

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra jakosti a spolehlivosti strojů



Bakalářská práce

Analýza výrobních procesů ve zvolené organizaci

Adam ČERMÁK

© 2022 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Adam Čermák

Zemědělské inženýrství

Inženýrství údržby

Název práce

Analýza výrobních procesů ve zvolené organizaci

Název anglicky

Analysis of production processes in a selected organization

Cíle práce

Cílem práce je provést analýzu současného stavu výrobního systému a procesů a na základě analýzy identifikovat existující problémy a neefektivitu ve výrobních procesech.

Metodika

Provedení mapování současného stavu výrobního systému a výrobních procesů vhodně volenými metodikami (např. mapování hodnotových toků VSM, mapování procesů, mapování fyzických toků materiálu apod.).

Analýza současného stavu výrobního systému, procesů a jejich parametrů (např. s využitím ABC/Pareto analýz a dalších metod operačního výzkumu).

Identifikace existujících problémů a neefektivit.

Vyhodnocení potenciálních přínosů a náročnosti řešení identifikovaných problémů.

Formulace doporučení k řešení identifikovaných problémů (které problémy řešit a jakým způsobem)

Osnova práce:

- 1) Úvod
- 2) Cíle práce
- 3) Metodika
- 4) Analýza současného stavu
- 5) Doporučení – návrh řešení a vyhodnocení
- 6) Závěr

Doporučený rozsah práce

30 – 40 stran textu včetně obrázků a tabulek

Klíčová slova

výroba, procesy, analýza

Doporučené zdroje informací

Gros, I.: Kvantitativní metody v manažerském rozhodování. Grada Publishing, Praha, 2003 ISBN: 80-247-0421-8

Jablonský, J.: Operační výzkum. ISBN: 80-7079-031-8

Tomek, G. Vávrová, V.: Řízení výroby a nákupu. Praha: Grada, 2007, ISBN 978-80-247-1479-0

Tomek, G. Vávrová, V.: Řízení výroby. Praha: Grada, 1999, ISBN 80-7169-578-5

Předběžný termín obhajoby

2021/2022 LS – TF

Vedoucí práce

Ing. Tomáš Hladík, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra jakosti a spolehlivosti strojů

Elektronicky schváleno dne 7. 2. 2021

doc. Ing. Martin Pexa, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 2. 2021

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 25. 03. 2022

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Analýza výrobních procesů ve zvolené organizaci" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 30.3.2022

Adam Čermák

Poděkování

Rád bych touto cestou prvně poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Tomáši Hladíkovi, Ph.D. za ochotu, cenné rady a odborné vedení. Dále bych rád poděkoval vedení a výrobnímu oddělení společnosti Wistron InfoComm (Czech) s.r.o., za odbornou pomoc, poskytnuté informace a materiály, které byly klíčové při zpracování této bakalářské práce.

Analýza výrobních procesů ve zvolené organizaci

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá analýzou výrobního procesu. První část práce zahrnuje vymezení základních pojmů z oblasti výrobních procesů a uvedeny jsou metody štihlé výroby a její principy. Praktická část práce se věnuje analyzované společnosti z oblasti informačních technologií. V první části je charakterizována sama společnost, představení produktů vyráběných společností a struktura výroby. Hlavní zaměřením této práce je provedení analýzy výrobního procesu společnosti. Analyzováno je pomocí metody VSM metody, procesních analýz a Pareto analýzy. Na základě výsledků z analýz vyplynuly problémy spojeny s výrobním procesem. V závěru práce jsou vypsány realizované návrhy na zlepšení uvedených problémů.

Klíčová slova: analýza, výrobní proces, testování racků, server

Analysis of production processes in a selected organization

Abstract

This bachelor thesis deals with the analysis of the production process. The first part of the work includes the definition of basic concepts in the field of production processes and the methods of lean production and its principles are presented. The practical part of the work is devoted to the analyzed company in the field of information technology. The first part characterizes the company itself, the introduction of products produced by the company and the structure of production. The main focus of this work is to perform an analysis of the company's production process. It is analyzed using the VSM method, process analysis and Pareto analysis. Based on the results of the analyzes, problems associated with the production process emerged. At the end of the thesis, the implemented suggestions for improvement are listed.

Keywords: analysis, production process, rack testing, server

Obsah

1 Úvod	1
2 Cíle práce a metodika	2
2.1 Cíle práce.....	2
2.2 Metodika.....	2
3 Teoretický přehled	3
3.1 Výrobní proces	3
3.2 Řízení výroby	3
3.3 Štíhlá výroba.....	4
3.3.1 Kaizen	4
3.3.2 Metoda 5S	5
3.3.3 Jidoka	5
3.3.5 JIT – Just In Time	6
3.4 Pareto pravidlo 80/20	6
3.5 Paretova ABC analýza.....	7
3.6 Hodnotový tok.....	8
3.7 Metoda VSM (Mapování hodnotového toku)	8
3.8 Postup při zpracovávání hodnotové mapy.....	8
4 Řešení práce ve společnosti WISTRON	10
4.1 Historie společnosti	10
4.2 Představení produktu.....	10
4.3 Analýza současného stavu výrobního procesu	13
4.3.1 Layout provozní části společnosti WISTRON	19
4.4 Procesní analýza současného stavu oprav serverů	20
4.4.1 Testování a proces oprav racků	20
4.5 VSM analýza současného výrobního procesu.....	23
4.6 Vyhodnocení úspěšnosti oprav pomocí Pareto analýzy	23
4.7 Identifikované problémy v rámci výrobního procesu	25
5 Návrh řešení identifikovaných problémů	28
5.1 Návrhy na zlepšení výrobního procesu	28
5.2 Návrh na snížení poruchovost serverů	30
6 Závěr	32

Seznam obrázků

Obrázek 1. Schéma znázornění PDCA okruhu (Kavka a Mimra 2021)str.57	5
Obrázek 2. Kroky metody 5S (vlastní) , inspirován (Dalbač 2015)	5
Obrázek 3. Tabulka výhod a nevýhod systému JIT (Tomek a Vávrová 2014)	6
Obrázek 4. Schéma Pareto analýzy (Tomek, Vávrová, 2014).....	7
Obrázek 5. Zobrazení schémat VSM mapy (Bejčková, 2017)	9
Obrázek 6. Kompletně sestavený rack (vlastní)	13
Obrázek 7. Procesní mapa a struktura výrobního procesu ve společnosti Wistron (vlastní)	13
Obrázek 8 Sklad materiálu (vlastní)	14
Obrázek 10. Převážný vozík (vlastní)	15
Obrázek 9. MO picking list (vlastní)	15
Obrázek 11. Racky v průběhu kompletace (vlastní).....	17
Obrázek 12. Racky v průběhu testování (vlastní).....	18
Obrázek 13. Zabalené racky čekající na expedic (vlastní)	19
Obrázek 14 Layout výrobních procesů ve společnosti Wistron (vlastní).....	20
Obrázek 15. Procesní mapa oprav serverů a jejich komponent (vlastní).....	22
Obrázek 16. VSM mapa výrobního procesu (vlastní)	23
Obrázek 17. Pareto graf na základě hodnot z Tab.1 (vlastní).....	25
Obrázek 18. Matice přínosu a časové náročnosti (vlastní)	27
Obrázek 19. Navrhovaný budoucí stav tréninkového centra (vlastní).....	28
Obrázek 20. A-Technik řeší softwarovou chybu (směna je přítomna) (vlastní)	29
Obrázek 21. B-Technik řeší softwarovou chybu (směna není přítomna) (vlastní).....	30

Seznam příloh

Příloha A: Procesní mapa oprav serverů a jejich komponent

Příloha B: VSM mapa výrobního procesu ve společnosti WISTRON

Seznam zkratk

s.r.o	společnost s ručením omezením
tzv.	tak zvané
aj.	a jiné
JIT	Just In Time
VSM	Value Stream Mapping (Mapování procesu)
VA index	Value Added Index (Index přidané hodnoty)
VA time	Value Added Time (Čas přidané hodnoty)
NVA time	Non Value Added Time (Čas bez přidané hodnoty)
MPA	Material Preperation Area (Oddělení přípravy materiálu)
OSV	On-Site Verification (Ověření na místě)
QR	Quick Response (Rychlá odpověď)
WISTRON	Wistron InfoComm (Czech) s.r.o.
HDD	Hard Disk Drive (Pevný disk)
SDD	Solid State Drive
CPU	Central Processing Unit (Centrální procesorová jednotka)
DIMM	Dual In-line Memory Module (Duální in-line paměťový modul)
RAM	Random Access Memory (Paměť s libovolným přístupem)
HV	High Value material (Materiál s vysokou cenou)
UR	Universal Robot (Univerzální robot)
č.	číslo
MO	Material Order (Objednávka materiálu)
P/T	Process Time (Čas procesu)

1 Úvod

V rámci národního hospodářství je průmysl v České republice považován za jedno z nejvýznamnějších odvětví. Průmysl jako jeden ze segmentů ekonomiky, se zabývá zpracováním polotovarů a surovin, především v továrnách. Jako průmysl můžeme definovat všechny výrobní procesy, během kterých jsou pomocí zásahu prostředků a výrobních postupů, získávány a zpracovány suroviny do podoby konečných výrobků. Výrobky slouží jako nástroje a prostředky pro další činnosti, nebo jsou určeny k přímé spotřebě. V současné době v rámci průmyslu, dochází k rychlému rozvoji informačních a digitálních technologií.

Rapidní navýšení moderních technologií a konkurenceschopnosti na trhu v oblasti průmyslu, má za následky zavádění trendů jako je tzv. štíhlá výroba a digitalizace. Základním principem štíhlé výroby spočívá v zamezení plýtvání zdroji, minimalizaci nákladů, kladením velkého důrazu na zákaznickovy požadavky aj.

Tématem této bakalářské práce je analýza výrobního procesu ve zvolené organizaci. Analýza výrobního procesu bude aplikována na společnost Wistron InfoComm (Czech) s.r.o., která patří k hlavním světovým dodavatelům datových serverů, které následně kompletují do datových skříní tzv. racků.

Část bakalářské práce se věnuje teoretickému přehledu. Teorie je zpracována ve formě literární rešerše, kde jsou a definované pojmy z oblasti výrobních procesů, řízení výroby za pomoci využití metody štíhlé výroby. V kapitole štíhlá výroba se věnuji metodám kaizen, metoda 5S, just in time a jidoka. Pro kontrolu a mapování nastavených procesů ve firmě je v rámci štíhlé výroby zavedená Value Stream Mapping (VSM) analýza. Dále je popsáno Pareto pravidlo a jeho analýza.

Praktická část je zaměřena na představení společnosti Wistron InfoComm (Czech), s.r.o., a stručnou část její historie. Dále bude v kontextu představen vyráběný produkt, výrobní struktura a koncept společnosti. Následovně bude mapován současný stav výrobního procesu procesní analýzou a pomocí VSM mapy. Procesní analýza bude také aplikována na stav současného systému oprav serverů. Úspěšnost oprav bude vyhodnocena pomocí Pareto analýzy.

V závěru BP je uvedeno vyhodnocení aplikovaných analýz a návrh na zefektivnění výroby.

2 Cíle práce a metodika

2.1 Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je analyzovat výrobní proces ve firmě Wistron Infocomm (Czech), s.r.o., identifikovat problémy uvnitř výrobního procesu a odhalit neefektivnost v procesu.

- 1) Zmapování výrobního procesu pomocí VSM
- 2) Procesní analýza oprav serverů
- 3) Identifikace problému v oblasti výrobního procesu a oprav serverů
- 4) Návrh řešení problémů a jejich neefektivit

2.2 Metodika

Postup řešení bakalářské práce:

- 1) Vymezení základních pojmů výrobního procesu
- 2) Analýza současného stavu výrobního procesu
- 3) Analýza procesu oprav
- 4) Zmapování současného stavu výroby VSM metodou
- 5) Vyhodnocení oprav serverů pomocí Pareto analýzy
- 6) Návrh možných řešení s cílem zvýšení efektivity
- 7) Vyhodnocení vybraných prioritních navržených řešení

Kapitola se věnuje metodice, která bude použita při vypracování bakalářské práce.

První metodou, která je použita při zpracování teoretické části, bude literární rešerše, která přináší pohled na danou problematiku v rámci odborné literatury a internetových zdrojů. V praktické části je rešerše použita, a to při výběru důležitých informací a písemných zdrojů, které byly poskytnuty danou společností.

Následně je v praktické části práce provedena analýza výrobního procesu zvolené společnosti. Analýzu představuje rozbor zkoumané výrobní části či jevu, které jsou následně dále zkoumány, v této práci byla pro analýzu společnosti zvolena metoda VSM mapování a procesní analýza s vyhodnocením na základě Pareto analýzy. Během analyzování nemůže být opomenut vlastní subjektivní pohled a pohled vedoucího oddělení zkoumaných segmentů výroby na daná témata.

3 Teoretický přehled

Tato kapitola je zaměřena na shrnutí výrobních procesů a pojmů týkajících se výroby. Dále se v kapitole zaměřím na principy a metody štíhlé výroby, Pareto analýzu a VSM mapování.

3.1 Výrobní proces

Výrobní proces je souvislý sled operací, ve kterém dochází k změně počáteční suroviny na finální výrobek řadou procesů a operací. Jde o přeměnu vstupu na výstup. To zahrnuje změnu materiálu na hmotný statek. Materiál během výroby mění svůj fyzický stav, případně chemické složení až do své konečné vizuální podoby a nových vlastností. Výrobní proces stojí za veškerými podnikovými procesy, a těmi jsou: pracovní (s účastí pracovníka), automatické (bez fyzické účasti člověka) a přírodní (vlivem přírodních sil, které ale připravil člověk). Výrobní proces se liší v každé firmě a vyžaduje rozdílné soustředění na své jednotlivé prvky. (Tomek a Vávrová, 2014; Kučerka, 2016)

Výrobní proces se skládá ze čtyř základních operací nebo fází:

- Transformace – montáž, demontáž, úprava nebo jiná deformace tvaru
- Kontrola – srovnání s normovaným standardem
- Doprava – změna lokace
- Skladování – doba, za kterou nedochází k žádné práci, dopravě nebo kontrole.

Materiál, nebo jen části často procházejí během výrobního procesu několika zmíněnými fázemi i opakovaně. Ve skutečnosti pouze proces transformace mění a navyšuje hodnotu samotného výrobku. Ostatní fáze by se měly odstranit nebo alespoň redukovat. (Kučerka, 2016)

3.2 Řízení výroby

Řízení výroby je souhrn všech řídicích procesů v podniku a funkce s řízením související. Řízení výroby je úzce spojeno s oblastí marketingu, technickou částí výroby, s materiálně technickým zabezpečením, řízením jakosti, řízením lidské síly a vnitropodnikové ekonomiky. (Jurová 2016; Kučerka 2016)

Výrobní strategie a strategické řízení výroby se odvíjí ze strategických cílů podniku. Zakládá se na externích informačních zdrojích a znalostech. Základním podkladem je výrobní plán, který určuje směr výrobního procesu. Výrobní strategie obsahuje: systém řízení výroby (koncepce), systém řízení jakosti (dlouhodobé trendy vývoje), systém zásob materiálu, systém řízení pracovní síly a systém organizace. (Kučerka, 2016)

3.3 Štíhlá výroba

Štíhlá výroba (*angl. lean manufacturing nebo dále „Lean“*) je jeden z podstatné části štíhlého podniku. Je definována jako soubor metod, principů a nástrojů, kterými se zaměřujeme na výrobu (výrobní pracoviště, linky, zařízení a pracovníky). Cílem je zvyšování přidané hodnoty všech firemních činností pro zákazníka a zároveň co nejvíce snižovat plýtvání zdroji firmy, čímž lze dosáhnou: (Tomek a Vávrová, 2014; Dalbač, 2015)

- zkrácení doby výroby produktu, které přinese zvýšení výrobní efektivity
- snižování zásob výrobků, zásob nedokončené i rozpracované výroby, což vede k zvýšení obrátu
- snížení výrobních nákladů, které mají vliv na cenu produktu
- zvýšení kvality výrobku
- zmenšení výrobních prostor

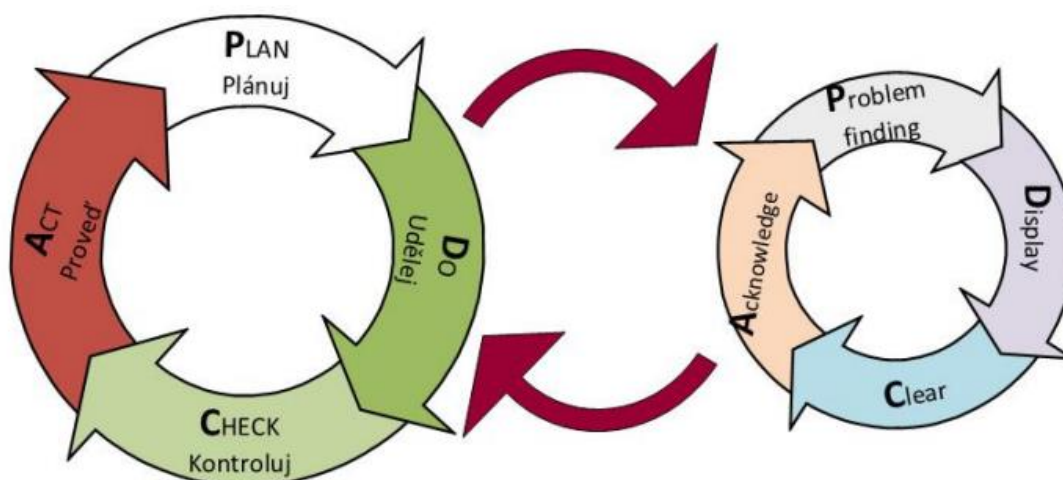
Mezi procesy přidávající hodnotu firmy se řadí takové, za které je zákazník ochoten zaplatit. Štíhlá výroba má za úkol nadbytečné činnosti, odstranit či snížit. K rozpoznání cílů štíhlé výroby slouží japonský přístup, podle kterého jsou ztráty definovány jako plýtvání. V rámci eliminace plýtvání je nejdůležitější nastavit procesy tak aby produkty trvaly co nejvíce času v segmentech výroby kde získávají přidanou hodnotu.

K dosažení cílů byly vyvinuty metody a nástroje, které budou následně představeny. Jednotlivé metody mohou fungovat současně ale i nezávisle. (Tomek a Vávrová, 2014)

3.3.1 Kaizen

Kaizen je japonský termín označující, neustálé zlepšování kvality výroby a procesů na bázi aktivity lidí. Hledáním efektivnějších cest provádění jednotlivých procesů, je možno plýtvání v podniku minimalizovat. Vše lze znázornit v tzv. Demingův cyklus (*angl. PDCA*), viz. obrázek 1. Zkratka **PDCA** vysvětluje: **P**lan – plánovat, **D**o – udělat, **C**heck – zkontrolovat, **A**ct – jednat. Pod tento soubor povinností spadá podřadný podokruh PDCA, který se zabývá segmenty: **P**roblem finding – hledání problému, **D**isplay – zobrazení problému, **C**lear – vyřešení problému, **A**cknowledge – potvrzení řešení. (Kavka a Mimra, 2021)

Obrázek 1. Schéma znázornění PDCA okruhu (Kavka a Mimra 2021)str.57



3.3.2 Metoda 5S

Metoda 5S je základním elementem celé filozofie LEAN. Štíhlé pracoviště je takové, na kterém leží pouze potřebné, pro výrobní činnost. Na pracovišti by se měli nacházet pouze předměty, které se podílí na výsledné hodnotě produktu. Jde o odstranění přebytečných věcí z pracoviště. Metoda je složena z pěti na sebe navazujících kroků, jak uvádí obrázek č. 2. Název 5S se odvíjí od 5 japonských názvů pro každý krok. (Dalbač, 2015)

Obrázek 2. Kroky metody 5S (vlastní), inspirován (Dalbač 2015)



Pět kroků metody 5S:

- **Separovat** – hlavní cíl tohoto kroku je vytřídit a oddělit položky, které musí být na pracovišti, mohou být zlikvidovány nebo musí být odstraněny.
- **Systematizovat**-cílem tohoto kroku je vyčištění pracoviště a uspořádat každou položku, která byla vytříděna v prvním kroku.
- **Stále čisto**-jde o uspořádání pracovních věcí, které se v rámci segmentu používají.
- **Standardizovat**-zde jde hlavně o vytvoření a dodržování pracovních pravidel, které jsou standardizovány.
- **Sebedisciplína** – zlepšování současného stavu a udržování nastavených standardů

3.3.3 Jidoka

Princip, který se zakládá pomocí zvyšování kvality výrobního procesu ve firmě. Umožňuje operátorům, zjistit kdy došlo k nečekané změně ve výrobě a okamžitě zastavit výrobu. Chyba

je obvykle signalizována pomocí světel se zvukovým signálem nebo praporků. Jidoka je spolu s JIT jedním ze dvou základních kamenů produkčního systému Toyota. Signalizace chyby vede kde zvýšení kvality výroby, odstranění vad a zvýšení efektivnosti výroby. Jidoka je také nazývána autonomie s lidskou inteligencí. Cílem je zde převedení kontrolní činnosti z člověka na stroj. Jidoka vymazává lidský faktor a nahrazuje to svou autonomií. (Deuse et al., 2020)

3.3.5 JIT – Just In Time

JIT je nejznámější manažerská technologie od dob svého vzniku, která prožila největší rozmach v 80. letech v Japonsku, USA a posléze byla zavedena i do Evropy. V současné době s metodou JIT pracuje několik desítek tisíc průmyslových podniků. Metoda odbourává řadu problému materiálové efektivity, zdvojování řady operací mezi dodavatelem a odběratelem jako např. kontrola, skladování, příprava materiálu aj.

Základní pointa metody je, že odběratel úplně odpouští od vlastního skladování materiálu, a přechází na dodávky zabezpečující materiálové potřeby jednou nebo i několikrát za den. Dodávka materiálu přichází těsně před jeho zpracování, dle potřeb odebíracího článku výroby. Myšlenkou JIT je eliminace ztrát. Ideální cílový stav by nastal, kdyby výroba plynula bez udržování zásob (kromě minimálních pojistných zásob).

Výhody a nevýhody systému just in time jsou uvedeny na obrázku č. 3. (Tomek a Vávrová, 2014; Kong et al., 2018)

Obrázek 3. Tabulka výhod a nevýhod systému JIT (Tomek a Vávrová 2014)

Výhody	Nevýhody
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Snížení skladovacích nákladů, odpadá skladování mezi jednotlivými výrobními stupni. ▪ Přímé dodávky umožňují snížení spotřeby času spojeného s dodáním a skladováním. ▪ Zkrácení průběžné doby výroby. ▪ Snížení ztrát hodnoty skladováním. ▪ Zrychlení pohybu oběžného kapitálu. ▪ Možnost přizpůsobení dodávek denní potřebě. ▪ Systém DCI (<i>Daily Call-In</i>), v jehož rámci dostává dodavatel informace o denní potřebě. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Jestliže jeden z dodavatelů není schopen plnit svůj denní závazek, není možná jeho náhrada z pojistné zásoby, což může vést k zastavení výrobního procesu. ▪ Systém představuje vysoké zatížení dopravních systémů, zásoby místo skladu jsou fakticky v dopravních prostředcích na silnici apod. (Tento problém bývá označován jako „valící se sklad“.) ▪ Pokud je dodavatel místně vzdálen a spojení závisí na veřejných komunikacích, je zde vždy nebezpečí zablokování cesty z vyšší moci.

3.4 Pareto pravidlo 80/20

Zakladatelem pravidla byl Vilfredo Pareto. Co vlastně říká pravidlo 80/20?

Jak ve své knize uvádí Koch (2007, str. 17–18) „Pravidlo 80/20 uvádí, že existuje vnitřně daná nerovnováha mezi příčinami a výsledky, vstupy a výstupy, úsilím a odměnou. Dobrým měřítkem takové nerovnosti je vztah 80/20: 80 procent výstupů je výsledkem 20 procent

vstupů, 80 procent následků plyne z 20 procent příčin nebo 80 procent výsledků vzniká z 20 procent úsilí. V byznysu byla platnost pravidla 80/20 potvrzena v mnoha případech, 20 procent produktů přináší 80 procent obratu. Stejnou hodnotu přináší i 20 procent zákazníků, 20 procent produktů nebo zákazníků je také obvykle zdrojem asi 80 procent zisku organizace.“

Vytváří tedy poměr, který říká, že možnost 20 % vstupů jsme schopni získat z 80 % výstupu. Je jisté, že ne vždy je možno docílit přesného poměru 80/20, v některých případech se může také jednat o poměr 90/10, 70/30 a jim podobné.

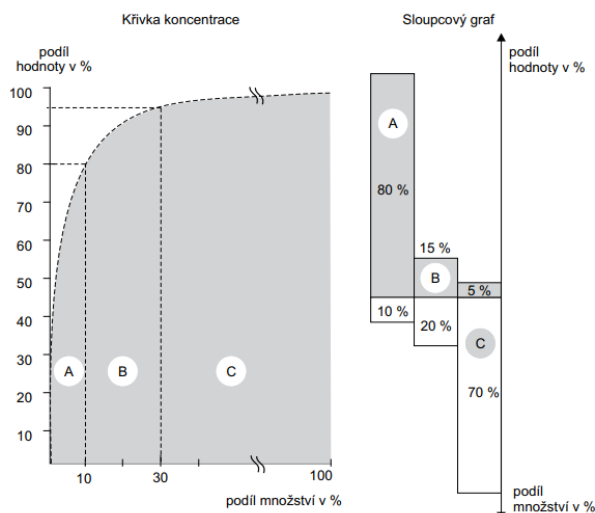
Zaměřenost Paretova pravidla nám napomáhá k určování priority pro jednotlivé činnosti, čímž vzniká prostor pro soustředění se na samotnou podstatu fungování společnosti. Pravidlo 80/20 uvádí že existuje vnitřní nerovnováha mezi příčinami a výsledky, úsilím a odměnou, vstupem a výstupem. (Koch, 2007)

3.5 Paretova ABC analýza

Je primárně založena na Pareto pravidle 80/20. Materiálové položky jsou děleny do 3 skupin, které dále dělíme podle významu podílu spotřebě či zásobě. Důležité je nalezení třídícího kritéria, které dále uplatníme při diferencované péči o každý segment v rámci celé činnosti. Kritériem analýzy je např. obrat, počet kusů. ABC analýza je jeden z nástrojů, kterým můžeme diagnostikovat a následně opatřit při zlepšení kvality výrobků nebo kvality práce. Díky této analýze se společnost může zaměřit na položky, které způsobují největší problém. (Tomek a Vávrová, 2014)

Schéma rozdělení dle Pareto ABC analýzy nejlépe vystihuje obrázek č. 4. (Tomek a Vávrová, 2014)

Obrázek 4. Schéma Pareto analýzy (Tomek, Vávrová, 2014)



3.6 Hodnotový tok

Hodnotový tok je soubor výrobních procesů, jimž se přidává hodnota výrobku. Veškeré změny v jednotlivých procesech, přeměňující materiál na výrobky, dosahují určité hodnoty pro potencionálního zákazníka. Tok hodnot je soubor nejen materiálového toku, ale také informačního toku. Informační tok se zabývá zákaznickými objednávkami a nároky. Materiálový tok se zaobírá výrobky, ke kterým jsme došli přes úpravu surovin až po výsledný produkt. (Mašín, 2003)

3.7 Metoda VSM (Mapování hodnotového toku)

Mapování hodnotového toku nebo analýza hodnotového řetězce, je analytická metoda, která je součástí základní filozofie štíhlé výroby, a byla vyvinuta společností Toyota.

Tato metoda mapuje a trasuje hodnotový tok (value chain) pomocí grafické vizualizace výrobních i nevýrobních procesů celou společností. Pod pojmem hodnotový tok, se myslí materiálový a informační tok. Materiálový tok představuje fyzický pohyb materiálu, surovin aj. od výroby až po export samotné věci. Informační tok, který je také nezbytnou součástí výroby, představuje přesun a uschovávání informací pro realizaci materiálového toku.

VSM jako detailní náhled výrobních procesů, ukládá managementu identifikovat důvody plýtvání zdrojů (lidské práce, času, materiální, informačních i finančních). Pomocí mapování hodnotových toků můžeme odhalit možné nedostatky a ztráty, slabé stránky, neefektivnosti toků ve společnosti. Mapování hodnotových toků lze uplatnit na celý výrobní proces nebo jen na určitý segment výroby. Vhodné využití VMS analýzy je při zjišťování současného výrobního stavu, v průběhu navrhování nové části výroby nebo nového produktu, případně při zjišťování nových layoutů a rozvržení výroby. (Jurová, 2016; Bejčková, 2017)

3.8 Postup při zpracovávání hodnotové mapy

Vytvoření VSM mapy musí proběhnout rychle, aby nedošlo k ovlivnění změnami v procesu a data nebyla zkreslena. Zpracování hodnotové mapy obsahuje popis výroby, určení či výpočet. Výstupy z VSM analýzy jsou (Bejčková, 2017):

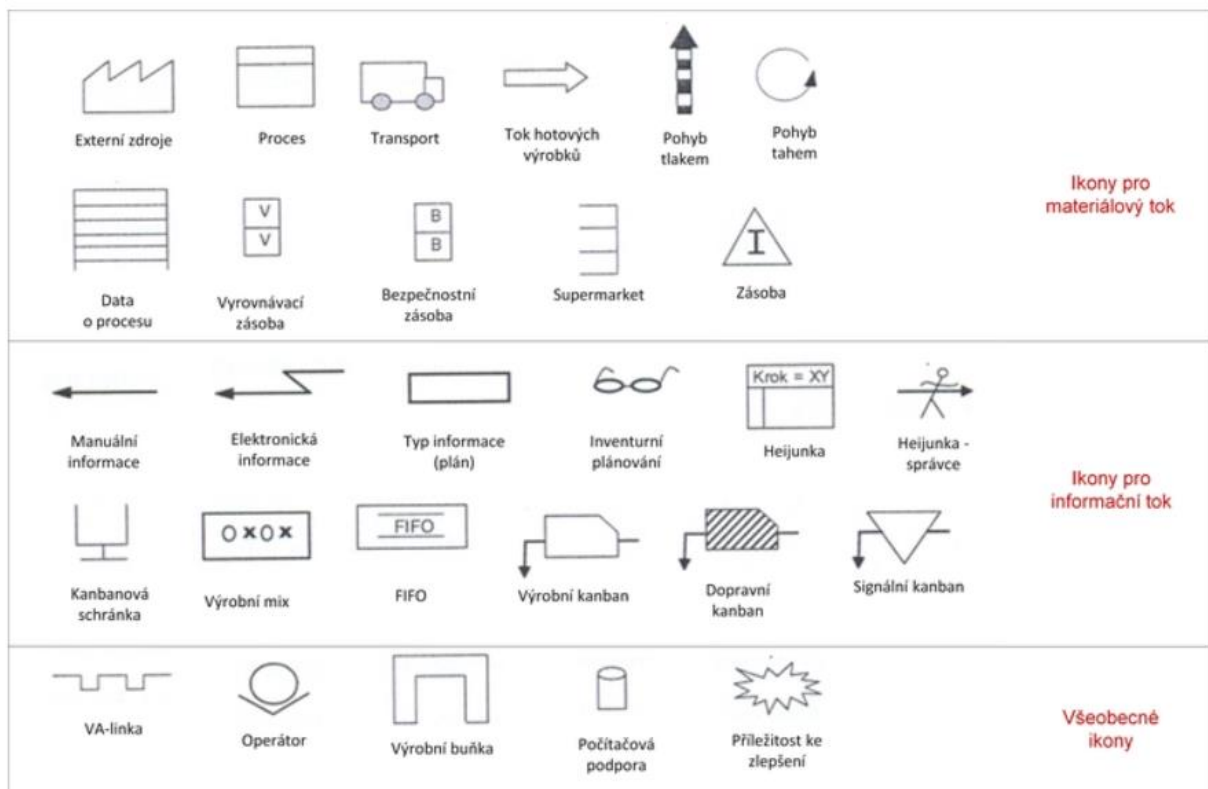
- Celková průběžná doba (Lead time), za jakou produkt vzniká. Od vstupu položky na sklad až po vydání zákazníkovi do ruky. V administrativních procesech od přijetí zakázky po její vyřízení. Zkrácením doby dojde zvýšení VA indexu.
- VA index (Value – Added Index) jinak nazýván index přidané hodnoty. Je to poměr celkové doby, kdy je výrobku přidávána hodnota ku celkové době vzniku

produktu. Index je uváděn v procentech. V současných podnicích se index pohybuje okolo 1 %, při ideálním stavu by se index pohyboval okolo 5 %, záleží na podmínkách podniku.

- VA time (Value – Added Time) neboli přidaná hodnota. Na produktu jsou upotřebovávány změny takové, které dostanou produkt do stavu a požadavků zákazníka, a ten je za něj ochoten zaplatit. Jde o fyzickou změnu stavu výrobku.
- NVA time (NonValue – Added Time) neboli nepřidaná hodnota – čas, který je potřebný při tvorbě daného produktu ale náklady na realizaci neplatí zákazník. Např: kontrola, čekání, manipulace
- Sled procesů

Z mapy současného stavu vyjdou najevo nedostatky a plýtvání, které jsou identifikovány a jsou navržena optimální řešení. Navrhne zlepšení a na základě toho vytvoříme mapu ideálního budoucího stavu, cílem by mělo být zkrácení výrobního času, odstranění plýtvání a snížení pracovní doby výroby. (Jurová, 2016 ; Dlabáč, 2014)

Obrázek 5. Zobrazení schémat VSM mapy (Bejčková, 2017)



4 Řešení práce ve společnosti WISTRON

Pro řešení praktické části této bakalářské práce byla vybrána společnost Wistron InfoComm (Czech) s.r.o., která se zabývá výrobou racků pro datová center a výrobou serverů. Společnost je od roku 2007 součástí mezinárodní korporace Wistron Corporation. Pobočka Wistron InfoComm (Czech) s.r.o., sídlí v krajském městě Brně a čítá přibližně 650 zaměstnanců.

4.1 Historie společnosti

Akciová společnost Wistron Corporation byla založena roku 2000, kdy se oddělila od společnosti Acer. Momentálně je jedním z největších světových dodavatelů informačních a komunikačních technologií na světě. Od roku 2000 se celá společnost postupně rozrůstala až do současné podoby. Kromě centrální pobočky na Taiwanu má i několik globálních základen v Asii, Evropě a Severní Americe. Současně s vysokým nárustem informačních technologií, vzniká v roce 2007 závod v krajském městě Brně.

Wistron Corporation má robustní infrastrukturu výzkumu a hluboké zkušenosti s vývojem svých produktů. Prostřednictvím spolupráce se zákazníky je společnost Wistron Corporation, schopna velmi obratně reagovat na vývoj inovativních technologií ve světě a zlepšovat své produkty, které zaujímají vedoucí postavení na trhu s technologiemi. Mezi produkty společnosti Wistron Corporation se řadí notebooky a stolní počítače, datové servery a racky, úložiště, LCD televizory, ruční zařízení a zařízení a vybavení pro lékařské aplikace.

Od roku 2007 do roku 2010 na brněnské pobočce WISTRON probíhala velká zakázka výroby LCD televizorů. V roce 2010 byla tato výroba přerušena z důvodu přebráním zakázky konkurencí. Od roku 2010 se na společnost WISTRON v Brně začala přenášet montáž datových serverů a racků. V současné době se společnost zabývá montáží datových serverů a následnou kompletací do rack serverů, které jsou následně využity v datových centrech nebo expedovány do společností jako datové servery. (Wistron InfoComm (Czech) s.r.o, 2022)

4.2 Představení produktu

Společnost WISTRON nabízí opravdu vysokou škálu konfigurací složení jednotlivých datových serverů a následných racků. Zákazník si sám může volit počty komponentů a technické parametry serverů a racků. Tím dochází k vysoké variabilitě výroby, která ve společnosti WISTRON probíhá v sériové i kusové výrobě.

Montáž jednotlivých serverů a následná kompletace do racků je poměrně náročná práce, při které je kladen velký důraz na přesnost samotné montáže. Datový server se skládá

z hardwaru a softwaru. Samotný hardware je veškeré fyzické vybavení serveru. Software je sada všech programů nahraná do serveru na základě požadavků klienta. Následně budou představeny jednotlivé komponenty serveru:

Hardware serverů

Chassis – kovová konstrukce, která se používá k umístění nebo fyzickému sestavení serverů v různých tvarech. Chassis serveru je také nazýváno jako skříň nebo case serveru. Skříň serveru je dimenzována, aby zabírala minimum prostoru, ale zároveň pojmula všechny komponenty serveru.

Základní deska – je hlavní obvodová deska serveru, na kterou jsou zapojeny jednotlivé komponenty serveru, jenž jsou na desce propojeny mezi sebou. Základní deska je také označována jako mainboard nebo motherboard. (Myška a Munzar, 2014)

Zdroj – napájecí zdroj je jednou z nejdůležitějších komponent serveru, zaručující provoz serverové jednotky. Zdroj mění elektrickou energii na vstupu do serverové jednotky na zdroj napětí a proudu potřebný pro fungování serverové jednotky. (Wistron InfoComm (Czech) s.r.o, 2022)

Procesor – tzv. centrální procesorová jednotka (CPU) má za úkol přijímat vstupy ve formě programových instrukcí a provádět výpočty, tak aby poskytly výstup. Procesor se skládá ze čtyř základních prvků: aritmetické logické jednotky, jednotky s pohyblivou řádovou čárkou, registrů a vyrovnávací paměti. Tyto paměti provádějí základní i pokročilé aritmeticko-logické operace s čísly a poté jsou výsledky odesílány do registrů, které také ukládají instrukce. Mezipaměti jsou malé a rychlé paměti, které ukládají kopie dat pro časté použití.

CPU provádí své operace prostřednictvím tří hlavních kroků: načtení, dekodování a aplikace.

Načtení: CPU získává instrukce, obvykle z RAM.

Dekodování: dekodér převádí instrukce na signály do ostatních součástí serverů.

Aplikace: nyní dekodované instrukce jsou odeslány do každé součásti, aby mohla být provedena požadovaná operace. (Myška a Munzar, 2014; Kottayil, 2020)

RAM paměti – je typ úložiště dat používaný v serverech umístěna na základní desce. Jde o hlavní paměť používanou serverem. RAM je energeticky závislá paměť, která slouží ke krátkodobému ukládání dat. Všechny informace uložené v paměti RAM se při vypnutí serveru ztratí. Z tohoto důvodu je nutné před vypnutím serveru data, která chceme zachovat uložit na SSD/HDD disk.

RAM je paměť s krátkodobým přístupem používána k rychlému provádění okamžitých úkolů, ale ze své podstaty omezená. Pokaždé, když server potřebuje pracovat na nějaké aplikaci nebo programu, je k dokončení této operace použita paměť RAM. (Myška a Munzar, 2014)

Síťová karta – je komponenta serveru, která umožňuje komunikaci a zaslání dat s ostatními servery v síti. (Myška a Munzar, 2014)

Elektronická disková jednotka – používající zkratku SSD, je jednotka pro elektronické uložení dat.

Pevný disk – nazývající také HDD, je nezávislé paměťové zařízení serveru. Jedná se o sekundární uložení zařízení používané k uchování zpracovaných dat pro další použití.

Software serverů

Serverový software je veškeré programové vybavení, které je součástí serveru. K nahrávání softwarových programů jako jsou: antivirové, zálohovací aj. dochází po konečném testu racku. (Myška a Munzar, 2014)

Rack

Je soubor serverů integrovaných do skříně nazývající se rack. Rack je skříň ve které jsou jednotlivé servery propojené mezi s sebou a připojené na zdroj. Běžně se racky vyskytují v datových centrech v počtu někdy tisíce a ojediněle i desetitisíce kusů.

Tím, že lze jednotlivé servery snadno demontovat z racku, umožňuje správcům systémů, technikům a operátorům diagnostikovat technické problémy a vyměnitelné jednotlivé nefunkční servery bez vypnutí celého racku.

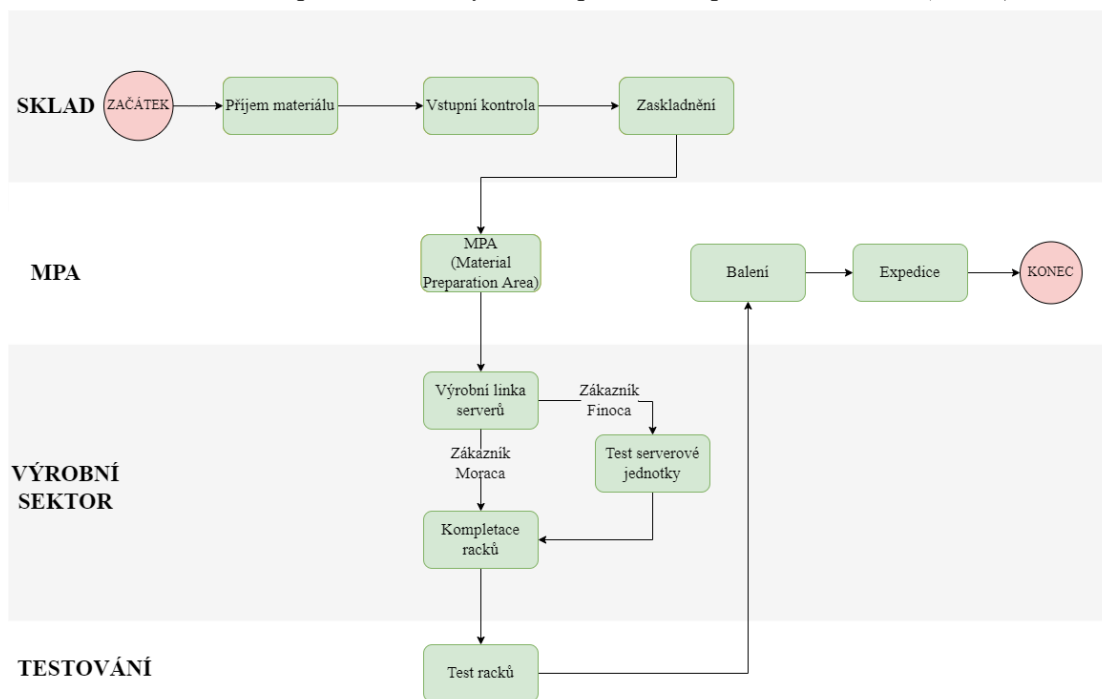
Obrázek 6. Kompletně sestavený rack (vlastní)



4.3 Analýza současného stavu výrobního procesu

Na níže uvedeném obrázku č. 7 lze vidět procesní schéma postupu výrobku celou společností WISTRON. Tato procesní mapa byla vypracována v rámci analýzy současného výrobního stavu. Popisuje celý výrobní proces od příjmu materiálu na sklad společnosti až po finální expedici zboží k zákazníkovi.

Obrázek 7. Procesní mapa a struktura výrobního procesu ve společnosti Wistron (vlastní)

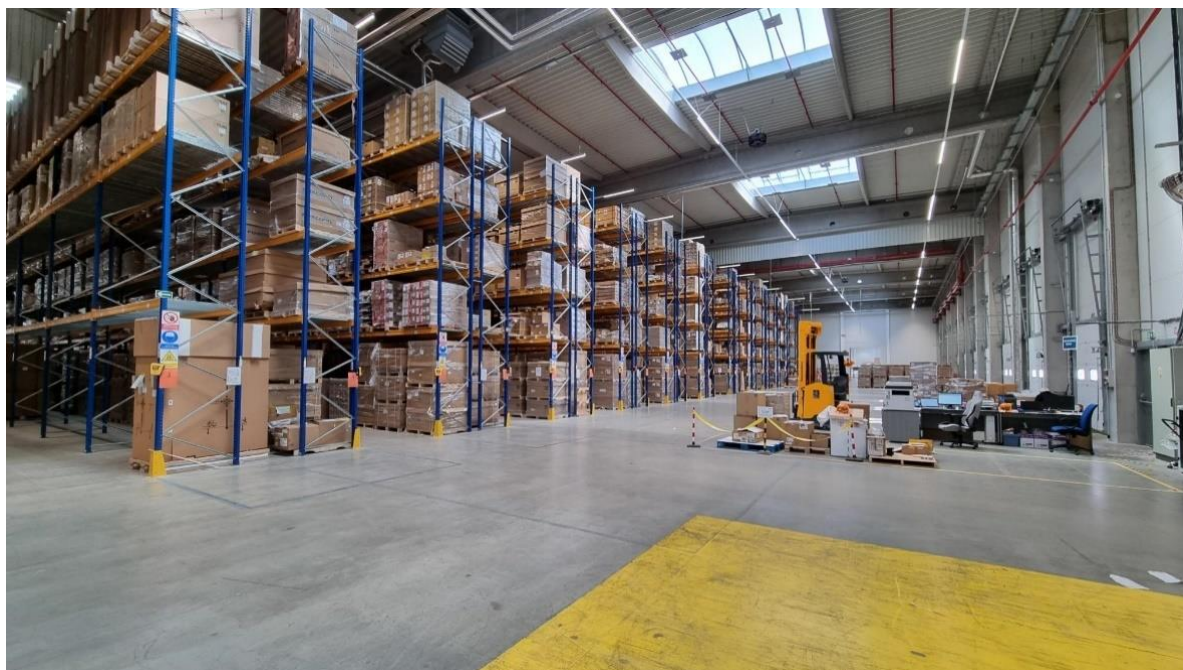


Příjem materiálu, vstupní kontrola materiálu a zaskladnění

V tomto této části společnosti dochází k přijímce vstupního materiálu, vstupní kontrole materiálu a následnému zaskladnění. Všechny tyto tři procesy probíhají v části společnosti, kterým je sklad. Dovezený materiál je vyložen v části příjem materiálu, kde čeká na svoje zaskladnění po schválení vstupní kontrolou. Na kontrolu je z dovezeného materiálu vybráno několik kusů, z každé dodávky jednotlivých komponentů. Počet kontrolovaných komponentů se odvíjí od množství přivezeného materiálu a předem dané normy určené společností. Během kontroly dochází k vizuální kontrole materiálu, jestli během převozu nedošlo k mechanickému poškození a dále se kontrolují technické specifikace výrobku.

V momentě schválení dodávky kontrolou je na dodaný materiál umístěn štítek IQC- PASS, v tento moment může být zaskladněna celá dodávka materiálu. Pracovník na skladě zaskladní materiál v centrálním skladě, který lze vidět na obrázku č. 8. V momentě zaskladnění se v systému SAP objeví nově doručený materiál jako dostupný, v této chvíli mohou plánovači v systému SAP spustit novou zakázku do výroby. Oddělení plánování spouští zakázku do výroby až v momentě zaskladnění materiálu. Fyzicky materiál je na skladě dostupný už po vyložení v příjmové zóně, ale je nezbytné počkat na příjmovou kontrolu kvality z důvodu možného poškození dovezeného materiálu. Oddělení plánování spouští zakázku do výroby jen na dva dny. Je tak provedeno z důvodu, že HV materiál je dodáván na týdenní bázi. Plánovači spustí v systému SAP zakázku do výroby, skladník vychystá materiál, který následně veze do haly MPA.

Obrázek 8 Sklad materiálu (vlastní)



MPA (Material Preparation Area)

MPA je místo kde dochází k vychystání veškerého výrobního materiálu potřebného na výrobu spuštěné zakázky. Po dopravení ze skladu dojde k zaskladnění komponent na MPA. Neprodleně po zaskladnění v MPA dochází k tisku MO picking listu (obrázek č. 9). Každá zakázka má svůj MO picking list, kde je uvedeno číslo zakázky, veškeré komponenty potřebné k zakázce a následně jejich počet. Na jednotlivých pracovištích je přesně podle tohoto listu připraveno vše potřebné k výrobě dané zakázky serverů. Připravený materiál je vychystán na vozíky, kterými se následně dopraví do výroby, patrné z obrázku č. 10.

Na základě pracovních instrukcí je přepravní vozík vychystán, aby obsloužil dvě nebo tři sousledné operace na výrobní lince. Po vychystání celé zakázky je možné vše dopravit do výroby.


Obrázek 9. MO picking list (vlastní)

Obrázek 10. Přepravní vozík (vlastní)


MO Picking List

MO	UPN	MODEL	LINE	MFGTYPE	LOT	PLANDATE
000038746590	B91.04801.0010	SPE	FS2	MPC	1	03/03/22

000038746590



MO	TYPE	CPN	DESCRIPTION	QTY	STOCK	BIN	LOC	KEE
000038746590	Type 8	001.00CPX.M002	IC CPU INTEL CPX 8321HC 26C 1.4G LGA	2	21627	Z-019	W191	AC
000038746590	Type 8	056.02106.M001	SSD-M 3.76TB PM9A3 E1 S 25MM FIONA	12	1040	Z-311	W191	AC
000038746590	Type 8	056.02050.M035	SSD-M 512GB M.2 KIOXIA XG6 SPE	2	2344	Z-408	W191	AC
000038746590	Type 8	072.M393A.M061	RDIMM 16GB 3200 IDT M393A2K43DB3-CWEBY	8	67635	Z-641	W191	AC



Výrobní linka serverů

Po dopravení ze střediska MPA a převzetí materiálu do výroby, dochází k rozvozu vozíků s materiálem po výrobní lince. Na jedné výrobní lince dojde za jeden výrobní cyklus k sestavení serverové jednotky. Každý výrobek má na sobě QR kód nebo 2D kód, sloužící pro naskenování elektronické instrukce. Tato instrukce slouží jako návod postupu montáže serverové jednotky. Z důvodu vysoké možnosti konfigurace jednotlivých komponent v serverech ze strany zákazníka je elektronická instrukce výhodnější než papírová. Variabilita konfigurací serverů se pohybuje ve stovkách variant, z tohoto důvodu je tak zavedena elektronická instrukce postupu výroby. Přestože se jedná o sériovou výrobu dochází k vysoké rozmanitosti výroby. Běžná zakázka čítá přibližně 75 serverových jednotek. Během dne dochází ke 4 až 6 změnám výrobních zakázek. Se změnou výrobní zakázky přichází změna

montovaných komponent a jejich specifikací. Jednotlivé zakázky se liší v počtu komponent a technických specifikací montovaných komponent.

Výroba serveru začíná přípravou chassis, jde o vychystání skříně, kde bude server uložen. Dále pokračuje výrobek výrobním procesem, kde dochází k montáži základní desky, následuje montáž zdroje a jeho zapojení, osazení procesory a instalace RAM pamětí. Objem RAM pamětí může být až 126 GB, v maximálním počtu 36 pamětí. Následuje montáž síťové karty, SSD a HDD disků. Na samotném konci výroby dochází k vizuální kontrole výrobku a HIPOT testu. HIPOT test je nedílnou součástí výroby a je poslední kontrolou, před propojením jednotlivých serverů v racku. Z důvodu zdroje, který je součástí serverové jednotky, je nutno podle vyhlášky zkontrolovat případné probíjení serveru a jeho uzemnění. Do serveru je přivedeno vysoké napětí 2000 – 5000V a velmi slabý proud. Test trvá 30 s., po úspěšném absolvování testu server pokračuje dále. Na konci výrobní linky je server vyndán, vložen do racku (tyto racky slouží pouze pro Power on test), kde dojde k rychlému testu tzv. Power on test. Test má za úkol zkontrolovat, zda jsou všechny komponenty na svém místě. Tento test probíhá 10 minut. Na konci testu je server vyndán z racku a vložen do svého racku, ve kterém se kompletuje s ostatními servery dle zakázky.

Výrobní linka je částečně automatizována. V první části je jedno UR rameno. Robot má za úkol sundat krytku ze základní desky a pořídí fotografii, která je hned uložena do databáze společnosti pod sériovým číslem základní desky. Fotografie se zaměřuje na detail základní desky, kde jsou tzv. piny. V části CPU slotu, kde se piny nachází vzniká kontakt s procesorem. V minulosti měla společnost problémy s dodávkou základních desek, respektive s piny, jenž se nachází na základní desce. V části základní desky, kde se piny nachází, docházelo k deformaci pinů. Piny byly dodávány znehodnoceny a poškozeny (lehce ohnuté, polámané). Z důvodu časté reklamace, obtížné komunikace a argumentace s dodavatelem bylo pořízeno UR rameno. Další UR rameno se používá v jednom z posledních kroků výroby, při sestavování serverů, kdy se musí paměti zatlačit do slotů. K této činnosti je potřebná poměrně velká fyzická síla, proto byla operace nahrazena UR ramenem, z důvodu ulehčení fyzické práce lidí. Robot zatlačí paměť do slotů přesně pod požadovaným tlakem, aby paměť dosedla na své místo ve slotu. Na konci samotné výroby serverů, kdy se provádí již zmiňovaný HIPOT test, je použit poslední UR robot. Z důvodu bezpečnosti práce tento test provádí robot.

Kompletace racků

V části která se nazývá kompletace racků, se jednotlivé servery sestavují do racků. Z tří hlavních komponentů, jimiž je server, skříň racku a následné propojení jednotlivých jednotek kabeláží. V první operaci se jednotlivé servery usadí na kolejnice do skříně. Počet serverů v racku záleží na konfiguraci zakázky. Poté se pečlivě vše propojí kabeláží, která propojuje jednotlivé servery mezi sebou a zdrojem, průběh kompletace můžeme vidět na obrázku č. 11. Pracovníci se řídí elektronickou instrukcí obdobnou jako ve výrobě. Po zapojení kabeláže je provedena vizuální kontrola celého racku. Kontroluje se řádné zapojení kabeláže, poté je rack připraven na velký konečný test.

Obrázek 11. Racky v průběhu kompletace (vlastní)



Rozdíl mezi zákazníky

Vzhledem k ochraně práv a působení společnosti v nadnárodních korporacích si WISTRON nepřeje konkretizovat zákazníky. V tomto případě budu používat kódová označení pro názvy zákazníků. Těmi budou zákazníci Moraca a Finoca. Tyto dva zákazníci jsou hlavními odběrateli produktů společnosti WISTRON. Každý zákazník má své požadavky na technické parametry a počty komponent serverové jednotky a následný rack. Variabilita výroby a škála možností konfigurací montáže serverů je opravdu velká. Rozdíl může být například v počtu RAM paměti nebo specifikaci procesoru. Rozdíl mezi zákazníky je důležitý pro strukturu výrobního procesu společnosti, proto uvádím rozdíl.

Po montáži serverové jednotky, která je vyráběna pro zákazníka Moraca odchází rovnou na kompletaci racků. Na rozdíl od serverové jednotky pro zákazníka Finaca. Jednotka pro zákazníka Finaca je po montáži serveru, vložen do testovacího racku a provádí se tří hodinový

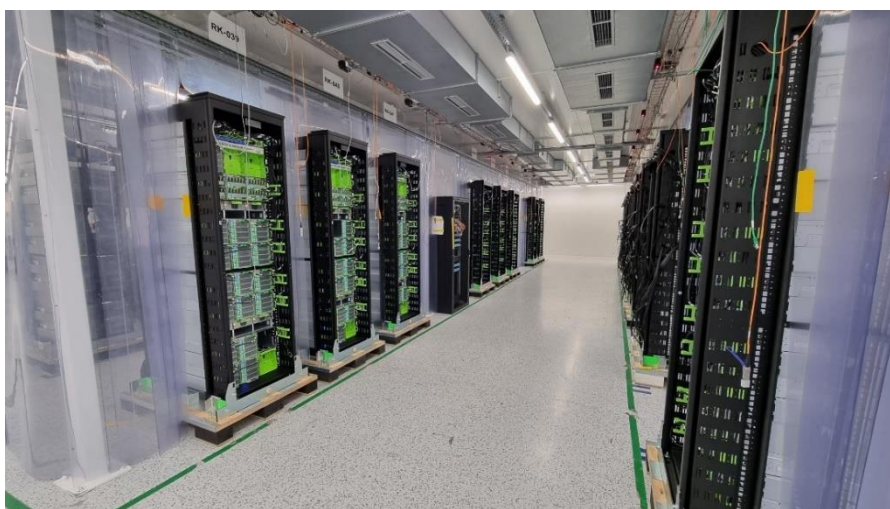
softwarový test. Nejedná se o finální test racků, ale zákazník Finaca chce omezit případnou poruchovost v koncovém testu, proto zavádí tento test.

Vychystávání materiálu, výrobní systém, kompletace a následný finální test je ovšem stejný pro oba produkty zákazníků.

Testování racků

Během operace nazývané jako testování racků dochází ke konečnému testování softwarové funkčnosti a kompatibility jednotlivých serverů v racku. V klimatizované místnosti za stálé teploty 20 °C, probíhá za neustálého provozu racků jejich testování, jak je vyobrazeno na obrázku č. 12. Obvyklý test probíhá 72 hodin. Vyskytují se zakázky, které vyžadují delší softwarový test až v rozmezí 96 hodin. Test má za úkol odhalit případně vzniklé softwarové nebo hardwarové chyby jaké mohli vzniknout špatnou manipulací během výroby, vadnou dodávkou komponentů aj. V momentě výskytu nefunkčnosti jedné nebo více serverových jednotek v průběhu testu se ihned pracuje na jejím odstranění. Tématu oprav serverů bude věnována **kapitola 4.5**. Po úspěšném dokončení testu, je rack přepraven na další operaci balení.

Obrázek 12. Racky v průběhu testování (vlastní)



Balení

V průběhu operace balení jsou racky dopraveny do expedičního skladu. Každý rack je jednotlivě zabalen, přidány jsou gumové nárazníky, které co nejvíce chrání rack během expedice vůči poškození a nárazům. Obalový materiál musí být pevný a odolný. Společnost WISTRON exportuje své výrobky do celého světa. Produkty jsou přepravovány pomocí pozemní dopravy a letecké.

Expedice

Poslední částí výrobního procesu je expedice. Řádně zabalené výrobky jsou připraveny na následnou expedici, jak je patrné z obrázku č. 13. Zde je zjištěná správná kompletace podle zakázek. Oddělení expedice se zabývá logistikou dopravy výrobků a vystavováním dodacích listů

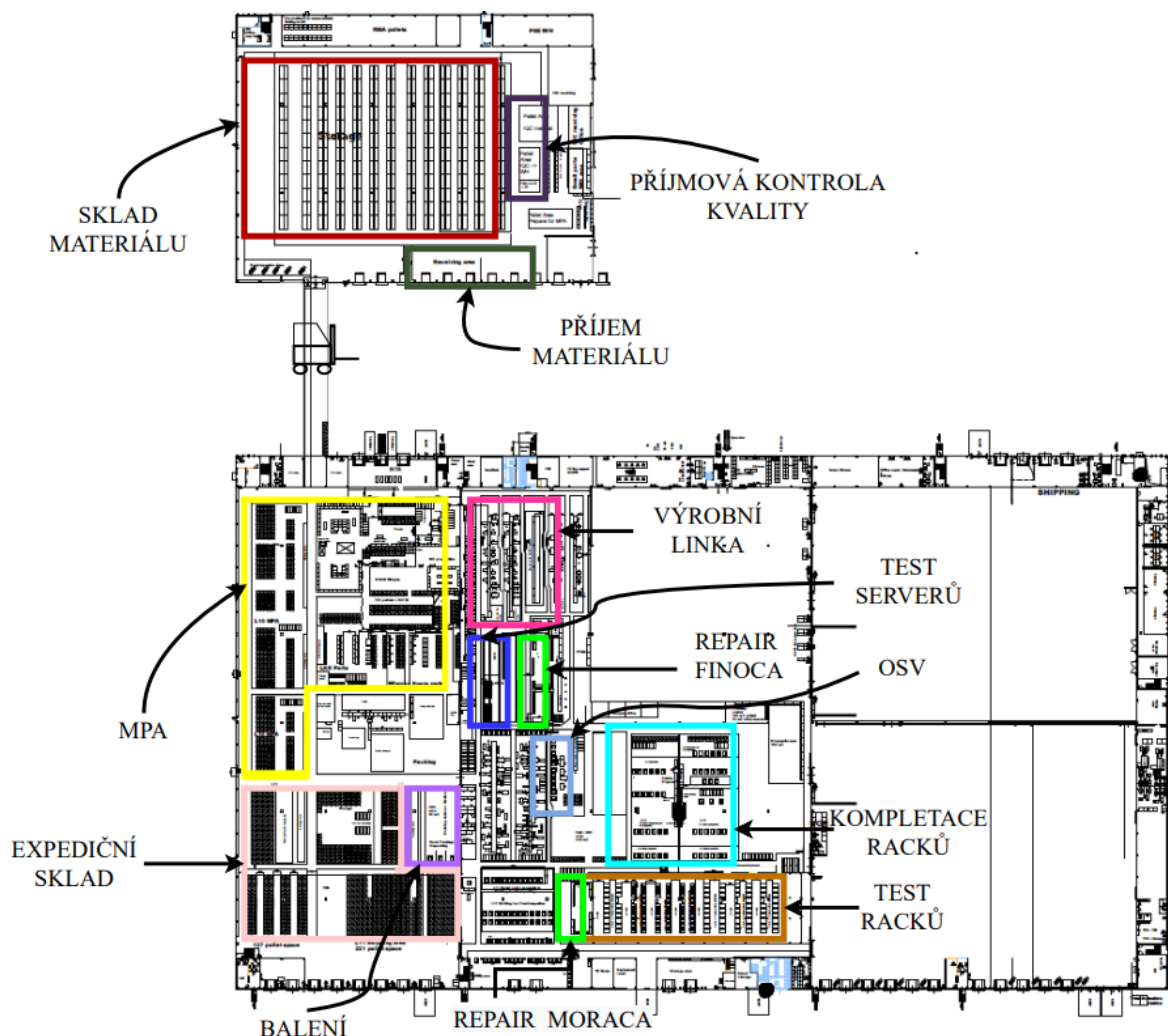
Obrázek 13. Zabalené racky čekající na expedici (vlastní)



4.3.1 Layout provozní části společnosti WISTRON

Na obrázku č. 14 může vidět kompletní layout výrobního procesu ve společnosti WISTRON. Z hlediska uspořádání je firma tvořena dvěma halami. Jednotlivé výrobní prostory jsou popsány výše v **kapitole 4.3**.

Obrázek 14 Layout výrobních procesů ve společnosti Wistron (vlastní)



4.4 Procesní analýza současného stavu oprav serverů

V rámci výrobního procesu dochází k výslednému testování funkčnosti a kompatibility racků. Testování z hlediska časové náročnosti zabírá velkou část výrobního procesu. Negativní součástí testování racků je poruchovost jednotlivých serverů v rackách během testování. Proces testování a oprav serveru v momentě výskytu poruchy bude zobrazen, procesní mapou na obrázku č. 15 nebo v příloze A a jejím popisem v kapitole 4.4.1. Ve společnosti WISTRO je kladen velký důraz na efektivitu, úspěšnost a rychlost oprav serverové jednotky. Následná úspěšnost oprav byla analyzována v kapitole 4.6. Identifikovaný problém vyplývající z procesní analýzy bude uveden v kapitole 4.7

4.4.1 Testování a proces oprav racků

Každý rack se po zapojení veškeré kabeláže na operaci kompletace racků dopraví na testování racků. Test je nedílnou součástí poslední možnosti odhalit softwarovou nebo

mechanickou chybu. Každý zákazník má jiné testovací normy, které si nárokuje. Testování se provádí v uzavřené části výrobní haly, kde je za přívodu klimatizace zajištěna stálá teplota a odvod vzniklého tepla. Racky jsou připojeny do systému a za nepřetržitého běhu obvykle 72 až 96 hodin (dle typu zakázky) testovány. Po dokončení úspěšného testu jsou racky připraveny k expedici. Nedílnou negativní součástí testu je poruchovost jednotlivých serverů v racku průběhem testu. Mechanická poruchovost serverů se vyskytuje průměrně ve 2 % případech. (Wistron InfoComm (Czech) s.r.o, 2022)

V momentě výskytu chyby v průběhu testu, nastává proces opravy serveru, který musí probíhat co nejrychleji a nejefektivněji. Z důvodu znovu uvedení celého racku do testu a dokončení testu. V momentě výskytu poruchy operátor analyzuje, jestli se jedná o softwarovou nebo hardwarovou chybu.

Pokud se jedná o softwarovou chybu, operátor je vždy schopen přes vzdálený přístup chybu vyřešit. Server nemusí být demontován a operátor je schopen připojením se na server ze svého počítače, chybu vyřešit, poté test může být dokončen. Ovšem když se jedná o mechanickou chybu, proces je jiný. V momentě výskytu mechanické chyby má operátor v testovacím centru k dispozici náhradní jednotku (každá zakázka vyrobí 3 – 5 serverů navíc), vymění ji za chybnou a test může být dokončen.

Pokud náhradní jednotku nemá k dispozici, nastává proces oprav. Serverová jednotka je demontována z racku a následně poslána na oddělení Repair. Zde je jejich hlavním úkolem identifikovat vadnou komponentu serverové jednotky, demontovat vadnou komponentu a nahradit ji novou. Server je následně co nejrychleji poslán zpět k dokončení testu. Mechanicky poškozená komponenta putuje na oddělení OSV.

Komponenta z oddělení Repair na OSV (On-Site Verification) přichází už s identifikací chyby, kterou odhalili repair technici. Pokud komponenta vykazuje mechanické poškození, tak OSV technici pouze zapíší chybu do systému a vadná komponenta putuje na tzv. scrap, to znamená že je zlikvidována. Za druhé přichází součástka z oddělení Repair, kdy technici nezanalyzovali žádnou vadu. Plnění práce OSV oddělení nastává v tento moment.

Zde se komponenta podrobí detailnější analýze. Součástka je důkladně zkoumána zvětšovací optikou za příčinou hledání mechanické vady a dále je podrobena softwarovým testům. Po dokončení detailnější analýzy přichází výsledek, kdy test funkčnosti neboli detailnější analýza, neodhalila žádnou chybu. Součástka je zpětně expedována do skladu mezi dobré komponenty. Za druhé nastává situace, kdy test funkčnosti odhalil vadu komponenty a zde dochází k dalšímu dělení a manipulací s nefunkční komponentou.

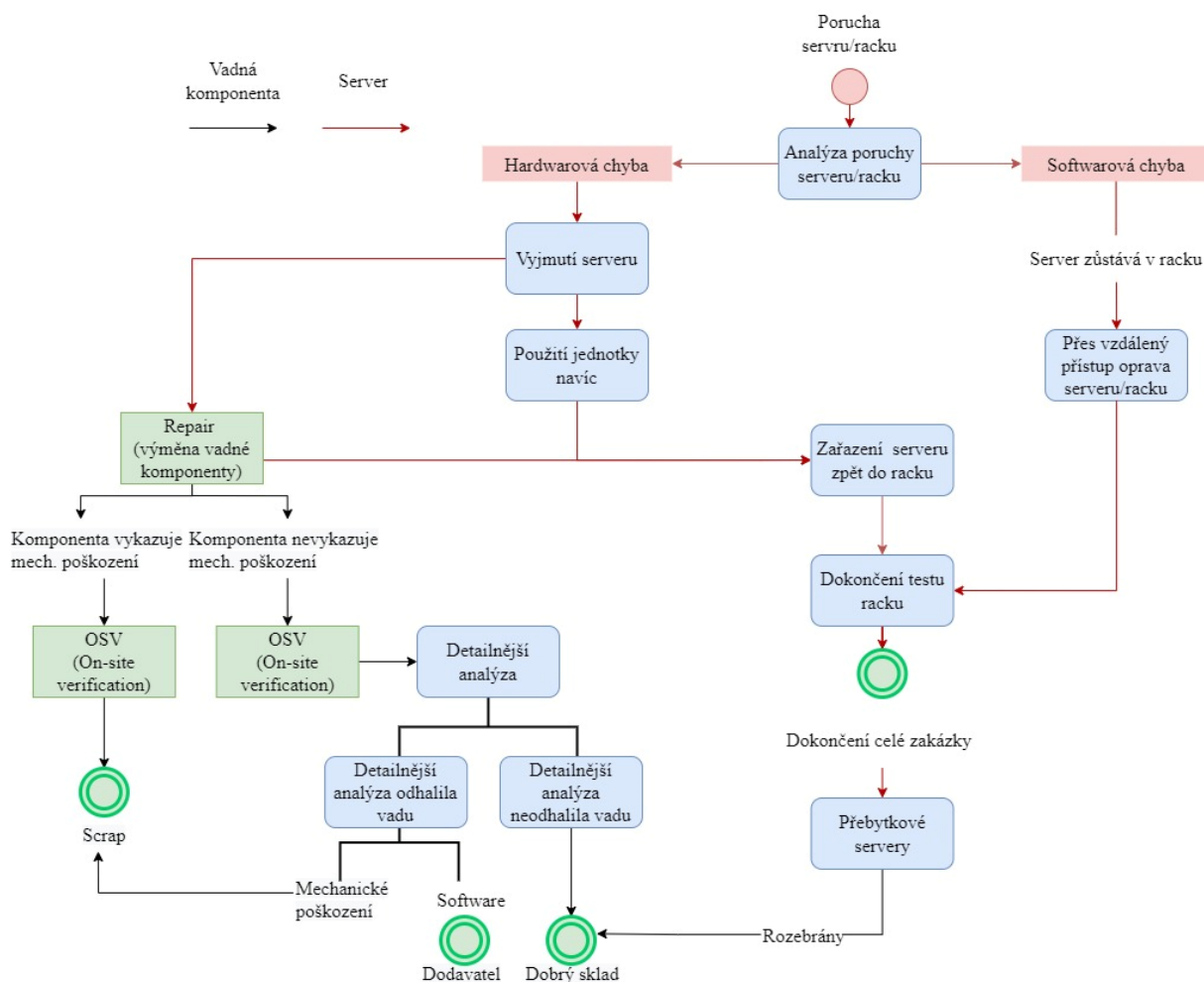
Pokud bylo odhaleno mechanické poškození, součástka se posílá na tzv. scrap. Jestliže došlo k softwarovému odhalení chyby, problém je řešen s dodavateli konkrétních komponent.

Mnohdy se jedná o elektronické komponenty v řádech desetitisíců, proto je proces oprav nezbytnou součástí výroby, kdy dochází k řešení vadných komponent serverů a v případě, že nedojde zjištění chyby je komponenta navracena do skladu, mezi dobré komponenty. O každém výrobku je v systému vedena evidence. Je tedy zjištěno, že pokud se jednotlivá komponenta serveru (RAM, procesor, základní deska, DIMM) opakovaně vrací jako chybová, je dále řešena příčina chyby.

Vysvětlivky k obrázku č.15 proces oprav:

Červenou čárou je v procesu vyznačen tok serverů, naopak černou čárou je vyznačen tok už demontované komponenty z datového serveru. V zeleném rámečku jsou vyobrazeny fyzické stanoviště v procesu, zde dochází k analýze problému. Modrou barvou je v obrázku vyobrazena fyzická akce, která je v procesu prováděna. Zeleným kolečkem je zobrazen konec procesu. Červeně vyobrazené pole je rozdělení chyby.

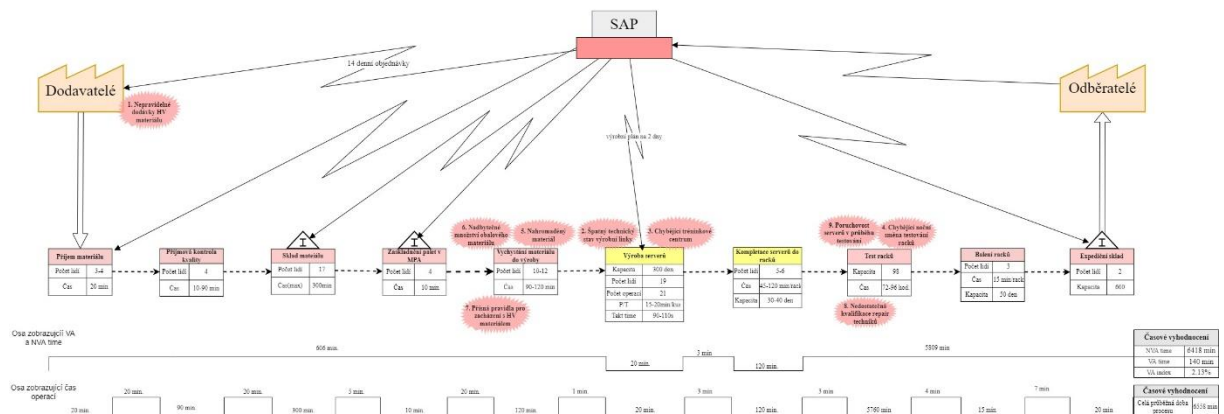
Obrázek 15. Procesní mapa oprav serverů a jejich komponent (vlastní)



4.5 VSM analýza současného výrobního procesu

Pro analýzu současného výrobního stavu ve společnosti WISTRON, která je provedena pomocí Value Stream Mapping, byl zvolen celý výrobní proces. Mapování hodnotového toku celou společností od dodávky výrobního materiálu až po vývoz zákazníkovi, je graficky znázorněn a popsán pomocí VSM, jenž je vidět na obrázku č. 16. Detailnější zobrazení je uvedeno v **příloze B** na konci této práce.

Obrázek 16. VSM mapa výrobního procesu ve společnosti WISTRON (vlastní)



4.6 Vyhodnocení úspěšnosti oprav pomocí Pareto analýzy

Pareto analýzou dojde ke zjištění 80 % příčin oprav. Dále bude možné se zaměřit na návrh řešení minimalizace oprav. K opravě serveru se dostávají ty, jenž projeví mechanickou vadu při konečném testování racků. Poté, co je chybný server vyjmut z racku, putuje na oddělení Repair. Zde technik analyzuje příčinu nefunkčnosti serveru, vadnou komponentu vymění a zapíše chybu do systému. V systému je uveden kód chyby, příčina vzniku a následné řešení.

Po provedení datové analýzy za období leden a únor 2022 bylo celkem ve společnosti WISTRON vyrobeno 11 425 serverů, z toho 183 chybových serverů. V následující tabulce č.1 jsou vidět parametry *kódy chyby*, jako interní označení chyby ve firmě. Jako další je v tabulce uvedeno *řešení problému*, který v serveru nastal a *počet operací* jednotlivých implementovaných řešeních v analyzovaném období. Nadále vypočítáním *relativní četnosti*, byla zjištěna procentuální podíl jednotlivých chyb z celkového objemu a data seřadili sestupně tj. od největších hodnot po nejnižší. Posledním krokem je výpočet *kumulativní četnosti* jednotlivých položek.

Nejčastěji byla provedena operace **výměna vadné DIMM**, která dosahuje 55,74 % na celkových opravách, nejméně naopak byla provedena operace **znovu vložení FPGA** a **žádný problém nebyl nalezen** pouze s 0,55 %. V tabulce je procentuální podíl na všech řešeních, uveden ve sloupci *relativní četnosti*. Tím bude zjištěno, kde leží 80% hranice

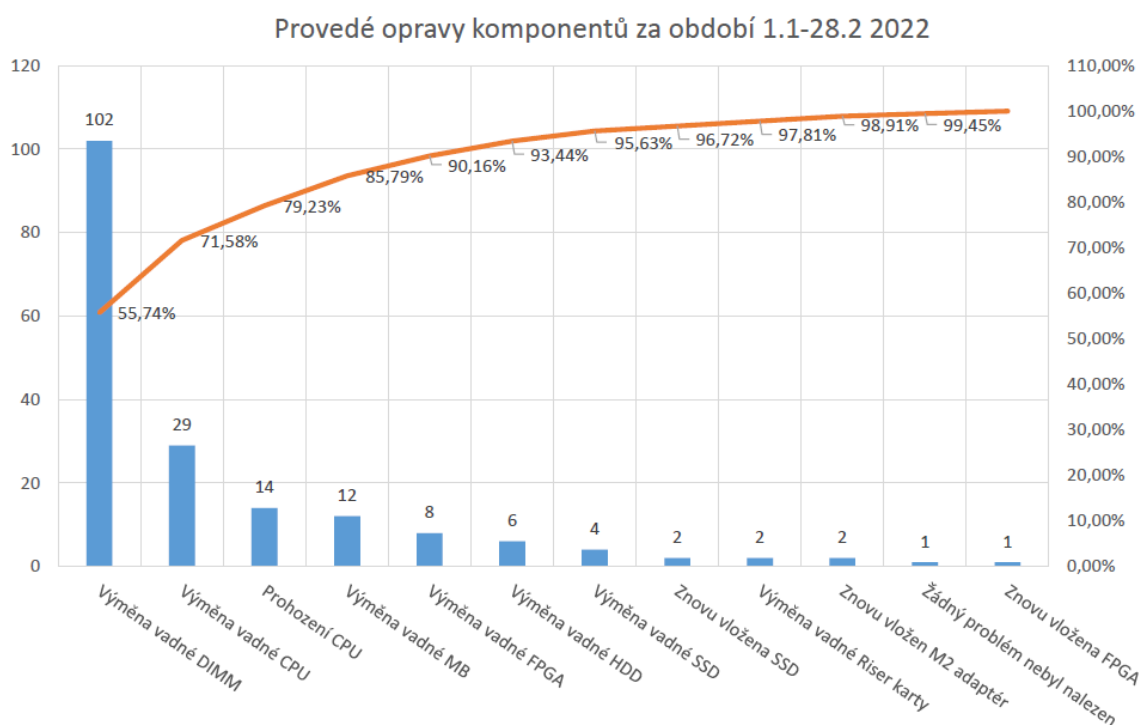
z celkových oprav dle Paretova pravidla. Vypracované rozvržení vyobrazuje následující tabulka. (Wistron InfoComm (Czech) s.r.o 2022)

Tabulka 1.Pareto analýza řešení problému oprav (vlastní)

	Kód chyby	Řešení problému	Počet operací	Relativní četnost	Kumulativní četnost
1	DIM002	Výměna vadné DIMM	102	55,74 %	55,74 %
2	CPU002	Výměna vadné CPU	29	15,85 %	71,58 %
3	MB_002	Prohození CPU	14	7,65 %	79,23 %
5	CPU007	Výměna vadné MB	12	6,56 %	85,79 %
4	FPG002	Výměna vadné FPGA	8	4,37 %	90,16 %
6	HDD002	Výměna vadné HDD	6	3,28 %	93,44 %
7	LQR006	Výměna vadné SSD	4	2,19 %	95,63 %
8	SSD003	Znovu vložena SSD	2	1,09 %	96,72 %
9	RSR002	Výměna vadné Riser karty	2	1,09 %	97,81 %
10	M2A003	Znovu vložen M2 adaptér	2	1,09 %	98,91 %
11	-	Žádný problém nebyl nalezen	1	0,55 %	99,45 %
12	FPG003	Znovu vložena FPGA	1	0,55 %	100,00 %
Celkový počet			183	-	-

Na základě dat z výše uvedené tabulky č. 1 byl vytvořen Pareto graf zobrazený na obrázku č.18, pro lepší představu o četnosti oprav za uplynulé období. Slouží k zamyšlení, kam by mělo směřovat nejvíce úsilí k zaměření se na redukci oprav serverů. Z níže uvedeného grafu je patrné, že operace výměna vadné DIMM, výměna vadné CPU a prohození CPU jsou nejčastějším řešením chybovosti serverů. Těchto 145 chybných serverů, jaké byli opraveny ve třech zmíněných operacích se přibližně z 80 % (dle pravidla 80/20), podílí na vyřešení oprav serveru. Detailní návrh na snížení četnosti oprav těchto tří hlavních vad rozpracován v kapitole 5.2.

Obrázek 17. Pareto graf na základě hodnot z Tab.1 (vlastní)



4.7 Identifikované problémy v rámci výrobního procesu

V této kapitole je uveden seznam nalezených problémů a neefektivit v celém výrobním procesu. Problémy byly identifikovány pomocí VSM mapy, procesní analýzy výrobního procesu a procesní analýzy oprav serverů vyhodnocenou na základě Pareto analýzy.

Ve výrobním procesu byly nalezeny tyto problémy a neefektivit:

1. Nepravidelné dodávky HV materiálu, (dodavatel)

Nedostatek HV materiálu je celosvětový problém. Ze stran dodavatelů dochází k omezení dodávek HV materiálu. Omezení dodávek materiálu není nikterak pravidelné, lze tedy obtížně předvídat dobu omezení. Tento problém vede k omezení výroby a následně je s tím spojeno nedodržení dodávek zakázek zákazníkům.

2. Špatný technický stav výrobní linky, (výroba)

Špatná kvalita výrobní linky má přímý dopad na kvalitu vyráběných serverů. Z důvodu změny struktury výroby, byla linka několikrát přestěhována. Demontováním a následným sestavením linky došlo k mírné nesouměrnosti dosedajících součástí výrobní linky a z toho vzniká nekvalita výroby.

3. Absence tréninkového centra, (výroba)

Tímto je myšleno, že příchozí noví pracovníci nejsou řádně zaškoleni v tréninkovém centru a chybovost pracovníků v průběhu práce je tak vyšší. Důvodem problému zaškolování

přímo ve výrobě na lince, je nedostatek personálu na obsazení trénink centra. Tréninkové centrum je již 2 roky zavřené, a tak musí zaškolování nových pracovníků probíhat přímo ve výrobě. Následné zaškolování ve výrobě je méně kvalitní a není mu věnováno tolik času, jako při funkčnosti centra. Nedostatečné zaškolení vede k zvýšené chybovosti pracovníků a tím je spojen přímý vliv na kvalitu výroby. Absence tréninkového centra má dopad na zvýšení počtu poruch serverů v konečném testování.

4. Třisměnný provoz u testování racků, (*testování racků*)

Celá společnost funguje na bázi jednosměnného provozu od 6:30 do 15:00. Ovšem testování racků probíhá za nepřetržitého fungování celých 72 hodin. Problém nastává, když rack projeví chybu v čase 15:00 – 6:30. V tomto čase zde není nikdo, kdo by mohl chybu vyřešit.

5. Nahromaděný materiál, (*MPA*)

Ze strany skladníků dochází k nedodržování norem dodání materiálu na oddělení, kde dochází k vychystání materiálu do výroby. Dochází tak k nahromadění materiálu v oddělení MPA a úbytku manipulačních prostorů.

6. Nadbytečné množství obalového materiálu, (*MPA*)

Při dodání komponent dochází ze strany dodavatelů k použití velkého množství obalového materiálu, ve kterém komponenta přichází. Tento problém vede k příliš velké časové náročnosti, než je komponenta vybalena a může být dále poslána do procesu.

7. Přísná pravidla pro zacházení s HV materiálem, (*MPA*)

Při vybalování HV materiálu dochází k situaci, že materiál je několikanásobně počítán a následný zdlouhavý proces, kdy materiál musí být vybalován pod kamerou, dále je nafocen ze čtyř stran a teprve poté může dále pokračovat v procesu. Problém je v přílišné časové náročnosti, kterou tato činnost pojme. Důvodem přílišné opatrnosti je a vysoká cena HV materiálu.

8. Nedostatečná kvalifikace repair techniků, (*proces oprav*)

S tím to problémem je spojena rychlost oprav a vzdělanost techniků. Proces oprav od repair techniků je častokrát zdlouhavý a někdy identifikace problému není přesná. Nastává tedy problém, kdy špatná identifikace chyby vede k přílišnému vytížení OSV oddělení. Repair technik špatně identifikuje vadu komponenty a tím neúměrně zahlcují OSV stanoviště.

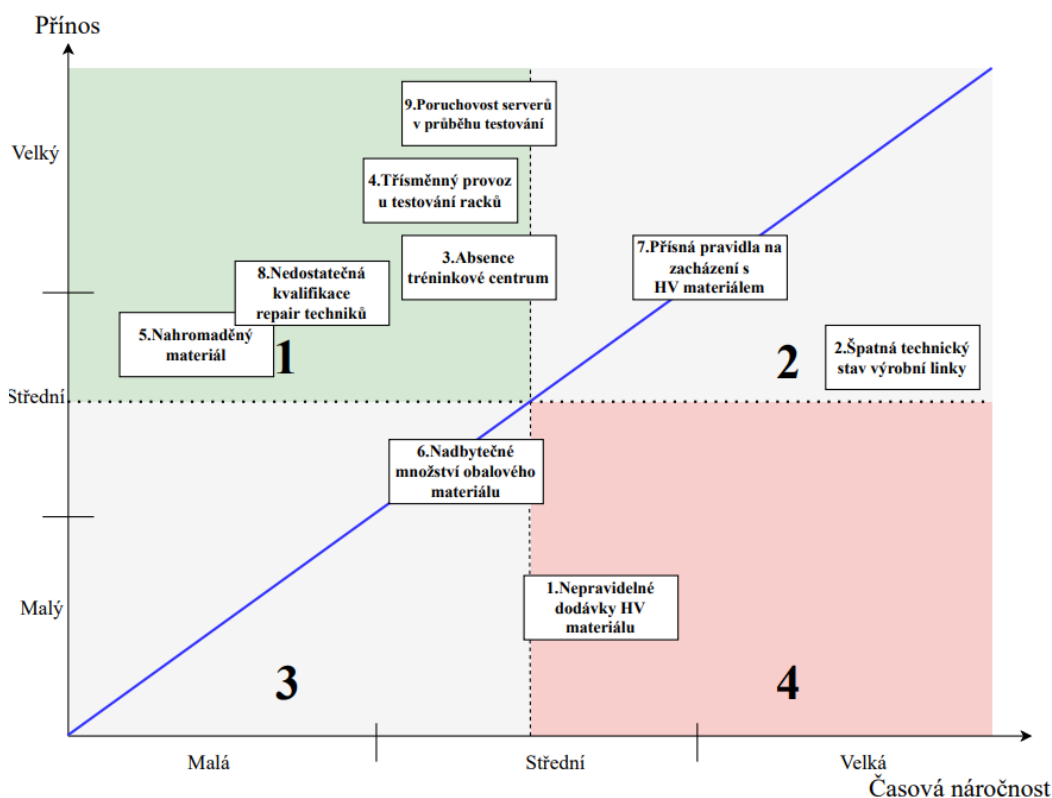
9. Poruchovost serverů v průběhu testování, (testování serverů)

V tak velkém objemu testovaných serverů je problém poruchovosti nebo nekompatibility serverů v konečném testu nevyhnutelný. Část serverů se softwarovou chybou je ihned vyřešena. V momentě projevení mechanické poruchy, nastává proces oprav. Úkolem řešení toho problému bude, eliminace chybovosti již v průběhu výroby a zaměřením se na nejvyskytovanější poruchy. Tomuto problému je věnována **kapitola 5.2**.

Obrázek č.16, zobrazuje matici mapující závislost přínosu řešení problému, na míře časové náročnosti provedení řešení. Hlavní prioritu představují problémy 3, 4, 5, 8 a 9 nacházející se v zeleném poli. Vyřešení problémů by znamenalo velký přínos, přičemž časová náročnost provedení řešení by nebyla příliš velká. Problémy 7 a 2 nacházející se v kvadrantu dva by pro fungování výrobního procesu měly velký přínos jejich řešení s tím rozdílem, že by jejich vyřešení vyžadovalo vysokou časovou náročnost. V kvadrantu tři se nachází problém 6, jeho vyřešení by mělo malý přínos pro společnost WISTRON, ale zároveň časová náročnost řešení by nezabrala mnoho času. V kvadrantu čtyři, kde se nachází problém 1, jehož přínos by byl velmi malý a časová náročnost příliš velká.

V kapitole 5 budou navržena řešení pro prioritní problémy 3, 4, 5, 8 a 9. Navrhnutá řešení pro tyto problémy neefektivita výroby budou nejvíce přínosná pro WISTRON a jejichž časová náročnost není příliš velká.

Obrázek 18. Matice přínosu a časové náročnosti (vlastní)



5 Návrh řešení identifikovaných problémů

Tato kapitola představuje návrhy identifikovaných prioritních problémů 3, 4, 5, 8 a 9. Ke každému problému je uveden doporučený návrh řešení ke zvýšení efektivity v rámci činnosti práce ve výrobním procesu.

Uvedené návrhy řešení vychází z provedené analýzy výrobního procesu. Největší důraz v rámci navrhovaných řešení bude kladen na zvýšení efektivity činností, zvýšení manipulačních prostor a zkrácení prostoje mezi operacemi, které představují jednu z příčin plýtvání, jak uvádí **kapitola 3.3**. Uvedené návrhy řešení nastiňují jednu z možností řešení negativních faktorů výrobního procesu.

5.1 Návrhy na zlepšení výrobního procesu

Na základě provedených analýz současného výrobního procesu byly identifikovány problémy vypsané v **kapitole 4.4.1**. Návrhy řešení neefektivit prioritních problémů ve výrobním procesu jsou uvedeny v **kapitole 5.1 a 5.2**.

Problém č. 3 – Absence tréninkového centra

Personálním obsazením tréninkového centra a přesunutím školení do centra, by vedlo k zvýšené klasifikaci pracovníku. Navrhují proto personálně obsadit tréninkové centrum a začít s výcvikem zde podle navrhovaného plánu na obrázku č. 19. Tento krok povede k eliminaci chybovosti nedostatečně zaškolených pracovníků a ke zkrácení jednotlivých výrobních procesů.

Obrázek 19. Navrhovaný budoucí stav tréninkového centra (vlastní)

Navrhovaný budoucí stav tréninkového centra				
	Fáze	Popis činnosti	Čas	Místo
1.	Teoretická část	Pravidla výroby, obeznámení s vyráběnými produkty, bezpečnost a zásady práce	1 den	Tréninkové centrum
2.	Trénink	budoucí pracovníci pracují pod dohledem školitele nanečisto, učí se práci s produktem a pracovní postupy	3 dny	
3.	Školení na lince	Školitel ukazuje výrobní procesy, školitel upozorňuje na bezpečnost práce, pracovníci po skončení výroby trénují už samotné výrobní procesy	2 dny	Výroba
4.	Práce pod dohledem	Pracovníci jsou zapracováni do výrobních procesů, pracují stále pod dohledem školitele, v průběhu této fáze školitel už pouze upozorňuje na nedostatky	3 dny	
5.	Práce ve výrobním procesu	Pracovníci pracují už sami ve výrobním procesu	-----	

Problém č. 4 – Třisměnný provoz u testování racků

Zavedením třisměnného provozu v oddělení testování racků by se výrazně zkrátil čas mezi dokončením finálního testu racků a čekáním na opravu serverů v racků.

V čase testování, které probíhá nepřetržitě celých 72 hodin, dochází k poruchovosti serverů. V momentě vzniku poruchy je rack vyřazen z provozu, následně nastává proces řešení a oprav problémů. Mnohdy se jedná o softwarovou chybu, kterou je schopen vyřešit technik přítomný na směně. Proto navrhuji zavedení třisměnného provozu na operaci testování racků. Dojde tak ke zkrácení času mezi dokončením zakázky a doby testování, a tak vyřešení softwarové chyby bude možné uskutečnit ihned v čase výskytu.

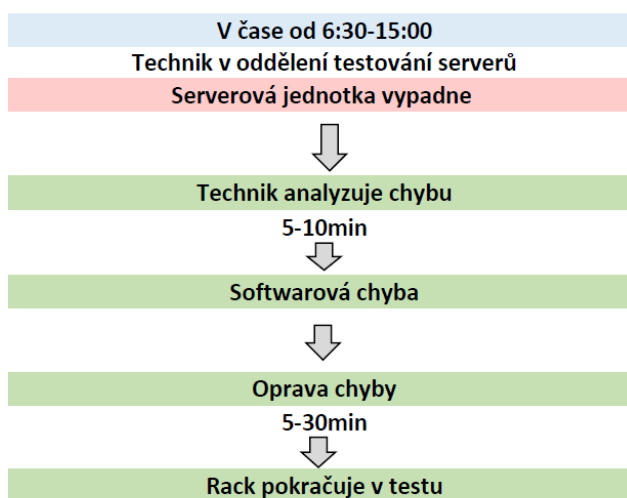
Na níže uvedených obrázcích č. 19 a 20 jsou vyobrazeny modelové situace, pokud porucha nastane v uvedeném čase:

A. v čase 6:30 – 15:00 – v tomto čase má technik směnu a je tak schopen operativně řešit vzniklou chybu serverové jednotky v průběhu testování během co nejkratší doby.

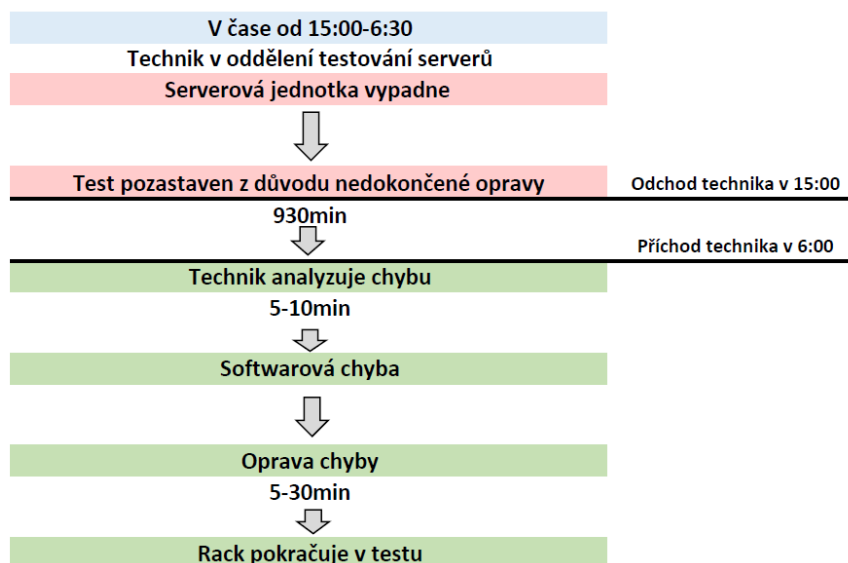
B. v čase 15:00 – 6:30 – během tohoto časového rozmezí není k dispozici technik, jenž by mohl řešit případné nefunkčnosti serverů v průběhu testu. Problém tedy nastává, pokud serverová jednotka v racku přestane fungovat v čase od 15:00 do 6:30. V tomto případě je diagnostika chyby a následná oprava prováděna až po příchodu technika, tj. v 6:30.

Na základě níže uvedených schémat je patrné, že pokud by byl zaveden třisměnný provoz a technik bude přítomen nepřetržitě u testování racků, bude moct vyřešit chybu, jak je zobrazeno v situaci A. Softwarové chyby vzniklé v průběhu testu v jakýkoliv čas budou řešeny ihned.

Obrázek 20. A-Technik řeší softwarovou chybu (směna je přítomna) (vlastní)



Obrázek 21. B-Technik řeší softwarovou chybu (směna není přítomna) (vlastní)



Problém č. 5 – Nahromaděný materiál

Řešením problému nahromaděného materiálu by bylo zvýšení důrazu na dodržování norem ze stran skladníků a následné upravení výrobních dávek. Navrhují práci skladníků a jejich dodržování výrobních dávek pravidelně kontrolovat. Dále navrhují úpravu a snížení výrobních dávek. Snížení zahlcení materiálem v MPA by napomohlo zavedení metody JIT, uvedené v kapitole 3.3.5. Tyto kroky povedou k snížení nahromaděného nevyužitého materiálu a zvýšení manipulačních prostor v MPA.

Problém č. 8 – Nedostatečná kvalifikace repair techniků

Tento problém by vyřešila větší proškolenost repair techniků v podobě kurzů a zvýšení důrazu na jejich vzdělání. Výsledkem by bylo zvýšení úspěšnosti oprav a snížení chybovosti repair techniků v procesu, kdy technik špatně identifikuje vadnou komponentu, tím neúměrně zatíží pracoviště OSV kam posílá komponenty, jenž nemají žádnou vadu.

5.2 Návrh na snížení poruchovost serverů

Návrh řešení problému č. 9 povede k eliminaci poruchovosti serverů v průběhu testování. Bude se jednat o jeden z možných návrhů snížení poruchovosti komponent, který v konečném důsledku povede ke zvýšení efektivity výroby.

Z Pareto grafu, jak je patrné z kapitoly 4.6, bylo zjištěno, že 80 % oprav způsobují dvě vadné komponenty ve třech opravách. První nejčastější oprava je výměna modulu vadné DIMM. Druhou nejvíce vyskytovanou chybou je problém s CPU, kdy v prvním případě vadná CPU musí být vyměněna. V druhém případě dochází pouze k softwarové nekompatibilitě

a dochází k prohození CPU mezi nekompatibilními servery. Zaměření se na tyto hlavní problémové komponenty, povede k minimalizaci počtu oprav.

Problém s kvalitou DIMM se odráží na zvýšeném počtu oprav. Zde se projevuje kvalita dodávaných DIMM modulů. DIMM jsou dodávány v různé kvalitě, nelze tedy zaručit stejnou jakost všech doručených DIMM komponent. Řešením toho problému by byla analýza trhu a změna dodavatele DIMM.

K minimalizaci oprav vadného CPU by přispělo kladení přísnějších nároků na manipulaci s komponentou a dodržováním standardů a výrobních procesů. Část problémových CPU komponent je vždy vyřazena z důvodu mechanického poškození ze strany společnosti. Zavedením preventivních kontrol pracovníku v MPA a ve výrobě by došlo k odhalení nesprávné manipulace s komponentou, nebo nedodržování standardů výroby ze strany pracovníků. Kontrola by tak mohla odhalit chybu ve výrobním systému jednotlivých pracovníků. Tímto řešením by částečně byla eliminována mechanická chyba vzniklá ve výrobním procesu, která má následně vliv na počet opravovaných serverů s vadnou CPU.

6 Závěr

Cílem této bakalářské práce byla analýza výrobního procesu, identifikace problémů a neefektivit ve společnosti Wistron InfoComm (Czech) s.r.o. Analyzován byl celý výrobní proces od příjmu materiálu na sklad až po expedici racků. V důsledku těchto analýz bylo identifikováno 9 problémů.

V teoretické části byly vymezeny pojmy: výrobní proces, štíhlá výroba a její metody, metoda VSM mapování a Pareto analýza.

Praktická část této bakalářské práce se věnuje analýze výrobního procesu a identifikaci neefektivit výroby. V praktické části se zabývá stručnou historií společnosti a představením produktu, který společnost vyrábí. Na začátku se se zabývám, již zmíněnou analýzou výrobního procesu, kdy je zanalyzován výrobní proces společnosti, struktura výroby a fungování jednotlivých pracovišť. V rámci analýzy výrobního procesu je práce zaměřena na procesní analýzu oprav serverů a následně je v práci počítáno pomocí Pareto analýzy četnost oprav a jejich řešení. Následně je celý proces zmapován pomocí VSM metody. Mapováním současného výrobního procesu pomocí VSM metody, procesní analýzy oprav a Pareto analýzy vyplynuly problémy a neefektivity, které jsou popsány v navazující části.

Detailněji se zabývám návrhem řešení prioritních problémů určených na základě matice přínosu a časové náročnosti.

Prioritní problémy jsou:

1. Absence tréninkového centra, má za následek zaškolování nových pracovníků přímo ve výrobě. Personální obsazení, zavedení nového tréninkového plánu a znovu otevření tréninkového centra povede ke zvýšení úrovně zaškolených pracovníků.
2. Chybějící noční směna u testování racků. Zavedení třísměnného provozu by mělo za následek snížení prodlevy času oprav a dokončením testu racků. V oddělení testování je doporučeno zavést směnnost techniků.
3. Nahromaděný materiál má vliv na snížení manipulačních prostorů v MPA. Zde je doporučeno snížení výrobních dodávek, zvýšení kontroly a důrazu na dodržování norem ze strany skladníků.
4. Nedostatečnou kvalifikaci repair techniků lze řešit zvýšením zaškolovacích kurzů a periodickým obnovováním kurzů u stávajících repair techniků.
5. Poruchovost serverů v konečném testování. Podle Pareto diagramu se na poruchovosti serverů nejvíce podílí problém s DIMM a CPU. Pro komponentu

DIMM navrhuji změnu dodavatele. Pro minimalizaci poruchovosti komponenty CPU navrhuji zavedení pravidelných kontrol kvality práce zaměřených na správnou manipulaci s komponentou.

Doporučuji se zabývat zmíněnými a výše uvedenými prioritními problémy a jejich navrhovaným řešením.

Dalším krokem po této práci navrhuji hlubší finanční analýzu testování racků, finančně vyčíslit a zjistit, o jaký zisk společnost přichází v rámci poruchovosti a následnými opravami serverových jednotek. Dále by bylo zajímavé se zaměřit na problém s tímto souvisejícím – **třísměnný provoz u testování racků** a propočítat tak o kolik, by se doba dokončení testování celé zakázky racků zkrátila zavedením třísměnného provozu.

Navrhovaná řešení jsou chápána jako doporučení k následné realizaci a budou konzultována s vedením společnosti. Na základě výše provedených analýz, následné identifikaci problémů a po implementaci řešení ve společnosti dojde k zvýšení jakosti výrobků a odstranění neefektivity výroby i oprav.

Použitá literatura

BEJČKOVÁ, Jana, 2017. Zmapujte hodnotový tok pomocí metody VSM. *API - Akademie produktivity a inovací, S.r.o.* [online]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25849n-zmapujte-hodnotovy-tok-pomoci-metody-vsm>

DALBAČ, Jaroslav, 2015. Štíhlá výroba - používané metody a nástroje. *API - Akademie produktivity a inovací, S.r.o.* [online]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25786n-stihla-vyroba-pouzivane-metody-a-nastroje>

DEUSE, Jochen, Uwe DOMBROWSKI, Fabian NÖHRING, Jürgen MAZAROV a Yannick DIX, 2020. Systematic combination of Lean Management with digitalization to improve production systems on the example of Jidoka 4.0. *International Journal of Engineering Business Management* [online], 184797902095135. ISSN 1847-9790. Dostupné z: doi:10.1177/1847979020951351

DLABAČ, Jaroslav, 2014. ŠTÍHLÁ VÝROBA A LOGISTIKA:Štíhlý materiálový a hodnotový tok. *MM Průmyslové spektrum* [online]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/stihly-materialovy-a-hodnotovy-tok>

JUROVÁ, Marie, 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. ISBN 9788027193318.

KAVKA, Miroslav a Miroslav MIMRA, 2021. *Řízení a organizace výrobních procesů*. B.m.: interní učební text pro studenty Technické fakulty ČZU v Praze.

KOCH, Richard, 2007. *Pravidlo 80/20*. ISBN 9788072611751.

KONG, Liulin, Heng LI, Hanbin LUO, Lieyun DING a Xiaoling ZHANG, 2018. Sustainable performance of just-in-time (JIT) management in time-dependent batch delivery scheduling of precast construction. *Journal of Cleaner Production* [online]. **193**, 684–701. ISSN 0959-6526. Dostupné z: doi:10.1016/J.JCLEPRO.2018.05.037

KOTTAYIL, Navaneeth Kamballur, 2020. Central Processing Unit [online]. Dostupné z: <https://www.techopedia.com/definition/2851/central-processing-unit-cpu>

KUČERKA, Daniel, 2016. *Výrobní proces*. ISBN 9788024744865.

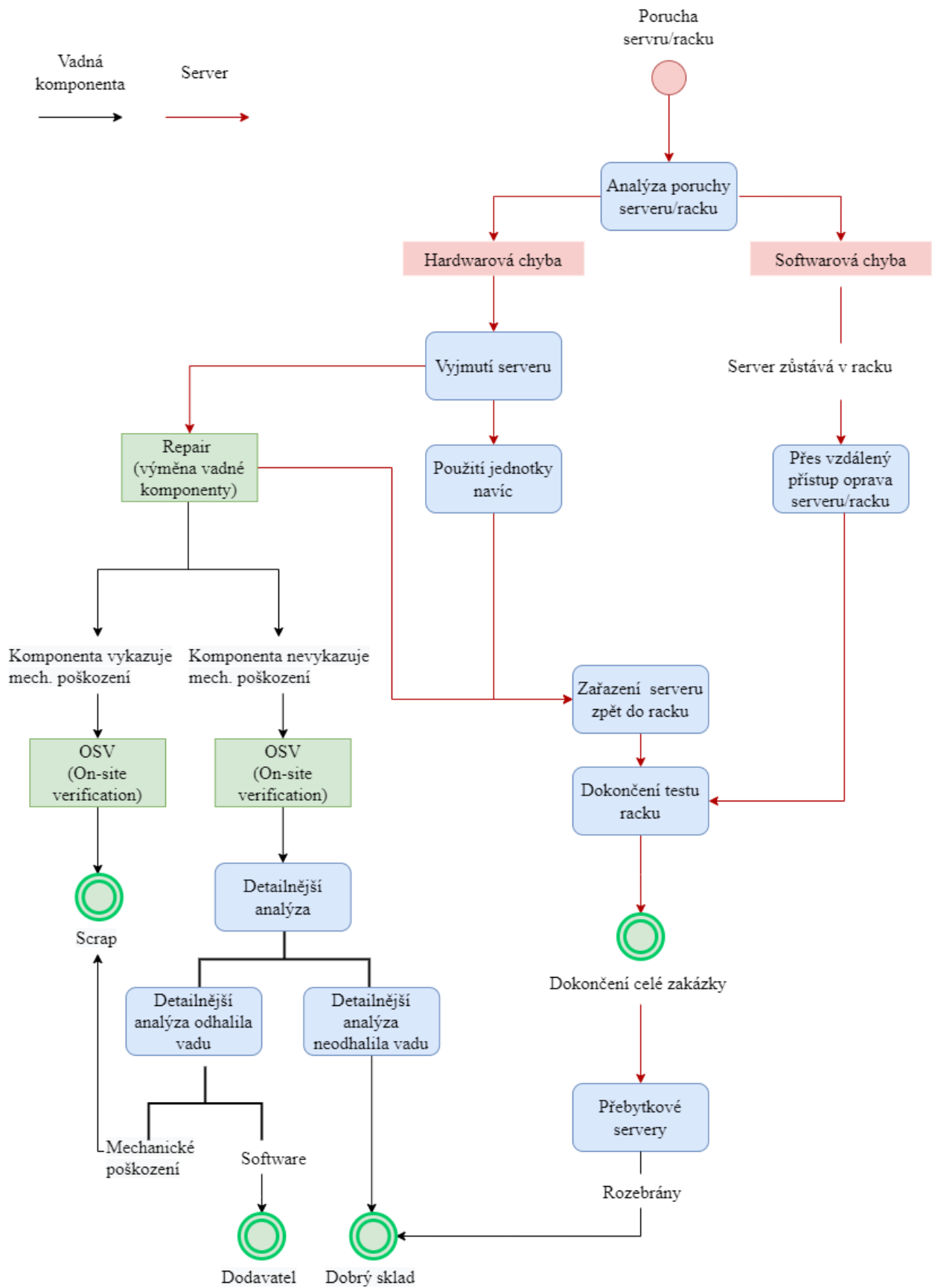
MAŠÍN, Ivan, 2003. *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. B.m.: Liberec : Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-9-1.

MYŠKA, Karel a Michal MUNZAR, 2014. *Základní hardware a software , opera č ní systém*. ISBN 9788074354564.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2014. *Integrované řízení výroby*. ISBN 978-80-247-4486-5.

WISTRON INFOCOMM (CZECH) S.R.O, 2022. *Interní dokumenty*.

Příloha A: Procesní mapa oprav serverů a jejich komponent



Příloha B: VSM mapa výrobního procesu ve společnosti WISTRON

