trhu.

Možností, jak lze dosáhnout konkurenční výhody je několik. Pokud se budeme pohybovat na trhu služeb, firma se bude snažit uspokojit nehmotné potřeby zákazníka a zapůsobit na ně například cenou či svou úrovní služeb a nadstandardním servisem. My se však zaměříme na výrobní proces jako zdroj konkurenční výhody. Výrobní proces může podle Aswathappa a Bhata (2009, s. 5) nabídnout konkurenční výhodu v následujících oblastech:

- kratší doba výroby a dodání nového produktu;
- větší obrátka zásob;
- vyšší kvalita;
- větší flexibilita;
- lepší zákaznický servis;
- snížení plýtvání.

Největšími problémy a častými důvody neúspěchu výrobních podniků bývá špatná kvalita a spolehlivost výrobků, zpožděné dodávky zboží, vysoké výrobní náklady nebo dočasné nedostatky zásob při zvýšené poptávce (Aswathappa & Bhat, 2009).

Produktivita hraje klíčovou roli při řešení těchto výše zmíněných problémů, a jelikož se jedná o důležitou oblast provozního managementu, budeme se produktivitou zabývat i v následujícím textu. Není divu, že raketový vývoj japonské ekonomiky zaznamenal v posledních dekádách takových výsledků. Tento trend lze připsat právě vysoké produktivitě a schopnosti japonských firem velice efektivně transformovat vstupy na výstupy bez větších ztrát, a to hlavně díky efektivnímu řízení materiálu, dodacích lhůt, spolu s lepší kontrolou nákladů. Firma tak dokáže vyrobit větší objemy z daných vstupů za rozumné ceny.

Produktivitu můžeme definovat jako míru efektivnosti využití zdrojů - materiálu či práce. Je to poměr mezi objemem výstupů a vstupů. Veber a kol. (2011, s. 401) charakterizuje produktivitu jako „*měřítko, jak dobře produkční systém konvertuje vstupní zdroje (materiál, práci, stroje) ve výrobky nebo služby*“. Produktivitu práce například lze měřit jako počet jednotek vyprodukovaných za hodinu práce, produktivitu materiálu zase jako počet jednotek výstupu na jednotku spotřebovaného materiálu. Významným ukazatelem produktivity je pro mou práci produktivita montážní linky, která může být měřena jako počet výstupů (vyrobených kusů) na člověkohodiny (Aswathappa & Bhat, 2009).

Produktivita je úzce spjata s kvalitou, technologií výroby a samotnou profitabilitou podniku. Proto není divu, že na ni podniky kladou velký důraz. Aswathappa a Bhat (2009) ve své knize představují dynamický model produktivity, který přezdívá jako tzv. „setrvačník“

poháněný konkurencí. Je to právě konkurence, která nutí výrobní podniky k větší produktivitě. Zvýšená produktivita se pak odráží na vyšší spokojenosti zákazníka, jelikož se mu dostává produktu s vyšší přidanou hodnotou. Více spokojených zákazníků tak typicky ústí ve větší tržní podíl podniku, který je spojován opět s ještě intenzivnější rivalitou tržního prostředí. Dynamický model produktivity proto utváří zacyklený koloběh závislý na celé koncepci produktu s cílem neustále uspokojovat přání zákazníků lépe než konkurence.

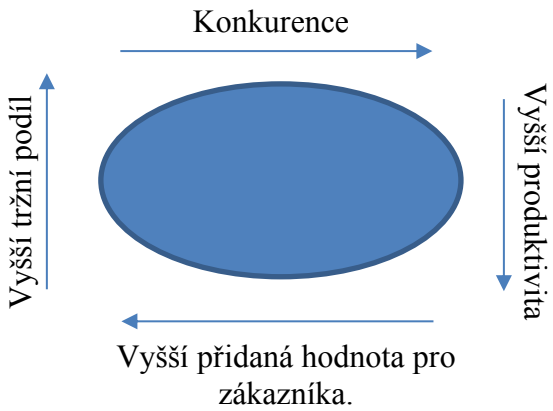


Schéma 2: Dynamický koncept produktivity. Zdroj: vlastní zpracování dle Aswathappa a Bhata (2009).

A jak zvýšení produktivity dosáhnout? Produktivitu lze zlepšit zefektivněním téměř všech procesů v podniku, a nejen těch výrobních, důkladnější kontrolou vstupů, modernizací používaných technologií a inovacemi. Cílem je dosažení vyšších objemů produkce při zachování daného objemu vstupů.

4 Takt time, Cycle time, Target cycle time

Abychom mohli procesy v podniku zlepšovat, je nutné je umět měřit a na základě stanovených cílů vyhodnocovat odchylky a ztráty ve výrobních procesech. Jako základ pro tyto činnosti nám mohou sloužit standardy či normy. Pro kapacitní plánování, zpracovávání výrobních zakázek, motivaci či kontrolu práce zaměstnanců je důležité znát výrobní takt linky, který patří k základním normativům operativního řízení výroby. Ve výrobní realitě musí být podniky schopny posoudit, zda je reálné zakázku od zadavatele splnit ve správný čas a ve stanoveném objemu. K tomu nám mohou sloužit tři základní ukazatelé související zároveň i s celkovou efektivností výrobního zařízení: Cycle time, Takt time a Target cycle time.

Čas cyklu neboli Cycle time je maximální možný povolený čas práce v rámci jedné operace, než se výrobek posune ve výrobním procesu o stanoviště dál. Normování jednotlivých časů operací a jejich balancování nalézá efektivní využití zejména při hromadné a sériové výrobě s předmětným uspořádáním. Nejdelší Cycle time linky udává výstupní rychlost a říká nám, v jakých časových intervalech z výrobní linky vystupují výrobky v jednotkách s/ks (Stevenson, 2007). Takt time je pak Cycle time potřebný pro uspokojení poptávky zákazníka v návaznosti na danou zakázku období. Vypočítáme ho jako podíl využitelného časového fondu a požadavku zákazníka (poptávky) v ks:

$$Takt\ time = \frac{VČF}{Požadavek\ zákazníka\ (ks)}$$

Zdroj: vlastní zpracování dle Svobodové a Mejdrecha, (2012, s. 60).

Cílem k efektivnímu využívání strojů je pak dosažení vybalancovaného výrobního systému neboli rovnoměrného rozložení pracovní zátěže mezi jednotlivými pracovními stanicemi. Takové rozvržení pak umožní významně rychlejší tok uvnitř systému. Potřebný čas pro jednotlivé operace musí být tedy stejný či menší jako stanovený Cycle time a Cycle time nastaven tak, aby odpovídal taktu linky (Stevenson, 2007).

Svobodová a Mejdrech (2012) zároveň ve své sbírce demonstrují ještě jeden ukazatel nazývaný Target cycle time, který vypočítáme jako součin OEE a Takt time. Tento ukazatel zohledňuje celkovou efektivitu výrobního zařízení a určuje maximální možný takt pro splnění zakázky. Pokud některé operace na výrobní lince přesahují výsledný Target Cycle Time, je nezbytné přijmout nápravná opatření a například rozdělením operací, přidáním stanovišť či lidských zdrojů dosáhnout požadovaného času.

5 Štíhlá výroba

S počátky filosofie štíhlého podniku se můžeme setkat již v polovině dvacátého století, kdy se poprvé začaly objevovat metody pro redukci odpadu a zefektivnění procesů zejména ve výrobě. Štíhlá výroba byla vyvinuta japonským automobilovým výrobcem Toyota. Tehdejší vývoj v Japonsku ovlivnil především velký nedostatek zdrojů po druhé světové válce. Hlavním cílem Toyoty byla snaha o eliminaci odpadu v každé fázi výrobního procesu. Odpad byl definován jako něco, co narušovalo a nepřidávalo hodnotu při výrobě automobilů. Metody štíhlé výroby zahrnují primárně poptávkou řízené operace, flexibilní přizpůsobení s rychlou schopností change-overů (přetypováním) linek, efektivně nastavené pracovní procesy a úkony s nepřetržitou snahou se zlepšovat (Stevenson, 2007).

Objektem štíhlé filosofie je zákazník a naplnění jeho přání. Je to právě zákazník, který udává hodnotu danému produktu. Pokud zákazník nebude ochoten za produkt zaplatit příslušnou částku, jedná se o odpad a ztrátu peněz. Ve štíhlé výrobě se tak vyvinulo několik základních forem plýtvání, často se vyskytujících v podnikových procesech, které by se štíhlý podnik měl naučit eliminovat (Heizer & Render, 2011, s. 654):

- Nadprodukce – výroba větších objemů, než je poptávka či výroba na sklad se považuje za plýtvání. S výrobou na sklad rostou náklady na skladové prostory nebo logistiku.
- Čekání a fronty – nevýrobní čas, skladování, čas čekání na materiál, součástky a informace.
- Doprava – každá manipulace s materiálem mezi výrobními závody či uvnitř nich mezi pracovními centry přesahující více jak jeden přesun, je nadbytečná.
- Zásoby – nezpracovaný surový materiál nad rámec potřeby, rozpracovaná výroba, hotové výrobky na skladě a přemíra operativních dodávek nepřidávajících hodnotu.

- Pohyb – veškeré zbytné pohyby lidí a materiálu.
- Nadbytečná práce – prováděna na produktu nad rámec stanovených požadavků.
- Nekvalitní výroba – zmetky, reklamace, reworkované výrobky a odpadní zbytky materiálu.
- Košturiak a Frolík (2006) navíc uvádí nevyužité schopnosti pracovníků jako největší formu plýtvání v podniku.

Pro žádoucí optimalizaci výroby můžeme využít řady principů, které vedou k odstranění výše zmíněných typů plýtvání. V následujícím textu uvedu ty metody a principy, které mohou pozitivně přispívat ke zlepšení indikátoru OEE a jsou využívány v podniku Automotiv nebo pro podnik představují potenciální prostor ke zlepšení.

5.1 Štíhlé pracoviště a vizualizace

Jeden z hlavních okruhů s kapacitou pro zlepšování podnikových procesů je podle Košturiaka a Frolíka (2006) štíhlé pracoviště a jeho vizualizace. Štíhlé pracoviště se snaží eliminovat zbytečné pohyby a úkony zaměstnanců a zajistit tak perfektní ergonomii a harmonizaci práce. Vizualizace zase usiluje o to, aby informace o průběhu výroby a její průběžná stavová hlášení byla zaměstnancům přehledně viditelná a dokázali na ně tak obratem reagovat a přizpůsobit situaci své činnosti (Veber et al., 2011). Smyslem všech metod je dosažení maximální výkonosti zaměstnance při vynaložení minimální energie. Vhodným nástrojem může být 5S nebo metoda Poka-joke - předcházející vzniku chyb na pracovišti.

5.2 5S

Tato metoda původem z Japonska se zakládá na systematickém úklidu a udržování pořádku na pracovišti. Čisté a řádně uspořádané pracoviště je základním stavebním kamenem štíhlé výroby a zároveň efektivní prostředek k redukci ztrát na výkonu či kvalitě. Zásady 5S nepatří jen k šikovnému seznamu činností, které je dobré dodržovat k zachování pořádku a minimalizaci chaosu, ale zároveň představují snadný nástroj pro kulturní změnu často nezbytnou pro zavedení štíhlých procesů v podniku. Zásady 5S, odvozené od pěti japonských slov, jsou následující (Heizer & Render, 2011, s. 655):

- Roztřídit/Separovat (Seiri) – ponechat pouze potřebné prostředky a odstranit všechno ostatní z pracovní plochy. Zbavení se nepotřebných položek vytvoří více prostoru na pracovišti a zlepší pracovní tok.
- Dát do pořádku/Systematizovat (Seiton) – uspořádání náčiní a pomůcek v logickém pořadí dle procesu na základě analýzy pohybů, označení a vizualizace úkonů pro jednoduché použití.
- Čistit (Seiso) – eliminace všech forem nečistot, kontaminace a nepořádku na pracovišti v rámci denní údržby, vracení materiálu na své místo.
- Standardizovat (Seiketsu) – odstranění variací z procesů vývojem standardních postupů a checklistů. Vztahuje se taktéž na standardizaci zařízení a nástrojů tak, aby se redukovaly čas a náklady na proškolení nového personálu.

- Udržovat/Zlepšovat (Shitsuke) – periodicky vyhodnocovat situaci, pozitivně hodnotit snahu a motivovat personál k udržení vývoje a zásad 5S, soustředit se na dodržování daných předpisů.

5.3 Just in time

JIT poskytuje výkonnou strategii pro zlepšení procesů soustředěním se zejména na rychlou propustnost výrobního systému a snížení nadměrných zásob. S implementací metody JIT vstupuje materiál do výrobního procesu podniku přesně tam, kde a kdy je potřebný. Pokud dané součástky nedorazí v daný čas, JIT identifikuje problém, který musí být obratem řešen. Výsledkem je schopnost rychle reagovat na vzniklé problémy, minimalizovat zpoždění dodávek s důrazem na kvalitu, a tak redukovat náklady na skladování, variabilitu, odpady a zrychlit průchodnost (Heizer & Render, 2011).

5.4 SMED (Single-minute exchange of die)

Cílem metody SMED je redukce času potřebného na seřízení nebo přetypování výrobní linky na minimum. Čekání a ztráty na kapacitě vznikající při seřizování stroje a přestavbě linky na jiný typ výrobku mohou výrazně ovlivňovat efektivnost celého výrobního zařízení a jsou klasifikovány jako plýtvání. Jedná se o čas, kdy se výrobku nepřidává žádná přidaná hodnota. V sériových výrobách je často nutné provádět tyto změny i několikrát za den. Záleží hlavně na velikosti a rozmanitosti zakázky, přičemž panuje snaha minimalizovat nutnost těchto přeměn.

Historické kořeny této metody můžeme nalézt v japonské firmě Toyota, která přišla s přelomovou schopností zredukovat čas potřebný na seřízení při výrobě automobilů ze sta minut na pouhé tři (Stevenson, 2007). Principy vycházející z této metody lze uplatnit i v nevýrobních procesech. Aplikovat jej můžeme v jakýkoliv situacích, kde dochází k přípravě realizace určitého procesu vedoucího k vytvoření výsledného produktu (Košturiak & Frolík, 2006).

Úspěšného zkrácení časů nutných pro přestavbu linky lze dosáhnout zejména zjednodušením a standardizací konkrétních operací. Definici a jasnou posloupnost pohybů je zároveň výhodné pro určení standardů přesně určit spolu s časovými standardy. Nejdůležitějším krokem však je rozdělení aktivit do dvou základních kategorií na interní a externí činnosti. Interní jsou takové aktivity, které mohou být provedeny pouze tehdy, kdy je výroba předchozího modelu ukončena. Proto právě ony přispívají k dlouhým časům seřízení stroje. Externí aktivity se připravují na přetypování mimo výrobní linku a nevyžadují například její zastavení a lze je tak provádět ještě při výrobě modelu předcházejícího. Smyslem metody SMED je zeštíhlení a převedení maxima interních činností na externí, které nemají tak významný dopad na snižování kapacity výrobního zařízení (Košturiak & Frolík, 2006).

Posledním faktorem úspěšné implementace rychlých změn může být investice do víceúčelových nástrojů a zařízení s vyšší flexibilitou či řádné proškolení pracovních

týmů. Například stroj s otočnou hřídelí s možností snadného otáčení výrobního ramene na různé pozice, může dramaticky snížit čas přestavby.

5.5 Standardizace a procesy kvality

Podniky často směřují svou pozornost na rozbor kvality, vedení statistik, na legislativní požadavky kladené na audit kvality a různé certifikace. Tyto snahy mohou často vyústit až v nepřiměřené plýtvání zdroji vynakládané na tyto účely. Problémem je, že tento typ kontroly a analýzy je často prováděn až na výstupu. Při takto prováděné následné detekci vad je pak velice finančně a časově nákladné nekvalitu odstranit. Následkem toho může pak být například nesplnění dodacích termínů zákazníkům (Košturiak & Frolík, 2006).

Kvalita se neodmyslitelně pojí i s problematikou standardizace. Standardy můžeme vnímat jako všeobecně přijímané normy nebo požadavky představující pro zaměstnance jakýsi pracovní úkol. Pro správně fungující podnik je důležité, aby své standardy uměl zaměstnancům předat a ti si je dokázali v pracovních činnostech osvojit. Správně nastavené standardy jsou schopny zajistit požadovanou kvalitu, produktivitu, bezpečnost, plnění termínů nebo etiketu práce (Košturiak & Frolík, 2006).

Jak uvádí ve své knize Košturiak a Frolík (2006) v podniku existují dva základní prvky, které dokáží efektivně zabezpečit kvalitu. Těmi jsou kontrola kvality přímo u zdroje vzniku problémů a standardizace práce. V následujícím textu se podíváme na dvě metody, jež lze využít při zlepšování procesů kvality.

5.6 Poka-joke

Slovo Poka-Yoke přezdíváno v českém výrobním prostředí jako „chybuvzdornost“ je metoda zabezpečující chod zařízení/výroby bez selhání a poruch. Smyslem je systematické předcházení chybám už v samotném průběhu výroby v jakékoliv z jeho fází tak, aby nevznikaly zbytečné ztráty. Myšlení Poka-joke se snaží chybám vyhýbat, aby se zbytečně neztrácela energie na jejich odstraňování a opravy. Ve výrobě se lze setkat s různými typy zvukových alarmů upozorňující například na nestandardní váhu balíčku a signalizující tak chybějící komponenty v balení, neshodný výrobek z hlediska rozměrů nebo špatné umístění na výrobním nosiči. V rámci Poka-joke se využívá i tzv. „vajíčkových kartonů“, které umožňují přehlednou vizualizaci a zajistí, že nejsou žádné komponenty opomenuty (Stevenson, 2007).

Uplatnění těchto metod nalezneme nejen ve výrobě, ale i v každodenním životě. Příkladem může být specifický design součástek a komponent tak, aby do sebe tvarově zapadaly a nebylo možné jejich chybné sestavení – např. SIM karty v telefonu, sestavovací soupravy IKEA nebo design elektrické zástrčky s uzemněním. Dále to mohou být signalizace bankomatu při nevyjmutí kreditní karty, bezpečnostní čipy na oblečení proti odcizení nebo elektrické pojistky, které při přepjetí automatický přeruší oběh proudu (Stevenson, 2007).

5.7 Jidoka

Jidoka neboli kvalita na zdroji (Stevenson, 2011) - jejím principem je automatické zastavení výrobního zařízení při detekci neshodného výrobku. Operátor by měl mít následně po detekci možnost zastavit výrobní linku nebo vyjmout nekvalitní kus. Neshodný výrobek by neměl nikdy postoupit dále na další operace a nekvalita by měla být odstraněna přímo na místě vzniku, buď vyjmutím, nebo opravou (Veber et al, 2011).

5.8 Týmová práce

Komunikace a vzájemná spolupráce je klíčem ke štíhlým procesům. Potenciál lidského kapitálu by měl být využit na maximum. Od pracovních týmů se očekává kontrola a zodpovědnost za provedenou práci, reportování a aktivní participace na zlepšování podnikových procesů. Neustálé zlepšování lze nazývat japonským slovem Kaizen, který se neodmyslitelně pojí s filosofií štíhlé výroby. Pro umožnění efektivní týmové práce je nutné přizpůsobení layoutu pracoviště a vytvoření specializovaných pracovišť v podobě výrobních buněk. Dle Košturiaka a Frolíka (2006, s. 162) je pro správné fungování týmu nutné zajistit následující podmínky:

- určení vlastního teritoria týmu, jejich postavení a zodpovědnost;
- výběr vhodně kvalifikovaných členů;
- jasné definované cíle, úkoly a pracovní postupy;
- vhodné pracovní podmínky a proškolení;
- systém odměn motivující pracovníku ke spolupráci.

5.9 Štíhlý layout

Správně rozvržené výrobní prostředí a jeho okolí dokáže uspořit nemalé náklady. V současné době se podniky snaží implementovat metody JIT, aby snížily své zásoby materiálu a výrobků, a tak i náklady na skladování. Štíhlý layout dokáže ušetřit nejen více místa, ale zároveň vytvoří prostor pro rozšíření kapacity podniku.

Základem štíhlého layoutu je tzv. páteř linky (angl. spine layout) s jednotlivými pracovními buňkami, které jsou snadno přizpůsobitelné aktuálnímu výrobnímu plánu a umožňují nenákladnou flexibilitu v případě nutnosti modifikace výrobků. Buňky se nachází blízko sebe a umožnují tak operátorům práci na více stanovištích zároveň. Délka přepravy výrobků mezi jednotlivými úkony je co nejkratší. Štíhlý layout využívá fyzikálních zákonů, aby se tak co nejvíce usnadnila manipulace – hlavně horizontální posuny, využití páky nebo gravitace. Přesun výrobků se provádí v menších dávkách pomocí kolejnicových nosníků, kolečkových dopravníků nebo pásu. Materiálový tok pak ideálně směruje směrem k expedici se všeobecnou tendencí umisťovat výrobní závody blízko zákazníkům i dodavatelům. Štíhlý layout eliminuje mezisklady a zvyšuje přehlednost výroby, zboží je skladováno v místech, kde je právě potřeba a je uspořádáno tak, aby se mohla snadno provést vizuální kontrola dílů v transportní dávce (Košturiak & Frolík, 2006).

5.10 Synchronizace procesů a vyvážené toky

Jak již bylo zmíněno v úvodu mé práce, současné výrobní trendy podniků se orientují směrem k vysoké kastomizaci - schopností přizpůsobit se přáním zákazníka. Ideálním stavem je schopnost umět efektivně vyrábět nadefinované produkty zákazníkem v předem stanoveném čase, s minimální průběžnou dobou výroby a minimálními zásobami (Košturiak & Frolík, 2006). Aby se podniky mohly alespoň částečně danému stavu přiblížit, je nutná synchronizace procesů a vyvážené toky ve výrobě. Každý prvek v celém výrobním řetězci hraje důležitou roli, od oddělení logistiky, přes výrobu až po distribuci.

Synchronizace je sladění jednotlivých operací tak, aby na sebe přímo navazovaly a tok výroby byl kontinuální. Návaznost operací by měla být co nejkratší, bez zbytečných přesunů a čekání. To však může být z pohledu výrobní reality často velice náročné. Jedním ze způsobů, jak synchronizace procesů dosáhnout, je vybalancování jednotlivých operací dle taktu linky. Pokud práce na každé operaci bude mít stejné trvání, nebude nikde docházet k hromadění výrobků a tvorbě úzkého místa. Do výroby však vstupuje i mnoho jiných faktorů, které výroba často nemůže ovlivnit, těmi mohou být zpožděné dodávky zboží, nekvalitní výrobky, nepředvídatelné události či měnící se kapacitní požadavky a sortiment zboží (Košturiak & Frolík, 2006).

Pro řešení synchronizace je tedy nutné najít i jiná východiska. Těmi mohou být například podnikové ERP systémy, které nám pomohou s plánováním dodávek zásob. Podnikové ERP systémy poskytující firmy jako SAP nebo Oracle dokážou zjednodušit štíhlé plánování kapacit a operací v návaznosti na nestabilní poptávku. To tak umožní vyrovnané rozvržení výroby a synchronizaci aktivit uvnitř dodavatelského řetězce s tempem podnikových operací.

5.11 Systém Pull a Push

Optimalizaci toků a snadnější synchronizace lze dosáhnout i pomocí implementace způsobu výroby taženým poptávkou zákazníků, tzv. Pull systémem. Termíny Push a Pull jsou používány pro popis dvou rozdílných způsobů popisu pohybu práce skrz výrobní řetězec. V tradičním výrobním prostředí převažuje systém Push, od kterého se v rámci zeštíhlování výroby odpouští. Systém Push je založen na principu protlačování výrobků skrz výrobní řetězec na základě predikce, zkušenosti či předem stanoveného plánu odběru, bez přímé pobídky ze strany poptávky (Stevenson, 2007). Výsledkem tak může být nadměrné skladování neprodané produkce a s tím spojené další náklady a ztráty.

Opakem je systém Pull, kde každá pracovní stanice táhne produkci ze stanice předcházející tak, jak je zrovna potřeba. Požadavky přichází tzv. „just in time“ (přesně v čas), tok práce je tak vyváženější a přebytečné hromadění rozpracované výroby je menší. Ve fázi finální produkce jsou výrobky koordinovány přímo na základě poptávky od zákazníka či se řídí propracovanými plány vedoucích výroby na základě předpovědi či odhadu. Při využívání principu tahu se daným způsobem řídí nejen toky materiálové, ale i informační a

komunikační. Systém Pull nemusí být vhodným nástrojem pro každý podnik. Jeho výhody jsou prospěšné zejména ve výrobách se stabilním proudem výrobků a monotónní prací. Časté změny objemu, obměny produktového mixu nebo designu by znehodnocovaly výhody systému (Stevenson, 2007).

5.12 Kanban

V návaznosti na systém Pull se můžeme setkat s další japonskou technikou zvanou Kanban, na základě které lze snadno vizualizovat stav výroby nebo zásob. Jak bylo zmíněno v systémech řízených tahem, je tok práce diktován poptávkou následujícího stanoviště, výrobní buňky či nadcházející činnosti. Systém může komunikovat tuto potřebu materiálu nebo zboží různými způsoby. Ve výrobě to může být jednoduchý výkřik na spolupracovníky, gesto nebo mávnutí značící požadavek materiálu či nutnost dodávky zboží. Nejpoužívanějším a velice praktickým způsobem je však kanbanová karta. Slovo kanban v japonštině znamená signál či viditelnou evidenci (Stevenson, 2007). Kanbanová karta slouží jako svolení opravňující k úkonu nebo práci na lince. V kanbanovém systému nemůže žádný kus výrobku postoupit v pracovním toku dále bez jedné z těchto karet. Stevenson (2007, s. 695) uvádí dva základní typy kanbanových karet vyskytujících se v podnicích:

- produkční Kanban (p-Kanban) – indikující požadavek na výrobu součástek nebo dílů,
- přepravní Kanban (c-Kanban) – signalizující požadavek na dopravení dílů do další pracovní stanice.

6 TPM

Původ této metody nalezneme v Japonsku, kde se rozšířila zejména během 50. let dvacátého století. Zkratku TPM - Total Productive Maintenance lze z angličtiny přeložit jako „totálně produktivní údržba“. Výraz „údržba“ však dle povahy metody není úplně ideální, neboť by mohl vyvolat mylný dojem, že se jedná o metodu zabývající se pouze údržbou zařízení. TPM má však mnohem širší rozsah působnosti a lépe ji charakterizovat jako „Management produktivity výrobních zařízení“ (Košturiak & Frolík, 2006). Při rešerši literatury se můžeme setkat s mnoha definicemi. Ta nejstarší podle samotného zakladatele filosofie TPM - Nakajimy (1988) se skládá z 5 hlavních bodů:

- Cílem TPM je maximalizace celkové efektivnosti výrobního zařízení.
- TPM představuje komplexní systém s integrovanými prvky prediktivní, produktivní a preventivní údržby, u kterých vládne neustálá snaha o zlepšení.
- TPM zapojuje širokou škálu zaměstnanců, nejen z oddělení údržby. Pro excelentní výsledky je nutná participace především výrobních operátorů, technických útvarů, vedoucích výroby i managementu.
- TPM se zakládá hlavně na spolupráci pracovníků při preventivní a produktivní údržbě.

Košturiak a Frolík (2006, s. 93) zase vysvětlují podstatu TPM jako: *„zapojení všech pracovníků v dílně do aktivit, které směřují k minimalizaci prostojů zařízení, nehod a zmetků“*. Přičemž by mělo dojít ke změně uvažování a kultury nad samotnou údržbou výrobního zařízení, kdy operátor ve výrobě již není pouze ten, který na stroji pracuje, ale zároveň by se o něj měl i starat, umět ho udržovat a být zodpovědný za jeho stav. Útvar údržby v podniku přitom stále působí, ale nabývá mimo jiné i role plánovací a strategické. Zaměstnancům je k dispozici v případech, kdy se jedná o nestandardní náročnější potřeby v rámci oprav a údržby.

6.1 Cíle TPM

Totálně produktivní údržba usiluje o nulové poruchy a nulové prostoje. Základem filosofie je myšlenka, která říká, že pokud je stroj v dobré kondici a produkuje správně to, k čemu je vytvořen, za většinu problémů, které se poté vyskytnou, stojí lidský faktor. Za takových předpokladů vzniká logicky zájem podniků pořizovat taková zařízení, která jsou nenáročná a jednoduchá na obsluhu. Zároveň by se mělo zařízení přizpůsobit potřebám výroby tak, aby bylo obtížné použít stroj nesprávným způsobem. TPM se zaměřuje na zlepšování spolehlivosti celého výrobního procesu (Aswathappa & Bhat, 2009).

6.2 Prvky TPM

Na základě respektování cílů zmíněných výše lze rozdělit celý systém totálně produktivní údržby do 6 hlavních oblastí, které se napříč literaturou nijak výrazně neliší. Košturiak a Frolík (2006, s. 93) uvádí následující:

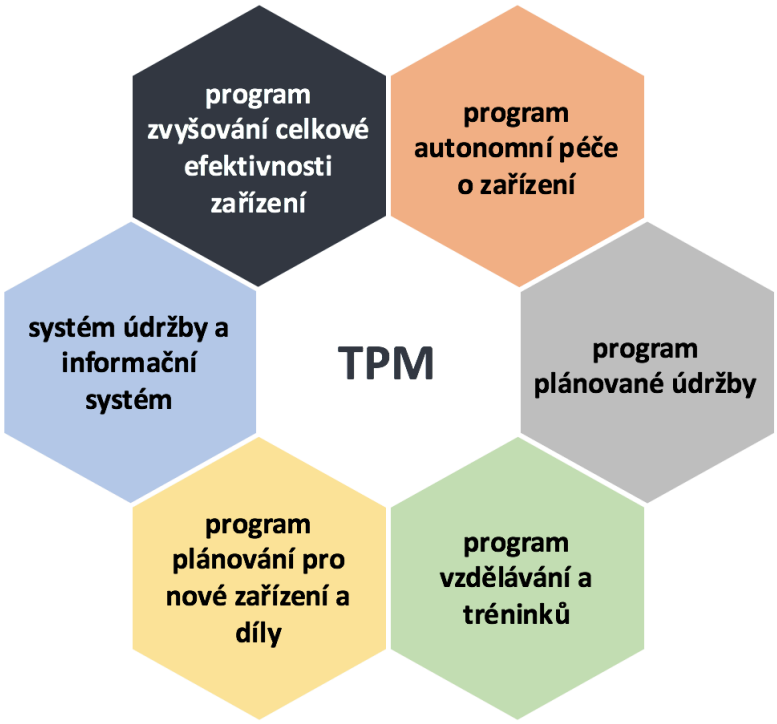


Schéma 3: Základní prvky TPM. Zdroj: vlastní zpracování dle Košturiaka a Frolíka (2006, s. 94).

Autonomní péče o zařízení spočívá ve zvýšení angažovanosti liniových pracovníků na každodenní údržbě výrobního zařízení. Pracovník částečně přebírá náplň práce údržbářů a zajišťuje základní operativu sám. Operátor by tak měl mít základní znalost o fungování stroje a tím pádem i vyšší zodpovědnost za jeho stav (Košturiak & Frolík, 2006). Pro implementaci tohoto přístupu je nutné jasné rozdělení odpovědností a náplně práce. Pro každodenní údržbu lze například využít metody 5S a vizualizace postupů. Přestože by se práce se stroji měla co nejvíce zjednodušit, je nutné, aby pracovníci byli dostatečně proškoleni s cíli daného podniku. Doporučená jsou proto školení, tréninky a workshopy v rámci TPM (Mašín & Vytlačil, 2000).

Útvaru údržby tak díky delegaci některých činností vzniká větší prostor pro plánování a strategické rozhodování. Oddělení údržby se může více zaměřit na analýzu a optimalizaci činností z nákladového i operativního hlediska, dále na inovace nebo plánování nákupu nových zařízení. To vše může probíhat ve spolupráci s technickou přípravou výroby a managementem (Košturiak & Frolík, 2006).

Jedním z posledních prvků TPM, kterým se postupně dostáváme k samému jádru celé bakalářské práce, je i program zvyšování celkové efektivnosti výrobního zařízení. Jak již bylo zmíněno, tendencí všech štíhlých procesů je maximalizace celkové produktivity výroby i samotných výrobních zařízení. Pro měření produktivity zařízení existuje ukazatel CEZ neboli OEE, který může sloužit jako praktický nástroj pro identifikaci úzkých míst a původu ztrát na zařízení. V rámci TPM se nejen sleduje vývoj tohoto ukazatele v čase, ale zároveň se na základě jeho výsledků vytváří strategie pro neustálé systematické zlepšování procesů. Ukazatel OEE tedy slouží podniku jako praktický detektor hlavních ztrát na kapacitě zařízení (Košturiak & Frolík, 2006).

V současné době disponuje většina podniků propracovanými informačními technologiemi, které jsou schopny zaznamenávat data vznikající ve výrobním procesu a řídícím pracovníkům jsou dostupné v reálném čase. Okamžitý přístup k datům, jejich analýza a vyhodnocování umožňují pružně reagovat na vzniklé abnormality, komunikovat s okolím a zajistit hladký průběh výroby. Podnikové informační systémy umožňují útvaru údržby monitorovat zařízení a zlepšovat celý systém. Výrobní plánovači zase mohou na základě získaných údajů predikovat vývoj, plánovat údržbu a celkově zlepšovat podnikové systémy (Košturiak & Frolík, 2006).

7 OEE

OEE z anglické zkratky Overall Equipment Efectiveness je synonymem českého výrazu CEZ – celkové efektivnosti zařízení. Parametr OEE agreguje tři základní ukazatele do jedné diagnostické veličiny, která nás informuje o celkovém využití výrobního zařízení a říká nám, jak efektivně podnik konvertuje vstupy na výstupy. Výstupy, na které se zaměřuje, jsou strojově obráběné výrobky přijatelné pro zákazníka. Vypočítáme ho jako součin míry dostupnosti zařízení, výkonu a kvality (Veber et al., 2011). Jedná se o poměrový ukazatel,

jehož výslednou jednotkou jsou procenta. Totální efektivnost zařízení OEE může tedy teoreticky dosahovat až 100 %. Tento výsledek je však nereálný. Podniky světových tříd dosahují výsledků okolo 85-90 % (Košturiak & Frolík, 2006).

Parametr OEE byl poprvé představen v 60. letech v japonském podniku skupiny Toyota - Nippondenso (Denso) jako jeden z klíčových prvků na podporu úspěšného fungování programu TPM. Za jeho zakladatele je považován japonský leader a konsultant v oblasti TPM Seiichi Nakajima (Nakajima, 1988).

Jak již bylo zmíněno, jedná se o parametr, který se zaměřuje na efektivnost výrobního zařízení. Jelikož do ukazatele vstupují i faktory, které mohou být ovlivněny výrobními operátory, je tak možné částečně hodnotit i výkonnost obsluhy. Košturiak a Frolík (2006) ovšem přidávají pár důležitých rad, které by se při hodnocení a analýze OEE měly neustále držet na paměti. Za zmínku stojí často nevhodná tendence podniků vykazovat, co nejvyšší hodnoty parametru za účelem uspokojit nejen management, ale zapůsobit například i na své zákazníky. Měli bychom si však uvědomit, že parametr slouží primárně pro podnik samotný k identifikaci úzkých míst a jako podmět pro neustálé zlepšování. Podnik by se proto měl vyvarovat vytváření takovýchto nátlaků, neboť se může stát, že zaměstnanci pověření sběrem dat pro výpočet nebudou ochotni vykazovat pravdivé hodnoty. Pro eliminaci těchto nástrah může podnik využít různé modifikace parametru OEE pomocí koeficientů NEE nebo TEEP, které budou zmíněny na konci této kapitoly.

Každý podnik je velice specifický svým výrobním procesem, portfoliem, technologiemi a povahou samotných procesů, proto by se aplikace parametru měla značně přizpůsobit charakteristikám podniku. Cílem je zachycení a odkrytí prostorů pro možné zlepšení procesů. Sběr dat by tak měl být nenáročný a racionální. Vynakládání nepřiměřené energie na sběr dat, které nebudou v podniku zhodnoceny, může být zbytečným plýtváním energie i zdrojů. Zároveň není nutností měřit efektivnost využití každé linky či zařízení v podniku. Předmětem zkoumání by měly být takové objekty, u kterých je významný prostor pro zlepšení. Klíčové mohou být linky s častými změnami výrobních programů, nejvyšší zmetkovostí nebo nestabilitou (Košturiak & Frolík, 2006).

7.1 Složky ukazele OEE

Po důkladném vyhodnocení výběru kritického zařízení je pozornost směřována na změření jeho efektivnosti a spolehlivosti. V následujícím textu postupně rozeberu jednotlivé složky, ze kterých se parametr OEE skládá a demonstruji metodiku výpočtu, kterou lze aplikovat na vybrané výrobní zařízení.

7.1.1 Dostupnost

Složku dostupnosti zařízení někdy nazývanou také jako míru využití zařízení (Mašín & Vytlačil, 2000) vyjádříme jako podíl skutečného výrobního času zařízení ve sledovaném období, nejčastěji v rámci týdne nebo měsíce, k celkově dostupnému výrobnímu času,

ve kterém je zařízení teoreticky schopno vyrábět. Plánovaný výrobní čas (T_{plan}), najdeme ve jmenovateli. Je to takový čas, při kterém je stroj k dispozici pro výrobu a je pro něj výroba naplánována (Mašín & Vytlačil, 2000).

Dostupnost zařízení jako jeden z dílčích faktorů ukazatele OEE nám v procentuálním vyjádření říká, kolik procent času zařízení skutečně vyrábělo v rámci pro něho naplánované výroby. Tento ukazatel bývá v podnicích často vykazován i samostatně (Mašín & Vytlačil, 2000, s. 44). Vzorec pro výpočet je následující (Wireman, 2003):

$$Dostupnost = \frac{skutečný\ výrobní\ čas\ (T_{sk})}{plánovaný\ výrobní\ čas\ (T_{plan})}$$

Celkový plánovaný čas provozu (T_{plan}) může být předem snížen o výluky, se kterými se počítá a jsou uvažovány ve výrobním plánování jako nevyhnutelné snížení dostupnosti. Příkladem těchto skutečností, o které je vhodné dostupný čas zařízení při výpočtu očistit, jsou legislativní důvody jako zákonem nařízené přestávky, neplacené pauzy na oběd nebo plánované údržby, které se pravidelně opakují. Rozhodující pro tuto skutečnost je její periodicita, nevyhnutelnost a začlenění do výrobních plánů (Svobodová H., osobní rozhovor, 10.1.2018).

Plánovaný výrobní čas zařízení (T_{plan}) tak zahrnuje skutečný výrobní čas, kdy zařízení skutečně produkuje výrobky, stejně tak jako čas nečinnosti. Ve výrobních závodech se obvykle tento typ nečinnosti (doplněk do T_{plan}) nazývá jako downtime, neboli prostoj (Coetzee, 1999).

7.1.2 Výkon

Výpočet výkonu zařízení metodou OEE změříme jako poměr očekávaného času výroby ke skutečnému výrobnímu času ve sledovaném období, ve kterém je stroj doopravdy zapojen do výrobních aktivit. Z praktických důvodů čas přisuzovaný předepsané míře výkonu může zahrnovat nejen skutečný výrobní čas, ale zároveň i krátké časové úseky, kdy stroj nevyrábí a operátoři mezitím ovládají zařízení, manipulují s výrobky, nastavují program a provádí technologické změny, které jsou nutné mezi po sobě následujícími strojovými cykly (Samat, Kamaruddin & Azid, 2012). Vzorec pro výpočet výkonu výrobního zařízení je následující:

$$Výkon = \frac{čistý\ výrobní\ čas\ (T_{net})}{skutečný\ výrobí\ čas\ (T_{sk})}$$

Zdroj: vlastní zpracování dle Prendergasta, Murphyho a Stephensona (1996).

, kde T_{net} je potřebný čas na výrobu skutečně vyrobeného počtu kusů dle stanovené normy.

Výsledný poměr mezi skutečným časem výroby a očekávanou produkcí reprezentuje ztráty na rychlosti způsobené nesprávným nastavením nebo špatnou kondicí stroje, nezkušeností pracovníků a zpomalováním rychlosti linky nebo nevhodným nastavením výrobního

programu, který vytváří úzké hrdlo a hromadí tak výrobky na určitých místech (Samat et al., 2012). V následujícím textu bude podrobně vysvětlen výpočet jednotlivých výrobních časů uvedených v rovnicích.

7.1.3 Kvalita

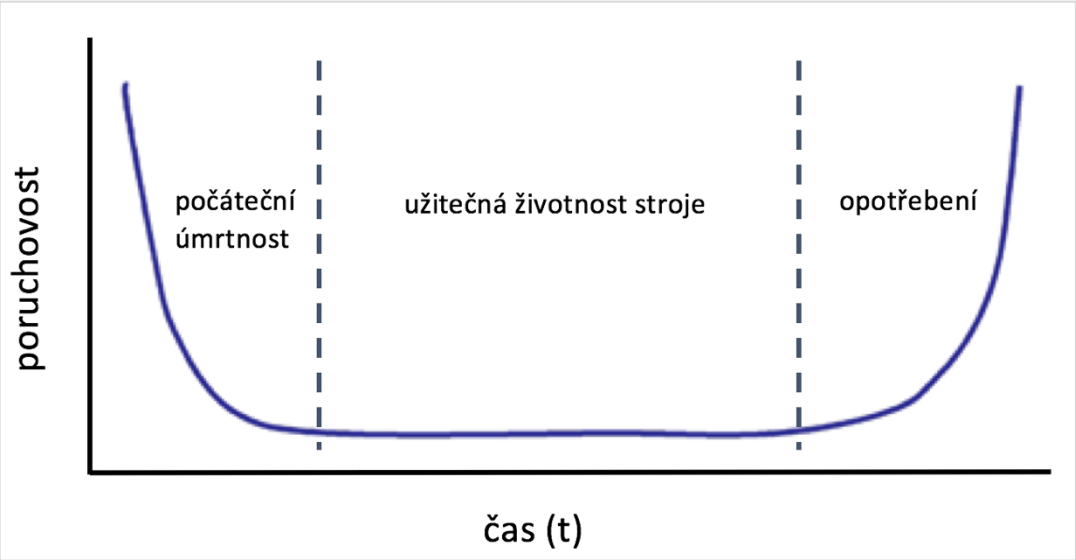
Poslední složkou, která ovlivňuje výši ukazatele celkové efektivnosti zařízení, je míra kvality výrobků. Tento ukazatel vyjadřuje v procentech poměr mezi shodnými výrobky a celkovým počtem vyrobených výrobků (Mašín & Vytlačil, 2000). Neshodný, neboli vadný výrobek, může být navždy znehodnocen a vyřazen z výrobního procesu, nebo ho lze v opačném případě vrátit po úpravě zpět na linku. Mašín a Vytlačil (2000) ovšem upozorňují, že i reworkované výrobky představují ztráty na kapacitě. Čas, který nebyl využitý poprvé na jejich výrobu, představuje totiž nenávratnou ztrátu. Z tohoto důvodu je nutné zohlednit i takové výrobky, které nebyly plně znehodnoceny. Vzorec pro výpočet je následující:

$$Kvalita = \frac{vyrobené\ kusy - nestandardní\ kusy}{vyrobené\ kusy}$$

Zdroj: (Mašín & Vytlačil, 2000, s. 88).

, kde nestandardní kusy jsou vadné výrobky i zmetky.

Systém výpočtu je založen na předpokladu, že provádění správné údržby vede ke spolehlivějšímu výkonu stroje. V následujícím grafu je tzv. „vanová křivka“, která graficky vyobrazuje princip spolehlivosti zařízení v čase. Křivka znázorňuje tři hlavní etapy míry výskytu poruch: počáteční úmrtnost se snižující se mírou poruchovosti; užitečnou životnost stroje s nízkou konstantní poruchovostí a poslední fázi opotřebení, kdy se míra poruchovosti opět zvyšuje:



Graf 1: Vanová křivka vývoje spolehlivosti zařízení. Zdroj: vlastní zpracování dle Jeonga a Phillipse (2001).

Výrobní zařízení se opotřebovává v závislosti na míře jeho využití a stáří. Z tohoto důvodu představuje preventivní údržba a péče o zařízení během jeho využitelné životnosti klíčovou roli pro dosažení vysoké spolehlivosti a nízké míry zmetkovosti (Endrenyi & Anders, 2016).

Po definování všech třech základních ukazatelů jsme schopni vypočítat celkovou hodnotu koeficientu OEE. Celkovou efektivnost výrobního zařízení dostaneme vynásobením jednotlivých složek dostupnosti, míry výkonu a kvality (Veber et al., 2011, s. 420):

$$OEE = dostupnost \times výkon \times kvalita$$

7.2 Stanovení výrobních časů

V následujícím obrázku jsou graficky znázorněny formulace jednotlivých časů sloužících k výpočtu výkonu a dostupnosti zařízení spolu se třemi velkými ztrátami vznikajícími při výrobě:

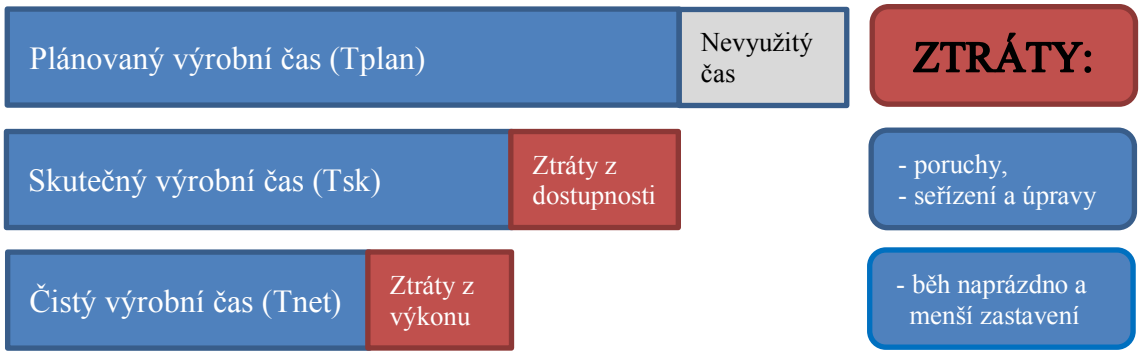


Schéma 4: Definice výrobních časů a ztrát. Zdroj: vlastní zpracování dle Jeonga a Phillipse (2001).

Potřebná data pro určení jednotlivých časů lze získat z dostupných dokumentů a standardů v podniku, obsahujících výrobní plány a charakteristiky operací. První řádek schématu 4 reprezentuje plánovaný výrobní čas (T_{plan}), který udává celkový čas, kdy je zařízení dostupné k výrobě. Můžeme ho vypočítat jako součin pracovních dní ve sledovaném období a počtu minut v jednotlivých dnech, kdy se předpokládá, že je zařízení dostupné pro výrobu:

$$Plánovaný\ výrobní\ čas = \sum_{t=1}^{\infty} \delta \times \tau$$

Zdroj: vlastní zpracování na základě Paridy a Kumara (2006).

, kde δ udává počet pracovních dní období a τ je denní výrobní čas převedený na minuty naplánovaný pro provoz zařízení. Terminologie pro označení celkového plánovaného výrobního času zařízení se může napříč literaturou lišit, obsah však zůstává stejný. Mašín a Vytlačil (2000) označují plánovaný výrobní čas jako „využitelný čas“, Košturiak a Frolík (2006) zase jako „dostupný čas provozu“. V mé práci budu používat jednotný pojem „plánovaný výrobní čas“ z doslovného anglického překladu dle Samat et al. (2012).

Hodnoty 100% míry využití plánovaného výrobního času bývá jen zřídka dosahováno. Výrobní zařízení by sice teoreticky mohlo v rámci tohoto časového úseku nepřetržitě vyrábět, ale ve skutečnosti tomu tak není. Důvodem jsou zejména plánované a neplánované prostoje způsobující ztráty z dostupnosti. Z tohoto důvodu je nutné pro výpočet OEE uvažovat i skutečný výrobní čas zařízení, který je očištěn o prostoje a označíme ho jako T_{sk}:

$$Skutečný\ výrobní\ čas = \sum_{t=1}^{\infty} T_{plan} - (T_{updt} + T_{pdt})$$

Zdroj: vlastní zpracování na základě Coetzee (1999).

Skutečný výrobní čas (T_{sk}) získáme odečtením součtu délek trvání dvou základních typů prostojů. Prvním jsou neplánované prostoje (T_{updt}) představující například poruchy, defekty zařízení, čekání na materiál, rozjezd linky nebo výjezd posledního kusu.

Druhým typem jsou plánované doby nečinnosti (T_{pdt}) z důvodu údržbářských aktivit. Příkladem jsou (Samat et al., 2012):

- rutinní kontroly výrobků nebo kalibrace stroje;
- zkoušky výrobního zařízení a aktivity spojené se zlepšováním procesů;
- zastavení linky z důvodu výměny načiní pro výrobu jiných produktů;
- přerušení výroby z důvodu instalace softwaru.

Poslední řádek schématu 4 znázorňuje čistý výrobní čas (T_{net}). Tento čas vyjadřuje oficiálně stanovený časový úsek, který zařízení potřebuje, aby vyprodukovalo daný počet výrobků s ohledem na technické parametry výrobku, kapacitu a možnosti stroje. Určení takového času je vypočteno za pomoci času cyklu, tzv. cycle time, který je obyčejně normovaný a zaznamenaný ve výrobním plánu či specifikacích produktu. Čistý výrobní čas pak lze vypočítat jako součin cycle time (T_{tc}) a celkového počtu vyrobených produktů (α) ve sledovaném období (Chan, Lau, Ip, Chan & Konga, 2005):

$$Čistý\ výrobní\ čas = \sum_{t=1}^{\infty} T_{tc} \times \alpha$$

7.3 Sběr dat a vyhodnocení

Data pro výpočet lze získat dle Košturiaka a Frolíka (2006, s. 100) třemi základními postupy:

- Ruční sběr dat, kde odpovědný pracovník zaznamenává manuálně data do průvodky, speciálního formuláře nebo excelu.
- Poloautomatický sběr využívá například terminály komunikující s informačním systémem, kódy prostojů, speciální čipy nebo offline automatické vyhodnocování dat z výrobního procesu.
- Automatický sběr dat pak dokáže data vyhodnotit v reálném čase, jelikož jsou přenášeny online z výrobního procesu přímo do podnikových počítačů za pomoci systémů MES (Manufacturing Executive System).

Základní formulace pro výpočet efektivnosti zařízení nabízí prostor pro další rozvoj na základě informací získaných o jednotlivých elementech. Postup výpočtu je velice jednoduchý, ovšem správné zařazení jednotlivých časů ztrát a jejich správná identifikace může být v realitě velice komplikovaná. Aby vypočtené hodnoty byly správné a vykazovaly reálné hodnoty, je nutné respektovat doporučenou metodologii výpočtu (Světlík, 2003).

8 Ostatní ukazatelé efektivnosti – TEEP a NEE

Existuje mnoho dalších ukazatelů odvozených od ukazatele OEE, které lze použít při analýze celkové efektivnosti a zjišťování produktivity. Některé mohou poskytnout nejen jiný pohled na efektivnost daného zařízení, ale zároveň agregované informace o situaci v podniku.

Prvním z nich je ukazatel TEEP, anglicky Total Effective Equipment Productivity, neboli celková efektivnost produktivity zařízení. Tento ukazatel hodnotí celkové vytížení stroje v rámci celého kalendářního času a poskytuje tak pohled na využití stroje nejen v rámci plánovaného času výroby, jak je tomu u OEE. Na základě jeho výsledků lze například hodnotit nezbytnost zařízení v podniku nebo jeho využití v porovnání se zbylými stroji. Uplatnění nachází zejména v podnicích s vícesměnným provozem. Vypočítáme ho dle následujícího vzorce, který ve své literatuře uvádí Košturiak a Frolík (2006, s. 99):

$$TEEP = stupeň\ využití\ \times\ OEE$$

, kde stupeň využití je podíl disponibilního času dne zohledňující plánované přestávky a celkového teoretického času provozu, přičemž celkový teoretický čas uvažuje 24 hodinový den.

Dalším z ukazatelů je parametr NEE (Net Equipment Effectiveness) – netto efektivnost zařízení. Ten se velice podobá výpočtu parametru OEE, ovšem ve složce dostupnosti poměřuje pouze ztráty z důvodu poruch. Součástí plánovaného výrobního času v tomto případě nejsou přestavby a výsledný ukazatel tudíž vykazuje vyšších hodnot.

$$NEE = provozní\ dostupnost\ \times\ výkon\ \times\ kvalita$$

Zdroj: (Košturiak & Frolík, 2006, s. 99).

, přičemž provozní dostupnost dle Košturiaka a Frolíka (2006, s. 99) vypočteme podobným způsobem jako u OEE, pouze jmenovatel očistíme o přestavby, které jsou obyčejně součástí prostojů:

$$\text{provozní dostupnost} = \frac{skutečný\ výrobní\ čas}{plánovaný\ výrobní\ čas - přestavby}$$

PRAKTICKÁ ČÁST

9 Charakteristika podniku Automotiv

Pro praktickou část své bakalářské práce jsem si vybrala firmu Automotiv, se kterou jsem měla jedinečnou možnost spolupracovat, a proniknout tak do problematiky výrobního prostředí. V následující kapitole představím nejprve základní charakteristiku firmy z obecného hlediska, její velikost a pole působnosti. Pozastavím se i u cílů firmy a významných strategických programů spojených se štíhlým myšlením organizace, jež se firmě podařilo úspěšně realizovat. V následujících podkapitolách podrobněji charakterizuji principy zadávání objednávek a výrobní proces. V návaznosti na prvky štíhlé výroby, které byly uvedeny v teoretické části, představím zároveň úroveň jejich využití ve firmě Automotiv. Ve stěžejní části své práce aplikuji výpočet indikátoru OEE na startérovou linku. Vypočítané hodnoty interpretuji a porovnám s indikátorem, který firma v současnosti využívá. Pro podrobnější analýzu procesů podniku zároveň dopočítám odvozené ukazatele TEEP a NEE.

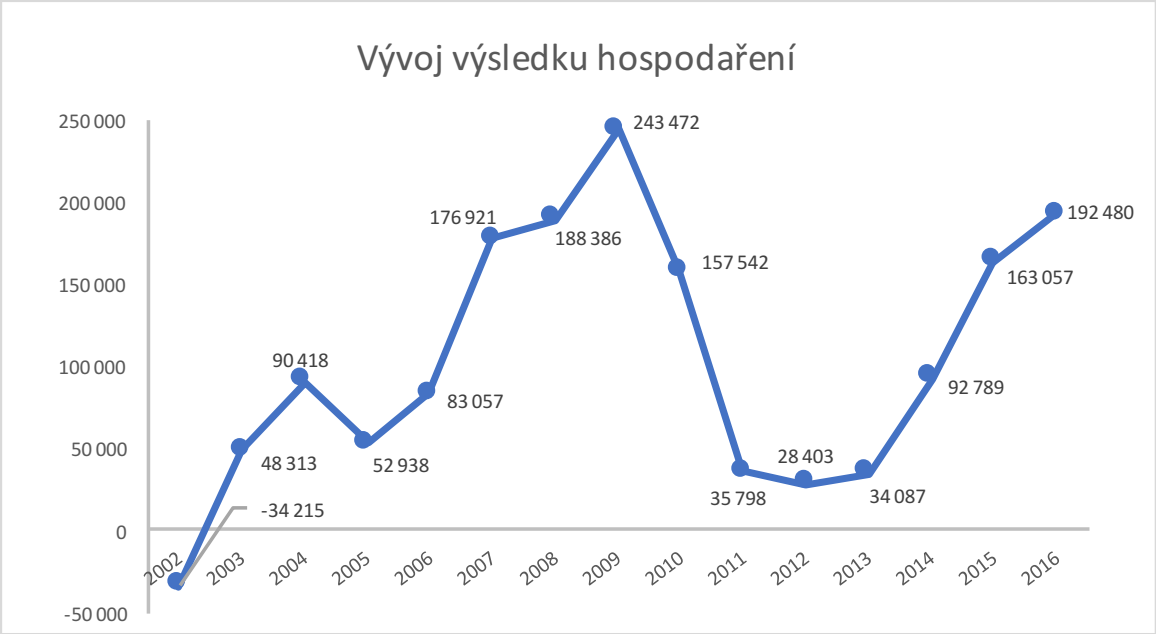
Kvůli zachování utajení citlivých dat jsem tuto bakalářskou práci anonymizovala, a proto jsem jako substituční název výrobního podniku jsem zvolila jméno Automotiv. Firma Automotiv působí v českém prostředí více než 18 let. Vznikla jako jedna z dceřiných společností své japonské matky. Díky jejímu japonskému původu byl společně s cenným know-how do nově vzniklého kulturního prostředí firmy implementován i nespočet japonských metodik podporující štíhlé myšlení. Tyto pevné kulturní základy, inovativní přístup a vysoká produktivita práce jsou silnou konkurenční výhodou udržující podnik na špičce předních světových výrobců a dodavatelů automobilových komponent. Firma se zaměřuje na výrobu elektrických rotačních a elektronických součástek a dodává své výrobky zejména pro evropský trh automobilového průmyslu (Justice.cz, 2018).

Firma má ve svém portfoliu 4 hlavní produkty. Dané produkty nabízí různé modifikace modelů, které jsou kastomizované dle přání zákazníka a smluvené zakázky. Těmito hlavními produkty jsou:

- startéry;
- alternátory;
- elektronické posilovače řízení;
- e-motory.

Tržní situace je pro firmu velice pozitivní, v současné době firma neustále zaznamenává růst poptávky a do budoucna plánuje další rozšiřování produktové řady spolu se zvýšením výrobních kapacit. Pro představu o finanční situaci přikládám vývoj výsledků hospodaření v tisících korunách za posledních 15 let. Od počátku založení výrobního závodu se vývoj výsledku hospodaření víceméně zlepšoval s minimálními výkyvy až do roku 2009. Během hospodářské krize v roce 2008 a 2009 společnost dokonce vykazovala rekordních výsledků. Dopad krize ovšem dolehl na podnik výrazněji až v letech 2010-2012. Důvodem takto opožděného dopadu krize mohou být delší plány odbytu než v jiných odvětvích a dodávání takových komponent, např. pro nízkonákladové automobily, po kterých zpočátku krize

nebyla poptávka ovlivněna. Nicméně v posledních letech firma prosperuje a zůstává stále v černých číslech. Důvodem zlepšování prodejů je zvýšená poptávka zejména v zemích jižní Evropy v kombinaci se zvýšením poptávky ve třech hlavních zemích odbytu, kterými jsou Německo, Anglie a Francie. I přes nepříznivou politickou situaci spojenou s brexitem a snižování prodejů na rozvíjejících se trzích zaznamenává Automotiv neustále růst. Dle účetních výkazů samotné firmy je dalším neméně důležitým důvodem takto pozitivního trendu i udržování nízkého stavu zásob a zefektivnění výroby (Justice.cz, 2018).



Graf 2: Vývoj výsledku hospodaření v tis. Kč. Zdroj: vlastní zpracování dle Justice.cz (2018).

Automotiv lze zařadit dle definic Evropského společenství o velikostech podniků do kategorie velkých podniků, neboť počet zaměstnanců přesahuje počet 250 osob a roční obrat činí více než 50 miliónů eur (Průša, Ošťádal & Topolánek, 2006). Podnik můžeme rozčlenit do 5 hlavních útvarů či oddělení. Prvním a pro mou práci zároveň nejdůležitějším je oddělení výroby, o kterém se níže podrobněji zmíním v návaznosti na podnikovou strategii a probíhající programy. Oddělení výroby zaštiťuje řízení jakosti, produkce a engineering.

Pro plánování a řízení lidských zdrojů funguje v podniku samozřejmě i útvar HR. Firma zaznamenává v současné situaci při historicky nejnižší míře nezaměstnanosti na českém trhu práce spíše úbytek zaměstnanců a nedostatek pracovníků na operativních pozicích, přičemž potřeba lidského kapitálu se spíše zvyšuje. Úroveň kvalifikace nutné na pozice operátorů výroby není významně náročná a zaškolení na dané pracovní místo je možné realizovat během několika dnů. Hlavním posláním útvaru HR je dosáhnout nejen vysoké spokojenosti zaměstnanců, jejich nízké fluktuace, ale i správné komunikace a pochopení firemní kultury. Přijetí firemních hodnot a integrace do kulturního prostředí firmy jsou klíčovými prvky pro celkové dosažení vysoké produktivity práce nejen v oblastech štíhlého myšlení.

Dalším oddělením je oddělení materiálového řízení. Řízení zásob a materiálu probíhá na několika úrovních. Materiál je z velké části dodáván přímo od řídící společnosti

v Japonsku, případně matka zprostředkovává jeho dodání. Z důvodů snižování nákladů pochází ovšem část součástek i od lokálních dodavatelů. Oddělení materiálového řízení má tak mimo jiné na starosti vyjednávání a rozšiřování spolupráce s novými dodavateli na našem území. Zaměstnanci tohoto oddělení jsou nazýváni tzv. lokalizátory. Hlavní povinností oddělení materiálové kontroly je vytvoření denního plánu výroby na nadcházející měsíc a zajištění požadovaného materiálu, jehož objednávky se obyčejně provádí pro nadcházející čtyři měsíce. Mezi další úkoly patří také například zajištění dodávek energií a plynu do podniku. Útvar se tak musí soustředit na nalezení optimálního termínu a frekvence nákupu energií při minimálních cenách zdrojů.

Oddělení informačních technologií spravuje podnikové ERP systémy. Pro zpracování výrobních dat podnik využívá zejména svoje interně vyvíjené systémy, které jsou přizpůsobeny na míru potřebám podniku. IT oddělení pracuje na zlepšování funkcionalit systému a kontrolních mechanismů. Momentálně je velkým projektem tzv. systém *eFactory*, který by měl být schopen výrobní data v reálném čase plně automaticky reportovat. Na základě těchto rychle přístupných a kvalitních dat lze sledovat produktivitu a snadněji ji dokázat řídit. V současné době je většina dat z výroby sbírána stroji a příslušně transferovaná do podnikových systémů. Nicméně stále existují rezervy, kdy není možné sběr dat pomocí stroje zajistit, poněvadž práce je částečně vykonávaná manuálně. Pro přenos ostatních dat je ve firmě velice rozšířený program Excel, ve kterém se reportují například data o produktivitě zaměstnanců.

Posledním pilířem firmy Automotiv je environmentální management. Česká legislativa ukládá podnikům základní nařízení týkající se životního prostředí, které musí splňovat. Je na jejich společenské odpovědnosti, do jaké míry nad rámec legislativních povinností se firmy rozhodnou aspirovat. Firma Automotiv se však snaží k tomuto tématu přistupovat zodpovědně a zlepšovat své procesy nejen efektivnější výrobou, ale i lepším managementem odpadu - tříděním, recyklací nebo vzděláváním pracovníků o životním prostředí pomocí e-learningu. Důležitou strategií ve firmě je i snižování spotřeby energií, která nejen dokáže minimalizovat náklady, ale přispěje i k vytváření nižší uhlíkové stopy. Ve firmě proto bylo v letošním roce zavedeno úspornějšího osvětlení ve skladovacích prostorech, izolace budovy pro úsporu tepla a implementace rekuperačních jednotek kvůli lepšímu proudění vzduchu.

10 Politika kvality

Prioritou číslo jedna je kvalita, která představuje hlavní mantru celé firmy. Součástky, jež jsou dodávány do automobilů, nemohou být vadné proto, že by mohly znehodnotit celý vůz. Je tudíž nutné zabezpečit, že každý výrobek, který opustí výrobu, musí zcela splňovat své parametry. Výrobky prochází několika testy kvality, výkonovými testy a měřením. Automotiv se zavazuje plnit tyto parametry zaváděním metrik, jimiž se řídí. Maximální úroveň kvality by měla být splněna v obou aspektech, jak výroby, tak i výrobku. Ve firmě jsou nastavené cíle pro rok 2018, které požadují nulové reklamace zákazníků (100% externí kvalitu) a zlepšení výrobního procesu (interní kvality) v celkovém průměru o 10 % (Automotiv, 2018).

Ke znehodnocování a nenávratným ztrátám výrobků ve firmě dochází zcela výjimečně. V průběhu výrobního procesu stroj průběžně kontroluje požadované parametry, rozměry a přesnost polotovarů či součástek. Jakmile stroj narazí na nestandardní kus, proces na daném stroji se zastaví a výrobek je vyjmut z linky. V lepších případech je nutné výrobek pouze lépe usadit na paletu, což může být provedeno ihned samotným operátorem. Pokud je nestandardní kus například špatně sešroubován nebo jsou jednotlivé součástky nesprávně složeny, je výrobek rozmontován a opětovně vložen na linku v příslušné fázi procesu. Dochází tak pouze k úplné ztrátě šroubků či matek, které představují minimální náklady. Pokud se jedná o neobvyklou nekvalitu, je výrobek ponechán k přezkoumání kvalitářům, kteří výrobek hloubkově zkontrolují a případně opraví.

Problém se zachováním stoprocentní kvality je ohrožen distribucí, při níž jsou výrobky dováženy do externích skladů lodní či pozemní dopravou. Výrobky jsou skládány do kamionů na speciálních paletách. Může se ovšem stát, že během dopravy dojde uvnitř kamionu k posunu palet. I při malém posunutí nebo poškození části dodávky je nutné celou transportní dávku vrátit zpět do firmy a nechat ji prověřit, provést opětovně kontrolu kvality, sorting, testy a až poté může být výrobek znovu vyexpedován. Vrácení a opětovná kontrola může být ovšem velice nákladná a při velkém vytížení nebo krátkých dodacích lhůtách tím může být ohrožena kapacita externích skladů, a tak nenaplnění zákazníkova přání.

11 Proces objednávky a expedice

Před popisem průběhu objednávek a jejich vyřizování je nutné zdůraznit, že Automotiv je pouze závodem výrobním. Řízení poptávky a zajišťování odbytu vyrobené produkce není tedy v jeho kompetenci. Všechny objednávky přichází již předem nadefinované od jednotlivých prodejních útvarů z centrály sídlící v zahraničí. Prodejní centrála (Sales Office) má na starosti uzavírání většiny zakázek s výrobci automobilů po celém světě a poté zadává požadavky na výrobu společnosti Automotiv.

Celý proces začíná tím, že Automotiv přijme od jednotlivých prodejních center business plány prognózované na následujících 6-12 měsíců, které jsou základem pro hrubé stanovení plánu výroby i vývoj. Tyto plány vyráběných objemů si pak Automotiv s prodejními centrálami neustále vyměňuje a upřesňuje. Konkretizované objednávky pak dochází od prodejních center měsíčně. Zároveň se vždy v polovině měsíce tvoří i denní plán na měsíc následující.

Prodejní centra se primárně nachází ve 4 hlavních zemí odbytu – Velká Británie, Francie, Německo a Itálie. Trh automobilů je velice proměnlivý a nestabilní, plány se tudíž průběžně nejen upřesňují, ale mnohdy i zásadně mění. Prodejní centrály vyjednají se zákazníkem cenu, technické specifikace výrobku, strukturu modelů a předpokládané objemy. Automotiv pak od jednotlivých prodejních center dostává již konkrétní požadavky, které zpracovává lokální prodejní oddělení podniku. Na základě reportů a sdíleného informační systému má mateřská společnost přímý přístup k informacím o nákladech a aktuální vytíženosti výrobního závodu

Automotiv a může tomu přizpůsobit svá obchodní jednání. Pro přesné stanovení ceny a způsobu výroby se využívá testování prototypů, při němž se definuje zejména finanční náročnost, použití technologie a celkový výrobní postup přímo v lokálním prostředí pod dohledem kvalitářů.

V momentě, kdy je objednávka schválena a je dostatečně konkrétní, postupuje se na oddělení materiální kontroly výrobním plánovačům, kteří se starají o objednání a dodání potřebného materiálu. Materiál je z velké části importován z mateřské firmy či zbytku Asie, pro některé komponenty se však využívá i lokálních dodavatelů. Objednání a dodání materiálu je celkově časově náročný proces, který zabere okolo tří týdnů, neboť může být velice neflexibilní z důvodu využívání zejména lodní či pozemní dopravy. V případě větších odchylek od stanovených business plánů musí jednotlivé prodejní centrály ověřit kapacitní možnosti firmy Automotiv. Hlavním cílem je uspokojení zákazníkova přání, a tak v krajních případech může s předvýrobou vypomoci i mateřská firma, aby se zakázka mohla realizovat včas. Hotové výrobky se expedují v měsíci průběžně se stanovenými týdenními objemy. Výrobky putují do externích skladů, které spravují jednotlivé prodejní centrály, a tam jsou obvykle převzaty zákazníkem. Firma Automotiv disponuje i svými interními sklady, kde drží hlavně povinné servisní zásoby nazývané after sales. Jsou to zásoby produktů, jejichž výroba byla již ukončena. V případě reklamací se firma zavazuje daný model dodat nebo dovyrobit ještě po dobu následujících pěti let. Nevyhnutelné je také legislativně nařízené skladování pojistných zásob materiálu. V neposlední řadě Automotiv skladuje své hotové výrobky, jejichž objemy neustále fluktuují v maximální periodě 14 dnů. Vyráběné produkty firmy však nejsou zásadně náročné na skladovací plochy.

12 Výroba

Produktové portfolio obsahuje 4 základní výrobky – startéry, alternátory, e-motory a elektronické posilovače řízení. Od každého produktu se vyrábí široké rozpětí modelů. Jednotlivé modely jsou pro větší praktičnost řazeny do tzv. produktových rodin. V rámci jednotlivých produktových rodin se výrobky liší pouze nepatrnými rozdíly, jako je například obal, výkon či další nevýznamné modifikace, které neovlivní posloupnost výrobních operací. Každý typ výrobku má svou speciální linku. Ve výrobní hale jsou celkem 4 hlavní linky, které se dále dělí na sublinky či další doplňková stanoviště. Směnnost výroby záleží na jednotlivém produktu a velikosti poptávky. Stabilně se však využívají dvousměnné, třísměnné i čtyřsměnné provozy. Obecně můžeme charakterizovat výrobu v podniku Automotiv jako sériovou s velikostmi jednotlivých sérií pohybujících se v rozmezí 500–6000 kusů. Při plném provozu a maximálním využití kapacit je podnik schopen vyprodukovat denně až několik tisíc výrobků. Organizace výroby je proudová s převažujícím předmětným uspořádáním. Výrobek putuje postupně výrobní linkou až k expedici skrz jednotlivé operace, které jsou vykonávány automaticky výrobními stroji nebo manuálně. V některých případech je nutné výrobek opracovat na oddělených stanovištích, které nejsou kontinuálně spojeny s hlavní páteří linky. Příkladem může být stanoviště pro lisování či vkládání kotev do startérů, tato specializovaná stanoviště vykazují prvky technologického uspořádání. Výrobky opracované na těchto stanovištích je následně

nutné přesunout na hlavní výrobní linku. Plynulost výrobního procesu je přerušovaná. Výrobní linku je možné v průběhu výrobního procesu pozastavit bez rizika ohrožení kvality produktu. Ve výrobní technologii převažují zejména mechanické procesy.

Pro analýzu efektivnosti výrobního zařízení jsem si vybrala linku určenou pro výrobu startérů, proto se v následujících řádcích podrobněji zaměřím hlavně na popis výrobního procesu pouze tohoto produktu. Zkoumaná startérová linka se skládá ze dvou sublinek, které nesou názvy FNL (finální) a INS (inspekční). Na těchto dvou sublinkách probíhá hlavní výrobní a kontrolní proces. Předtím, než jsou komponenty vloženy do hlavního proudu operací, musí být předpřipraveny na menším specializovaném stanovišti CLT, kde probíhá lisování přední a zadní příruby, mazání spojky a hřídele a následné sestavení těchto komponent. Schéma layoutu startérové linky lze najít v příloze 1.

Na sublinku FNL, která je jako první v pořadí, vstupuje přední příruba, která je základním dílem pro sestavení startéru. Sublinka FNL obsahuje dohromady 24 stanovišť s 12 pracovními pozicemi, které musí být obsazeny operátory. Některá pracoviště vyžadují pouze manuální práci, jiná jsou plně automatická i poloautomatická. Průměrný cycle time na obou z popisovaných sublinkách je normou stanoven na 7,5 s. Z této hodnoty budu zároveň vycházet pro další výpočty v rámci OEE. Jednotlivé operace jsou rozděleny tak, aby měly přibližně stejný čas trvání, přičemž cycle time je určen úzkým místem, neboli nejdelší operací, která se vyskytuje právě na sublince FNL. Na první operaci sublinky FNL dojde k vložení sestavy přední příruby, následně proběhne automatické mazání příruby a vložení sestavy spojky s věncem planetové převodovky s hřídelí, která je opět promazána. Dále se vkládají jednotlivé dílčí komponenty, jako například kuličky, podložky, podpěry, těsnění či ozubená kolečka. Každé vložení komponentu poté vyžaduje vizuální nebo automatickou kontrolu sestavení, upevnění a mazání. Klíčovými operacemi jsou: montáž sestavy statoru, rotoru, montáž držáku kartáčů a zadní příruby. Po této kompletaci probíhá utahování spojovacích šroubů a matice M-terminálu. Před opuštěním sublinky FNL projde rozpracovaný výrobek ještě automatickou kontrolou výšky šroubu a matky, pro případnou detekci chyb.

Následuje sublinka INS přímo navazující na FNL. Tato sublinka je určena pro 10 výrobních operátorů s 5 hlavními stanovišti, přičemž některé z činností probíhají simultánně. Na této lince je výrobek již téměř kompletní a probíhá zde testování funkčnosti a kvality. Pokud na něm není odhalen nedostatek, postupuje ke zvukovému, bezzátěžovému a výkonovému testu. Na samém konci sublinky INS se po vizuální kontrole výrobku přidělí unikátní štítek. V poslední operaci je výrobek zabalen a vychystán do přepravního obalu na paletu pro další transport. Délka životního cyklu výrobku se pohybuje okolo 6 let.

Ve výrobě působí mimo samotných operátorů linek zároveň mistrová výroby, která koriguje celý výrobní proces a rozhoduje o posloupnosti modelů tak, aby byly splněny denní cíle. Zároveň přizpůsobuje výrobu vzniklým prostojům a reportuje vedení o stavu výroby. Na každé lince pracuje ještě tzv. keeper, který má na starosti pravidelné zavážení materiálu a jeho řízené stahování z linky při změně. Mimo jiné působí i jako zástup operátorů

v případě, kdy potřebují z osobních důvodů linku opustit. Náplní práce keeperů je v tomto případě udržet nepřerušovanou hladkou produkci. Poslední neméně důležitou roli u každé linky má opravář, který stahuje nekvalitní výrobky z linky a na odděleném pracovišti je opravuje. Po odstranění vad výrobků poté systematicky dbá o jejich navrácení do výrobního procesu.

13 Prvky štíhlé výroby v podniku Automotiv

Po průmyslové revoluci zaznamenalo využívání prvků štíhlého myšlení ve výrobě obrovský nárůst popularity hlavně díky excelentní schopnosti japonských podniků dosahovat vysoké produktivity práce. Firma Automotiv, která je ovlivněna svým japonským původem, nezůstává pozadu a plně si uvědomuje potenciál a užitečnost těchto principů. V následujícím textu postupně představím jednotlivé prvky štíhlé výroby, zmíněné v teoretické části mé práce, a jejich způsob implementace v podniku Automotiv. Informace v následující kapitole vycházejí především ze studie interních dokumentů firmy Automotiv, odborných konzultací s výrobním inženýrem Petrem Soukupem a z návštěvy výrobního závodu (13.4.2018).

Jeden z hlavních prvků štíhlé výroby, který je v podniku na první pohled možné zaznamenat, je vizualizace ve výrobním procesu. Na celé pracovní ploše si lze povšimnout tvarových obrysů krabiček, beden nebo pomocných nástrojů. Každý tento obrys, který lze vidět například na pracovním stole nebo podlaze, určuje specifické místo pro předmět, jenž se na daném místě má nacházet. Vedle obrysu předmětu je zároveň připojen i malý popisek s jeho názvem. Důvodem je snadné udržení pořádku a přehlednost výroby, která vede ke zvýšení produktivity. Bedny na součástky, odpad, nástroje, či zmetky jsou vždy jednotně barevně odlišeny tak, aby nedošlo k záměně předmětů. Červené boxy s přesně vytvarovaným otvorem pro specifický materiál nebo součástku jsou určené na zmetky. Modré boxy slouží pro odkládání tzv. NG masterů, což jsou zkušební výrobky pro testování funkčnosti automatických zařízení. Žluté boxy jsou pak vyčleněny pro výrobky určené na opravu. U každého stanoviště se rovněž využívají světelné semafory indikující stav zařízení. Zeleně svítící semafor oznamuje, že je vše v pořádku a stroj vyrábí. Oranžová barva značí klidový stav, kdy není porucha, ale zařízení momentálně nevyrábí z jiných důvodů. Červená barva naopak signalizuje poruchu a slouží jako praktické znamení pro přivolání buď opraváře nebo výrobního keepera. Na každé pracovní pozici jsou zároveň tabule vizualizující pracovní instrukce na daném místě, návod na správné nastavení stroje a postup při detekci nekvalitního kusu. Pracoviště jsou cíleně designována tak, aby i nezkušený pracovník mohl díky daným vizuálním pomůckám operaci provést. Všechny tyto činnosti jsou v podniku standardizované a zmapované. V pravidelných intervalech zároveň probíhá časové přeměřování pracnosti jednotlivých operací.

V návaznosti na lepší vizualizaci a organizaci pracoviště je využívána metoda 5S. V podniku působí tým proškolených pracovníků, kteří provádí v pravidelných intervalech audity 5S, jež jsou v podniku nadefinované. Největší výzvou pro Automotiv je oblast udržování a zlepšování 5S. Tým pracovníků proto pravidelně zkoumá výrobní realitu a vyhodnocuje odchylky od nastavených pravidel a zároveň se snaží najít nová zlepšení. Nejčastěji bývá

odhalena nadměrná koncentrace nečistot nebo používání pomocných nástrojů, které nejsou oficiálně zanesené do dokumentace.

Metoda SMED představuje téměř nejvýznamnější prvek štíhlé výroby využívaný v podniku, neboť ztráty na dostupnosti kvůli častým změnám výrobních programů představují majoritní skupinu. Nevýhodou je, že nelze nikdy předem přesně stanovit počet nutných přetypování. Vše záleží na konkrétním denním plánu a celkovém stavu plnění objednávek. Přetypování může mít zároveň několik podob, které se liší svou časovou i materiálovou náročností. V podniku byl stanoven cíl pro jedno přetypování na 10 minut. Jedná-li se o zásadní změnu ve vyráběném modelu, je na přetypování nutná pomoc ostatních pracovníků, jako jsou keepeři nebo specializovaní technici. Jejich pomoc je nutná v případech, kdy dané úkony pro přetypování nemohou vykonávat řadoví operátoři, protože se například pracuje s vysokým napětím, magnetizérem nebo je zapotřebí větší fyzická zdatnost.

Snahou je připravit maximum možných přípravků, materiálu i nástrojů předtím, než dojde k ukončení výroby dosavadního modelu, neboli tzv. převést interní činnosti na externí. Nastavení strojových počítačů na nový model však musí proběhnout až po projetí posledního kusu předcházející série. Všechny činnosti nutné pro seřízení strojů jsou v podniku zaznamenány pomocí video záznamů a mají normou stanovené časy pracnosti jednotlivých činností. V dokumentaci pro metodiku SMED jsou identifikovány činnosti externí i interní, které jsou přirazeny jednotlivým operátorům s ohledem na vyvážení, produktivitu, kvalitu i kvalifikaci zaměstnance. Analýzu metodiky SMED pravidelně zkoumá inženýr výroby, který zároveň učí zaměstnance standardizovaným postupům, neboť se jedná o náročnější činnosti. Dokumentace a postupy SMED jsou v pravidelných intervalech analyzovány, zhodnocovány pomocí postupů metody PDCA a neustále zlepšovány. V příloze 2 je přiložena obrazová ukázka postupu pro seřízení výrobního zařízení na vybrané pozici, která je běžně pracovníkům ve výrobě dostupná. Pro evidenci norem jsou pak jednotlivé činnosti zaznamenávány do tabulek v programu Excel spolu s postupy vztahujícími se ke každé pracovní pozici s časovými i vizuálními schématy. Časové normy úkonů vychází ze zkoumaných video záznamů a jsou založeny na expertním odhadu. Začátek externích činností má na starosti většinou mistrová výroby, která dá pokyn k jejich přípravě. Spouštěčem akce interních činností je projetí posledního kusu určitého modelu pozicí.

V rámci řízení kvality u zdroje a předcházení vzniku nekvalitních kusů se využívá metody Poka-joke i Jidoka. U každého automatizovaného zařízení by měla ideálně existovat automatická detekce nestandardního výrobku, jenž by neměl linkou projít dále. Na vývoj této funkcionality se zaměřují především výrobní inženýři. V Automotivu se využívají testovací výrobky neboli NG mastery, kterými se ověřuje schopnost stroje detekovat nekvalitu před každým začátkem výroby nového modelu. Tyto testovací výrobky mají záměrně nestandardní parametry, které stroj sleduje. Všechny tyto výrobky jsou modré barvy, aby nedošlo k jejich záměně za kvalitní. „Chybuvzdornost“ zase lze nalézt v podobě mechanických zábran, například na konstrukci řetězového dopravníku, na kterém výrobky putují linkou. Nosič je navržen tak, aby do něj výrobek přesně zapadl a nebylo na něj možné vložit nesprávný model či velikost součástky. Obdobně i při sestavování produktu, kdy je

potřeba manuálně smontovat jednotlivé součástky, jsou na každém boxu s materiálem namontovaná čidla, která zaznamenávají správnou posloupnost odebíraných součástek. V případě nedodržení nastavené posloupnosti dá systém zvukový i světelný signál a nepustí výrobek dál.

Podnik využívá i principů techniky Kanban. V průběhu toku výroby se využívá tento systém zejména u závěrečných operací, při nichž probíhá kontrola kvality. Každý výrobek, který byl vizuálně zkontrolován je operátorem označen barevným fixem, jež indikuje, že výrobek může být vychystán. Každý operátor má svou barvu fixu, což umožňuje dohledat člověka zodpovědného za případně vzniklé nesrovnalosti. Samotný výrobní stroj označí kvalitní výrobek razítkem, což informuje posledního operátora o tom, zda může být zabalen a vyexportován. Kanban, jako požadavek na doplnění materiálu, se využívá v podobě rysek v boxech s materiálem. Sníží-li se stav zásob do takové míry, že je ryska viditelná, operátor je povinen zadat požadavek na doplnění. Kanban, informující o stavu výroby, představují magnetické kartičky připevněné na rozpracovaný výrobek při střídání směn. Operátor na nich zanechá informaci, že operace na dané pozici ještě nebyla dokončena a potřebuje být finalizována příchozím zaměstnancem. Pro komunikaci zbylých informací mezi jednotlivými operátory nebo vedením se využívá online systém nebo bezdrátová komunikace vysílačkami, kterými jsou vybaveni operátoři.

Racionální uspořádání operací a štíhlý layout linky je pak výsledkem implementace jednotlivých metod. Proud výroby směřuje ve výrobním závodě k expedici a prostor pro hotové výrobky je standardizován tak, aby se na něj vešla produkce o 5 paletách. Při kadenci linky je tento objem vypočtený tak, aby povolaní zaměstnanci byli schopni výrobky připravit k přesunu do externích skladů nebo vyexpedovat a zároveň nevznikaly nadměrné zásoby hotových výrobků v místě výroby. Údržba výrobních zařízení a celých prostor je autonomní i plánovaná. Každý operátor je povinen udržovat pořádek na svém pracovišti a zodpovídá za své zařízení. V podniku zároveň probíhají generální údržby a revize, zejména v letních měsících a o víkendech, aby co nejméně zasahovaly do výrobního procesu. Pro tyto údržby existuje speciální kalendář a vede se dokumentace o jednotlivých činnostech prováděných v rámci údržby.

14 Výpočet efektivnosti zařízení

Jako jeden z prvků metody TPM je zvyšování efektivnosti výrobního zařízení. Abychom mohli efektivnost zvyšovat, je nutné ji umět správně změřit a odhalit nedostatky. V následujícím textu bude provedena hloubková analýza efektivnosti výrobního zařízení a její propočet na startérové lince. Motivací pro výběr startérové linky byla míra jejího využití a potřeba zmapovat efektivnost daného zařízení. Data, která byla pro výpočet použita, byla částečně čerpána z informačního systému Oracle. Dalším zdrojem potřebných dat byly hodnoty naměřené z výroby sledující časové ztráty z výkonu způsobené detekcí nekvalitních kusů. Posledním zdrojem informací byly excelové soubory sledující důvody vzniklých prostojů zaznamenaných mistrovou výroby. Operace, které se na lince provádějí, jsou vykonávány stroji i manuálně. Při manuální práci na výrobku se příslušný operátor operace

přihlásí na danou pracovní pozici čipem a tímto způsobem je po dobu jeho práce zaznamenáván čas výroby do systému.

Data z výroby jsou dostupná v systému téměř okamžitě s pravidelnou synchronizací 15 minut, což umožnuje řídícím pracovníkům rychle reagovat na vzniklé problémy nebo přizpůsobit produkci neočekávaným skutečnostem. Podnik si tento informační systém sám spravuje, tudíž v případě potřeby může výroba požádat IT personál o drobné změny a nadefinovat si jednoduše identifikátory, které chce sledovat. Ze systému je zároveň možné získat různé reporty a přehledy informací díky flexibilní možnosti filtrování dat v systému. Pro aplikaci metodiky OEE mi byla poskytnuta výrobní data za celý měsíc listopad, na nichž jsem výpočet metriky aplikovala. Výpočet jsem prováděla odděleně za ranní a odpolední směnu pro každou sublinku zvlášť. Výroba (konkrétně startérů) probíhala v celém měsíci ve dvousměnném provozu. Obě dvě směny se od sebe liší zejména způsobem ukončení výrobního procesu. V rámci ranní směny trvá ukončení výroby velice krátkou dobu, protože linka nevyjíždí a výrobky připravené pro odpolední směnu se na ní nechávají v rozpracovaném stavu. Operátoři odpoledních směn tak pouze nastoupí k lince, která je téměř ihned připravena vyrábět. Na konci odpolední směny je naopak nutné výrobu ukončit a celou linku vyjet. Součástí této činnosti je i úklid pracoviště. Z tohoto důvodu je celý proces ukončení výroby neboli end-up výrazně delší. Další odlišností mezi oběma směnami je ranní zahájení výroby zvané start-up. Tento proces zahrnuje prvotní nastavení strojů, rozvržení práce a přípravu materiálu. V zásadě trvá déle než změny modelů a seřízení linek. Na základě těchto daných skutečností jsme se s vedoucím výroby usnesli, že pro přesnější analýzu ztrát bude výhodné ukazatel rozdělit v rámci ranního a odpoledního režimu, aby poskytl konkrétnější informace.

14.1 ETA

Jak již bylo zmíněno, k analýze efektivnosti výrobního zařízení používá firma Automotiv trochu odlišnou metriku, kterou nazývají ETA. Tento ukazatel spolu s názvem byl převzat od mateřské společnosti jako povinný nástroj pro reporting o efektivnosti a produktivitě výrobního stroje. Do výpočtu ukazatele ETA vstupují stejné prvky jako u OEE, a tudíž po dosazení do vzorce dostaneme i totožnou hodnotu efektivnosti výrobního zařízení jako u OEE. Vzorec pro výpočet je následující:

$$ETA = \frac{norma_{ks}}{\left(\frac{Plánovaný\ výrobní\ čas}{Skutečný\ počet\ vyrobených\ kusů}\right)}$$

Zdroj: vlastní zpracování dle interních dokumentů.

, kde norma je teoretická maximální možná rychlost linky na nejdelší operaci neboli cycle time a udává se v sekundách na kus. Plánovaný výrobní čas je pak nutné dosadit taktéž v sekundách.

Normy cycle time jsou ve většině případů nadefinované od mateřské společnosti a případně upraveny a schváleny odborným pracovníkem ve firmě Automotiv. Ukazatel ETA je v podniku určen pro každou linku a slouží jako dílčí informace při plánování výroby a propočtu času potřebného pro zhotovení zakázky. S tímto ukazatelem nejčastěji pracují normovači, kteří na základě svých odborných zkušeností dokáží zhodnotit závažnost vykazovaného ukazatele a rozhodnout o přijetí nápravných opatření.

Cílem firmy Automotiv a též i mé práce je však pomocí výpočtu pro zjištění efektivnosti výrobního zařízení snadno a rychle odkrýt možné nedostatky a identifikovat klíčové oblasti pro další zlepšování. K tomuto účelu lépe poslouží ukazatel OEE, který nabízí podrobnější rozklad na jednotlivé zlomky a poskytne tak více analytické hledisko na efektivnost výrobního zařízení z pohledu dostupnosti, výkonu a míry kvality.

14.2 OEE

Pro výpočet ukazatele OEE jsem využila dat z databáze Oracle. V příloze 3 je ilustrační snímek obrazovky databáze, obsahující potřebná výrobní data za měsíc listopad. Interpretace jednotlivých položek souboru mi byla poskytnuta v rámci pravidelných setkání s manažerem výroby. Z databáze lze vyfiltrovat daný kód sublinky, model výrobku, popis stavu výroby nebo typ směny. Jednotlivé řádky reportu pak reprezentují změny stavů výrobního procesu v průběhu dne. U daných stavů je zároveň možné vidět i jejich délku trvání. V případě výrobního času zde nalezneme i počet vyrobených kusů, tempo výroby v kusech za hodinu, průměrný čas cyklu operace a tempo výroby vyjádřené v procentech. Sloupec „description“ neboli popis stavu výroby je důležitý především pro analýzu jednotlivých prvků OEE a přiřazení daného času ke správnému ukazateli. Systém podniku Automotiv je schopen zaznamenat a rozlišit následující stavy, pro které využívá níže uvedených anglických názvů s doplněným českým překladem:

- výrobní čas (uptime),
- neplánovaný prostoj (down),
- přetypování linky (change over),
- přestávky na oběd (lunch) a oddech (break),
- úseky před a po přestávkách (before a after break),
- rozběh linky (start-up),
- vyjetí linky (end-up).

V následujícím textu bude na základě těchto dat vypočítán parametr dostupnosti, výkonu a míry kvality za každou směnu i sublinku v měsíci listopadu. Způsob výpočtu a komentáře k jednotlivým krokům uvedu v jednotlivých podkapitolách.

14.2.1 Dostupnost

Výpočet dostupnosti je jeden z nejkomplexnějších výpočtů v rámci ukazatele OEE. Dokáže nám odhalit, které nevýrobní ztrátové operace nejvíce ovlivňují výslednou efektivnost stroje.

Ukazatel poskytuje pohled na míru využití předem plánovaného času výroby. Ve výrobní realitě nikdy nenastává skutečnost, kdy by byl stroj využit na maximum svého času plánovaného pro výrobu. Podnik se proto snaží mít pod kontrolou faktory, které mohou výraznou měrou jeho využití ovlivňovat.

Nejprve bylo nutné vypočítat celkový plánovaný výrobní čas (T_{plan}). Výroba ve zkoumaném období probíhala pouze v pracovních dnech, tudíž jsem vycházela z kalendářního počtu 21 pracovních dní zohledňující zároveň i státní svátky v měsíci listopadu. Ranní směna počíná výrobu každý den vždy přesně v 5:55 ráno, kdy operátoři nastoupí k výrobním linkám, a končí v 14:10. Na ranní směnu vzápětí v 14:10 navazuje směna odpolední a výrobní proces končí celkovým vyjetím linky ve 22:25. Celkový teoretický čas výroby tedy vychází na osm hodin a patnáct minut. Tento čas však zahrnuje zároveň 30 minutovou přestávku na oběd a dvě desetiminutové přestávky na oddech. Přestávka na oběd se z legislativního hlediska neproplácí a je nařízena zákonem, tudíž je při výrobním plánování již předem zohledněna a lze ji od plánovaného výrobního času odečíst. Práce spojené s monotonií, nebo s výkony s určeným tempem, jako je tomu u pásové výroby, vyžadují ze zákona zároveň bezpečnostní přestávky nebo nutné střídání činností zaměstnanců (Hrubá, 2013). Přestávky jsou ve firmě stanoveny dvakrát během každé směny po 4 hodinách na 10 minut. Tyto přestávky na oddech jsou plně propláceny podnikem. Kvůli vynaloženým nákladům by se o nich dalo uvažovat jako o ztrátovém času, nicméně z důvodu povahy výroby a možnostech rotace pracovníků jsou tyto přestávky nevyhnutelné a jeví se jako optimální řešení. Výrobní plánovači tak vždy počítají i s těmito typy přerušení produkčního procesu, a proto plánovaný výrobní čas ponížím i o tento úsek. Další faktor, který by se zde mohl zohledňovat, jsou plánované generální údržby, ty však ve zkoumaném měsíci nejsou uvažovány, a v tomto případě tak výpočet neovlivní. V následující tabulce je uveden výpočet plánovaného výrobního času (T_{plan}) v minutách a je totožný pro obě směny:

Celkový dostupný čas	
ranní/odpolední směna:	495 minut
Nevyužitý čas	
přestávka na oběd:	30 minut
přestávka na oddech (2x10):	20 minut
Plánovaný výrobní čas (T_{plan})	
Plánovaný výrobní čas (den):	445 minut
Plánovaný výrobní čas (měsíc):	**9345 minut**

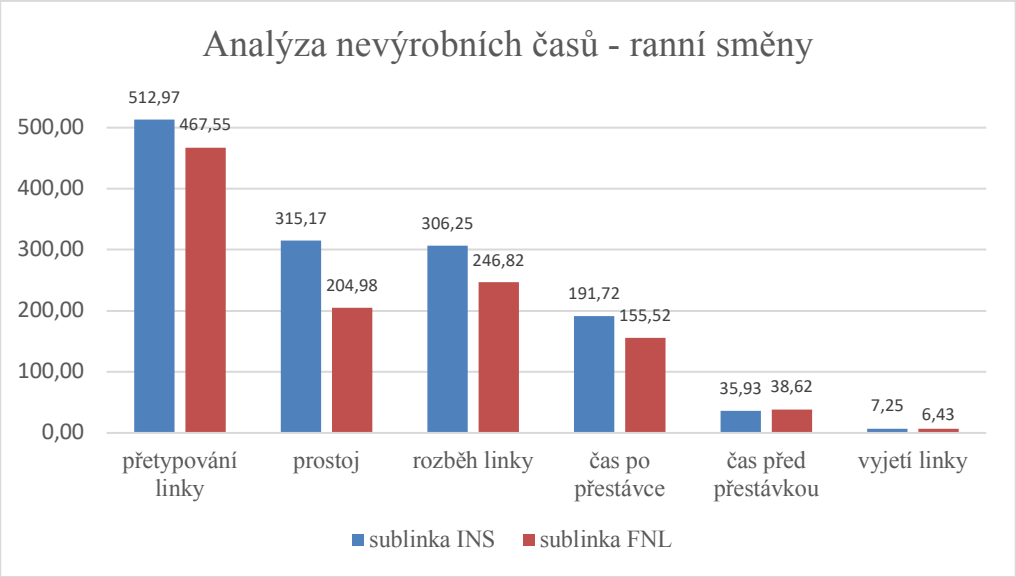
Tabulka 1: Výpočet plánovaného výrobního času. Zdroj: vlastní zpracování.

Z teoretické části mé práce vyplývá, že míru dostupnosti zařízení získáme podílem skutečného výrobního času (T_{sk}) a plánovaného výrobního času (T_{plan}). Skutečný čas výroby zjistíme dle vzorce odečtením plánovaných i neplánovaných prostojů od plánovaného výrobního času. Jednotlivé nevýrobní časy, které je nutno odečíst, jsem vyfiltrovala z databáze a sečetla v rámci celého měsíce za každou sublinku a směnu. V následující tabulce je přehled všech nevýrobních časů v minutách za měsíc listopad:

Ztráty z dostupnosti:	ranní směna		odpolední směna	
	INS	FNL	INS	FNL
přetypování linky	512,97	467,55	327,60	246,30
prostoje	315,17	204,98	212,28	307,93
rozběh linky	306,25	246,82	163,77	97,63
čas po přestávce	191,72	155,52	121,02	134,97
čas před přestávkou	35,93	38,62	13,42	8,45
vyjetí linky	7,25	6,43	137,72	169,38
Celkem:	1369,28	1119,92	975,80	964,67
Skutečný výrobní čas (T_{sk}):	**7975,72**	**8225,08**	**8369,20**	**8380,33**

Tabulka 2: Ztráty z dostupnosti a výpočet T_{sk}. Zdroj: vlastní zpracování-

Pro identifikaci nejdelších prostojů, které ovlivňují ukazatel dostupnosti, jsem vytvořila sloupcový graf porovnávající součty nevýrobních časů v měsíci listopadu sublinek FNL a INS odděleně pro ranní a odpolední směny v minutách:

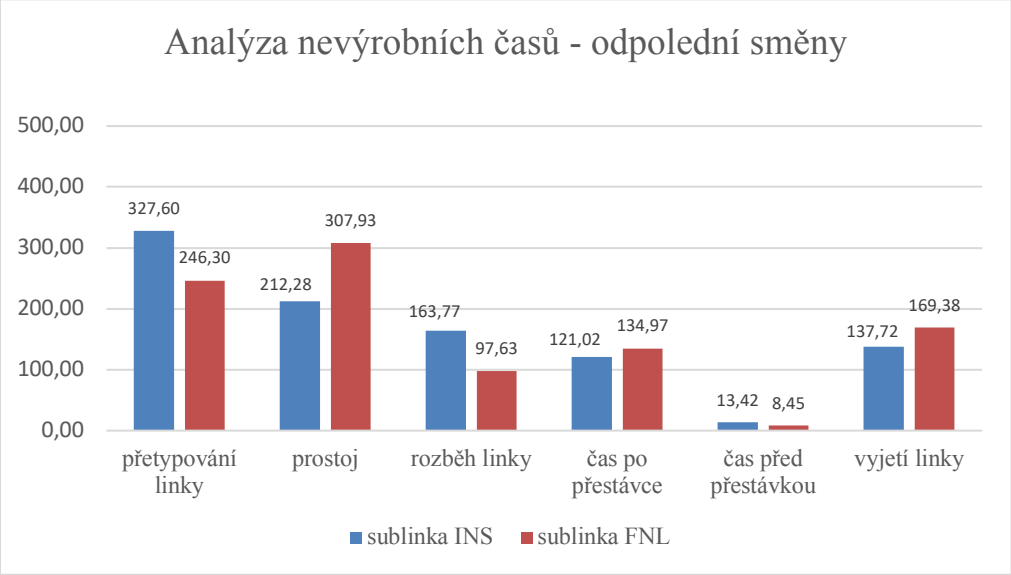


Graf 3: Analýza nevýrobních časů – ranní směny. Zdroj: vlastní zpracování dle interních dokumentů.

Z grafu 3 pro ranní směny lze vypozorovat, že součet nevýrobních časů v listopadu pro sublinku INS dosahuje téměř pokaždé vyšších hodnot než u sublinky FNL. Na sublince INS probíhá finální testování hotového produktu a balení. Největší ztráty na dostupnosti v rámci ranních směn zapříčiňuje přetypování linky. Tyto změny výrobního programu neboli change-overy nastávají během dne několikrát a nikdy se předem neví, kolikrát za den bude nutné změnu provést. Nutnost změny se odvíjí od urgentnosti poptávky. Přicházející požadavky jsou zároveň velice proměnlivé, a tak je komplikované předpovídat počet nutných změn. Ztráty na dostupnosti způsobené změnami výrobního typu představovaly v měsíci listopadu 35 % z celkových nevýrobních časů napříč všemi směnami i linkami. Pro zvýšení efektivnosti se Automotiv snaží provádět maximum úkonů nutných pro změnu výrobního programu externě neboli tak, aby nesnižovaly výrobní kapacity a byly zajištěny operátorem ještě během výroby modelu předcházejícího. Tento postup však může být zejména u sublinky INS a ostatních elektronických zařízení problém. Automatizovaná

testovací zařízení většinou vyžadují přenastavení parametrů řídící jednotky téměř při každé změně modelu. Zároveň je zpravidla nutné nejprve finalizovat celou sérii a až poté je operátor linky schopen změnit parametry na ovládací jednotce pro model následující. V některých případech může naopak trvat přetypování linky jen zlomek minuty proto, že se mění pouze obal výrobku, který nijak neovlivňuje zbytek výrobního procesu.

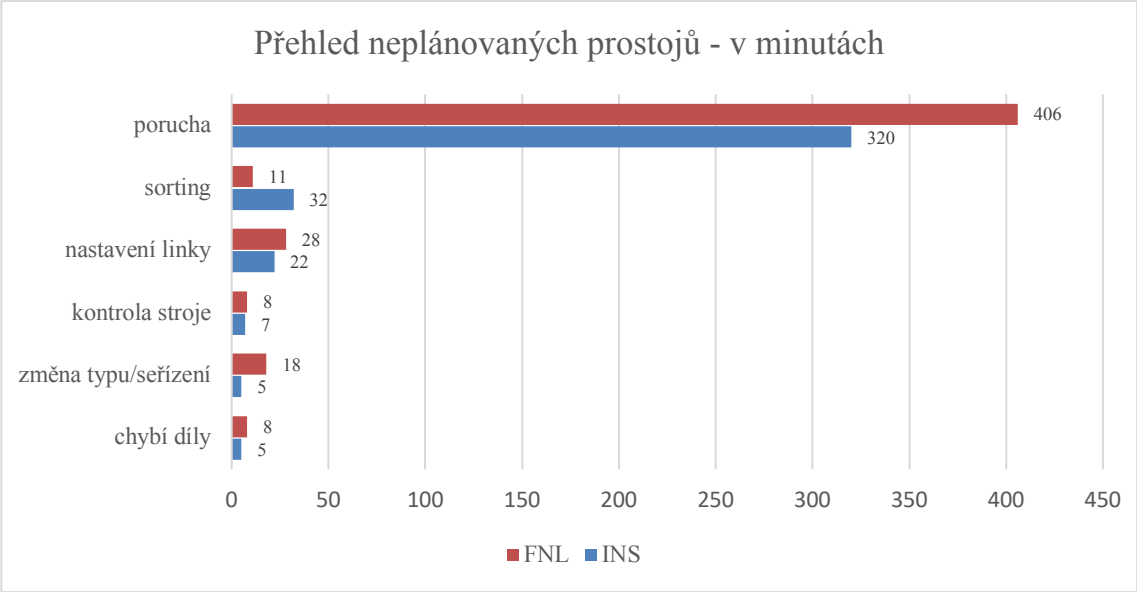
Rozběh linky (start-up) zahrnuje nástup zaměstnanců, krátkou poradu, kdy mistrová dané směny rozdělí práci a přednese plán pro daný den. Start-up činnost zahrnuje i nastavení stroje, vložení prvního kusu a zapsání parametrů pro první výrobek. Průjezd prvního kusu proto trvá o něco déle než normované tempo, jelikož se parametry musí zapisovat ručně. Za prvním kusem již na lince putují další výrobky. V časech po a před přestávkou jsou započteny přesuny pracovníků do jídelní haly nebo na přestávku a zpět na danou pozici, součástí je také znovuobnovení nebo zastavení výrobního procesu. Všechny tyto časy je vhodné sledovat, jelikož se s jejich délkou dá snadněji pracovat, vzhledem k tomu, že z velké části závisí pouze na rychlosti samotného pracovníka a racionálního uspořádání jeho úkonů. Úhrnný pohled na nevýrobní časy odpoledních směn v grafu 4 naopak vykazuje poněkud rozdílné hodnoty. Ačkoliv zde přetypování linky můžeme rovněž označit jako jednu z klíčových ztrát na dostupnosti, výrazný nárůst prostojů vidíme i u operace vyjetí linky a převahu celkových prostojů na sublince FNL. Rozběh linky je zde výrazně kratší, jelikož operátorům odpoledních směn odpadá několik aktivit nutných pro rozjezd celé výroby. Součástí odpoledního rozběhu linky je pouze porada a nástup k výrobním strojům. Důvodem zvýšených nevýrobních časů u vyjetí linky je nutné ukončení výroby v druhé směně a úklid. Ideálně je výroba naplánována tak, aby se v odpolední směně stihla dovyrobit celá série, či alespoň daná výrobní dávka. Pokud se tak nestane, dojde na začátku následujícího dne opět ke zvýšení prostojů kvůli nutnosti dodatečného přetypování.



Graf 4: Analýza nevýrobních časů – odpolední směny. Zdroj: vlastní zpracování dle interních dokumentů.

Dalším významným ztrátovým časem v rámci dostupnosti jsou v obou směnách neplánované prostoje, v systému označovány jako *down*. Ty se zaznamenávají v případě

zastavení linky s trváním delším jak dvě minuty. Takové zastavení linky je způsobeno nejčastěji neočekávanou poruchou, čekáním na materiál, nutností znovu seřízení stroje či z důvodu čištění. Všechny neplánové prostoje je mistrová výroby povinna zaznamenat do systému a uvést důvod vzniku. Tato data, která se zaznamenávají manuálně do souboru excel, se po konci každé směny nahrají do systému ERP, jenž je synchronizuje s automaticky snímanými daty u jednotlivých zařízení. V následující grafu 5 jsou uvedeny prostoje nejčastěji se vyskytující v měsíci listopadu v minutách, na základě kterých si lze udělat přehled o významnosti nejdelších prostojů. Nejdelší nevýrobní prostoje byly na základě grafu 5 identifikovány z důvodu poruch, třídění materiálu a nastavování linky:



Graf 5: Přehled neplánovaných prostojů. Zdroj: vlastní zpracování dle interních dokumentů.

Dle vzorce pro výpočet míry dostupnosti a dosazením hodnot z datového souboru pro sledované sublinky získáváme následující hodnoty, kde všechny časy jsou uvedeny v minutách:

	Ranní směna		**Odpolední směna**	
	INS	FNL	INS	FNL
Plánovaný výrobní čas (T_{plan}):	9345	9345	9345	9345
Skutečný výrobní čas (T_{sk}):	7975,72	8225,08	8369,20	8380,33
Dostupnost:	**85,3 %**	**88,0 %**	**89,6 %**	**89,7 %**

Tabulka 3: Výpočet dostupnosti. Zdroj: vlastní zpracování dle interních dokumentů.

Vypočtené hodnoty míry dostupnosti zařízení jsou celkově velice uspokojivé. Největší rezervy vznikají na místech, která byla v textu zmíněna výše. Nejnižší dostupnost 85,3 % byla zaznamenána na sublince INS v ranní směně, která byla z velké části zapříčiněna dlouhými časovými úseky spotřebovanými na přetypování linky, poté vzniklými prostoji a delšími ranními rozběhy linky.

14.2.2 Výkon

Další důležitou složkou ukazatele OEE je výkon. Ztráty z výkonu vznikají například sníženou rychlostí linky, nešikovností obsluhujících pracovníků, technickým stavem stroje či špatným nastavením procesů na lince. Ukazatel výkonu poměřuje očekávaný čas spotřebovaný na výrobu se skutečným výrobním časem, který byl na zhotovení výrobků využit. Norma cycle time pro linku na výrobu startérů byla stanovena na 7,5 sekundy neboli 0,125 minuty. Vynásobením této normy a počtem skutečně vyrobených kusů v měsíci listopadu získáme předpokládaný čistý čas výroby v minutách a z něj vypočteme ukazatel výkonu zařízení dle poměrového vzorce:

	Ranní směna		**Odpolední směna**	
	INS	FNL	INS	FNL
Počet vyrobených kusů:	53402	54568	58412	57895
Norma na jeden kus (v min.)	0,125	0,125	0,125	0,125
Čistý výrobní čas (T_{net}):	6675,25	6821	7301,5	7226,625
Skutečný výrobní čas (T_{sk}):	7975,72	8225,08	8369,20	8380,33
Výkon:	**83,7 %**	**82,9 %**	**87,2 %**	**86,4 %**

Tabulka 4: Výpočet míry výkonu. Zdroj: vlastní zpracování dle interních dokumentů.

Pro přesnější odhalení úzkých míst lze ztráty z výkonu dále podrobněji analyzovat. V úvodním popisu firmy Automotiv byla zdůrazněna významnost 100% kvality výstupních výrobků. Aby se zcela redukovala produkce nekvalitních výrobků, provádí se řada zkušebních testů na výstupu i v průběhu výrobního procesu. Detekce vadného kusu při testování, jeho následné vyjmutí z linky, případně samotná oprava a opětovné vložení na linku však zapříčiňují ztráty na výkonu zařízení. Měřením ve výrobě bylo zjištěno, že výskyt jednoho nekvalitního výrobku (NG kusu) průměrně představuje ztrátu 11,25 sekundy na sublince INS a 18,75 na sublince FNL. Výrobní systém dokáže počet těchto vzniklých nestandardních kusů zaznamenat. Stejně tak zaznamenává i krátká zastavení linky, která jsou pod limit dvou minut. Zastavení linky přesahující dvě minuty jsou snímána jako čas nečinnosti zařízení. Díky těmto informacím lze snadněji odlišit ztráty vznikající z důvodu technického stavu zařízení (produkce nestandardních kusů) a ztráty z ostatní běžné fluktuace. V následující tabulce je uveden počet nestandardních výrobků a procentuální podíl ztrát z detekce těchto nekvalitních výrobků na celkových ztrátách z výkonu:

	Ranní směna		**Odpolední směna**	
	INS	FNL	INS	FNL
Počet NG kusů:	1745	1261	1804	1117
Ztráta z 1 NG kusu (v min.):	0,19	0,31	0,19	0,31
Celkové ztráty z výkonu (v min.):	1300,47	1404,08	1067,70	1143,46
Ztráty z výskytu NG celkem (v min.):	327,19	394,06	338,25	349,06
% podíl NG kusů na ztrátách z výkonu:	**25,2%**	**28,1%**	**31,7%**	**30,5%**

Tabulka 5: Analýza ztrát z výkonu. Zdroj: vlastní zpracování dle interních dokumentů.

Procentuální podíl ztrát na výkonu z důvodu detekce a práce s nekvalitními kusy jsem vypočetla pomocí naměřeného času, který se využije na práci s nekvalitními kusy, a poměřila ho s absolutními ztrátami z výkonu.

14.2.3 Kvalita

Sledováním výstupů zjišťujeme, že k úplným ztrátám a vyřazení výrobků z důvodu nepřijatelné kvality vůbec nedochází, neboť žádné výrobky nejsou v průběhu výroby zničeny či nenávratně vyřazeny z procesu. U výroby startérů dovoluje technologie i konstrukce samotného výrobku jednotlivé součástky rozmontovat a opravit, aby mohly být opět vráceny na linku. K úplnému znehodnocení a vyřazení hlavních komponent v zásadě nedochází. Nepřesnosti a důvody vyřazení výrobků z linky většinou zapříčiňuje nepřesné sešroubování nebo nestandardní smontování jednotlivých komponent, které je možné snadno odstranit. Jediné úplné ztráty, které tak vznikají představuje pouze spojovací materiál, jež je finančně zanedbatelný, a proto ho nebudu ve výpočtu brát v úvahu. Pokud u výrobku dojde k zjištění závažnějších nekvalit týkajících se funkčnosti vnitřního zařízení, putuje výrobek na hlubší přezkoumání a opravu ke kvalitářům, kteří problém odstraní.

	Ranní směna		**Odpolední směna**	
	INS	FNL	INS	FNL
Vyrobené kusy:	53402	54568	58412	57895
Vyřazené kusy:	0	0	0	0
Kvalita:	**100 %**	**100 %**	**100 %**	**100 %**

Tabulka 6: Výpočet kvality. Zdroj: vlastní zpracování dle interních dokumentů.

Ukazatel kvality tak vychází 100 %, přičemž je nutné mít na paměti, že nenávratné ztráty na kapacitě způsobené reworkovanými kusy jsou součástí ukazatele výkonu. Po zjištění všech dílčích ukazatelů lze vypočítat parametr OEE vynásobením jednotlivých hodnot:

	Ranní směna		**Odpolední směna**	
	INS	FNL	INS	FNL
Dostupnost:	85,3 %	88,0 %	89,6 %	89,7 %
Výkon:	83,7 %	82,9 %	87,2 %	86,4 %
Kvalita:	100 %	100 %	100 %	100 %
OEE	**71,4 %**	**73,0 %**	**78,1 %**	**77,3 %**

Tabulka 7: Celková efektivnost výrobního zařízení. Zdroj: vlastní zpracování dle interních dokumentů.

Ukazatel OEE se u obou linek pohybuje v rozmezí 70–80 %, což je v porovnání s ostatními výrobními podniky stále velice uspokojivé. Na odpoledních směnách lze zaznamenat slabší nárůst využití zařízení v porovnání s ranními směnami. Rozdíl může být způsoben pomalejším rozběhem linky při ranním start-upu či odlišnou výkonností pracovníků. Jednotlivé složky ukazatele celkové efektivnosti výrobního zařízení a dodatečná data uvedená v tabulkách nabízejí širší spektrum pro odhalení prostorů na zlepšení, a proto můžeme snadněji identifikovat původ vzniku snížené efektivnosti a kapacity.

14.3 Doplňující ukazatelé TEEP a NEE

Mimo ukazatel OEE jsme dále schopni zkoumat celkové využití výrobního zařízení, a to z pohledu kalendářního času. Tento ukazatel nás informuje o míře využití zařízení v rámci celého dne, týdne nebo měsíce. Firma Automotiv využívá rozdílný počet směn pro jednotlivé výrobky. Výroba startérů na dvou zkoumaných linkách probíhá ve dvousměnném provozu, v posledních měsících však firma zaznamenala zvýšenou poptávku po startérech, a byla tak nucena zvážit vhodnost nastavené směnnosti, aby byla schopná uspokojit stoupající se poptávku. Tento ukazatel tak může být využit jako pomůcka při rozhodování o počtu směn a využití zařízení v rámci celé kalendářní jednotky. Pro jeho výpočet je nutné zjistit stupeň využití zařízení, který se vypočte jako podíl současného disponibilního času na výrobu zahrnující přestávky na oběd i oddech a kalendářním časem 24 hodin v minutách. Postup výpočtu je demonstrován v následující tabulce:

	Ranní směna		**Odpolední směna**	
	INS	FNL	INS	FNL
Teoretický čas provozu (24 hod.):	1440	1440	1440	1440
Dvousměnný provoz s přestávkami:	990	990	990	990
Stupeň využití:	69 %	69 %	69 %	69 %
TEEP	**49,1 %**	**50,2 %**	**53,7 %**	**53,2 %**

Tabulka 8: Ukazatel TEEP. Zdroj: vlastní zpracování.

Ukazatel TEEP vykazuje celkovou produktivitu okolo 50 %, taková hodnota již může výrazněji ovlivňovat kapacitu výroby, a měla by se proto zvážit její významnost v případě zvýšené poptávky. Zároveň může prakticky informovat výrobní plánovače o velikosti nevyužité kapacity kalendářního dne.

Poslední ukazatel, který lze využít pro analýzu efektivnosti zařízení je indikátor NEE neboli čistá efektivnost výrobního zařízení. Tato modifikace ukazatele OEE umožňuje bližší analýzu prostojů, neboť neuvažuje ztráty z přestavby linky, které předpokládá jako nevyhnutelné. Výsledná hodnota tak dokáže podrobněji zhodnotit významnost zbylých plánovaných i neplánovaných prostojů a ztrát z výkonu. Do výsledného ukazatele vstupuje provozní dostupnost, míra výkonu a kvalita. Hodnoty v tabulce jsou uvedeny v minutách a následně v procentech. Ve firmě Automotiv nabývají dle vzorce pro výpočet ukazatele NEE následujících hodnot:

	Ranní směna		**Odpolední směna**	
	INS	FNL	INS	FNL
Skutečný výrobní čas (Tsk):	7975,72	8225,08	8369,20	8380,33
Plán. výrobní čas (Tplan) bez přestaveb	8832,03	8877,45	9017,40	9098,70
Provozní dostupnost:	*90,3 %*	*92,7 %*	*92,8 %*	*92,1 %*
Výkon:	*83,7 %*	*82,9 %*	*87,2 %*	*86,2 %*
Kvalita:	*100 %*	*100 %*	*100 %*	*100 %*
NEE	**75,6 %**	**76,8 %**	**81,0 %**	**79,4 %**

Tabulka 9: Ukazatel NEE. Zdroj: vlastní zpracování.

V porovnání s ukazatelem OEE vykazuje indikátor NEE o něco vyšší hodnoty. Jedná se přesně o takový rozdíl, který je způsobem přetypováváním výrobní linky. Rozdíl hodnot OEE a NEE se pohybuje okolo 4 %.

Závěr

Provedením podrobného rozboru každého ukazatele a analýzy jednotlivých typů nevýrobních časů lze identifikovat několik potencionálních možností pro zvýšení celkové efektivnosti výrobního zařízení. V případě obou směn lze pozorovat, že jasně převažujícím nevýrobním ztrátovým časem je u obou linek čas na přetypování zařízení zapříčiňující ztráty z dostupnosti. Výpočtem dodatečného ukazatele NEE jsem se pokusila zhodnotit jeho významnost tak, že jsem přestavby zařízení při výpočtu neuvažovala a následně porovnala výsledné hodnoty s obyčejným ukazatelem OEE. V případě, kdy nebyla uvažována existence přetypování linek, se celkový ukazatel efektivnosti zvýšil na každé směně i sublince v průměru o 3 %. Tuto hodnotu jsem získala odečtením ukazatele OEE od ukazatele NEE, který neuvažuje časy pro přetypování. Za jednotlivé sublinky a směny se tato změna pohybovala v rozmezí 2,1 – 4,1 %. Úplnou eliminaci nutnosti přetypování linek však nelze v realitě dosáhnout. Automotiv produkuje několik desítek odlišných modelů měsíčně ve středních sériích, a tak často okolnosti vyžadují alespoň třikrát za den změnit výrobní program. Významnost těchto prostojů je v podniku vnímána jako jedna z klíčových, a proto je na ně kladen velký důraz.

Možností, jak lze zmenšit velikost těchto ztrát se nabízí několik. V následujícím textu navrhnu případná východiska, která by podnik mohl pro následné zefektivnění produkce zvážit. Celá operace přetypování je pro každou pracovní pozici zdokumentovaná a standardizovaná. Jednotlivé sekvence pohybů jsou pomocí videozáznamů snímány výrobními odborníky, kteří úkony následně analyzují a snaží se je maximálně zefektivnit. Jak jsem již zmínila v rámci metody SMED, výsledkem práce těchto výrobních inženýrů jsou standardy popisující postup činností s přiřazeným časem jejich trvání, rozdělení operací na interní a externí a návody pro každou pracovní pozici na změnu modelu (viz. příloha 2). Problémem však je, že dané operace jsou pro nezkušené pracovníky poměrně náročné a vyžadují hlubší proškolení. Dle rozhovoru s výrobním inženýrem nejvíce času zabere jednotlivé operátory postup naučit. Školení pracovníků probíhá přímo za chodu výroby, a tak často dochází k překračování stanovených norem z důvodu nezkušenosti operátorů. Vybraných pozic je v rámci celého výrobního závodu několik a fluktuace zaměstnanců je vysoká. Navíc v návaznosti na dodržování norem týkajících se zdvihání těžkých břemen a monotonie práce musí jednotliví operátoři často rotovat a měnit své pozice. Plánování výroby při nestabilní poptávce a dodávkách materiálu je tak velice komplikované.

Pro řešení této situace se tak nabízí využití týmové práce, kdy by se na pracovišti z operátorů linek utvořily specializované týmy, které by byly proškoleny pouze na několik určitých pracovních pozic, na nichž by v rámci jejich teritoria zůstaly stabilně. Uvnitř takto nově nadefinovaných teritorií, které by byly v souladu s bezpečnostními normami, by probíhala běžná rotace pracovníků na různých pozicích. Zabránilo by se tak ad hoc umísťování jednotlivých operátorů, kteří pak často čelí situacím, s nimiž nemají zkušenosti. Při přijetí nového zaměstnance by již byl předem určen pracovní tým, do kterého operátor nastoupí. Během školení zaměstnanců by tak vznikl větší prostor zaměřit se pouze na jeho teritorium a zvládání operací v rámci dané působnosti. Základní schopnost obsluhy každé pozice na

lince by ovšem neměla chybět pro případ nedostatku lidských zdrojů a nutnosti zástupu v jiném teritoriu. Mimo jiné zapracování nových operátorů by tak mohlo být částečně podpořeno zbytkem týmu, který by byl dostatečně způsobilý poskytnout odborné rady. Kvalifikace operátorů obsluhovat více teritorií by zároveň byla příslušně finančně ohodnocena tak, aby zaměstnanci byli motivováni k rozšiřování svých dovedností v rámci celého výrobního procesu.

Týmová práce se standardně v podniku Automotiv nevyužívá, a proto věřím, že by její implementace mohla mít pozitivní vliv nejen na motivaci zaměstnanců z finančního hlediska, ale vedla by i k zlepšení jejich dovedností, a tak ke zefektivnění práce. V rámci startérové linky by tak bylo možné vytvořit například 4 pracovní týmy po 4 lidech a jeden zbylý tým po šesti pracovnících v rámci jedné roty, neboť linka je navržena dohromady pro 22 operátorů s kapacitou 12 pracovníků na sublince FNL a 10 pracovníků na sublince INS. Vzniklé týmy by pak rotovali napříč těmito sublinkami v rámci dne v závislosti na velikosti zakázky.

Další možností, jak eliminovat ztrátové časy z důvodu přetypovávání, je snížení jejich počtu během dne. Největší příčinou vzniku nadbytečně prováděných změn výrobních programů je chybějící materiál na výrobu původně plánovaného modelu. Z tohoto důvodu je pak nutné operativně změnit denní plán výroby a přetypovat na model, na který je materiál momentálně dostupný. Dodávání materiálu často představuje slabé místo celého procesu. Délka dodání materiálu je obyčejně dva až tři týdny pozemní nebo lodní dopravou, což velice snižuje možnost flexibilně reagovat na neočekáváné změny v poptávce. Řešením by mohlo být rovnoměrné rozvržení výroby jednotlivých modelů z nakumulovaných objednávek v rámci stanoveného časové období. Pomocí Paretovy analýzy by bylo vhodné určit kritické dodavatele, kvůli kterým nejčastěji vznikají nedostatky na skladě a z výsledků analýzy identifikovat rizikový materiál. Výrobní plánovači by pak také mohli zvážit objednání většího množství kritického materiálu a skladovat takové pohotovostní objemy, které by vykryly neočekáváné výpadky dodavatelů následující dva týdny dle stanovených měsíčních potřeb. Otázkou však je výše nákladů na skladování, které by mohly v některých případech převýšit ztráty na výkonu vznikající při přetypování. Ačkoliv firma disponuje svými sklady v místě výroby, jejich kapacita je omezená.

Posledním návrhem na zvýšení ukazatele OEE týkající se změn výrobních programů je problematika převodu interních operací na externí tak, aby seřizování linek co nejméně zasahovalo do plynulého toku výroby. V současné době mají výrobní operátoři na starosti přípravu materiálu a přípravků pro nový model až ve chvíli, kdy dokončí poslední operaci na výrobku A. Po přípravě materiálu a palet následuje nastavování strojů. Přistavení palet s materiálem a nachystání většiny přípravků by tak mohlo být převedeno na výrobního keepera, který zajišťuje plynulý chod linky při výrobě. Výrobní keeper by tak nachystal potřebný materiál pro každou pozici již v průběhu výroby, a ušetřil by tak operátorům významný čas v rámci ostatních seřizovacích činností i celkový čas na přetypování.

Druhou nejvýznamnější ztrátou z dostupnosti zařízení byly z provedené analýzy identifikované neplánované prostoje. Z podnikové dokumentace, v níž mistrová výroby zaznamenává důvod každého prostoje, jsem byla schopna získat přehled příčin způsobující tato zastavení. Z úhrnného pohledu jsem zjistila, že nejčastější příčiny zastavení obou linek byly z důvodu poruchy na zařízení. Tento fakt naznačuje, že by se výrobní inženýři měli zároveň zaměřit na technický stav stroje a způsob provádění pravidelné údržby. Za zvážení by stálo pořízení modernější technologie, která by zároveň byla při změnách modelů více flexibilní. Náklady na víceúčelová zařízení jsou vysoká, nicméně firma v nadcházejících letech očekává zvýšení poptávky a plánuje rozšíření svých kapacit. Tento návrh proto přichází v nadcházejících letech v úvahu a návratnost hrubých investic se odhaduje pouze na jednotky let.

Technický stav stroje zásadně ovlivňuje i tvorbu nekvalitních kusů. Výkonnostní složka ukazatele OEE vykazuje ještě nižších hodnot než dostupnost. Jak jsem již v mé práci uvedla, součástí výkonnostní složky jsou ztráty z fluktuace způsobené výskytem nestandardních kusů, které se musí ze stroje vyjmout. Tato krátká zastavení či zpomalení povětšinou nepřesahují hranici dvou minut, a proto nejsou programem snímány jako prostoje. Nicméně z výkazů je možné dohledat počet těchto nekvalitních výrobků, a tak zhodnotit jejich významnost ve výkonnostní složce. Velikost ztrát z výkonu kvůli výskytu neshodných výrobků představuje zhruba 30 % na celkových výkonových ztrátách. Hodnoty jsem zjistila na základě měření času nutného pro vyjmutí nestandardního výrobku z linky a jeho znovu vložení na linku. Tyto ztráty z jednoho NG – nekvalitního kusu jsem pak zprůměrovala s časy na různých pozicích a převedla na ztráty v kusech. Zbytek fluktuace lze připsat nezkušenosti operátorů, nadbytečným výskytem pohybů či špatnému nastavení a vybalancování linky.

Hlavním cílem mé bakalářské práce byla aplikace metodiky OEE pro zjištění celkové efektivnosti výrobního zařízení v podniku Automotiv. Na jejím základě jsem mohla následně zhodnotit stav výrobního zařízení a nastavit ukazatel pro běžné využívání v podniku. Práci jsem rozčlenila na dvě hlavní části, a to teoretickou a praktickou. V teoretické části jsem vysvětlila podstatu provozního managementu, představila typologii výrobních procesů, významnost produktivity ve výrobním podniku a prvky štíhlé výroby. Poté jsem se věnovala postupu výpočtu ukazatele OEE a stanovení jednotlivých výrobních časů, které do výpočtu ukazatele vstupují. V neposlední řadě jsem uvedla další ukazatele odvozené od OEE, které lze pro analýzu linky využít.

Praktickou část mé práce jsem věnovala firmě Automotiv. Na úvod jsem představila celý podnik i jeho jednotlivé části. Informace jsem čerpala z pravidelných setkání s manažerem výroby a ostatními zaměstnanci z oddělení prodeje a engineeringu. Díky hloubkovým rozhovorům se zaměstnanci odlišných oddělení mi tak byl podnik prezentován z několika různých úhlů pohledu. V rámci obecné charakteristiky podniku bylo pojednáno o aktuální situaci a strategii jednotlivých oddělení. Důraz v praktické části byl kladen zejména na oddělení výroby, kde jsem nejprve popsala celý postup tvorby zakázky a poté samotný produkční proces. Zbytek práce jsem zaměřila na výpočet parametru OEE a jeho

jednotlivých složek pro dvě vybrané sublinky na výrobu startérů. Každé složce parametru jsem věnovala samotnou podkapitolu, kde jsem podrobněji popsala postup výpočtu a interpretovala vypočtené hodnoty.

Hlavním přínosem mé práce bylo nastavení metodiky pro výpočet parametru v podniku. Klíčové bylo získání přehledu o výrobním procesu a schopnost správně interpretovat a zařadit získaná data do jednotlivých složek parametru. Data pro výpočet jsem čerpala převážně z používaného ERP systému Oracle, dále jsem využila excel dokumentů přímo z výroby reportujících o prostojích a naměřených dat z výroby s délkami krátkých prostojů z důvodu vzniku nekvalitních kusů. Postup výpočtu jsem prováděla na základě pravidel definovaných v teoretické části. Výrobní data za celý měsíc jsem musela nejprve vyfiltrovat po jednotlivých směnách i linkách a dle zaznamenaných stavů zařízení pomocí kontingenčních tabulek roztřídit. Systém je schopný rozpoznat a zaznamenat několik různých stavů zařízení. Mým úkolem bylo roztřídit jednotlivé nevýrobní časy do složek parametru a následně zhodnotit jejich významnost v rámci celé efektivnosti. Na závěr jsem vypočetla parametr OEE a jeho odvozené metriky NEE a TEEP.

Při implementaci vypočtu ukazatele OEE a podrobnější analýze jeho složek jsem tak odkryla možné nedostatky ve výrobě, které mohou snižovat celkovou efektivnost výrobního zařízení. Na základě zjištěných skutečností jsem pak výše navrhla některá opatření, která by mohla hodnoty OEE zvýšit. Prvním návrhem bylo zavedení pracovních týmů v návaznosti na metodiku SMED a zvýšení kvalifikace zaměstnanců, dále byly navrženy změny rozvrhování výrobkového množství a s tím spojený způsob dodávání a skladování materiálu. Pro snížení časů na přetypování linek byl navržen nový způsob přípravy materiálu a nákup modernějšího víceúčelového zařízení, které by mimo jiné snížilo zmetkovost.

Vypočtený parametr poslouží podniku jako vhodný nástroj pro identifikaci úzkých míst zapříčiňujících snížení celkové efektivnosti zařízení. V porovnání s používaným ukazatelem pro výpočet produktivity v podniku nabízí nový parametr OEE podrobnější pohled na danou problematiku. Hodnoty vykazované parametrem produktivity firmy Automotiv vyšly po dosazení do vzorce totožné, což svědčí o jeho stejném matematickém základu. Tento ukazatel sloužil jako hrubý odhad pro plánování a plnění zakázek, nicméně neumožnil nalézt původ vzniku ztrát. Hlavním cílem bylo nalézt novou vhodnější metodiku, která by umožnila podniku vysvětlit příčiny vzniku ztrát a na základě těchto informací je poté odstranit. Svou práci a samotnou metodiku OEE jsem konzultovala s výrobním inženýrem a věřím, že bude sloužit jako podklad pro budoucí zlepšování efektivnosti linek. Výrobní inženýři zároveň mají možnost integrovat výpočet do reportovacího systému Oracle, neboť všechna jeho vstupní data je možné v ERP systému sledovat.

Reference

Aswathappa, K. & Bhat, K. S. (2010). *Production and Operations Management*. Mumbai, Indie: Himalaya Publishing House. Dostupné z: https://ebookcentral.proquest.com/lib/vsep/detail.action?docID=3011444

Chan, F.T.S., Lau, H.C.W., Ip, R.W.L., Chan, H.K. & Konga, S. (2005). *Implementation of total productive maintenance: A case study*. International Journal Production Economics. 95, 71-94. doi: 10.1016/j.ijpe.2003.10.021

Endrenyi, J. & Anders, G.J. (2006). Aging, maintenance, and reliability - approaches to preserving equipment health and extending equipment life. *IEEE Power and Energy Magazine*. 4(3), 59-67. doi: 10.1109/MPAE.2006.1632455

Heizer, J. & Render, B. (2011). *Operations management*. Boston, Massachusetts: Pearson.

Hrubá, K. (2013). Články na téma bezpečnostní přestávky. *BOZPinfo.cz: Oborový portál pro BOZP*. [vid. 2018-04-13]. Dostupné z: http://www.bozpinfo.cz/clanky-na-tema-bezpecnostni-prestavky

Justice.cz. (2018). Veřejný rejstřík a sbírka listin. *Justice.cz*. [vid. 2018-04-15]. Dostupné z: https://portal.justice.cz/ *konkrétní stránka nemůže být uvedena z důvodu ochrany totožnosti firmy.

Košturiak, J. & Frolík, Z. (2006). *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha, Česko: Alfa Publishing.

Kumar, S. A. & Suresh, N. (2009). *Operations management*. Daryaganj, New Delhi: New Age International (P) Limited, Publishers. Dostupné z: http://ebookcentral.proquest.com/lib/vsep/detail.action?docID=437706

Mašín, I. & Vytlačil, M. (2000). *TPM: management a praktické zavádění*. Liberec, Česko: Institut průmyslového inženýrství.

Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: total productive maintenance*. New York, New York: Productivity Press.

Parida, A. & Kumar, U. (2006). Maintenance performance measurement (MPM): Issues and Challenges. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. 12(3), 239-251. doi: 10.1108/13552510610685084

Prendergast, J., Murphy, E. & Stephenson, M. (1996). Building-in reliability - implementation and benefits. *International Journal of Quality & Reliability Management*. 13(3), 77-90. doi: 10.1108/02656719610118115

Průša, J., Ošťádal, B., Topolánek, M. (2006). *Analýzy – úloha malých a středních podniků v evropských ekonomikách*. Praha, Česko: CEVRO – Liberálně-konzervativní akademie.

Samat, H. A., Kamaruddin, S., & Azid, I. A. (2012). Integration of Overall Equipment Effectiveness (OEE) and reliability method for measuring machine effectiveness. Bedfordview, Jižní Afrika: *South African Journal of Industrial Engineering*. [vid. 2018-05-01].. Dostupné z: //search.proquest.com/docview/1023246788?accountid=17203

Stevenson, W. J. (2007). *Operations Management*. New York, New York: McGraw-Hill Irwin.

Světlík, V. (2003). Sledování a řízení efektivity výroby. *SystemOnline: S přehledem ve světě informačních technologií*. [vid. 2018-03-27]. Dostupné z: http://www.systemonline.cz/clanky/sledovani-a-rizeni-efektivity-vyroby.htm

Svobodová, H. & Mejdrech, V. (2012). *Provozní management – příklady*. Praha, Česko: Oeconomica.

Svobodová, H. & Veber, Jaromír. (2006). *Produktový a provozní management*. Praha, Česko: Oeconomica.

Veber, J. a kol. (2014). *Management: Základy, moderní manažerské přístupy - výkonnost a prosperita*. Praha, Česko: Management Press.

Wireman, T. (2003). *Benchmarking best practices in maintenance management*. New York, New York: Industrial Press.

Seznam grafů

Graf 1: Vanová křivka vývoje spolehlivosti zařízení.. ..... *29*
Graf 2: Vývoj výsledku hospodaření v tis. Kč. *35*
Graf 3: Analýza nevýrobních časů – ranní směny..... *46*
Graf 4: Analýza nevýrobních časů – odpolední směny. *47*
Graf 5: Přehled neplánovaných prostojů..... *48*

Seznam schémat

Schéma 1: Model transformačního procesu. 13
Schéma 2: Dynamický koncept produktivity. 17
Schéma 3: Základní prvky TPM..... 25
Schéma 4: Definice výrobních časů a ztrát. 30

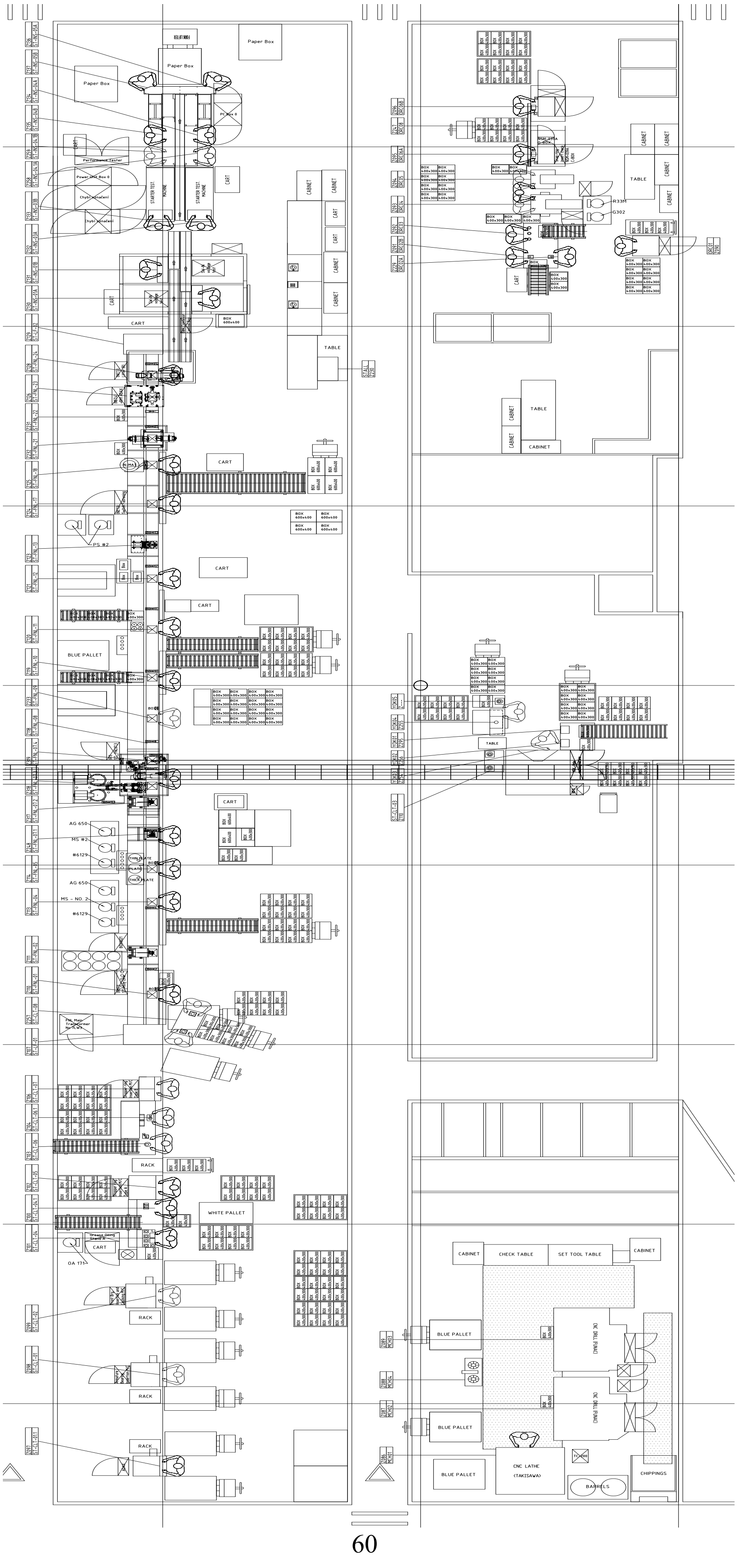
Seznam tabulek

Tabulka 1: Výpočet plánovaného výrobního času. 45
Tabulka 2: Ztráty z dostupnosti a výpočet T_{sk}. 46
Tabulka 3: Výpočet dostupnosti. 48
Tabulka 4: Výpočet míry výkonu. 49
Tabulka 5: Analýza ztrát z výkonu. 49
Tabulka 6: Výpočet kvality. 50
Tabulka 7: Celková efektivnost výrobního zařízení. 50
Tabulka 8: Ukazatel TEEP. 51
Tabulka 9: Ukazatel NEE..... 51

Seznam příloh

Příloha 1: Layout startérové linky. Zdroj: Automotiv 60
Příloha 2: Postup pro nastavení výrobního zařízení při změně modelu. Zdroj: Automotiv.61
Příloha 3: Ukázka vygenerovaných dat z databáze Oracle. Zdroj: Automotiv. 62

Příloha 1: Layout startérové linky. Zdroj: Automotiv.



Příloha 2: Postup pro nastavení výrobního zařízení při změně modelu. Zdroj: Automotiv.

P-DWI-05-0049

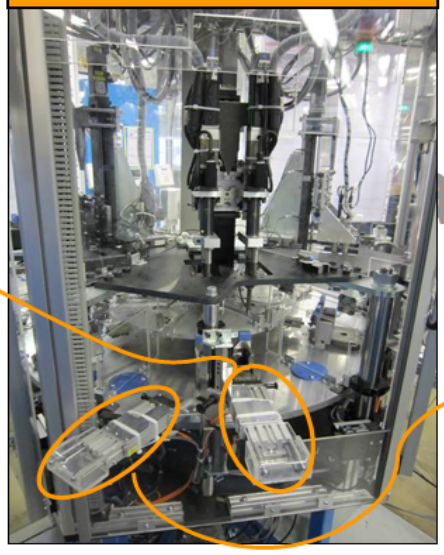
Šroubování šroubů ECU 2

Postup pro nastavení výrobního zařízení při změně modelu

1. vybrat režim pro změnu typu

a) přepnout do ručního režimu [MANU]
b) potvrdit režim [MODE SET]
c) odjistit dveře [DOOR UNLOCK]
d) otevřít dveře

Umístění přípravků v zařízení



4.dokončit změnu typu

a) zavřít dveře
b) zajistit dveře [DOOR LOCK]
c) vybrat režim změna typu [CHANGE OVER]
d) zmáčknout tlačítko vpřed [VPŘED]
e) vybrat model
f) potvrdit výběr [SET]
g) zmáčknout tlačítko zpět [ZPĚT]
h) přepnout do automatického režimu [AUTO]
ch) potvrdit režim [MODE SET]

2. nastavit polohu válce č.1 a vložit přípravek

SKUPINA:	Poloh a válce	číslo přípravku:
A7-LHD	41	A7 05.4-1
A7-RHD	41	A7 05.4-1
Lc33-LHD	41	Lc33 05.4-
Lc33-RHD	41	Lc33 05.4-
R56	41	R56 05.4-1
R60	41	R60 05.4-1
MFA	31	MFA05.4-2
X98-BLM2	41	X98 05.4-1
X98-BLM4	41	X98 05.4-1
X12K	41	X12 05.4-1

3. nastavit polohu válce č.3 a vložit přípravek

SKUPINA:	Poloh a válce	číslo přípravku:
A7-LHD	96	A7 05.4-3
A7-RHD	96	A7 05.4-3
Lc33-LHD	96	Lc33 05.4-
Lc33-RHD	96	Lc33 05.4-
R56	86	R56 05.4-3
R60	86	R60 05.4-3
MFA	-	nepoužívá se
X98-BLM2	96	X98 05.4-3
X98-BLM4	96	X98 05.4-3
X12K	96	X12 05.4-3

Příloha 3: Ukázka vygenerovaných dat z databáze Oracle. Zdroj: Automotiv.

SUBLINE_CODE	MODEL_CODE	LOT	ID	DESCRIPTION	SHIFT_DESCRIPTION	DATE_FROM	DATE_TO	MIN	Avg cycle(s)	OK	Rate (pcs/hr)	Rate%	COEF_DOWNTIME_ON_
STA_FNL			7	start-up	Shift_1 morning	01/11/2017 5:55:00 AM	01/11/2017 6:09:24 AM	14,40		0			
STA_INS			7	start-up	Shift_1 morning	01/11/2017 5:55:00 AM	01/11/2017 6:15:12 AM	20,20		0			
STA_FNL	M000TD0372ZE	01.11.2017	1	uptime	Shift_1 morning	01/11/2017 6:09:24 AM	01/11/2017 8:04:40 AM	115,27	8,6	801	417	98,5%	
STA_INS	M000TD0372ZE	01.11.2017	1	uptime	Shift_1 morning	01/11/2017 6:15:12 AM	01/11/2017 8:04:52 AM	109,67	8,5	778	426	100,6%	96,00
STA_FNL			9	before break	Shift_1 morning	01/11/2017 8:04:40 AM	01/11/2017 8:05:00 AM	0,33		0			
STA_INS			9	before break	Shift_1 morning	01/11/2017 8:04:52 AM	01/11/2017 8:05:00 AM	0,13		0			
STA_FNL			2	break	Shift_1 morning	01/11/2017 8:05:00 AM	01/11/2017 8:15:00 AM	10,00		0			
STA_INS			2	break	Shift_1 morning	01/11/2017 8:05:00 AM	01/11/2017 8:15:00 AM	10,00		0			
STA_FNL			10	after break	Shift_1 morning	01/11/2017 8:15:00 AM	01/11/2017 8:18:24 AM	3,40		0			
STA_INS			10	after break	Shift_1 morning	01/11/2017 8:15:00 AM	01/11/2017 8:17:14 AM	2,23		0			
STA_INS	M000TD0372ZE	01.11.2017	1	uptime	Shift_1 morning	01/11/2017 8:17:14 AM	01/11/2017 10:39:45 AM	142,52	8,3	1 026	432	102,0%	97,50
STA_FNL	M000TD0372ZE	01.11.2017	1	uptime	Shift_1 morning	01/11/2017 8:18:24 AM	01/11/2017 10:39:41 AM	141,29	8,2	1 036	440	103,9%	
STA_FNL			9	before break	Shift_1 morning	01/11/2017 10:39:41 AM	01/11/2017 10:40:00 AM	0,32		0			
STA_INS			9	before break	Shift_1 morning	01/11/2017 10:39:45 AM	01/11/2017 10:40:00 AM	0,25		0			
STA_FNL			6	meal	Shift_1 morning	01/11/2017 10:40:00 AM	01/11/2017 11:10:00 AM	30,00		0			
STA_INS			6	meal	Shift_1 morning	01/11/2017 10:40:00 AM	01/11/2017 11:10:00 AM	30,00		0			
STA_FNL			10	after break	Shift_1 morning	01/11/2017 11:10:00 AM	01/11/2017 11:12:30 AM	2,50		0			
STA_INS			10	after break	Shift_1 morning	01/11/2017 11:10:00 AM	01/11/2017 11:11:55 AM	1,92		0			
STA_INS	M000TD0372ZE	01.11.2017	1	uptime	Shift_1 morning	01/11/2017 11:11:55 AM	01/11/2017 12:24:33 PM	72,64	8,1	537	444	104,8%	100,00
STA_FNL	M000TD0372ZE	01.11.2017	1	uptime	Shift_1 morning	01/11/2017 11:12:30 AM	01/11/2017 12:24:57 PM	72,45	8,3	522	432	102,1%	
STA_INS			9	before break	Shift_1 morning	01/11/2017 12:24:33 PM	01/11/2017 12:25:00 PM	0,45		0			
STA_FNL			9	before break	Shift_1 morning	01/11/2017 12:24:57 PM	01/11/2017 12:25:00 PM	0,05		0			
STA_FNL			2	break	Shift_1 morning	01/11/2017 12:25:00 PM	01/11/2017 12:35:00 PM	10,00		0			
STA_INS			2	break	Shift_1 morning	01/11/2017 12:25:00 PM	01/11/2017 12:35:00 PM	10,00		0			
STA_FNL			10	after break	Shift_1 morning	01/11/2017 12:35:00 PM	01/11/2017 12:36:58 PM	1,97		0			