

Projekt optimalizace výrobní linky v zásadách toku jednoho kusu ve společnosti Delta Electronics (Slovakia) s.r.o.

Bc. Lenka Kalamenová

Diplomová práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Lenka Kalamenová
Osobní číslo: M11479
Studijní program: N6208 Ekonomika a management
Studijní obor: Průmyslové inženýrství
Forma studia: prezenční

Téma práce: Projekt optimalizace výrobní linky v zásadách toku jednoho kusu ve společnosti Delta Electronics (Slovakia) s.r.o.

Zásady pro vypracování:

Úvod

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši v oblasti štihlé výroby.
- Formulujte teoretická východiska pro zpracování analýzy.

II. Praktická část

- Provedte analýzu současného stavu pracoviště ve vybrané firmě.
- Na základě analýzy současného stavu navrhnete v zásadách toku jednoho kusu ideový záměr pro zlepšení současného stavu pracoviště za pomoci metod průmyslového inženýrství.
- Zpracujte projektové řešení vybraných prvků ideového záměru včetně studie proveditelnosti.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

KOŠTURIAK, Ján. Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2010, v, 234 s. ISBN 978-80-251-2349-2.

KOŠTURIAK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. ISBN 80-86851-38-9.

LIKER, Jeffrey K. Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2007, 390 s. ISBN 978-80-7261-173-7.

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

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství. Vyd. 1. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Zdeněk Liška
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: 22. února 2013
Termín odevzdání diplomové práce: 2. května 2013

Ve Zlíně dne 22. února 2013

prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková
děkanka



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

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- odevzdáním bakalářské/diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby¹;
- bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému,
- na mou bakalářskou/diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3²;
- podle § 60³ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;

¹ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

² zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

- podle § 60⁴ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou/diplomovou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské/diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské/diplomové práce využít ke komerčním účelům.

Prohlašuji, že:

- jsem bakalářskou/diplomovou práci zpracoval/a samostatně a použité informační zdroje jsem citoval/a;
- odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 29. 4. 2013

..... 

⁴ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

- (2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.
- (3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého " souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Diplomová práca sa zaoberá problematikou optimalizácie vybranej linky v spoločnosti Delta Electronics (Slovakia) s.r.o. Zámerom práce je optimalizácia linky s cieľom podporiť implementáciu metódy One Piece Flow (tok jedného kusu) vo vybranej spoločnosti.

Práca je rozdelená do troch častí. Obsahom teoretickej časti je spracovaná literárna rešerš z oblasti štíhlej výroby zameriavajúca sa na tok jedného kusu. Východiskom pre projektovú časť je analytická časť, v ktorej je spracovaná predprojektová dokumentácia a analýza súčasného stavu vybranej výrobnéj linky. Tá je založená na časových a procesných analýzach, ako analýza činností pracovníkov, špagetový diagram, mapovanie hodnotového toku alebo analýza pracovných noriem pomocou metódy Basic MOST. V projektovej časti je na základe výsledkov analýzy navrhnutý a vizualizovaný nový layout linky. Pomocou metódy Basic MOST je navrhnuté balansovanie linky a v závere práce sa nachádza konečné zhrnutie a kalkulácia prínosov projektu.

Kľúčové slová: optimalizácia výrobnéj linky, tok jedného kusu, balansovanie, Basic MOST, vizualizácia, špagetový diagram, VSM.

ABSTRACT

Master thesis is concerned with problem of production line optimization project at company Delta Electronics(Slovakia) Ltd. The aim of work is to optimize the production line to support the implementation of method One Piece Flow in the selected company.

The work is divided into 3 parts. Theoretical part contains literary research from field of lean manufacturing with the focus on one piece flow. The basis for project part is analytical part, which contains pre-project documentation and current state analysis of production line. This analysis is based on time and process analysis as analysis of worker activities, spaghetti diagram, value stream mapping or work standards analysis by method Basic MOST. In the project part the new layout based on results of analysis is designed, visualized and balanced by Basic MOST. In conclusion there is a final summary and calculation of the project benefits.

Keywords: production line optimization, one piece flow, balancing, Basic MOST, visualization, spaghetti diagram, value stream mapping

Touto formou by som sa chcela poďakovať vedúcemu mojej diplomovej práce Ing. Zdeňku Liškovi za cenné rady a pripomienky počas môjho spracovania projektu.

Taktiež moja veľká vďaka patrí spoločnosti Delta Electronics (Slovakia) s.r.o. za možnosť spracovania mojej diplomovej práce a za poskytnuté údaje. Špeciálne by som sa chcela poďakovať celému oddeleniu Engineeringu, Ing. Ďurišovej, Ing. Valentovi a Ing. Jančíkovej, za cenné rady, pomoc, ochotu a strávený čas, ktorý mi venovali.

Prehlasujem, že odovzdaná verzia diplomovej práce a verzia elektronická nahraná do IS/STAG sú totožné.

OBSAH

ÚVOD	11
I TEORETICKÁ ČASŤ	12
1 PRIEMYSLOVÉ INŽINIERSTVO	13
2 ŠTÍHLA VÝROBA	15
2.1 MANAGEMENT TOKU HODNÔT	16
2.2 SYSTÉM ŤAHU	18
2.3 ŠTÍHLY LAYOUT	19
2.3.1 Výrobné bunky	21
2.3.2 Projektovanie výrobných buniek	24
2.4 ŠTANDARDIZÁCIA	26
2.5 VIZUÁLNY MANAGEMENT.....	26
2.6 BALANSOVANIE	27
3 VÝROBNÉ SYSTÉMY	29
3.1 TYPOLÓGIA VÝROBNÉHO PROCESU	30
3.2 ONE PIECE FLOW	33
3.2.1 Výhody a nevýhody One Piece Flow	34
3.2.2 Implementácia One Piece Flow	35
4 ERGONÓMIA	38
II PRAKTICKÁ ČASŤ	41
5 CHARAKTERISTIKA SPOLOČNOSTI DELTA ELECTRONICS (SLOVAKIA), S.R.O.	42
5.1 MISIA.....	43
5.2 VÍZIA	43
5.3 PLÁNY ĎALŠIEHO ROZVOJA	43
5.4 ORGANIZAČNÁ ŠTRUKTÚRA	44
5.5 VÝROBKOVÉ PORTFÓLIO.....	44
6 PREDPROJEKTOVÁ ČASŤ	45
6.1 SWOT ANALÝZA	45
6.2 VYMEDZENIE PROJEKTU	47
6.3 SIEŤOVÁ ANALÝZA	47
6.4 ČASOVÝ HARMONOGRAM	48
6.5 LOGICKÝ RÁMEC	49
6.6 RIZIKOVÁ ANALÝZA.....	50
7 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU	51
7.1 LAYOUT PRACOVISKA.....	51
7.2 PREDSTAVENIE VÝROBKU TYPU BPR-ED.....	52
7.3 POPIS PRACOVÍSK.....	53
7.3.1 Osádzanie	53
7.3.2 Cínová vlna	56
7.3.3 MN kontrola.....	56
7.3.4 ICT test	58

7.3.5	Finálna montáž.....	59
7.3.6	Testovanie	59
7.3.7	Záhorovňa	60
7.3.8	Balenie.....	61
7.4	ANALÝZA ČINNOSTI OPERÁTOROV	61
7.4.1	Pracovisko ručného osádzania	61
7.4.2	Pracovisko MN test	64
7.4.3	Pracovisko finálnej montáže	66
7.4.4	Pracovisko testovania	67
7.4.5	Pracovisko balenia.....	68
7.5	NÁBEH ZMENY	69
7.6	ŠPAGETOVÝ DIAGRAM	70
7.6.1	Pracovisko ručného osádzania	70
7.6.2	Pracovisko testovania	71
7.7	NORMY	72
7.7.1	Osádzanie	73
7.7.2	MN kontrola	74
7.7.3	Finálna montáž.....	75
7.7.4	Testovanie	75
7.7.5	Balenie.....	76
7.8	PROCESNÁ ANALÝZA	77
7.9	VSM.....	78
7.9.1	Zákazník	78
7.9.2	Výrobný proces.....	78
7.9.3	Dodávatelia	79
7.9.4	Index pridanej hodnoty.....	80
7.9.5	Mapa súčasného stavu	81
7.10	KAPACITNÉ PREPOČTY	82
7.10.1	Cínová vlna	82
7.10.2	Testy	82
7.10.3	Záhorovňa	83
7.10.4	Vibračný test	83
7.11	ZHODNOTENIE ANALYTICKEJ ČASTI	84
8	PROJEKTOVÁ ČASŤ	85
8.1	CELKOVÁ EFEKTÍVNOSŤ ZARIADENIA	85
8.2	NÁVRH NOVÉHO LAYOUTU	85
8.2.1	Layout osádzanie	87
8.2.1.1	Vizualizácia pracoviska.....	87
8.2.2	Layout finálna montáž a testy	89
8.2.2.1	Vizualizácia pracoviska- ICT test.....	90
8.2.2.2	Vizualizácia pracoviska finálnej montáže.....	91
8.2.2.3	Vizualizácia pracoviska testovania	93
8.2.2.4	Vizualizácia pracoviska balenie.....	93
8.3	BALANSOVANIE	94
8.3.1	Osádzanie a MN kontrola.....	95
8.3.2	Finálna montáž.....	97

8.3.3	Testovanie	98
8.3.4	Balenie.....	102
8.4	VSD (VALUE STREAM DESIGN)- NÁVRH BUDÚCEHO STAVU	102
8.5	KALKULÁCIA A PRÍNOSY Z REALIZÁCIE PROJEKTU.....	104
ZÁVER		107
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY		109
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK		112
ZOZNAM OBRÁZKOV		114
ZOZNAM TABULIEK		118
ZOZNAM PRÍLOH		119
PRÍLOHA P I: ORGANIŽAČNÁ ŠRUKTÚRA SPOLOČNOSTI DELTA ELECTRONICS (SLOVAKIA), S.R.O.		120
PRÍLOHA P II: LAYOUT PRACOVISKA LINKY IBM		122
PRÍLOHA P III: OPTIMALIZÁCIA ZÁHOROVNE		123
PRÍLOHA P IV: NOVÝ LAOUT LINKY IBM.....		124

ÚVOD

Spoločnosť Delta Electronics (Slovakia) s.r.o. patrí k popredným výrobcom vo svojom obore na trhu, a práve preto si intenzívne uvedomuje neustály konkurenčný boj a tlak na zvyšovanie produktivity a kvality. V posledných rokoch dochádza v podnikateľskom prostredí k mnohým zmenám, ktoré zasahujú do oblasti podnikového riadenia a rozhodovania. Trendy ako technický rozvoj, informačné technológie, zvyšovanie efektívnosti práce alebo neustále znižovanie výrobných nákladov sa stávajú základnou konkurenčnou výhodou v boji o zákazníka. Rýchlo, efektívne, kvalitne a za čo najnižšie náklady. To sú pojmy, ktoré sú denne skloňované takmer v každej spoločnosti a je vynakladané nemalé úsilie na ich dosiahnutie.

Cieľom diplomovej práce je optimalizácia výrobných liniek IBM s cieľom podporiť implementáciu metódy toku jedného kusu (*One piece flow*) a využiť vhodné metódy priemyslového inžinierstva na zefektívnenie procesov, odstránenie hlavných foriem plytvania, zníženie rozpracovanosti a príbežnej doby výroby. Metóda *One piece flow* sa v spoločnosti už dlhodobejšie zavádza a je potrebná jej podpora z hľadiska prevediteľnosti výroby, následnosti procesov ale tiež podpora aj zo strany manažmentu a operátorov. Výrobky sú vyrábané a navrhované presne podľa požiadaviek zákazníkov, preto je nutná vysoká flexibilita pracovišť, schopnosť pružne reagovať na zmeny a rýchle odhalenie nekvality v procese.

Základom pre vytvorenie návrhov pre zlepšenie bude vyhotovenie analytickej časti, v ktorej bude podrobnejšie predstavená spoločnosť Delta Electronics, definujú sa hlavné ciele a harmonogram projektu a prevedie sa analýza súčasného stavu na linke IBM. Keďže výrobné portfólio na linke je vcelku obsiahle, bude vybraný reprezentant výrobného typu. Súčasťou analýzy bude aj sledovanie a mapovanie hodnotových tokov, ktoré dopomôže k odhaleniu hlavných nedostatkov a plytvania v procese.

Na základe výsledkov analýzy bude vytvorený nový koncept výrobných liniek s cieľom zabezpečiť plynulý materiálový tok výroby, bez zbytočnej rozpracovanosti a plytvania. Bude využité hlavne balansovanie liniek a vizualizácia nového riešenia. Posledná časť práce obsahuje celkové zhrnutie projektu s vyčíslením prínosov a nákladov.

I. TEORETICKÁ ČASŤ

1 PRIEMYSLOVÉ INŽINIERSTVO

Priemyslové inžinierstvo je pomerne mladý inžiniersky multidisciplinárny vedný obor, ktorý sa neustále vyvíja. Využíva poznatky z technických vied, mnohých inžinierskych oborov, podnikového riadenia a pomocou nich sa zameriava na odstraňovanie plytvania a iracionality v podnikovom prostredí. (API, © 2005 – 2012; Mašín, 2005)

Podľa Tučka a Bobáka (2006, s. 106) je priemyslové inžinierstvo charakterizované ako obor, ktorý spája poznatky z matematickej štatistiky, technických oborov, psychológie a sociológie, pričom hľadá optimálny spôsob ako zabezpečiť produkciu statkov a služieb s vysokou kvalitou pri minimálnych nákladoch a pri optimálnom využívaní všetkých výrobných faktorov.

Priemyslové inžinierstvo teda racionalizuje, optimalizuje a zefektívňuje výrobné ale i nevýrobné procesy. Snaží sa o optimálne prepojenie výrobných systémov, ľudí, materiálov a informácií s ohľadom na vysokú produktivitu. Okrem iného sa zameriava aj na prepojenie ľudského faktoru s výrobným procesom a ich vzájomným pôsobením na seba, ako pozitívnym tak i negatívnym. (API, © 2005 - 2012; Tuček a Bobák, 2006, s. 106)

Hlavné oblasti, ktorými sa zaoberá priemyslové inžinierstvo sú (Košturiak, 2007):

- Technika- automatizácia, využitie technického vybavenia, výrobné bunky,...
- Ľudské dimenzie- motivácia, produktivita práce, ergonómia,...
- Projektovanie, plánovanie a riadenie- meranie práce, systémy odmeňovania
- Kvantitatívne metódy pre podporu rozhodovania- počítačové simulácie, priemyslová moderácia...

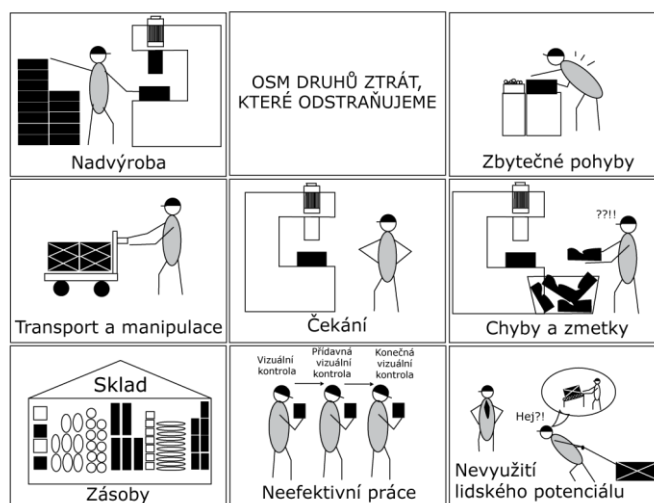
Ako bolo spomenuté, priemyslové inžinierstvo sa zaoberá odstraňovaním plytvania. Za plytvanie považujeme všetky činnosti, ktoré zvyšujú náklady výrobku respektíve služby bez toho aby zvyšovali ich hodnotu pre zákazníka, teda nepridávajú hodnotu a ani ich nepribližujú k zákazníkovi. (Košturiak, Frolík et al., 2006, s.17; Mašín a Vytlačil, 2000, s.45)

Činnosti, ktoré pridávajú produktu hodnotu, menia jeho fyzikálnu alebo chemickú podstatu, poprípade ho približujú k zákazníkovi. Naopak činnosti nepridávajúce hodnotu predstavujú pre podniky činnosti ako transport, skladovanie, vypisovanie dokumentácie, čakanie na chod stroja, atď. (Mašín, c2003, s. 11-20)

Toyota Motor Company definuje 7 základných druhov plytvania, ktoré sú rozšírené o ôsmy druh straty (viď Obr.1) (Liker, 2007, s. 113) :

1. Nadvýroba- vytvára zásoby, viaže materiál, miesto na skladovanie, zvyšuje skladovacie a prepravné náklady
2. Čakanie- prestoje, čakanie na materiál, informácie, oneskorenie procesu, kontrola automatizovaného zariadenia
3. Transport- zbytočná manipulácia, zložité materiálové toky
4. Nadmerné alebo nepresné spracovávanie- nepotrebné pracovné operácie, zložitosť výrobného procesu, nelogickosť pracovného postupu
5. Nadbytočné zásoby- zvyšujú náklady, zaberajú skladovacie miesto, riziko poškodenia, zastarania zbožia, zakrývajú problémy
6. Zbytočné pohyby- hľadanie, presuny
7. Chyby pracovníkov- dodatočné odstraňovanie nekvality, opravy, nadmerné kontroly
8. Nevyužitý potenciál zamestnancov- nevyužitie nápady, tvorivosť a schopnosti pracovníkov, nezáujem o zlepšovanie

Je dôležité podotknúť, že najväčší problém predstavuje tzv. skryté plytvanie, teda také, ktoré nie je na prvý pohľad ľahko odhaliteľné. Často predstavuje činnosti, ktoré je v súčasnom stave nutné vykonávať, no napríklad zlepšením pracovného postupu sa dajú eliminovať a redukovať. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 46)



Obr. 1 Osem druhov plytvania (Marek, 2012)

2 ŠTÍHLA VÝROBA

Štíhla výroba, alebo inak *lean manufacturing*, je metodológia komplexného zlepšovania procesov, ktorá má za úlohu zefektívňovať všetky výrobné činnosti a odstraňovať v nich plytvanie. Pomocou techník a nástrojov priemyslového inžinierstva skracaie priebežnú dobu výroby, znižuje zásoby a rozpracovanosť, čo vedie k znižovaniu nákladov a zvyšovaniu akosti. Štíhla výroba sa taktiež zameriava na odstraňovanie plytvania v dodávateľsko-odberateľskom reťazci s cieľom skrátiť čas medzi zákazníkom a dodávateľom. Avšak základná myšlienka nie je len o prostom znižovaní nákladov, ale hlavne o maximalizácii pridanej hodnoty pre zákazníka. Len sám zákazník určuje čo je pridaná hodnota, v akej kvalite, množstve, termíne a cene je ochotný produkt kúpiť. Štíhle podniky dokážu uspokojiť túto zákazníkovo potrebu pri minimálnom plytvaní. (Slovník, IPA slovník, Košturiak, Frolík et al., 2006, s. 17-18,)

Pre štíhlu výrobu sú charakteristické nasledujúce rysy (Košturiak, Frolík et al., 2006, s.38):

- Zameranie na zákazníka a procesné riadenie
- Eliminácia plytvania a zameranie sa na činnosti, ktoré tvoria pridanú hodnotu
- Plynulý materiálový a informačný tok
- Princíp ťahu (*pull*) vo výrobe
- Štandardizácia pracovných postupov
- Okamžité odstraňovanie príčin problémov
- Neustále zdokonaľovanie (*kaizen*)

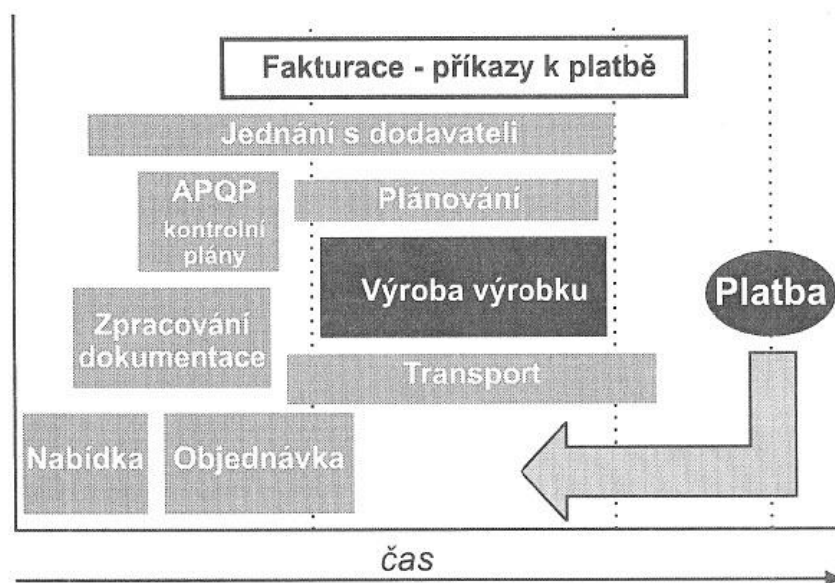
Cieľom je mať stabilnú, flexibilnú a štandardizovanú výrobu, ktorá je vytváraná a udržiavaná pomocou nástrojov priemyslového inžinierstva (viď Obr.2)



Obr. 2 Nástroje a prvky štíhlej výroby (Kysel, 2012)

2.1 Management toku hodnôt

Hodnotový tok zahŕňa všetky činnosti, ktoré sa podieľajú na transformácii materiálu na konkrétne zboží, ktoré má požadovanú hodnotu pre zákazníka (Obr. 3). Je tvorený materiálovým ale i informačným tokom, ktoré zo sebou úzko súvisia. Materiálový tok predstavuje organizovaný pohyb materiálu od dodávateľa, cez výrobný proces až po dodanie konečného výrobku k zákazníkovi. Informačný tok na druhú stranu prenos informácií, ktoré riadia jednotlivé procesy a nadväznosti medzi nimi, určujú, čo sa má vyrábať, kedy a v akom množstve. (Mašín, 2005, s. 33; Rother a Shook, 2003)









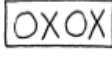

















Obr. 3 Obecný hodnotový tok vo výrobe (Mašín, ©2003, s. 13)

Management toku hodnôt (Value Stream Mapping) predstavuje stratégiu pre zlepšovanie procesov, ktorá spája potreby managementu a pracovných tímov. Hlavným cieľom je zmeniť tradičný strnulý pohľad z operácií na jednotlivých pracoviskách ku komplexnému vnímaniu hodnotového toku skrz celú organizáciu. Základ predstavuje identifikácia činností, ktoré pridávajú a nepridávajú hodnotu pre proces a následná eliminácia tých činností, ktoré predstavujú plytvanie, a teda nepodieľajú sa na vytváraní hodnoty pre zákazníka. Skracuje sa priebežná doba výroby a redukuje sa počet transformačných krokov. Zároveň sa využívajú aj ďalšie techniky štíhlej výroby na vytvorenie plynulého toku hodnôt. (Mašín, ©2003, s.7-15; 2005, s. 46)

Jedným zo základných nástrojov managementu toku hodnôt pre analyzovanie plytvania je **mapovanie toku hodnôt (Value Stream Mapping)**, ktoré graficky znázorňuje súčasný i budúci stav hodnotového toku a napomáha k jeho synchronizácii. Pomocou

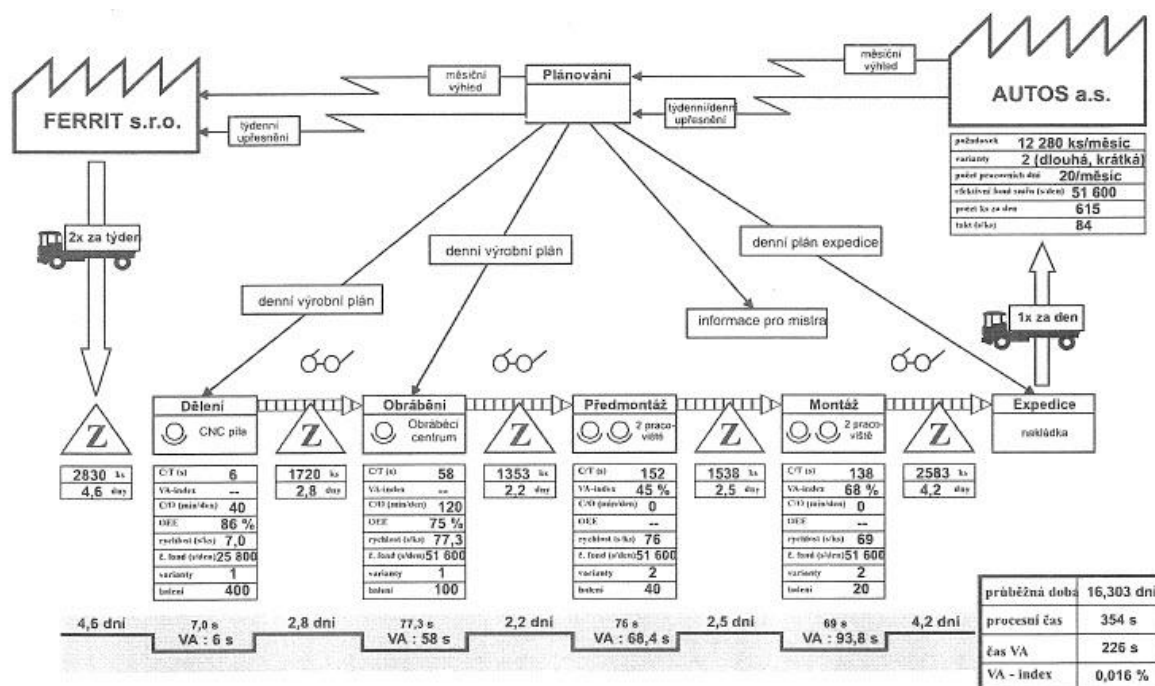
štandardizovaných grafických symbolov (viď Obr. 4) popisuje materiálový a informačný tok od zákazníka, cez výrobu, až po dodávateľa.

	ručný prenos informácií		kaizen akcie		elektronický prenos informácií
	výrobný proces		zásobník		výrobný plán
	dodávateľ, zákazníci		FIFO sekvence		výrobný mix
	data, parametre procesu		kanban zásobník		kanban pozice
	zásoba		Pull – odebrání materiálu		signální kanban
	dodávka autem		obsluha, pracovník		výrobní kanban
	push – tlačení materiálu		oprava, více práce		plánování podle situace – „go see“
	dodávka zákazníkovi		zmetky		kanban s dávkama

Obr. 4 Základné značky pre mapovanie toku hodnôt (Košturiak, Frolík et al., 2006, s. 44)

Mapa toku hodnôt sa vytvára priamo vo výrobnom procese a svojou komplexnosťou podáva ucelený pohľad na súčasný stav. Obsahuje informácie o zákazníkovej požiadavke, dodacích termínoch, parametroch procesov, skladových zásobách a rozpracovanosti, využití strojov alebo časov, kedy sa pridáva respektíve nepridáva hodnota. Pomer týchto časov udáva mieru plytvania a poukazuje na možnosti pre prípadné zlepšenia. Príklad jednoduchšej mapy toku hodnôt predstavuje obrázok č. 5. (Košturiak, Frolík et al., 2006, s. 43; Kyseľ, 2007; Mašín, 2005, s. 46)

Okrem zobrazenia súčasného stavu priebehu procesov je umožnený aj návrh budúceho stavu hodnotového toku, kde sa dajú naplánovať prípadné zlepšenia a vytvára sa tak nová mapa hodnotového toku (*Value Stream Design*). (Košturiak, Frolík et al., 2006)



Obr. 5 Příklad jednoduchej mapy toku hodnot (Mašín, ©2003, s. 54)

Výstupom z mapy súčasného stavu je výpočet tzv. VA indexu, ktorý udáva koľko percent z procesu predstavujú činnosti pridávajúce hodnotu.

VA index alebo index pridanej hodnoty, je definovaný nasledovne:

$$VA = \frac{\text{čas, kedy je produktu pridávaná hodnota}}{\text{celková priebežná doba výroby}}$$

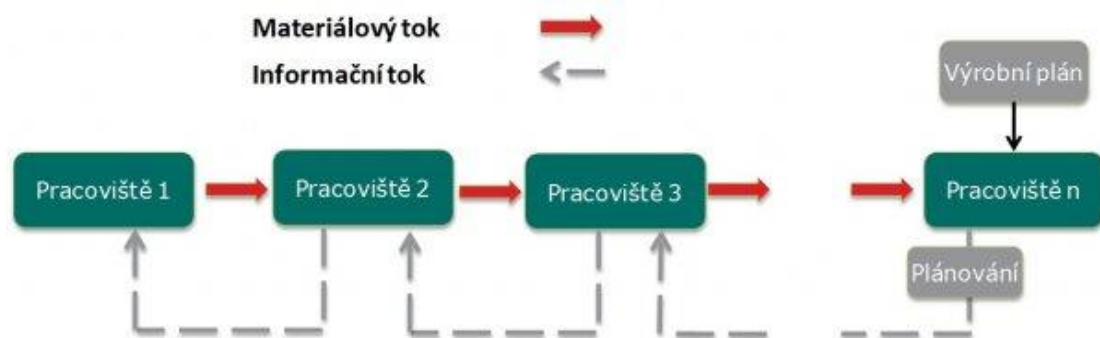
Podľa Mašina (©2003, s. 12) je naším zámerom hodnotu VA indexu (*Value Added index*) zvyšovať, a to hlavne skracovaním priebežnej doby výroby využívaním moderných prvkov priemyselného inžinierstva, štíhlej výroby a logistiky.

Aplikovanie tejto metódy je vhodné ako vo výrobe, logistike, administratíve tak i vo vývoji. Využíva sa najmä pre výrobu s dostatočnou opakovateľnosťou a rovnomernosťou, hlavne pri zavádzaní výroby nového výrobku, plánovaných zmenách pre výrobok alebo pri optimalizovaní výrobného procesu či rozvrhovania výroby. (Košturiak, Frolík et al., 2006, s. 45)

2.2 Systém ťahu

Mnohé spoločnosti sa snažia o vytvorenie systému riadenia, ktorý by bol schopný pružne reagovať na zmeny, zaisťovať nízke náklady a udržiavať nízku rozpracovanosť a zásoby. Jednou z možností, ktorá dopomáha k zaisteniu týchto faktorov, je zavedený systému ťahu.

System ťahu (*pull system*) vychádza z koncepcie JIT (*Just-in-time*) a umožňuje na základe signálu o spotrebe vyrábať to, čo je skutočne potrebné. Princíp spočíva v tom, že pracoviská si sami odberajú potrebné výrobky alebo materiál od predchádzajúcich pracovísk, podľa svojej potreby a materiál je akoby ťahaný cez jednotlivé výrobné procesy (Obr. 6). Základom je riadenie podľa dopytu zákazníka, ako externého tak i interného. System ťahu tak eliminuje nadmerné predzásobenie pracovísk a tým znižuje aj náklady na skladovanie. Decentralizovaným riadením je zaistené aj jednoduchšie riadenie a plánovanie výroby ale tiež pružnosť výroby. (API, © 2005 – 2012, Mašin, ©2005, s. 80, Svozilová, 2011, s. 39)



Obr. 6 Princíp systému ťahu (API, © 2005-2012)

2.3 Štíhly layout

Pod pojmom štíhly layout, alebo štíhle pracovisko, je možné predstaviť si pracovisko založené na prvkoch a princípoch štíhlej výroby. Disponuje kvalitnou obsluhou, spoľahlivým zariadením, určitou autonómiou, kvalitnými výstupmi a celkovou flexibilitou. (Womack a Jones, ©2003)

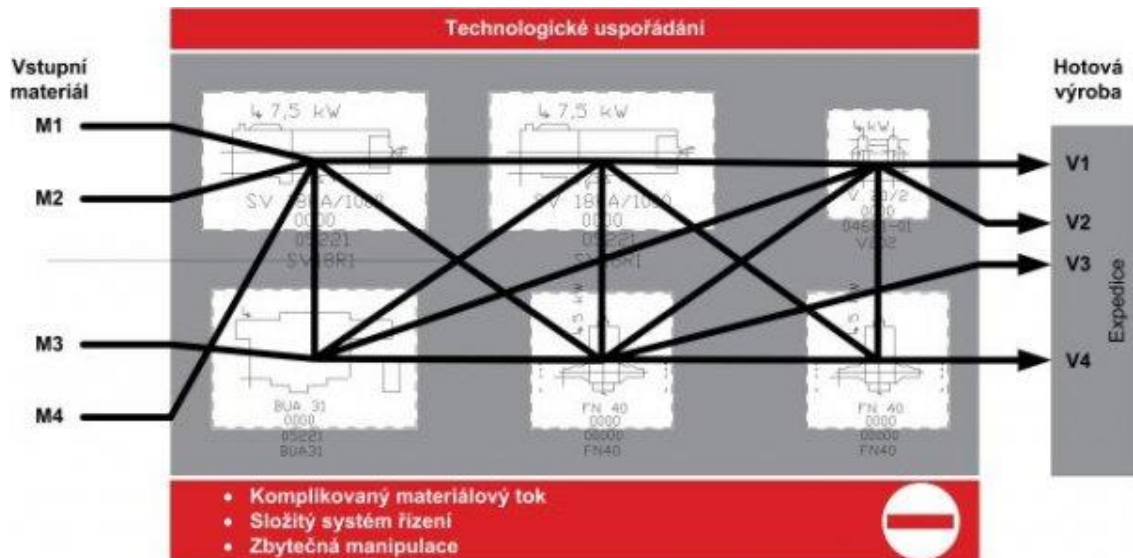
Štíhly layout má nasledujúce charakteristiky (Košturiak, Frolík et al., 2006, s. 135):

- Priamy materiálový tok k linke a expedícií
- Minimálne medzioperačné prepravné vzdialenosti
- Minimálne plochy určené pre zásobníky a medzisklady
- Sklady v mieste spotreby
- Dodávateľ a odberateľ čo najbližšie k sebe
- Priamočaré a krátke trasy
- FIFO, pull systém, kanban, DBR (*drum- buffer- rope*)
- Bunkové usporiadanie

- Minimálne priebežné časy
- Nízke náklady na inštaláciu
- Flexibilita s ohľadom na variabilitu produktu, výrobu dávku a zmeny layoutu

Podľa Debnára (2011) sa rozlišujú tri základné formy usporiadania výrobného pracoviska:

- *Technologické usporiadanie*- pracoviská s rovnakými technológiami, technologická podobnosť (sústruhy, frézky, brúsky,...)



Obr. 7 Technologické usporiadanie pracoviska (Debnár, 2011)

- *Produktové usporiadanie*- pracoviská, kde sú výrobné zariadenia usporiadané podľa technologického postupu jednotlivých výrobkov



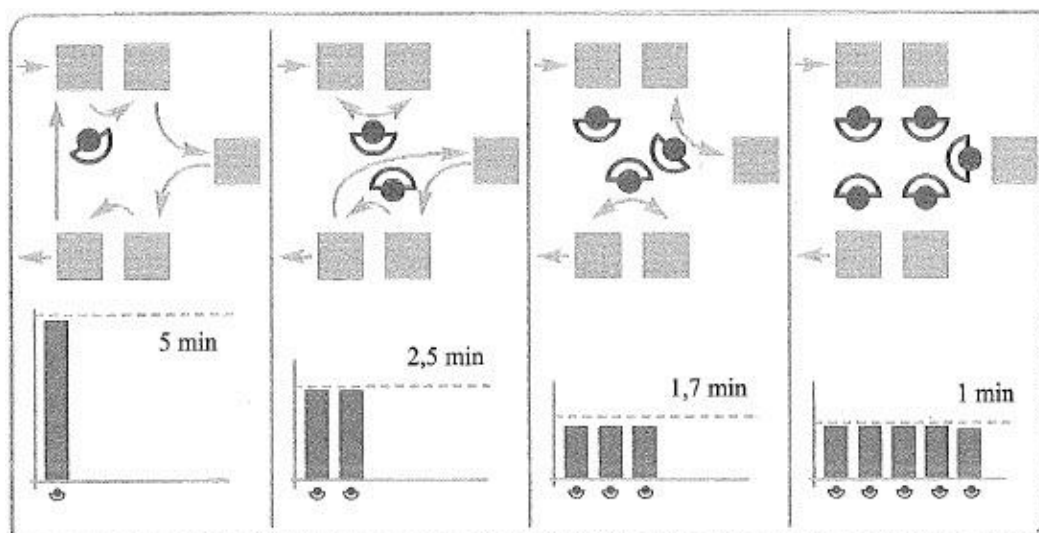
Obr. 8 Produktové usporiadanie pracoviska (Debnár, 2011)

- *Bunkové usporiadanie*- pracovisko vo forme výrobnéj bunky, vtvorenej pre určitú produktovú rodinu

2.3.1 Výrobné bunky

Výrobná bunka predstavuje efektívne priestorové usporiadanie pracoviska podľa technologického postupu určitej rodiny výrobkov, ktoré majú spoločné vlastnosti. Takýmto usporiadaním sa zjednodušuje materiálový tok a tým, že stroje sú v bunke umiestnené blízko seba, je ľahšie prejsť z výroby veľkých dávok na menšie alebo zaviesť OPF (*One piece flow*= tok jedného kusu).

Ďalšou výhodou je bezpochyby flexibilita výrobných buniek, kedy je možné zabezpečiť výrobu pre viacero druhov výrobkov, ktoré majú napríklad podobný technologický postup. Taktiež je možné prispôbovať tvar bunky tvarom a požiadavkám strojov alebo priestoru. Flexibilita spočíva aj v počte operátorov v bunke, ktorý môžeme meniť v závislosti na požadovanom výkone bunky, teda takte (Obr. 9). Operátor v bunkovom usporiadaní dokáže obsluhovať aj viacero strojov. Je to dané tým, že zariadenia sú umiestnené blízko seba a bunky disponujú určitými autonómnymi prvkami (systém *chaku-chaku* (operátor vloží výrobok do stroja a po vykonaní potrebných úkonov sa pohybuje na ďalšiu operáciu), *nagara switch* (uľahčujúci spúšťač zariadenia, väčšinou na princípe páky), signalizácia abnormalít,...), takže operátor sa môže v bunke presúvať na ďalšie stanoviská bez toho, aby musel čakať napríklad na dokončenie chodu stroja a namiesto prestojů sa môže venovať operáciám na ďalšom pracovisku.



Obr. 9 Flexibilita buniek s ohľadom na takt bunky (Košturiak, Frolík et al., 2006, s. 138)

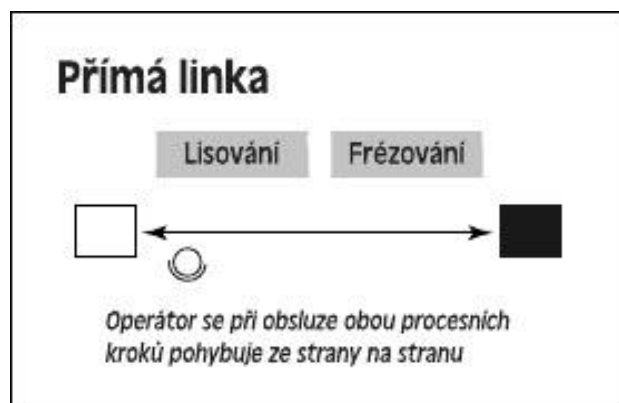
V oblasti plánovania a riadenia výroby sa nachádza ďalšia výhoda výrobných buniek, a to denné plánovanie materiálu a sledovanie výkonnosti liniek. Takéto plánovanie je vysoko flexibilné a dopomáha ku splneniu zákazníckeho požiadavku, ktorý sa od zadania objednávky často krát zmení. Bunky dokážu vyrábať variabilný sortiment s variabilnou výrobnou dávkou pri veľmi krátkych priebežných časoch objednávok. Taktiež je jednoduchšie naplánovať údržbu alebo technické úpravy strojov. (Košturiak, Frolík et al., 2006, s. 135-139)

Medzi základné typy výrobných buniek patria (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 164-169):

- *bunky pre výrobu súčastí*- skupiny rozmerovo alebo tvarovo podobných súčiastok; obrábanie, kovanie, lisovanie, frézovanie
- *montážne bunky*- výrobkové skupiny, rodiny výrobkov; predmontáž a finálna montáž
- *procesné bunky*- určené technologickým postupom; lakovanie, povrchová úprava

Podľa tvaru výrobných buniek rozlišujeme:

- *Priama linka (I-linka)*- tok výroby prebieha v priamke, jednej línii, vstup a výstup sú na opačných koncoch



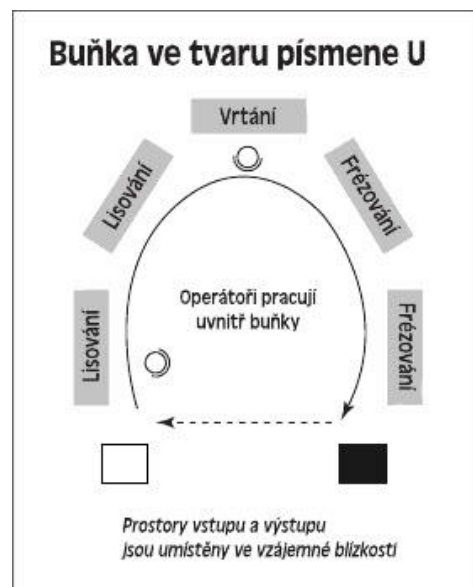
Obr. 10 Linka v tvare I (Vývojový tým vydavatelství Productivity Press, 2008)

- *Linka v tvare L*- tok výroby je zalomený, pohyb pracovníka len do strán, vstup a výstup na opačných koncoch



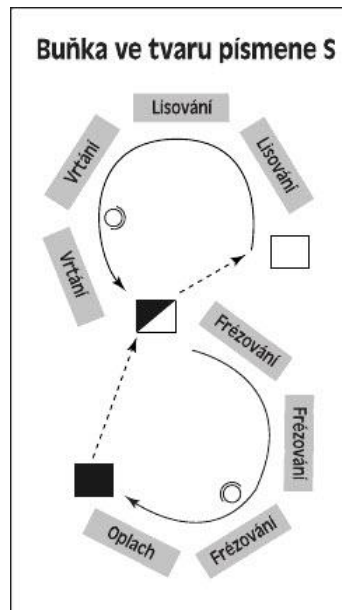
Obr. 11 Linka v tvare L (Vývojový tým vydavatelství Productivity Press, 2008)

- *U- bunka*- nejčastěji používaná možnost; vstup a výstup sú blízko seba a blízko hlavnej logistickej cesty, stroje sú usporiadané do tvaru U, prvú a poslednú operáciu zvyčajne obsluhuje jeden operátor, plynulosť výroby, jednoduchšia komunikácia medzi operátormi v bunke, minimálna manipulácia s materiálom



Obr. 12 U- bunka (Vývojový tým vydavatelství Productivity Press, 2008)

- *S-bunka*- spojené dve U- bunky opačnými koncami, kde výstup jednej u-bunky je vstupom pre druhú, požíva sa pri zložitejších technologických postupoch, alebo väčšej variabilite výrobkov.



Obr. 13 S- bunka (Vývojový tým vydavatelství Productivity Press, 2008)

- Bunka v tvare „=“ - komplexnejšia bunka, kde sú oproti sebe vytvorené 2 podobné priame linky, možné využitie *rabbit chase* (pohyb operátorov v bunke, kedy každý vykonáva postupne operácie na všetkých pracoviskách, pri viacerých operátoroch sa nasledujú v časových rozstupoch), používa sa pre urýchlenie výroby podobných súčiastok



Obr. 14 Bunka v tvare „rovňá sa“ (Vývojový tím vydavatelství Productivity Press, 2008)

2.3.2 Projektovanie výrobných buniek

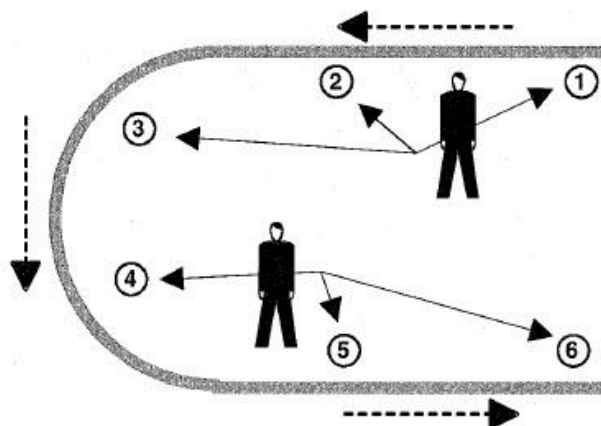
Projektovanie výrobných buniek je pomerne náročný a nákladný proces, ktorému je potrebné venovať náležitú pozornosť. Pri transformácií z technologického usporiadania na

bunkové, je v prvom rade nutné vytvoriť rodiny výrobkov. Tie zoskupujú výrobky s podobnými operáciami, pričom ich počet a rozsah je špecifický pre každý podnik.

Podľa jednotlivých rodín výrobkov sa určí počet a druh strojov, ktoré sú potrebné na ich výrobu a začne sa proces návrhu bunky, ktorá je najčastejšie v tvare U (Obr. 15). (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 169-170)

Pri tvorbe layoutu výrobnjej bunky sa dodržia nasledujúce zásady (Košturiak, Frolík et al., 2006, s. 140):

- Výstup jednej operácie je vstupom nasledujúcej operácie
- Usporiadanie strojov blízko seba, tak aby bola možná viacstrojová obsluha
- Počiatočný a koncový bod operátora sú blízko seba
- Plynulý a vyvážený materiálový tok s jednoduchou manipuláciou, bez zásobníkov, paliet a kontajnerov
- Využívanie gravitácie pri manipulácii
- Žiadne prekážky pohybu operátora
- Náradia, pomôcky a vstupujúci materiál sú umiestnené čo najbližšie (na dosah operátor) a na konkrétnom mieste spotreby
- Medzisklady sú pri bunkách, ktoré zásobujú
- Flexibilita pre rýchlu a jednoduchú reorganizáciu bunky (modularita, mobilita)



Obr. 15 Usporiadanie výrobnjej bunky s viacstrojovou obsluhou (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 170)

Projektovanie buniek pokračuje v ďalších krokoch ako kapacitné prepočty, keďže plynulé využitie výrobných buniek v rámci krátkodobých výrobných plánov je jednou zo základných podmienok ich úspešného fungovania. Dôležitú úlohu tu zohráva skracovanie

doby zoraďovania a zabezpečenie plynulého toku materiálu, ktoré majú vplyv na skrátenie priebežnej doby výroby, zvýšenie pružnosti a produktivity výroby. Podnik tak bude schopný poskytnúť zákazníkovi široký sortiment výrobkov bez nutnosti viazania zásob. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 170-172)

2.4 Štandardizácia

Štandardizácia patrí medzi metódy štíhlej výroby, pri ktorej dochádza k výberu, zjednocovaniu a ustáleniu jednotlivých variant postupov, procesov, vstupov a ich kombinácií, ale aj výstupov, činností a informácií v procese riadenia činností vo firme. Cieľom štandardizácie je zníženie rozmanitosti, náhodnosti v riadených procesoch, rovnako ako zaistenie jednoznačnosti a porozumeniu výkladu, prístupov a prvkov. (Gustáv a Vávrová, 2007)

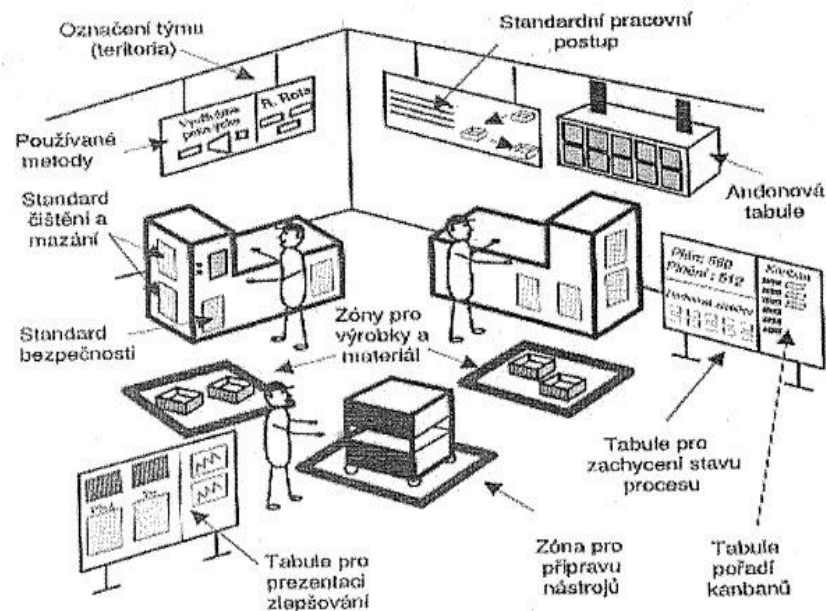
Zavedením štandardizácie na pracovisku a hlavne v rámci pracovných postupov sa zjednodušuje výkon práce, ľahšie sa identifikujú nezhody, znižuje sa nežiaduce kolísanie výkonu, uľahčuje sa zaškolenie nových operátorov, alebo sa znižuje nehodovosť a stres. Štandardizácia je tiež východiskovým bodom pre proces kontinuálneho zlepšovania.

2.5 Vizuálny management

Vizuálny management patrí medzi moderné metódy štíhlej výroby, ktorá vychádza z faktu, že človek vníma najviac informácií práve zrakom (až 80%). Využíva rôzne vizuálne prostriedky, pomocou ktorých sa ľahko dajú rozpoznať stav procesu, štandard ale aj prípadná odchýlka alebo nehoda. (Mašín, ©2005)

Pracovníci potrebujú mať k dispozícii vhodné informácie ku správne rozhodovaniu alebo prípadnej motivácii. Práve kvôli tejto potrebe sa vizuálny management zameriava na zefektívnenie spôsobov komunikácie, prenášanie a uchovávanie informácií a ich prezentovanie vo vhodnej forme. Dopomáha ku zoštiehľovaniu a zvyšovaniu autonómnosti pracoviska, jednoduchšej kontrole a riadeniu procesov, rýchlejšiemu riešeniu problémov ale i ku zlepšeniu komunikácie medzi ľuďmi. Vizualizáciou dosiahneme rýchle a jednoduché pochopenie situácie, ľahšie odhalenie abnormality, keďže problémy v procesoch na seba akoby samé upozorňujú a je ihneď jasné ak proces nepracuje podľa zavedených štandardov. (Debnár, 2010; Košturiak, 2010, s. 205)

V súvislosti s vizuálnym managementom sa v súčasnosti dostáva do popredia pojem vizuálne pracovisko. Je to usporiadané pracovisko, ktoré je riadené, organizované a všetky procesy sú v ňom jasne popísané a definované. Sú využité prostriedky pre zobrazenie a zdieľanie informácií a prvky pre vizuálne riadenie procesov (Obr. 16). Vizuálne prvky riadenia umožňujú pracovníkovi okamžite odhaliť abnormalitu procesu a prijať nápravné opatrenie. Využívajú sa na to mnohé prostriedky ako farebné označenie zón na podlahe, označenie limit a hladín zásob, svetelná signalizácia, svetelné tabule, zvýraznenie miest na odloženie pomôcok, atď. Nachádzajú sa tu hlavne vizuálne štandardy ako pracovné postupy, štandardy čistenia, kontroly či pretypovania. Motivačný a informačný účinok majú rôzne vizuálne ukazovatele v podobe tabúl, násteniek alebo reportov. (Mašín, Staněk a Vytlačil, 1997, s. 106; Musilová, 2007)



Obr. 16 Vizuálne pracovisko (Tuček a Bobák, 2006)

2.6 Balansovanie

Balansovanie operácií sa používa pri optimalizovaní alebo navrhovaní výrobných buniek, pričom sa zameriava na optimálne rozdelenie činnosti medzi jednotlivých operátorov alebo pracoviská v bunke. Na optimálne a efektívne vybalansovanie linky sa odporúča použiť špeciálne programy na prepočet vyťaženia alebo simulačné programy.

Celá metóda vychádza z požiadavka zákazníka, ktorý udáva takt, v akom má vyrábať bunka. Ten sa vypočíta ako (API, © 2005-2012):

$$\text{Takt zákazníka} = \frac{\text{disponibilný časový fond za zmenu}}{\text{požiadavok zákazníka na zmenu (v ks)}}$$

Ďalej je potrebné zistiť cyklové časy jednotlivých operácií v bunke. Cyklový čas (*cycle time*) je čas, ktorý ubehne od zahájenia operácie po jej dokončenie. Do úvahy sa berie cyklový čas stroju, ktorý začína spustením ovládacím tlačidlom a končí návratom stroja do základnej polohy. Cyklový čas operátora (manuálny cyklový čas) je čas potrebný na vykonanie celej operácie, vrátane chôdze, zakladania a vyberania výrobku, kontroly a pod. (Mašín, ©2005)

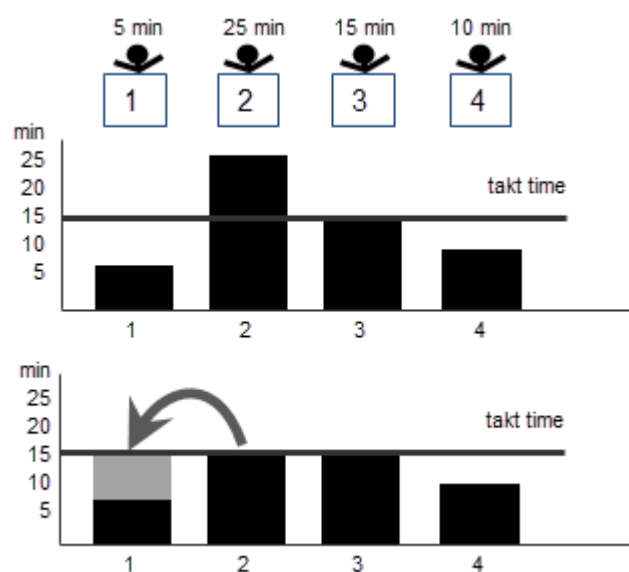
Na určenie potrebného počtu operátorov sa využíva nasledujúci vzorec (API, ©2005-2012):

$$\text{Optimálny počet operátorov} = \frac{\text{suma času všetkých manuálnych činností}}{\text{takt zákazníka}}$$

Pri rozvrhnutí počtu operátorov vo výrobnéj linke sa uplatňujú 2 koncepcie:

- *Chasing*- tzv. prenasledovanie, kedy všetci operátori postupujú v rozstupoch od prvej po poslednú operáciu.
- *Priradenie operácií k jednotlivým pracovníkom*- operátorom sa priradia operácie aby boli rovnomerne vyťažené, pri viacerých operáciách na operátora sa vytvárajú slučky. (API, ©2005-2012)

Ku konečnému balansovaniu linky sa využíva tzv. *Yamazumi chart*. Je to súčtový stĺpcový graf, ktorý zobrazuje vyváženosť cyklových časov operátorov (Obr. 17). Zachytáva súčasný stav a upozorňuje na kritické miesta v operáciách. (Semjon a Evin, 2009)



Obr. 17 Balansovanie linky využitím Yamazumi chartu (Semjon a Evin, 2009)

3 VÝROBNÉ SYSTÉMY

Výrobný systém predstavuje súhrn techník priemyslového inžinierstva, nástrojov managementu a metód štíhlej výroby, ktoré slúžia na dosiahnutie podnikateľských cieľov spoločnosti, k naplneniu vízie, hodnôt a stratégie . Zabezpečuje proces výroby, teda transformáciu a prispôsobovanie zdrojov vstupujúcich do výrobného systému a vytvárajúcich statky alebo služby. (Tuček a Bobák, 2006, s.12)

Medzi základné princípy výrobného systému patri (API, © 2005-20012):

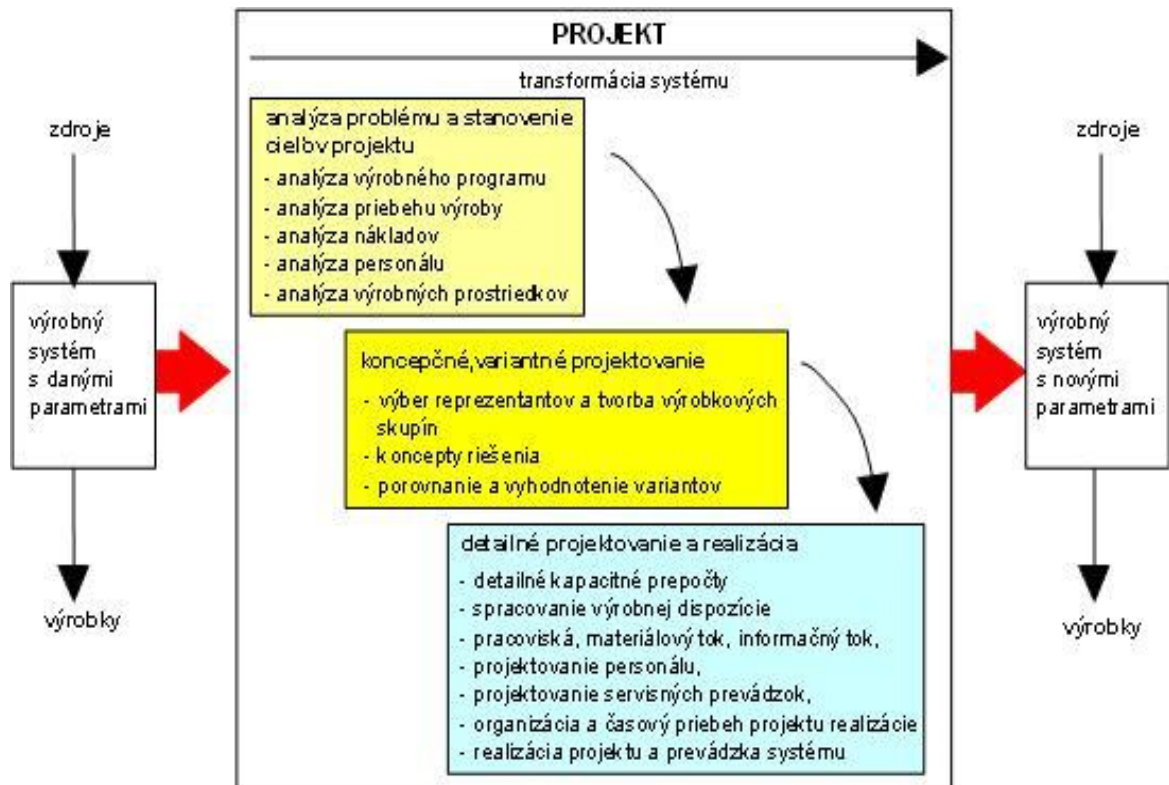
- Dlhodobá filozofia
- Správne procesy produkujú správne výsledky
- Rozvoj ľudí a podpora partnerstiev
- Neustále riešenie kľúčových problémov a učenie sa

Súčasnú požiadavku na výrobné systémy predstavujú *pružnosť, produktivita a kvalita*.

Základnou charakteristikou súčasných výrobných systémov je ich *flexibilita (pružnosť)*, ktorá predstavuje dôležitú konkurenčnú výhodu pre podnik. Pod pojmom flexibilita je chápaná schopnosť vyrábať dané alebo budúce produkty v ľubovoľnom množstve, poradí a variáciách. Práve takýto flexibilný systém je v súčasnosti veľmi potrebný, keďže sa stáva čoraz zložitejším predpovedať sústavne sa meniace požiadavky zákazníkov. Skracujú sa životné cykly výrobkov a služieb, požaduje sa variantná výroba v malých dávkach a sústreďuje sa na zákazkovú výrobu, rýchlosť dodávky a zákaznícky servis. Navyše sa tieto zákaznícke požiadavky neustále menia, a preto je pre udržanie konkurencieschopnosti podniku viac než dôležité dokázať prispôbiť výrobný systém týmto podmienkam. (API, © 2005-2012)

Produktivitu udáva pomer medzi výstupom a vstupmi potrebnými pre jeho tvorbu. Vyššia produktivita znamená vyrábať viac s rovnakými alebo efektívnejšími zdrojmi, pričom sa zvyšuje počet produktívnych činností, ktoré pridávajú hodnotu výrobku, eliminuje sa plytvanie časom, materiálom alebo priestorom. Medzi pružnosťou a produktivitou sa musí hľadať kompromis, keďže sú v priamom rozpore.

Požiadavky na *kvalitu* výrobného systému je nutné mať zabudované priamo v ňom. Výrobný systém by mal byť vyprojektovaný tak, aby v budúcnosti neboli nutné zložité opatrenia a náklady na jej udržanie a zlepšovanie boli minimálne. (Kučerák, 2007a)



Obr. 18 Požiadavky na výrobný systém (Kučerák, 2007a)

3.1 Typológia výrobného procesu

Podľa formy organizácie výrobného procesu (plynulosť, nepretržitosť, rytmickosť) sa rozlišuje výrobný proces na (Tuček a Bobák, 2006, s. 41- 45):

- *Prúdová výroba*

Pracoviská sú usporiadané predmetne (výrobné). Výrobný proces sa opakuje pravidelne, špecializácia na jeden alebo málo výrobkov, uplatnenie v hromadnej alebo veľkosériovej výrobe.

- *Skupinová výroba*

Pracoviská sú usporiadané technologicky, univerzálne a je ich možné podľa podmienok dodatočne prispôbovať. Zameranie na široký okruh sortimentu, pričom žiadny výrobok netvorí hlavný podiel na výrobe. Problémy s materiálovým a informačným tokom.

- *Fázová výroba*

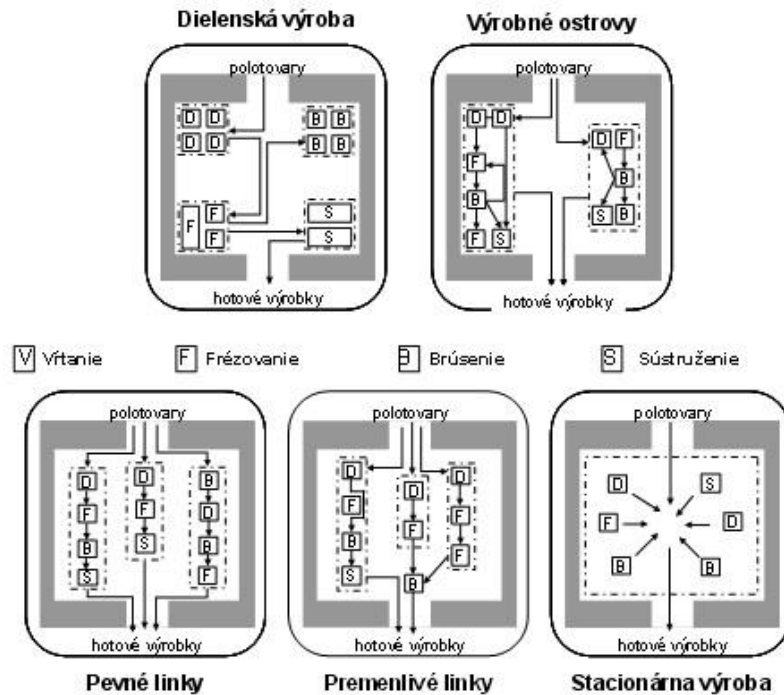
Pracoviská sú usporiadané technologicky, využívajú sa viacúčelové zariadenia. Výrobný proces sa opakuje nepravidelne alebo vôbec a prebieha na viacerých stupňoch a v závislosti na špecifikách zákazníkov.

Z hľadiska opakovanosti výrobného procesu rozlišujeme (Tuček a Bobák, 2006, s. 46- 47):

- *Kusová výroba*- veľký počet druhov výrobku, malé množstvá, priebeh výroby sa opakuje nepravidelne alebo vôbec.
- *Jobbing*- používajú sa zhodné vstupy a výsledkom sú odlišné výstupy
- *Sérová výroba*- podobný druh výrobkov opakujúcich sa v sériách, rozlišujeme malo, stredne a veľkosériovú výrobu
- *Hromadná výroba*- jeden alebo málo druhov výrobkov, veľké množstvo, pravidelne sa opakujúca výroba, ustálenosť výroby

Podľa výrobných princípov rozlišuje Kučerák (2007b) výrobu na:

- *Dielenská výroba*- technologické usporiadanie pracoviska s neorientovaným materiálovým tokom
- *Výrobné ostrovy*- princíp pružných buniek s neorientovaným materiálovým tokom
- *Pevné linky*- zariadenia usporiadané podľa výrobného postupu, pevný materiálový tok, výroba v takte
- *Premenlivé linky*- zariadenia usporiadané podľa výrobného postupu, niektoré operácie sa môžu preskakovať, linková výroba
- *Stacionárna výroba*- zariadenia usporiadané podľa výrobného postupu, niektoré operácie sa môžu preskakovať, linková výroba, ukotvené pracoviská



Obr. 19 Typy výroby podľa výrobných princípov (Kučerák, 2007b)

Podľa spôsobu výroby rozlišujeme:

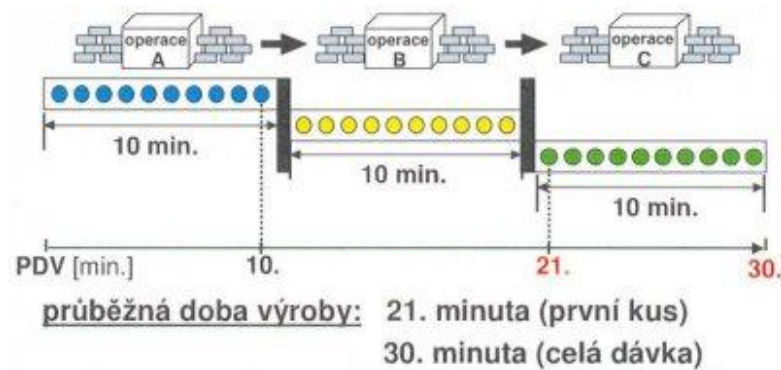
- *Dávková výroba*
- *Tok jedného kusu (OPF- One piece flow)*

V rámci tradičného myslenia je ako ideálny spôsob riadenia výroby chápaná dávková výroba. Tá zoskupuje podobné stroje a kvalifikovaných ľudí na jednom mieste. Výroba prebieha vo výrobných dávkach a až keď je vykonaná operácia na celej výrobnej dávke pokračuje na ďalšiu operáciu. Výhody tohto spôsobu výroby sú:

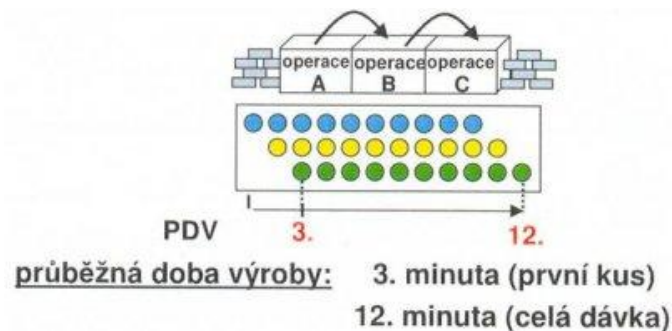
- v úsporách z rozsahu- maximalizácia produktivity, vyťažnosti strojov a operátorov
- vo flexibilnejšom využití kapacít

Opakom dávkovej výroby je výroba jedného kusu, tzv. *one piece flow*. Výrobok prechádza postupne všetkými operáciami a keď je práca na jednom stanovišti dokončená, prechádza plynulo a bez čakania na ďalšie pracovisko. (Liker, 2007)

Hlavné rozdiely medzi dávkovou výrobou a tokom jedného kusu možno vidieť na obr. 21 a 22.



Obr. 20 Výroba v dávkách (API, © 2005-2012)



Obr. 21 Tok jednoho kusu (API, © 2005-2012)

V klasické dávkové výrobě se výrobky přesouvají z jednoho funkčního pracoviště na další v určitých množstvích (dávkách) a každý krok procesu je řízený a kontrolovaný vlastním plánem, bez bližší nadváznosti na předcházející či následující krok. Vzniká tak vysoká rozpracovanost mezi jednotlivými pracovišti, dlouhá průběžná doba výroby, v případě výskytu chyby v procesu se problém přemietne do celej výrobné dávky (t.z. vysoké množstvo šrotu, opráv) a v neposlednom rade neschopnosť dodávať načas. Na druhú stranu OPF zabezpečuje kontinuálny tok s prepojenosťou jednotlivých krokov procesu s využitím *pull* systému (supermarket, FIFO,...). (Dolcemascolo, 2007)

3.2 One Piece Flow

One piece flow (OPF), tok jednoho kusu, je jedným z hlavných princípov štíhlej výroby, ktorý zaisťuje plynulý materiálový tok. Predstavuje tiež nástroj, ktorý dopomáha k zaisteniu výroby *just in time*, teda v požadovanej kvalite, kvantite, v správnom čase a na správnom mieste. OPF predstavuje pohyb výrobku cez jednotlivé operácie krok po kroku, bez zbytočnej rozpracovanosti. Takýto systém najlepšie pracuje v kombinácii s bunkovým layoutom. (Dolcemascolo, 2005b)

Aby mohol systém pracovať s tokom jedného kusu, musí preukazovať známky stability:

- Vysoká opakovateľnosť procesu- proces sa musí pravidelne opakovať v rovnakých krokoch, vysoká variabilita výrobného procesu daného typu výrobku je nežiaduca
- Vysoká spôsobilosť procesu- proces musí byť schopný generovať kvalitné výrobky, problémy so zaistením kvality sú neakceptovateľné
- Spoľahlivé zariadenie- zariadenia v procese musia byť schopné vyrábať, zaistiť čo najvyššie využitie zariadenia (OEE). (Dolcemascolo, 2005b)

V rámci OPF sú interní dodávatelia a zákazníci vo výrobnom procese fyzicky umiestnení čo najbližšie k sebe a obaja pracujú v podobnom alebo rovnakom takte. Dodávateľ po vykonaní operácie na jednom výrobku ho odovzdáva zákazníkovi v určitom takte, a ten ho prijíma, pričom sa v ideálnom prípade netvorí žiadna rozpracovaná výroba. (Dolcemascolo, 2010)

OPF je zvyčajne spájané s malým produktovým mixom a vysoko-objemovou výrobou, avšak v poslednom čase nachádza uplatnenie aj v prostredí s variabilitou a nízkou obrátkovosťou. Využíva pritom univerzálne zmiešané alebo technologicky upravené výrobné bunky, v ktorých výrobky prechádzajú len niektorými procesmi, pričom je zachovaný princíp OPF. (Dolcemascolo, 2005b)

3.2.1 Výhody a nevýhody One Piece Flow

Medzi výhody OPF patrí:

- *Zaistenie kvality*- každý pracovník je zodpovedný za zaistenie kvality na svojom stanovisku. Ak vznikne nekvalita, je rýchlo identifikovaná a ihneď odstránená príčina jej vzniku, takže chybné výrobky neprejdú k ďalšiemu procesu a neznehodnotia väčšie množstvo produktov.
- *Vytvorenie flexibility*- nižšia priebežná doba výroby určitého druhu výrobku zaisťuje vyššiu flexibilitu reakcie a možnosť vyrábať podľa požiadaviek zákazníka.
- *Vyššia produktivita*- v bunke s OPF sa objavuje len málo činností, ktoré nepridávajú hodnotu. Preto je ľahšie prispôbovať počet operátorov a ich vytázenie k dosiahnutiu požadovanej produktivity
- *Identifikácia úzkeho miesta*- OPF dopomáha k určeniu miesta, ktoré je kritické pre dosiahnutie plynulého toku a teda zabezpečeniu jeho maximálneho vytázenia.

- *Redukcia výrobných plôch*- v bunkovom usporiadaní je všetko usporiadané blízko seba a len veľmi málo miesta je zabrané vstupujúcimi komponentmi. Vyšším využitím podlahovej plochy sa znižuje aj potreba vytvárať nové kapacity.
- *Zvýšenie bezpečnosti*- elimináciou manipulácie a menšími zásobníkmi materiálu sa znižuje riziko úrazu pri ich premiestňovaní, potreba vysokozdvížných vozíkov a pod.
- *Zlepšenie morálky*- operátori vykonávajú činnosti s pridávajúcou hodnotou a vidia tak okamžite výsledok svojej práce, sú schopný plniť normy a požiadavky na pracovnú pozíciu.
- *Znižuje náklady viazané v zásobách*- znížením rozpracovanosti sa znižujú aj náklady s nimi viazané a eliminujú sa plochy potrebné na ich skladovanie. Tým firma získava kapitál, ktorý môže alternatívne využiť. (API, © 2005-2012, Liker, 2007, s. 120-123)

V rámci nevýhod spojených s OPF je dôležité spomenúť nasledujúce:

- Riziko zastavenia výrobného procesu- ak sa ktorýkoľvek prvok v procese zastaví a prestane produkovať, jednotlivé operácie na seba nebudú schopné nadväzovať a je nutné zastaviť celú výrobu. Poruchou jedného prvku sa zastaví celá výrobná bunka. Dôvodom môže byť porucha stroja, náročné zoradovanie, neprítomnosť operátora v práci, dodávateľ nedodá materiál,...
- Nutnosť krátkych zoradovacích časov (*changeover time*)
- Produkty musia byť podobné a štandardizované- problém nastáva pri plnení individuálnych špeciálnych požiadaviek zákazníka.
(BusinessKnowledgeSource.com, ©2003-2010)

3.2.2 Implementácia One Piece Flow

Implementácia toku jedného kusu je náročný proces, ktorý sa spája s projektovaním *one-piece-flow* buniek.

1. krok: Výber produktu respektíve výrobkovej rodiny a typ výrobných buniek

Vhodný produkt respektíve rodina pre systém OPF má vysokú obratnosť a jednotlivé varianty sa od seba významne nelíšia. Výrobok by nemal mať krátke cyklové časy na jednotlivých operáciách, pretože tak vznikajú rôzne formy plytvania.

Pri rozhodovaní o type výrobnjej bunky sa volí medzi produktovo orientovanou bunkou a skupinovou technológiou (zmiešaný model). Produktovo orientovaná bunka potrebuje pre svoje efektívne fungovanie dostatočný dopyt po individuálnom produkte, pre zmiešaný model platí, že *changover time* musí byť čo najkratší a nižší ako jeden *takt time*. (Dolcemascolo, 2007)

2. krok: Stanoviť takt time pre skupinu produktov v bunke

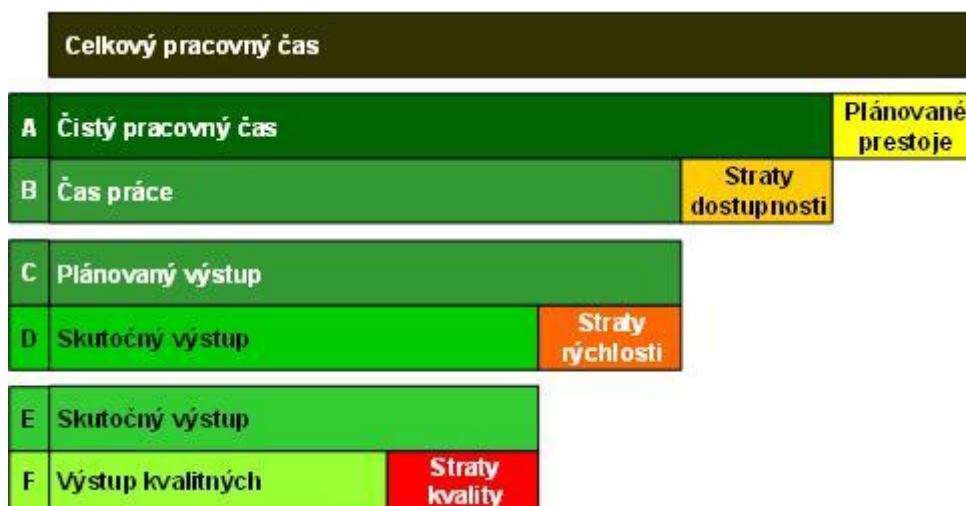
Takt time sa určuje rovnako ako pri projektovaní buniek. Je možnosť zohľadniť stupeň využitia zariadenia, a to predelením taktu OEE.

$$\text{Takt zákazníka} = \frac{\text{disponibilný časový fond za smenu}}{\text{požiadavok zákazníka na zmenu (v ks)}} / \text{OEE}$$

OEE (*Overall equipment effectiveness*) alebo *Celková efektívnosť zariadenia (CEZ)* je ukazovateľ, ktorý nám udáva koľko percent z celkového času je možné stroj efektívne využívať. Zohľadňuje mieru využitia, výkonu a kvality, teda koľko percent doby stroj skutočne vyrába, či vyrába v požadovanej rýchlosti a kvalite.

$$\text{OEE} = \text{mera využitia (D)} * \text{mera výkonu (V)} * \text{mera kvality (Q)}$$

(Boledovič, 2007)



Obr. 22 Schéma výpočtu OEE (Boledovič, 2007)

3. krok: Určiť pracovné prvky procesu a dobu potrebnú na výrobu jedného kusu

Je dôležité určiť správne nástroje, pomôcky a strojné vybavenie pre proces tak, aby výrobný proces dosahoval požadovaný *takt time*. Do úvahy sa berú časy nutné na pretypovanie stroja (*changeover time*), nakladanie a vykladanie materiálu, možné prestoje

a pod. Následne sa stanovlia cyklové časy pre jednotlivé operácie výrobného procesu. (Dolcemascolo, 2005a)

4. krok: Vytvoriť štíhly layout

Ďalším krokom je vytvorenie štíhleho layoutu bunky, pričom sa využívajú zásady 5S (odstránenie nepotrebných položiek, umiestnenie nástrojov, materiálov a ostatných položiek v mieste ich spotreby). V *one-piece-flow* bunke musí byť minimálny priestor medzi nadväzujúcimi operáciami aby sa zabránilo zbytočne dlhým prechodom a vzniku rozpracovanosti. Pri vytváraní layoutu sa najčastejšie využíva U- tvar. Je však možné využiť aj ostatné tvary ako S-tvar, ktorý je vhodný pri náročnejších procesoch, kde by U-bunka bola fyzicky nemožná alebo zaberala príliš veľa pracovnej plochy. Pri jednoduchších procesoch by mala byť bunka navrhnutá tak, aby bola možná aj obsluha jediným operátorom. (Dolcemascolo, 2005a;2007)

5.krok: Vybalansovať bunku

Okrem samotného určenia počtu operátorov v bunke a balansovania operácií medzi nimi tu môže byť zahrnutý aj proces zlepšovania procesov (*kaizen*). Ten spočíva v odstraňovaní plytvania na jednotlivých operáciách v bunke a približovaním sa tak k požadovanému taktu. (Dolcemascolo, 2005a)

6: krok: Rozdeliť a štandardizovať prácu operátorov

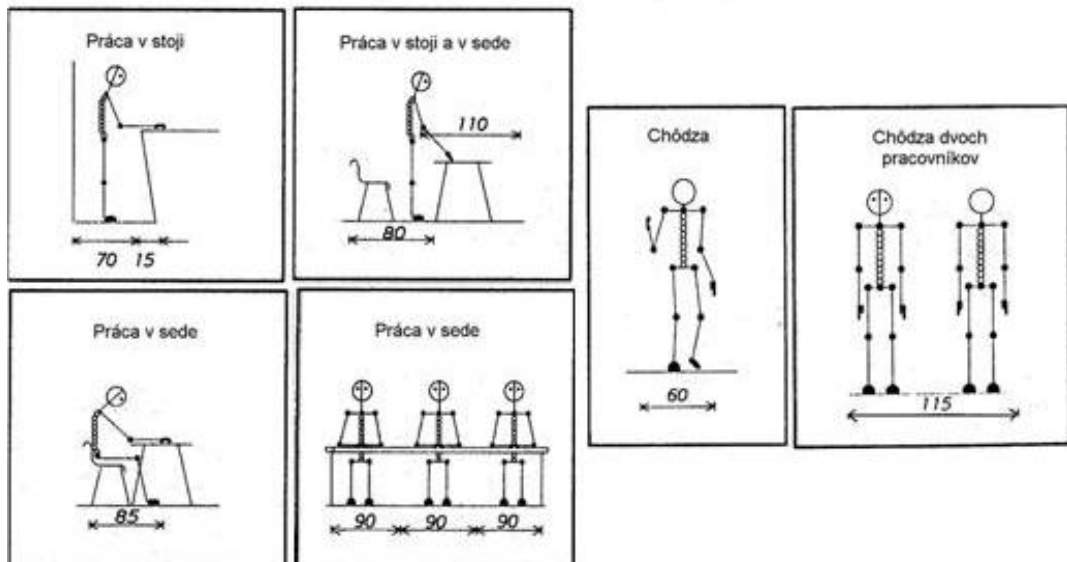
Určenie pohybov a presunov operátorov v bunke v rámci splnení ergonomických požiadaviek na pracovisko a pracovnú operáciu. Zmyslom OPF je vyrábať po jednom kuse, čomu by mali byť prispôsobené aj ohyby operátorov. Znížiť monotónnosť práce sa dá dosiahnuť zavedením pravidelnej rotácie pozícií operátorov, využiť *rabbit chase* alebo zaviesť rotáciu pracovníka v rámci viacerých pracovísk. Základom je proces štandardizácie. (Dolcemascolo, 2007)

4 ERGONOMIA

Ergonómia je multidisciplinárna veda, ktorá sa zaoberá vzájomným prepojením a vzťahmi medzi človekom, pracovným prostredím a pracovnými prostriedkami. Využíva poznatky z psychológie, fyziológie, hygieny práce, antropometrie, biomechaniky či kybernetiky. Cieľom je dosiahnutie čo najvyššej efektivity práce na základe najvýhodnejšieho usporiadania pracovného prostredia. (Mašín, ©2005, s.23)

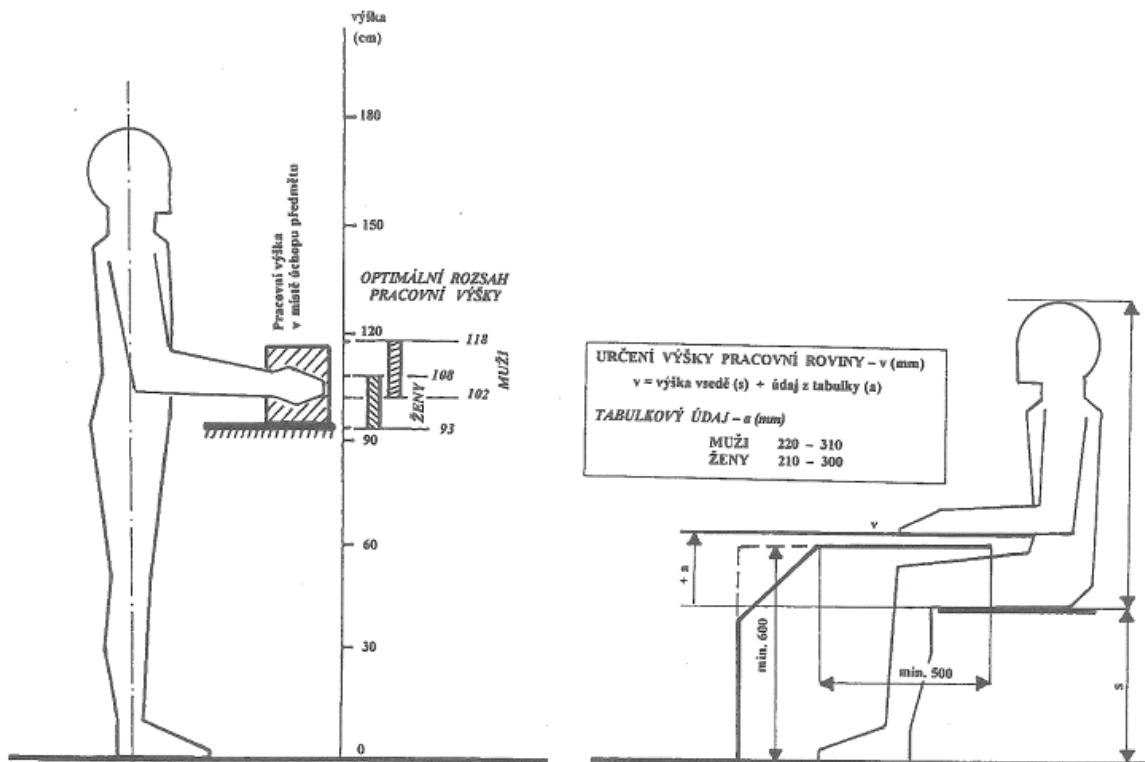
Vhodným usporiadaním pracovného priestoru pre prácu sa zvyšuje produktivita práce človeka a celková podniková kultúra. Medzi základné problémy spojené s navrhovaním pracovného priestoru patria:

- *Vhodná voľba pracovnej polohy*- práca v sede, v stoji alebo kombinácia



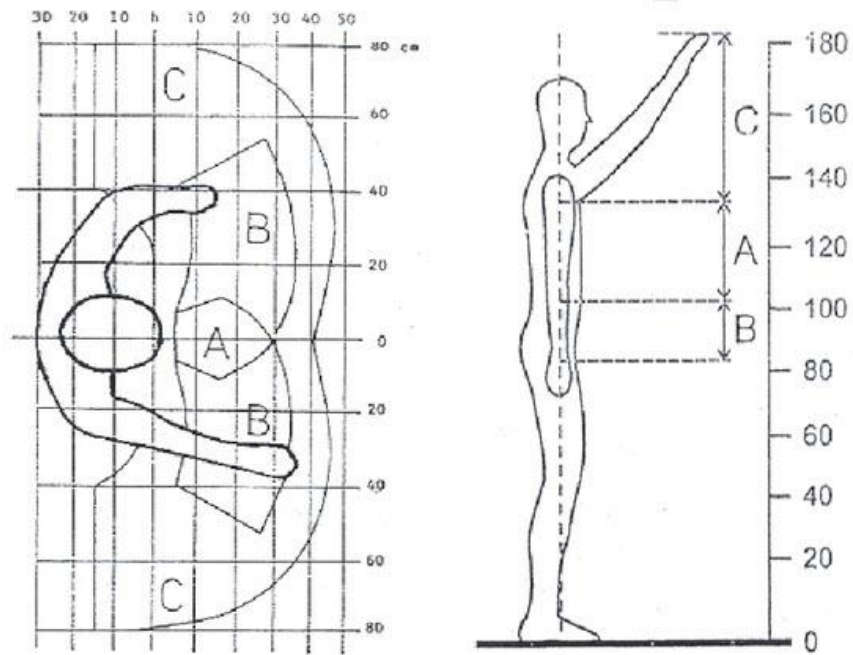
Obr. 23 Priestorové nároky základných pracovných polôh (Krišťák, 2007)

- *Stanovenie optimálnych zorných podmienok*- sleduje sa vzdialenosť očí od predmetu práce, druh vykonávanej činnosti, zorný uhol, osvetlenie
- *Optimálne riešenie pracovných sedadiel*- stabilita a bezpečnosť, tlmenie dosadania, pohodlie, rozmery, nastavitelnosť
- *Stanovenie optimálnej výšky pracovnej roviny*- musí byť prispôbena druhu vykonávanej práce a pracovnej polohe



Obr. 24 Výška pracovnej roviny v stoji a v sede (Malý, Král a Hanáková, 2010, s.296)

- *Optimálny manipulačný priestor*- je rozdelený na 3 zóny:
 - Zóna A – časté a presné pohyby, uchopenie drobných predmetov prstami obidvoch rúk
 - Zóna B – pohyby obidvoch predlaktí pri manipulácii s predmetmi a nástrojmi bez nutnosti zmeny základnej pracovnej polohy (mierny predklon, pohyb do strán)
 - Zóna C – maximálny dosah, menej časté a pomalé pohyby, nutnosť otáčania trupu. (Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 359/2006 Zb., 2006)



Obr. 25 Dosahy horných končatín pri práci v stoji a v sede
(Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 359/2006 Zb., 2006)

- *Vhodné rozmiestnenie oznamovacích a ovládacích prvkov*- funkčná zladenosť (zokupovanie podobných funkcií), optimálne rozmiestnenie, stupeň významu (umiestnenie v zornom poli, na dosah), postupnosť použitia.

(Krišťak, 2007)

II. PRAKTICKÁ ČASŤ

5 CHARAKTERISTIKA SPOLOČNOSTI DELTA ELECTRONICS (SLOVAKIA), S.R.O.

Spoločnosť Delta Electronics (Slovakia) s.r.o. patrí do skupiny Delta (*Delta Group*), ktorá je najväčším výrobcom napájacích zdrojov s celosvetovou pôsobnosťou. Vlastní výrobné závody v Taiwane, Číne, Mexiku, Indii a Európe. Široké výrobné portfólio zahŕňa produkty ako napájacie systémy, solárne systémy, energeticky úsporné LED osvetlenie, komerčné zobrazovacie systémy (video steny, LED a LCD obrazovky, projekory), systémy priemyselnej automatizácie, elektronické komponenty pre IT, telekomunikácie ale i automobilový priemysel. (Delta Electronics (Slovakia), ©2011)

Na Slovensku pôsobí spoločnosť od roku 1994 ako Delta Electronics (Slovakia), s.r.o., pôvodne s predajným sídlom v Bratislave, neskôr s výrobnou spoločnosťou v Novej Dubnici a od roku 2007 s vlastnou výrobnou prevádzkou v Dubnici nad Váhom.

Výrobný závod v Dubnici nad Váhom je zameraný na výrobu napájacích zdrojov, napájacích systémov a tiež ich komponentov ako usmerňovače, invertory a kontrolné jednotky. Produkty sú určené pre zákaznícke segmenty v oblasti telekomunikácií, IT, priemyselnej automatizácie a tiež medicíny. Závod je vybavený modernými výrobnými technológiami, ktoré umožňujú vytvorenie výroby zákazníčkovi na mieru a uspokojovať tak jeho požiadavky v maximálnej možnej miere. (Delta Electronics (Slovakia), ©2011)



Obr. 26 Výrobný závod Delta Electronics (Slovakia) s.r.o. (Delta Electronics (Slovakia), ©2011)

Spoločnosť investovala do výrobných zariadení a budov zatiaľ 33,3 miliónov € a disponuje so základným kapitálom 34 miliónov €. Zamestnáva spolu 694 zamestnancov, z ktorých sú 93 agentúrni a 601 interní zamestnanci. Spoločnosť taktiež vlastní certifikáty ISO 9001:2008 a 14001:2004, OHSAS 18001:2008 alebo ISO/TS 16949:2009. (Delta Electronics (Slovakia), 2012)

5.1 Misia

“Poskytovať inovatívne, čisté a energeticky účinné riešenia pre lepšiu budúcnosť.” (Delta Electronics (Slovakia), 2012)

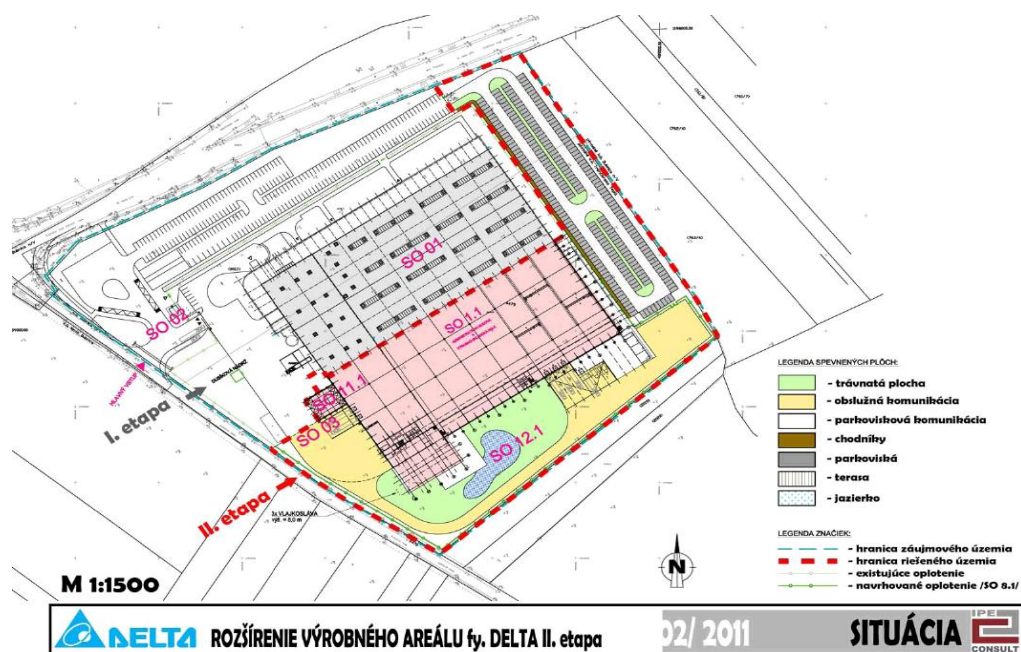
5.2 Vízia

„Chceme byť najlepšou výrobnou a servisnou spoločnosťou skupiny Delta a poskytovať najlepšie služby našim zákazníkom na relevantných trhoch“ (Delta Electronics (Slovakia), 2012)

5.3 Plány ďalšieho rozvoja

V rámci neustáleho rozvoja sa spoločnosť usiluje o (Delta Electronics (Slovakia), 2012):

- optimalizáciu výrobných procesov a layoutov
- rozšírenie obchodu, predaja a marketingu
- rozšírenie technickej podpory (Telekom, UPS, displeje)
- Rozšírenie produktového portfólia o *automotive* súčiastky
- Rozšírenie spolupráce s lokálnymi a regionálnymi spoločnosťami ako dodávateľ elektronických produktov.



Obr. 27 Situačný plán spoločnosti a plánované rozšírenie areálu (Delta Electronics (Slovakia), 2012)

5.4 Organizačná štruktúra

Organizačná štruktúra spoločnosti Delta Electronics (Slovakia), s.r.o. je pomerne obsiahla. Pre zjednodušenie je v prílohe PI uvedené grafické znázornenie pre divíziu Slovensko a obchodnú jednotku *Custom Designed Business Unit (CD BU)*.

5.5 Výrobné portfólio

- **Telekomunikačné napájacie systémy**- riešenie nepretržitého, spoľahlivého a energeticky efektívneho DC a/alebo AC napätia,
- **Produkty na základe požiadaviek zákazníka (Custom Designed)**- zdroje pre telekomunikácie, networking, serverové a záložné aplikácie,



Obr. 28 *Custom designed* produkty- BPR ED, BPR 7, MDA RE (Delta Electronics (Slovakia), 2012)

- **ODM (Original Designed Manufacturer) produkty – Priemysel a Medicína**- Napájacie zdroje pre IT, telekomunikácie, priemyselné aplikácie a medicínu,



Obr. 29 AC/DC napájacie zdroje (Delta Electronics (Slovakia), 2012)

- **Solárne Invertory SOLIVIA**- od februára 2013 je výroba presunutá do Thajska. V rámci týchto produktov je poskytovaný už iba *repair servis*. (Delta Electronics (Slovakia), 2012)

6 PREDPROJEKTOVÁ ČASŤ

Praktická časť práce je navrhovaná ako projekt. Preto je vytvorená predprojektová a projektová dokumentácia, ktorá jasne definuje ciele a časové vymedzenie projektu spolu s jeho harmonogramom a možnými rizikami priebehu projektu.

6.1 SWOT analýza

SWOT analýza spoločnosti Delta Electronics (Slovakia), s.r.o. bola vytvorená na základe podrobného skúmania spoločnosti a názorov členov oddelenia Priemyselného inžinierstva. V spolupráci s ďalšou diplomantkou pôsobiacou v spoločnosti bol zostavený zoznamu silných a slabých stránok, príležitostí a hrozieb pre spoločnosť.

SWOT analýza bola ďalej predaná na bodové ohodnotenie priemyselnému inžinierovi, pracovníkovi ľudských zdrojov a zostavovateľom analýzy. Body boli pridelované na základe priorít hodnotiteľov od najdôležitejšej po najmenej dôležitú. Výsledkom je percentuálne vyjadrenie dosiahnutého skóre jednotlivých položiek (Tab.1).

Za silné stránky spoločnosti je podľa hodnotiteľov považované moderné vybudovanie závodu a tiež produkcia výrobkov navrhovaných podľa požiadaviek zákazníkov, tzv. výroby na mieru. Naopak slabé stránky predstavujú hlavne nízka efektivita výroby a komunikačná medzera medzi operátormi a ich nadriadenými.

V rámci príležitostí pre spoločnosť je tu možnosť oslovenia nových zákazníckych segmentov aj na slovenskom trhu a v okolí Trenčína, navrhnutie layoutu novej výrobnéj haly v zásadách štíhlej výroby alebo posilnenie pozície a dobrého mena spoločnosti na lokálnom trhu, ktorý je prevažne priemyselného zamerania. Hrozbu môže pre spoločnosť predstavovať hlavne presun výroby na trhy s lacnejšou pracovnou silou, vstup nových konkurentov do odvetvia alebo naďalej klesajúci počet kvalifikovaných pracovníkov v obore elektrotechniky.

Tab. 1 SWOT analýza spoločnosti Delta Electronics (Slovakia) s.r.o. (Vlastné spracovanie)

Silné stránky			Slabé stránky		
1	moderne vybudovaný závod	12.64%	1	Nízka efektivita výroby	14.29%
2	vysoké využitie technológií vo výrobe	10.44%	2	Veľká komunikačná medzera medzi operátormi a ich nadriadenými	13.19%
3	silná pozícia v elektrotechnickom priemysle v SR	7.69%	3	nedostatočná kvalifikácia zamestnancov	5.49%
4	certifikáty kvality a enviromentu	3.85%	4	Vyhýbanie sa akcií vedúcich k zmenám	9.34%
5	široká škála výrobného portfólia	9.34%	5	byrokracia	5.49%
6	zázemie medzinárodnej korporácie Delta Group	3.30%	6	marketingová stratégia	3.30%
7	výhodná logistická poloha	4.95%	7	nespokojní zamestnanci	6.59%
8	výrobky na mieru	12.09%	8	neefektívne využívanie pracovnej plochy vo výrobe	9.34%
9	zavádzanie metód priemyselného inžinierstva	4.95%	9	Vysoká miera manipulácie vo výrobe	5.49%
10	nižšie personálne náklady v porovnaní s EÚ	6.59%	10	nestotožnenie sa zamestnancov s podnikovou víziou a cieľmi	5.49%
11	zavedený integrovaný manažérsky systém	6.04%	11	Vyhýbanie sa zodpovednosti za prijaté rozhodnutia	12.09%
12	flexibilita	9.89%	12	Manažment času	7.14%
13	stabilný tím s profesionálnym zázemím	8.24%	13	zložitý materiálový tok	8.24%
Príležitosti			Hrozby		
1	outsourcing niektorých podnikových procesov	8.89%	1	vstup nových konkurentov do odvetvia	15.45%
2	novovo vznikajúce medzery na súčasnom trhu	6.67%	2	nedostatok kvalifikovaných pracovníkov na trhu práce	15.45%
3	odstránenie medzinárodných obchodných bariér	3.33%	3	zavedenie cla	5.45%
4	spolupráca s externými spoločnosťami v oblasti PI	8.89%	4	strata daňových výhod v krajine	10.00%
5	využitie nových distribučných ciest	12.22%	5	zmeny zákonníka práce od januára 2013	8.18%
6	oslovenie nových zákazníckych segmentov	14.44%	6	zmena životného cyklu výrobku	3.64%
7	layout novej výrobnéj haly v zásadách štíhlej výroby	18.89%	7	fluktuácia zamestnancov	8.18%
8	využitie nových finančných alternatív prostredníctvom čerpania fondov (EÚ)	12.22%	8	prehĺbenie súčasnej recesie	10.91%
9	posilnenie pozície spoločnosti na lokálnom trhu	14.44%	9	strata kompetencií v rámci Delta Group	4.55%
			10	presun výroby na trhy s lacnejšou pracovnou silou	18.18%

6.2 Vymedzenie projektu

Tab. 2 Vymedzenie projektu (Vlastné spracovanie)

Názov:	Projekt optimalizácie výrobnjej linky v zásadách toku jedného kusu
Účel projektu:	Optimalizácia výrobnjej linky s cieľom podporiť zavedenie OPF
Východiska:	Spoločnosť intenzívne zavádza metódy štíhlej výroby. Potreba zavedenia rovnomernej plynulej výroby bez zbytočnej rozpracovanosti a plytvania.
Ciele projektu:	1. Analyzovať súčasný stav výrobnjej linky 2. Navrhnuť možné zlepšenia (balansovanie, zmena layoutu)
Výstup projektu:	1. Diplomový projekt 2. Projektový plán
Veľkosť tímu:	1 študent
Požiadavky na člena tímu:	zodpovedný prístup, znalosti PI, osobné nasadenie, kreativita, motivácia
Prínosy oboch strán:	Spoločnosť získa spracovaný návrh optimalizácie linky, nové rozmiestnenie pracoviska, štandardy a normy práce určené systémom vopred určených časov a analýzu súčasného stavu pracoviska. Študent získa podklady potrebné k spracovaniu diplomovej práce a skúseností a poznatky z praxe.
Časová náročnosť projektu:	76 dní
Doba trvania projektu:	Od 1.2.2013 do 18.4.2013
Vedúci projektu: Konzultanti:	Bc. Lenka Kalamenová Ing. Zdeněk Liška, Bc. Lucia Šatková, Ing. Eva Ďurišová, Ing. Ján Slepíčka

6.3 Siet'ová analýza

Tab. 3 Aktivity projektu (Vlastné spracovanie)

č.	ID	Popis aktivity	Dĺžka trvania aktivity v dňoch	Predchádzajúca aktivita
1	A	Zahájenie projektu	1	-
2	B	Tvorba projektovej dokumentácie	1	A
3	C	Získanie dát od analyzovanej spoločnosti	2	A
4	D	Zber dát v spoločnosti	14	C
5	E	Analyzovanie získaných dát, zistenie skutočného stavu	7	B, D
6	F	Vytvorenie návrhu na zmeny	14	E
7	G	Analýza potenciálneho budúceho stavu	14	F
8	H	Predstavenie návrhu spoločnosti	1	G
9	I	Implementácia	14	H
10	J	Vytvorenie záverečnej správy pre podnik	5	I
11	K	Ukončenie projektu	1	J
12	L	Odobranie DP	3	K

6.5 Logický rámec

Tab. 5 Logický rámec projektu (Vlastné spracovanie)

Strom cieľov	Objektívne merateľné ukazovatele	Zdroje a prostriedky k overeniu	Predpoklady / Riziká
Globálny cieľ			
Zefektívnenie výrobného procesu	plnenie zákaznických požiadaviek JIT	výročná správa, reporty	-
Projektový cieľ			
1. Optimalizácia výrobnéj linky XY v zásadách OPF	rozpracovanosť, plynulosť procesu, produktivita	mesačné/ročné reporty, tabuľa pracoviska	zastavenie realizácie projektu, odmietavý prístup operátorov
Výstupy			
1.1. Diplomová práca	Spracované analýzy	diplomová práca	nezvládnutie odovzdania DP, nezvládnutie problematiky projektu
1.2. Projektový plán	Projektové dokumenty	reálny projektový plán	byrokracia, legislatívne obmedzenia projektu, finančná náročnosť projektu
Aktivity			
1.1.1. Analýza súčasného stavu pracoviska	zber informácií na pracovisku, štúdium pracovných postupov, snímkovanie	do 18.4.2013	nepравdivé informácie
1.1.2. VSM a VSD	zber dát na pracovisku, IS systém, analýza potenciálu zlepšenia		nerealizovateľnosť návrhu VSD, žiadna výpovedná hodnota
1.1.3. Návrh nového layoutu	súčasný layout, štúdium ergonómie		nerealizovateľnosť návrhu, finančne náročná realizácia
1.1.4. Vybalansovanie linky	analýza súčasného stavu		nevyužitá kapacita a potenciál pracoviska
1.1.5. Normy	MOST (súčasného a budúceho stavu)		nereálne hodnoty
1.1.6. Štandardizácia a vizualizácia pracoviska	technologická dokumentácia, pracovný postup, foto- a video dokumentácia		nepochopiteľnosť štandardov a vizualizácie
1.2.1. Prezentácia projektu manažmentu	zostavenie prezentácie	do 30.5.2013	odmietnutie optimalizačného návrhu
1.2.2. Spísanie projektového plánu	výsledky analýz, návrh projektu		formálne a obsahové nedostatky
Predbežné podmienky			
záujem a podpora vedenia absolvovanie školenia BOZP a požiarnej ochrany štúdium metód PI			

6.6 Riziková analýza

Tab. 6 RIPRAN- Riziková analýza projektu (Vlastné spracovanie)

ID	Hrozba	Pravdepodobnosť hrozby	ID	Scénar	Pravdepodobnosť scénara	Celková pravdepodobnosť	Dopad	Hodnota rizika	Opatrenie
1	Podcenenie veľkosti projektu	VP	1.1.	Nedodržanie termínov odovzdania DP	SP	VP	SD	VHR	Dôkladne naplánovanie predprojektovej a projektovej fázy
2	Nekvalitný výsledok projektu	SP	2.1	Neobhájenie DP	SP	SP	VD	VHR	Štúdium, komunikácia s vedúcim DP a konzultantom v spoločnosti
3	Nespolupráca operátorov	VP	3.1	Neobjektívne, klamlivé informácie	VP	VP	MD	SHR	Spolupráca s operátormi a vysvetlenie dôvodu zberu dát
			3.2	Nedostatok informácií a priestoru na realizáciu analýz	SP	VP	SD	VHR	Priateľský prístup k zamestnancom, získanie si ich dôvery
4	Nedostatočná komunikácia s vedúcim DP	MP	4.1	Nezvládnutie požiadavkov kladených na DP	MP	MP	VD	SHR	Pravidelné konzultácie
5	Slabá teoretická pripravenosť	MP	5.1	Nekvalitné spracovanie analýz	SP	MP	SD	MHR	Štúdium odbornej literatúry
6	Chyby a omyly pri spracovaní analýz	MP	6.1	Práca s invalidnými dátami	SP	MP	MD	MHR	Dôsledné pripravenie na danú problematiku
7	Bankrot spoločnosti	MP	7.1	Nemožnosť dokončiť projekt	MP	MP	VD	SHR	

VP- Veľká pravdepodobnosť	nad 60%
SP- Stredná pravdepodobnosť	30-60%
MP- Malá pravdepodobnosť	pod 30%

VD- Veľký dopad	ohrozenie cieľu
SD- Stredný dopad	ohrozenie hlavnej činnosti
MD- Malý dopad	ohrozenie čiastkovej činnosti

	MP	SP	VP
MD	MHR	MHR	SHR
SD	MHR	SHR	VHR
VD	SHR	VHR	VHR
VHR- vyhnutie sa riziku			
SHR- akceptácia			
MHR- tvorba rizikového plánu			

7 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU

Pre analyzovanie súčasnej situácie bola po konzultácií s členmi *Engineering* tímu vybraná linka IBM, ktorá patrí do *Custom Designed Business Unit* (Obchodná jednotka navrhnutá podľa požiadaviek zákazníka). Zabezpečuje výrobu napájacích zdrojov pre telekomunikácie, networking, serverové a záložné aplikácie. Zároveň bol pre analýzu vybraný typ výrobku BPR-ED, ktorým sa bude diplomová práca zaoberať.

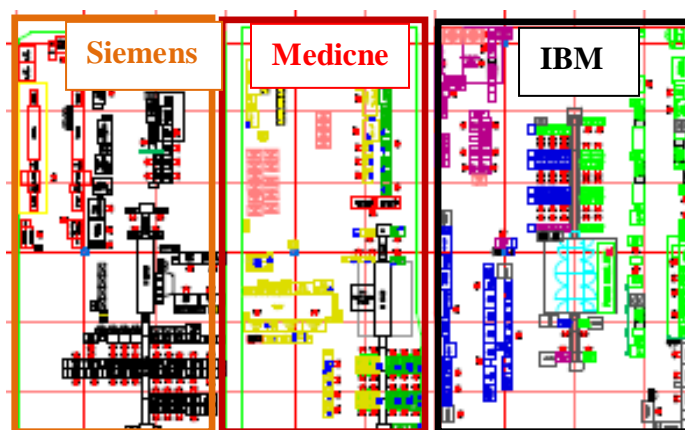
7.1 Layout pracoviska

Spoločnosť má spracované všetky layouts výrobného závodu v AutoCADe. Layout linky IBM sa nachádza v prílohe PII.

Celá *Custom Designed Business Unit* (CD BU) pozostáva z troch liniek navrhnutých podľa potrieb zákazníkov: *IBM*, *Medicine* a *Siemens*, vyznačených na obr. 31. K sekcii *CD BU* donedávna patrilo aj oddelenie *PVI* (*PhotoVoltaic Inverters*), ktoré bolo presunuté do Thajska, a samostatnú riadiacu jednotku predstavuje spojenie *Power Systems Business Group* (PSBG), *Telecom Power Systems* (TPS) a *Video Walls* (VW).

V rámci *CD BU* sú všetky linky orientované do línie a v nadväznosti na výrobný postup. V súčasnosti prevažuje trend vytvárať tzv. žlté zóny, ktoré predstavujú voľnú nevyužitú pracovnú plochu závodu. Tá je financovaná v podobe prenájmu pre materskú spoločnosť a pre závod tak predstavuje ušetrené náklady z prenájmu.

Linka *IBM* je orientovaná opačne ako ostatné 2 linky, a teda materiálový tok neprebíha v línií, ale akoby v tvare U. Pri vstupe a výstupe materiálu z linky sú logistické cesty často ťažko prístupné alebo blokované a dochádza ku kríženiu materiálových tokov.



Obr. 31 Layout výrobnéj haly, oddelenie CD BU (Vlastné spracovanie)

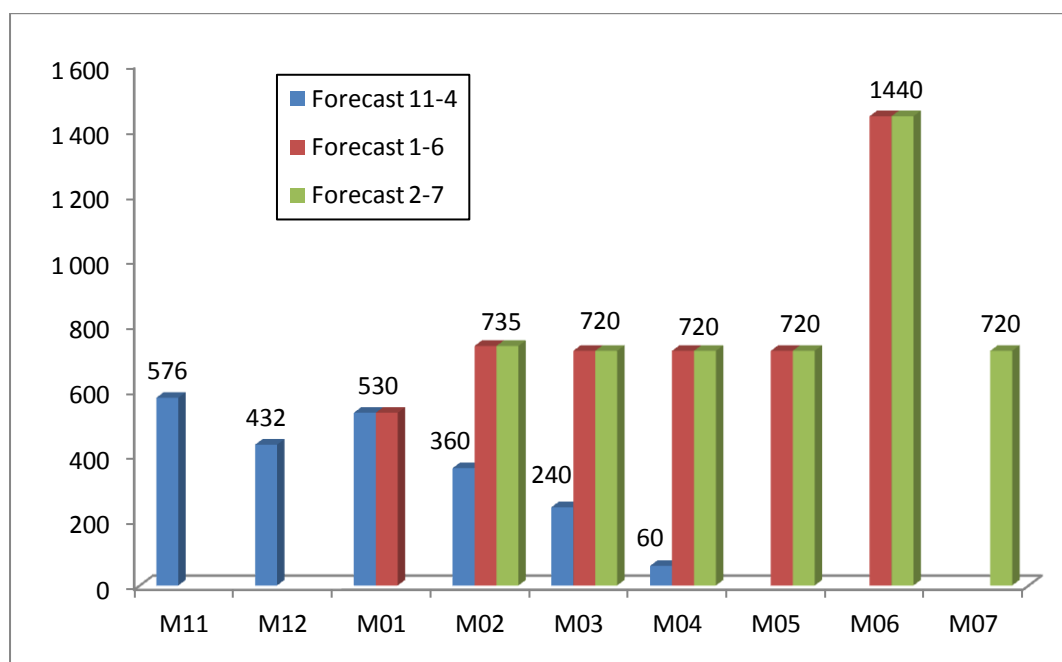
7.2 Predstavenie výrobku typu BPR-ED

Výrobok typu BPR-ED, konkrétne 41U7721, je napájacím zdrojom, ktorý je vyrábaný presne podľa požiadaviek zákazníka IBM. Patrí medzi *high-runner* produkty spoločnosti a jeho výroba prebieha celoročne s tendenciou združovať výrobné objednávky.



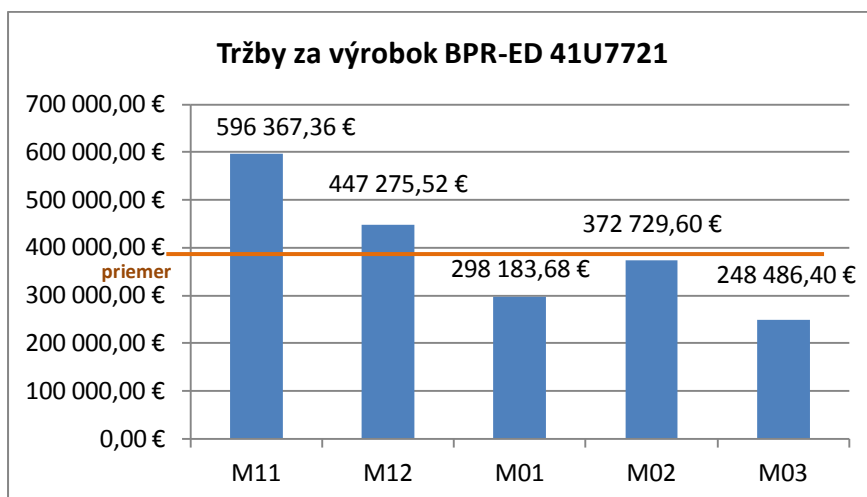
Obr. 32 Výrobok BPR-ED (Delta Electronics (Slovakia), 2012)

Výroba pre zákazníka IBM je plánovaná na základe polročných až ročných *forecastov* (predpovede vývoja objednávok), ktoré sa každé 2 týždne aktualizujú, pričom prvé 3 mesiace (12 týždňov) určujú záväznú objednávku.



Obr. 33 Vývoj predpovede objednávok produktu v období november 2012- júl 2013 (Vlastné spracovanie)

Produkt typu BPR-ED je vysokoobrátkový a jeho výroba sa predpokladá v časovom horizonte minimálne nasledujúcich 3-4 rokov s drobnými revíziami. Cena výrobku je 1035,36 €, čo predstavuje priemerné mesačné tržby za tento výrobok 392 608,51 €.



Obr. 34 Vývoj tržieb za výrobok BPR-ED za obdobie november 2012 až marec 2013 (Vlastné spracovanie)

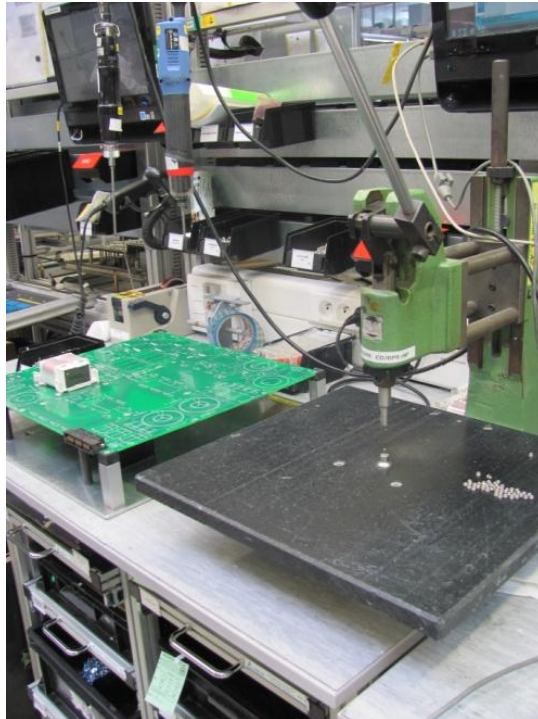
7.3 Popis pracovísk

Linka IBM sa skladá z 5 pracovísk, a to ručné osádzanie, cínová vlna, MN kontrola, finálna montáž a testovanie. K procesu testovania patrí aj zahorovanie, ktorého pracovisko sa nachádza mimo linky IBM a je centrálné pre celé *Custom Designed Business Unit*.

7.3.1 Osádzanie

Jednotlivé pracoviská ručného osádzania majú tvar U- bunky alebo bunky typu „rovná sa“. Pre osádzanie výrobku BPR-ED je určená U- bunka, kde sa 3-4 operátori pohybujú vo forme *rabbit chase* a vykonávajú nasledujúce operácie:

- **Príprava dosiek plošných spojov (DPS)**- na dosku plošných spojov sa nalisuje potrebné množstvo PEM matíc (PEM matica - prvok s vnútorným závitom; na ktorý sa po osadení pomocou skrutky upevňuje potrebný diel). Pracovníčka na výkon svojej práce používa mechanický lis. Na trň vloží PEM maticu, priloží DPS a zalisuje maticu. Ďalej na prípravku pre osádzanie upevní na DPS 2 konektory a trafo pomocou elektrického skrutkovača.



Obr. 35 Pracovisko prípravy dosiek plošných spojov (Vlastné spracovanie)

- **Ručné osádzanie THT komponentov (vývodové komponenty)**- pracovisko tvoria 3 pozície, na ktorých sa osádzajú THT komponenty. DPS sa na prvom pracovisku vloží do spájkovacieho rámu, umiestnenom na koľajničkách pre ľahšiu manipuláciu. Naskenovaním vypáleného kódu sa spáruje v internom informačnom systéme CIM doska plošných spojov so spájkovacím rámom a osadí sa potrebnými komponentmi. Tie sa nachádzajú v zásobníkoch nad stolom, ktoré sú uložené podľa postupnosti osádzania a tak, aby nemohlo dôjsť k ich zámene (t.z. podobné komponenty sa nenachádzajú vedľa seba). Každý zásobník je riadne označený a operátorky si ich priebežne dopĺňajú. Na každej z troch pozícií sa osadia potrebné komponenty, pričom pri poslednej 3. pozícií je rám s osadenou DPS umiestnený na dopravník. Rám tvorí spodný a vrchný diel (forma), ktoré sa musia k sebe pripevniť skrutkami. Toto upevnenie výrobku ho chráni pred otrsami pri transporte po dopravníku a zabezpečuje tak kvalitné zacínovanie THT komponentov k DPS.



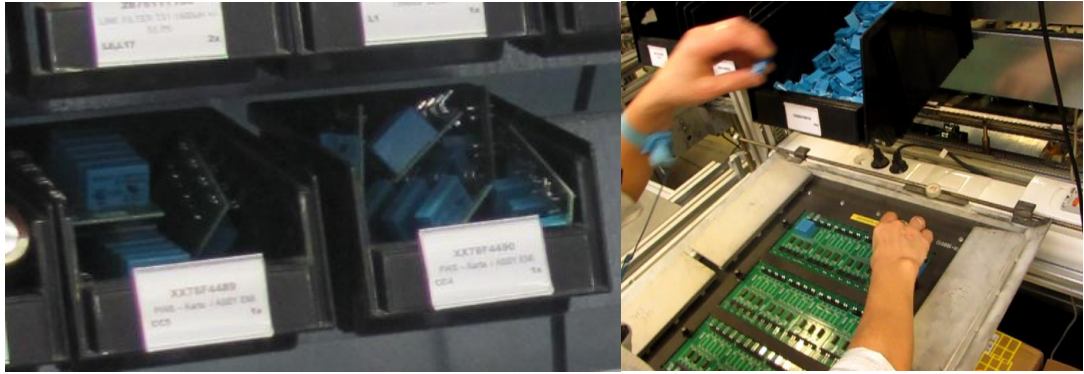
Obr. 36 Pracovisko osádzania THT komponentov (Vlastné spracovanie)

- **Príprava chladičových podskupín-** na tomto pracovisku sa pripravujú chladiče potrebné na osádzanie. V CIM sa opäť spárujú karty chladičov s DPS a prevedie sa montáž chladičov v potrebnom počte kusov (2-3ks podľa typu výrobku).



Obr. 37 Pracovisko prípravy chladičov (Vlastné spracovanie)

- **Osádzanie vstupujúcich komponentov (príprava EMI kariet)-** na tomto pracovisku vykonáva činnosť podľa potreby jedna operátorka, ktorá pripravuje komponenty vstupujúce do osadzovania (karta EMI).



Obr. 38 Výroba EMI kariet (Vlastné spracovanie)

7.3.2 Cínová vlna

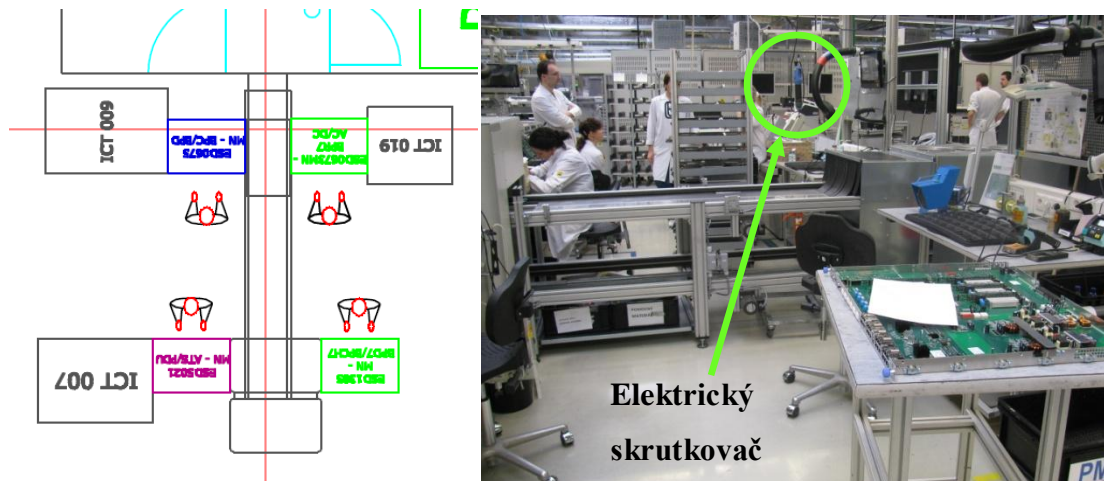
Po uložení rámu na dopravník smeruje výrobok na strojové spájkovanie (cínová vlna), kde sú zatavené THT komponenty k plošnej doske. Pomocou čipov v ráme dokáže automatický stroj určiť o aký druh výrobku ide a nastaviť tak vhodný priebeh procesu. Maximálna kapacita je 7 výrobkov naraz, pričom po každom 11. kuse sa prevedie automatická kontrola a doplnenie hladiny cínu v zásobníku. Rámy sú púšťané automatom pomocou čidla v rozstupe 30cm.



Obr. 39 Cínová vlna (Vlastné spracovanie)

7.3.3 MN kontrola

MN kontrolu tvoria štyri pracoviská vizuálnej kontroly, ktoré sú umiestnené po oboch stranách dopravníku pri výstupe z cínovej vlny.



Obr. 40 Rozmiestnenie pracoviska MN kontroly (Vlastné spracovanie)

Operátorka pomocou elektrického skrutkovača vyberie DPS zo spájkovacieho rámu, na pracovnom stole prevedie vizuálnu kontrolu a ak sa na DPS nachádzajú nedostatky, tak prevedie opravu v podobe odstránenia prebytočných vývodov, spájkovania, výmeny odporu za silnejší alebo ošetrením DPS chemickou látkou. K výkonu práce sú potrebné spájkovačka, mierka na určovanie dĺžky vývodov, pinzety, štikacie kliešte, striekačky so silikónom, pneumatický dávkovač silikónu, olovnatý alebo bezolovnatý drôt cínu, chemická látka na čistenie DPS. Pracoviská vizuálnej kontroly sú vybavené odsávaním, ktoré chráni operátorky od škodlivých výparov zo spájkovania a používania chemikálií na čistenie DPS.



Obr. 41 Pracovisko MN kontroly (Vlastné spracovanie)

Na pracovisku sa nachádzajú aj ICT testy (vnútro- obvodový test) v počte 3ks, ktoré sú však určené pre ostatné typy výrobkov. ICT test pre sledované výrobky typu BPR-ED sa nachádza na vedľajšom pracovisku finálnej montáže.

7.3.4 ICT test

Vnútro- obvodový test ICT obsluhuje 1 operátor s potrebnou kvalifikáciou (buď z finálnej montáže, z testov alebo pracovníčka MN kontroly). Na test sa umiestni adaptér, nastaví sa testovací program v počítači, následne sa umiestni DPS na testovacie ihly, uzatvorí sa kryt adaptéra a spustí sa test. Operátor sleduje priebeh testu na monitore počítača a v prípade chyby odnesie DPS pracovníčke na MN teste. V opačnom prípade putuje DPS na finálnu montáž. Výrobné objednávky sú plánované tak, aby nedochádzalo k častej výmene adaptérov, keďže hmotnosť jedného je približne 15- 20 kg.

Testy prebiehajú v závislosti od typu výrobku, ak sa testuje na pracovisku MN kontroly, tak sa otestované kusy vkladajú do prepravného regálu a následne sa prevážajú na špecifické pracovisko finálnej montáže pre daný typ, poprípade ich tam operátori sami nosia. Čo sa týka sledovaného výrobku typu BPR-ED, tak ICT testovanie prebieha na pracovisku finálnej montáže, kde sú výrobky prevážané v prepravných regáloch (7 alebo 14ks) a pracovník finálnej montáže alebo testovač prevedú ICT test.



Obr. 42 ICT test na pracovisku finálnej montáže (Vlastné spracovanie)

7.3.5 Finálna montáž

Na pracovisku pracujú 1-2 operátori, ktorí prevádzajú finálnu montáž komponentov, vkladajú otestovanú DPS do krytov (chassis) a výrobok dostáva finálnu podobu. Počet operátorov sa však mení v závislosti od veľkosti výrobných objednávok, požiadavky zákazníka a tiež momentálnej situácií na linke.

Operátor vezme otestovanú DPS z vozíka a vloží ju do prípravku na montáž, pomocou elektrického skrutkovaču priskrutkuje dištanca a osadí diagnostickú kartu, ktorá je spárovaná s DPS pomocou naskenovania kódu. Nasleduje príprava dolného krytu, kde sa vsádza izolácia, naň sa skrutkami upevní DPS, pripevnia sa dištanca a veľký chladič. Na poslednej operácii si operátor pripraví vrchný diel nalepením izolácie a identifikačných nálepiek a spojí vrchný kryt so spodným.



Obr. 43 Pracovisko finálnej montáže (Vlastné spracovanie)

7.3.6 Testovanie

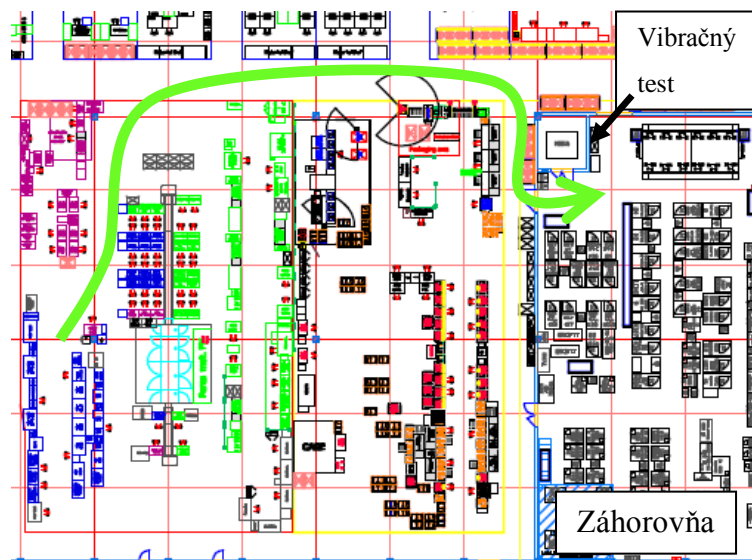
Vedľa pracoviska finálnej montáže sa nachádzajú testovacie prístroje HIPOT (vysokonapäťový test), a 3 testy typu FAT (funkčný test). Operátor obsluhuje naraz 4 testovacie prístroje a podľa potreby aj ICT test. Z finálnej montáže je výrobok odložený do regálu, odkiaľ ho testovač vkladá do HIPOT1 a po skončení testu na jeden z troch dostupných FAT1. Výrobok musí prejsť oboma testami 2x, preto sa jednotlivé testy označujú číslom. Po finálnej montáži je to prvý test (HIPOT1 a FAT1) a po návrate zo záhorovne finálny druhý test (HIPOT2 a FAT2).



Obr. 44 Testy HIPOT a FAT (Vlastné spracovanie)

7.3.7 Záhorovňa

Po absolvovaní prvých testov putuje výrobok do záhorovne, kde prebehne tzv. *Burn In* test. Výrobky typu BPR-ED vyžadujú 2 testy, a to „AC cycling“ trvajúci 1hodinu a následne prebehne 12hodinový „Burn In“ test. Zahorovacie zariadenia majú kapacitu 8ks a sú v počte 9. Po skočení procesu putujú na vibračný test s kapacitou 4ks. Vibračný test môže prebehnúť na jednom výrobku maximálne 1x, aj v prípade neskorších opráv.



Obr. 45 Znáznornenie prechodu do záhorovne a označenie miestnosti s vibračným testom (Vlastné spracovanie)

7.3.8 Balenie

Proces balenia prebieha na pracovisku umiestnenom vedľa funkčných testov. Operátor podľa baliaceho predpisu očistí povrch výrobku handričkou a izopropylalkoholom, zabalí výrobok do obalu a umiestni do pripravenej kartónovej škatule (max 16ks). Súčasťou je aj zadávanie informácií do interného informačného systému CIM, kde sa spáruje každý jeden výrobok s objednávkou.



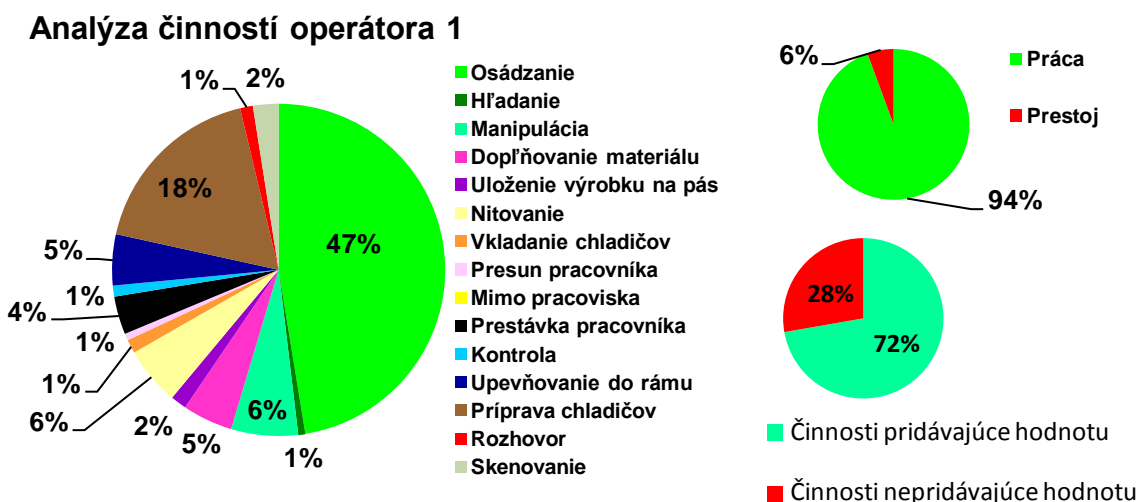
Obr. 46 Pracovisko balenia a zabalené finálne výrobky podľa baliaceho predpisu (Vlastné spracovanie)

7.4 Analýza činnosti operátorov

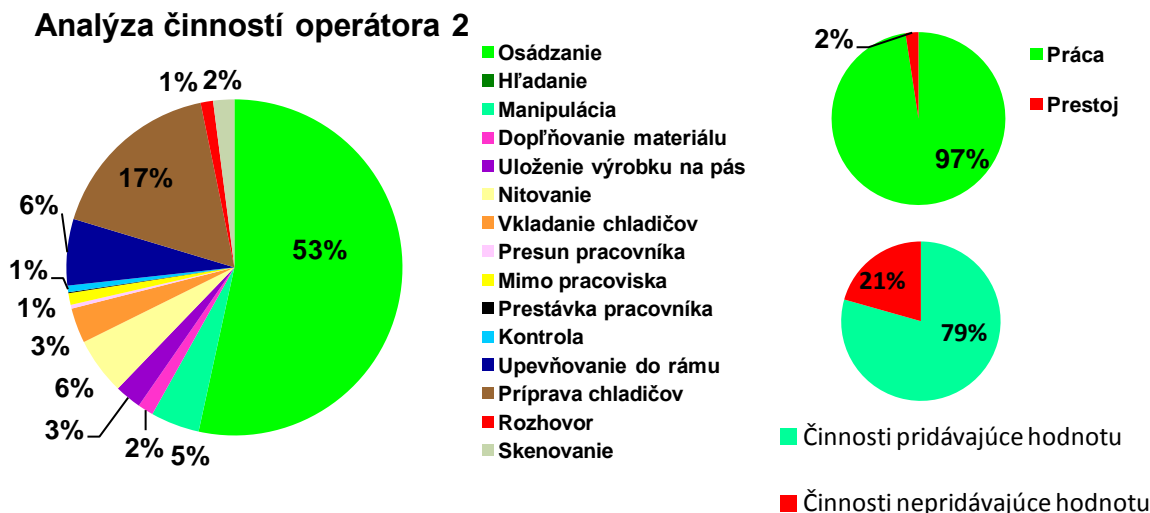
7.4.1 Pracovisko ručného osádzania

V pozorovaný deň boli na pracovisku prítomné 4 operátorky, pričom jedna operátorka celú zmenu osadzovala EMI karty. Zvyšné 3 operátorky vykonávali činnosti uvedené na obrázkoch 47-49 nižšie.

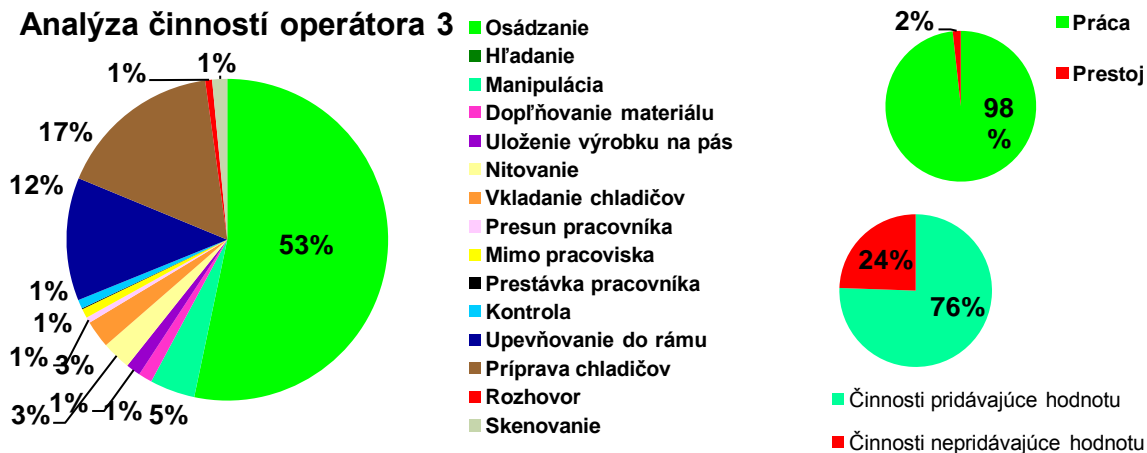
Pridanú hodnotu pre výrobok tvoria len činnosti Nitovanie, Osádzanie, Príprava chladičov a Vkladanie chladičov. Z ostatných činností nevytvárajúcich pridanú hodnotu je nutné vyčleniť tie činnosti, ktoré síce nepridávajú hodnotu výrobku, ale sú nutné pre priebeh výroby ako skenovanie (sledovanie pozície výrobku vo výrobnom procese), dopĺňanie drobného materiálu, uloženie rámu na dopravník, kontrola a upevňovanie do rámu.



Obr. 47 Snímok pracovných činností operátora 1 z dňa 4.2.2013 (Vlastné spracovanie)



Obr. 48 Snímok pracovných činností operátora 2 z dňa 4.2.2013 (Vlastné spracovanie)



Obr. 49 Snímok pracovných činností operátora 3 z dňa 4.2.2013 (Vlastné spracovanie)

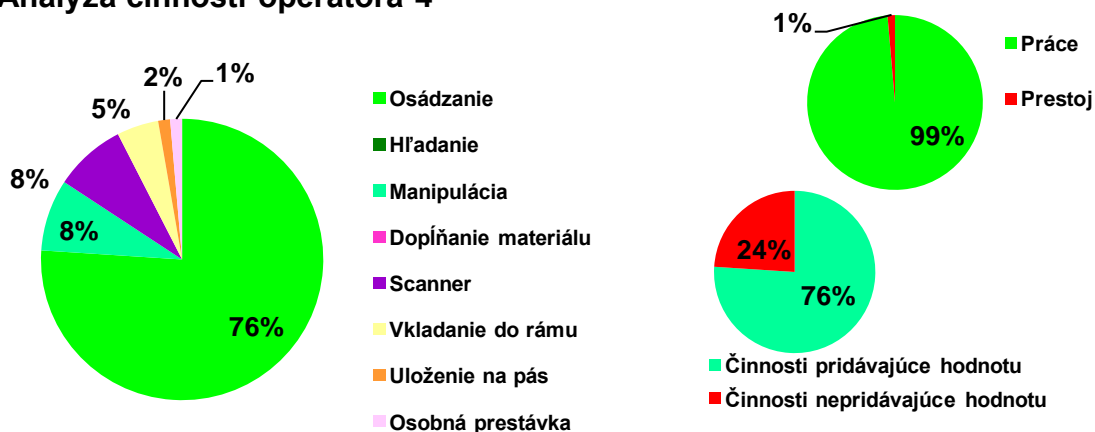
Pomerne značnú časť tvorí upevňovanie DPS do spájkovacieho rámu a manipulácia s rámom alebo osadenou DPS, ktoré vážia cca 5kg. Rámy si operátorky berú buď zo stojana na to určeného, alebo priamo z dopravníku, pričom musia dávať pozor kedy sa prázdny spájkovací rám vracia po dopravníku späť a stihnúť ho vybrať a uložiť do stojanu. Vrchná časť rámu sa upevňuje pomocou skrutiek a musí tesne doliehať na spodnú časť. Ukladanie výrobku na dopravník sa deje pomocou pneumatického zdvihača, ktorý sa spúšťa pomocou pedálu.



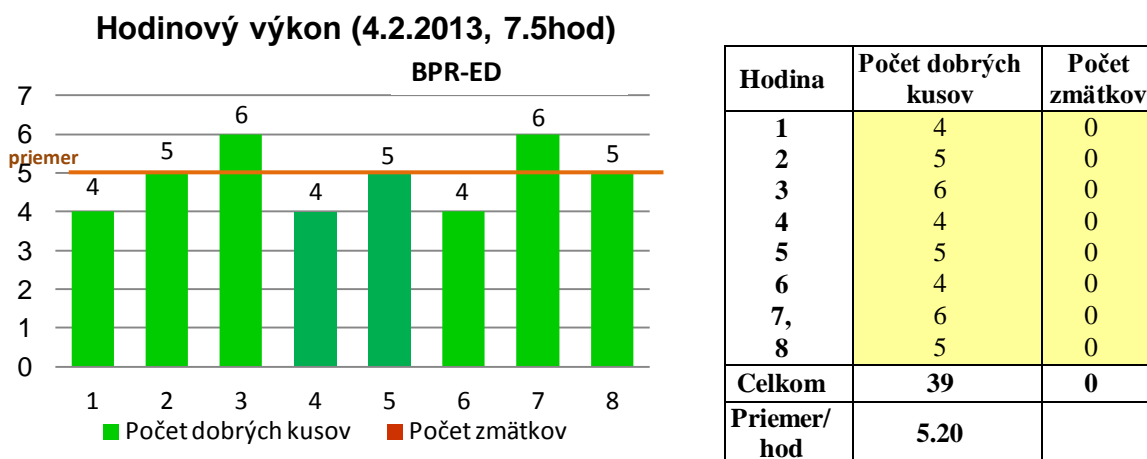
Obr. 50 Uloženie rámu na dopravník pomocou pneumatického zdvihača (Vlastné spracovanie)

Operátorka č. 4, ktorá osádzala EMI karty vytvárala väčšinu času pridanú hodnotu pre výrobok. Manipulácia spočívala len v odobratí rámu z dopravníku, vybratia hotových EMI kariet a uloženia ich do prepravky. Veľký podiel tvorilo skenovanie jednotlivých EMI kariet, ktoré bolo spôsobené tým, že na jednej karte sa nachádza 8 kódov a do rámu sa osádzajú 3 karty zároveň.

Analýza činností operátora 4



Obr. 51 Snímok pracovných činností operátora 4 z dňa 4:2.2013 (Vlastné spracovanie)



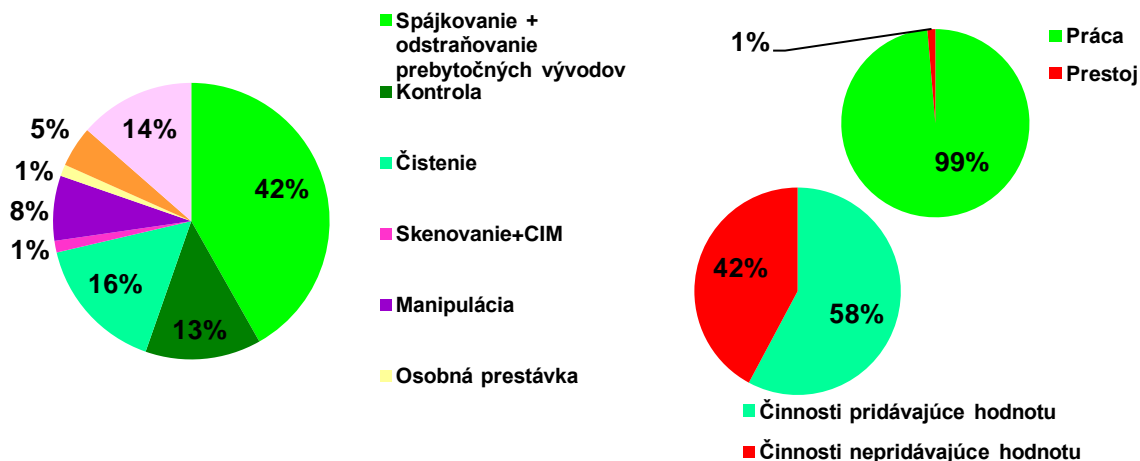
Obr. 52 Hodinový výkon pracoviska osádzanie (typ BPR-ED) (Vlastné spracovanie)

Operátorky vyrobili za celú zmenu (7,5hod) spolu 39ks. Norma na 1 operátorku predstavuje 12ks/7,5hod (1,6ks/hod). Na plnení výkonu sa podieľali 3 operátorky, ktoré podľa normy mali dosiahnuť výkon 36ks, no skutočný výkon predstavoval 39ks. Plán výroby bol tak splnený na 108,33%.

7.4.2 Pracovisko MN test

Na pracovisku MN testu boli v daný deň pozorovania (5.2.2013) prítomné 4 pracovníčky, pričom jedna z nich sa venovala vizuálnej kontrole výrobkov z inej linky, respektíve výrobkom ktoré prišli z pracoviska opráv (*Repair Centrum*). V daný deň sa na pracovisko MN kontroly dostával výrobkový mix zostavený z 3 druhov výrobkov (BPR-ED, BPD-EP Helix a EMI karty). Operátorky vykonávali operácie, uvedené na obrázku č. 53-55.

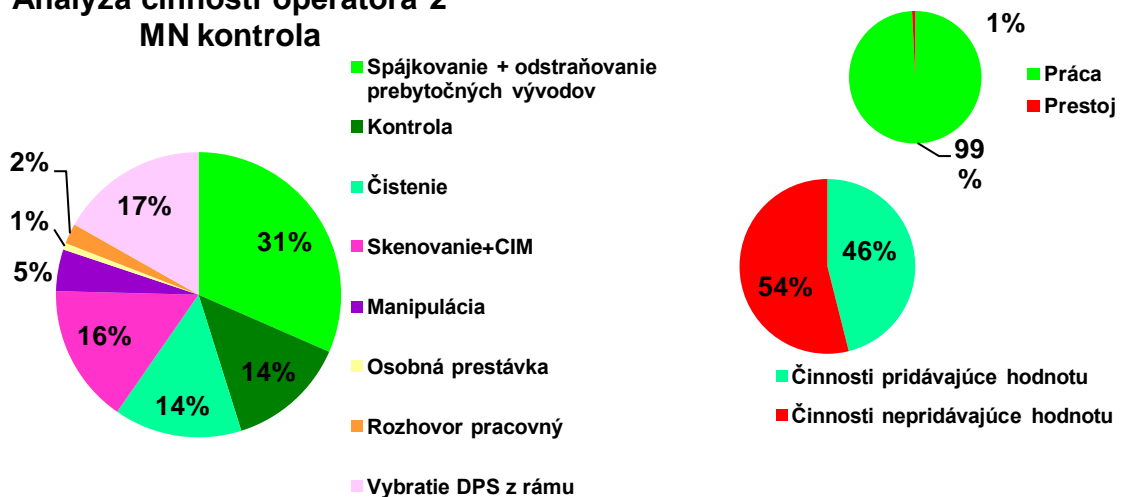
Analyza činností operátora č.1 MN kontrola



Obr. 53 Snímok pracovných činností operátora 1-MN, 5.2.2013 (Vlastné spracovanie)

Operátorka č.1 celý čas opracovávala výrobky typu BPR-ED. Činnosti pridávajúce hodnotu predstavujú operácie spájkovanie, odstraňovanie prebytočných vývodov a čistenie. K činnostiam nepriamo pridávajúcim hodnotu patria kontrola, skenovanie a vyberanie DPS z rámov. Vyberanie dosiek z rámov často neprebíha úplne hladko, niekedy je potrebné odťahovať skrutky ručne. V rámci manipulácie operátorka prenáša výrobky do a z regálu alebo si ich prekladá na pracovisku.

Analýza činností operátora 2 MN kontrola



Obr. 54 Snímok pracovných činností operátora 2- MN, 5.2:2013 (Vlastné spracovanie)

Operátorka č.2 mala za úlohu opracovávať EMI karty a v prípade potreby aj typ BPR-ED. EMI karty sú časovo menej náročnejšie na opracovávanie a spájkovanie, no vyžadujú dlhší čas skenovania keďže 1ks EMI karty obsahuje 8 kódov. Operátorka tieto karty nevyberá zo spájkovacieho rámu ale sú jej prinášané v debničkách z pracoviska osádzania. Ak vidí, že operátorka č.1 ešte neskončila svoju prácu na výrobku BPR-ED a výrobok už vyšiel z cínovej vlny, začne ho opracovávať ona.

Operátorka č.3 mala na starosti výrobky typu BPD-EP Helix, ktoré sú oproti typu BPR-ED jednoduchšie ako na osádzanie tak aj na kontrolu. Tento typ dosky obsahuje podstatne menej THT komponentov a podstatné je pri ňom čistenie. Operátorky tiež vykonávajú ICT test, počas ktorého chodu nemusia byť prítomné. Hotové kusy sú priamo prenášané operátorkou na ďalšie pracovisko, preto je aj zvýšený podiel manipulácie.

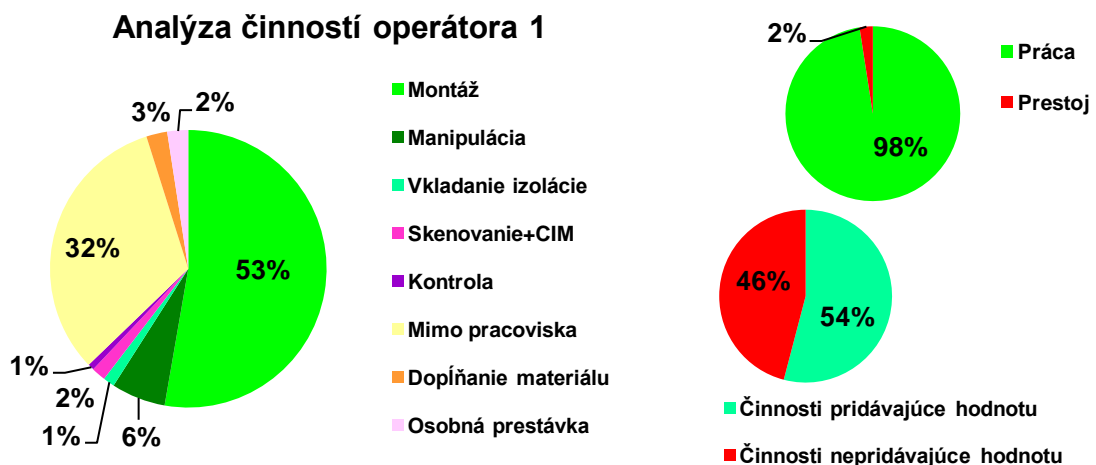


Obr. 55 Snímok pracovných činností operátora 3-MN, 5.2.2013 (Vlastné spracovanie)

Operátorky sa sťažujú na vstávanie od rozpracovanej činnosti aby mohli vybrať ďalšiu DPS z rámu. Pri kontrole musia postupovať systematicky, aby neprehliadli žiadnu chybu. Kontrolujú sa SMD komponenty, správne zacínovanie THT komponentov, polarita, správne osadenie, a i. Keď operátorka vstane od práve prebiehajúcej kontroly, musí previesť niektoré časti kontroly ešte raz. Keďže vizuálna kontrola sama o sebe nepridáva výrobku hodnotu, je potrebné odstrániť jej zbytočne zduplikované časti ako základnú formu plytvania.

7.4.3 Pracovisko finálnej montáže

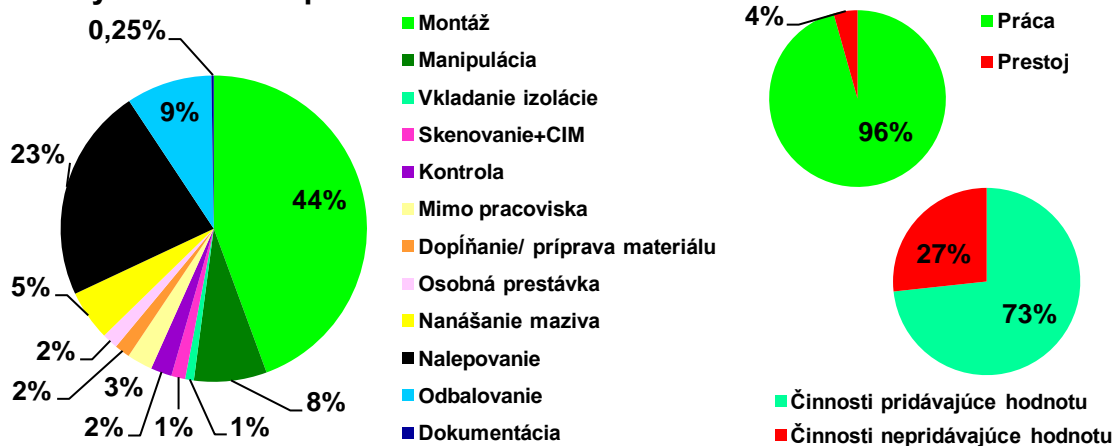
Na pracovisku finálnej montáže boli v pozorovaný deň (6.2.2013) prítomní 2 operátori, pričom jeden operátor často odchádzal z pracoviska a vykonával pomocné práce pre iné pracoviská. Rozmiestnenie pracovníkov závisí od požadovaného taktu pracoviska a od rozhodnutia tím lídra resp. majstra alebo zmenového majstra.



Obr. 56 Analýza činností operátora 1 (Vlastné spracovanie)

Operátor 1 vykonával operácie na prvej pozícií na pracovisku, a to prípravu spodného krytu, montáž ICC karty a ostatných komponentov na DPS a upevnenie celej dosky do spodného dielu. Z obrázku 56 vyplýva, že operátor prevažnú časť pozorovaného času prevádzal montovanie a značnú časť bol mimo pracoviska, kedy vykonával pomocné práce na ďalších pracoviskách, dopĺňal materiál alebo manipuloval. Operátor zastáva pozíciu tím lídra, ktorí sa musia tiež zúčastňovať na istom percente výroby.

Analýza činností operátora 2



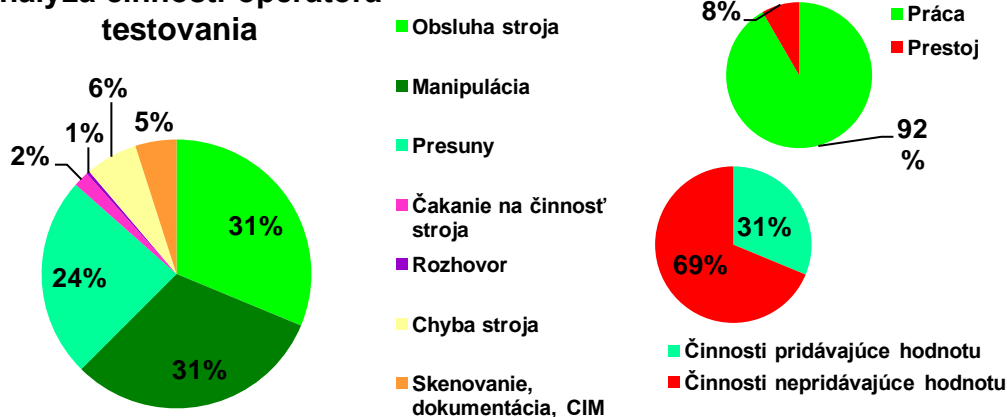
Obr. 57 Analýza činností pracovníka 2- finálna montáž (Vlastné spracovanie)

Operátor 2 je na pracovisku pridelený dlhodobo a vykonáva buď celú finálnu montáž sám, alebo pokračuje v osádzaní chladiča, prípravou horného krytu a finálnou montážou uzavretia DPS do krytu (*chassis*). Na obrázku 57 možno vidieť, že výraznú časť z činností neprídávajúcich hodnotu tvorí odbalovanie chladiča a horného krytu. Bolo by potrebné zvážiť, či je skutočne potrebné aby daný materiál bol zabalený v ochrannom obale. Ďalšiu významnú položku tvorí manipulácia, ktorá je pre výkon práce potrebná a tvorí ju prekladanie dosky z regálu na prípravok pre montáž, manipulácia s krytmi a odkladanie finálneho výrobku do ďalšieho regálu.

7.4.4 Pracovisko testovania

Prvý aj druhý test výrobku vykonáva 1 operátor, ktorý je tiež zodpovedný za dopravenie a uloženie výrobkov, ktoré prešli prvým testom, do a zo záhorovne.

Analýza činnosti operátora testovania



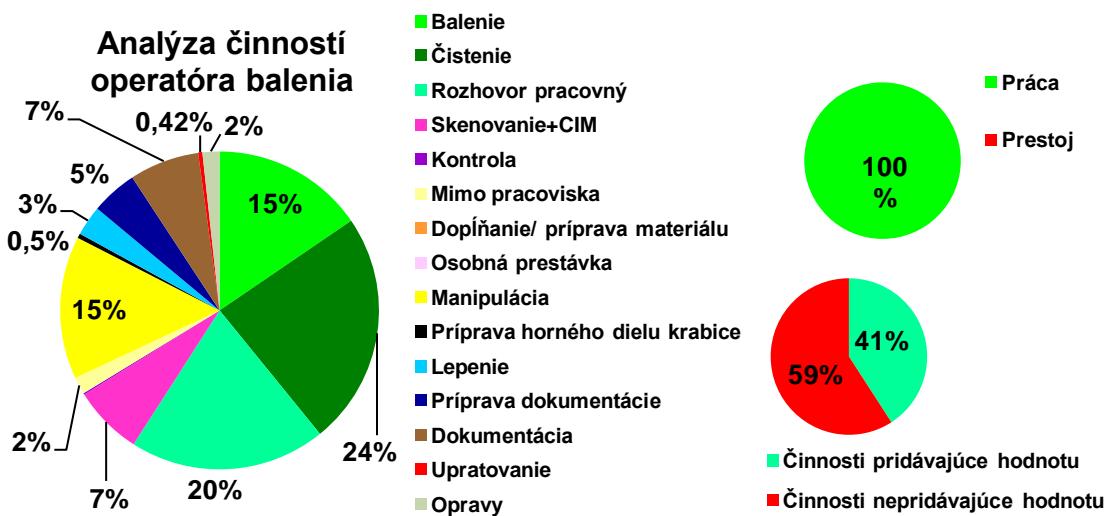
Obr. 58 Analýza činnosti operátora testovania, 6.2.2013 (Vlastné spracovanie)

Daná činnosť má vysoký podiel činností neprídávajúcich hodnotu. Je to spôsobené hlavne častou manipuláciou a prechodmi operátora, ktorý musí sústavne prechádzať k obsluhu 4 strojov usporiadaných do línie a tiež aspoň 1x za zmenu ísť do záhorovne. V rámci manipulácie operátor vkladá a vykladá výrobky do testov, presúva regál s výrobkami do záhorovne, tam vyberá a vkladá výrobky do zahorovacích zariadení a presúva regály na pracovisku. Chybu stroja sa snažil operátor vyriešiť sám, aj keď nemal potrebnú kvalifikáciu.

7.4.5 Pracovisko balenia

Proces balenia prebieha len na jednej zmene, vykonáva ju 1 operátor, ku ktorému je v prípade nutnosti rýchleho dokončenia objednávky priradený ďalší pracovník, buď z iného pracoviska alebo tím líder.

Analýza činností operátora balenia

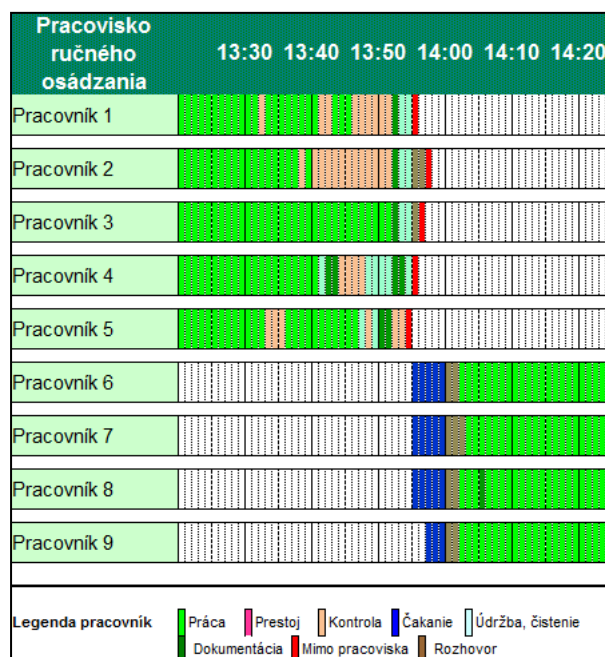


Obr. 59 Analýza činností operátora balenia (Vlastné spracovanie)

Veľký podiel činností nepridávajúcich hodnotu bol spôsobený pracovným rozhovorom operátora, ktorý poskytoval pomoc pracovníkom z iných pracovísk a pomáhal im vyriešiť vzniknuté problémy. Významnejší je aj podiel pobytu mimo pracoviska, kam si musel operátor vždy ísť pre čistiaci prípravok. Keďže je čistiaci prípravok klasifikovaný ako horľavina, musí byť uskladnený v špeciálnej skrini s horľavinami, ktorá je vybavená odsávaním. Ďalej operátor skenuje výrobky a páruje ich v CIM s objednávkou a ručne vypisuje sprievodné listy k hotovej škatule (max. 16ks). Tieto operácie síce nepridávajú hodnotu výrobku, ale sú nutné vzhľadom ku sledovaniu pozície objednávky vo výrobnom procese.

7.5 Nábeh zmeny

Nábeh zmeny prebiehal na všetkých pracoviskách plynule. Operátori približne 15min pred ukončením zmeny začnú upratovať pracovisko a pripravovať ho na predanie ďalšej zmene, do čoho spadá uloženie komponentov na správne miesto, dopĺňanie materiálu, dokumentácia, čistenie zariadení a pracovných stolov. Tím líder novej zmeny rozdelí operátorov na pozície podľa požadovaného taktu a zručností operátora. Výroba prebieha takmer okamžite po rozdelení na pracoviská a prípadnom oboznámení s informáciami potrebných pre výkon. Obr. 60 znázorňuje nábeh zmeny na pracovisku ručného osádzania dňa 4.2.2013.

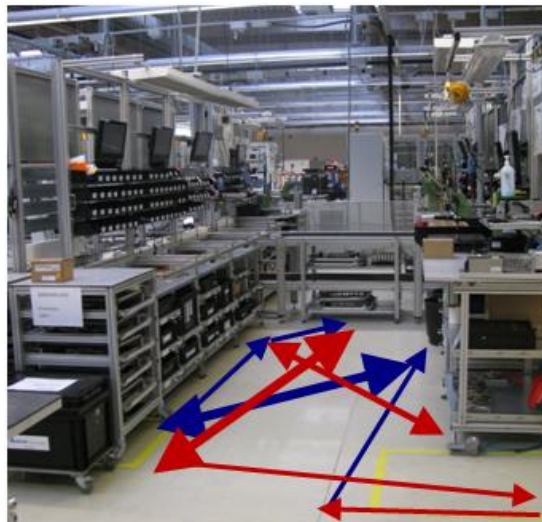


Obr. 60 Nábeh zmeny pracoviska ručné osádzanie- 4.2.2013 (Vlastné spracovanie)

7.6 Špagetový diagram

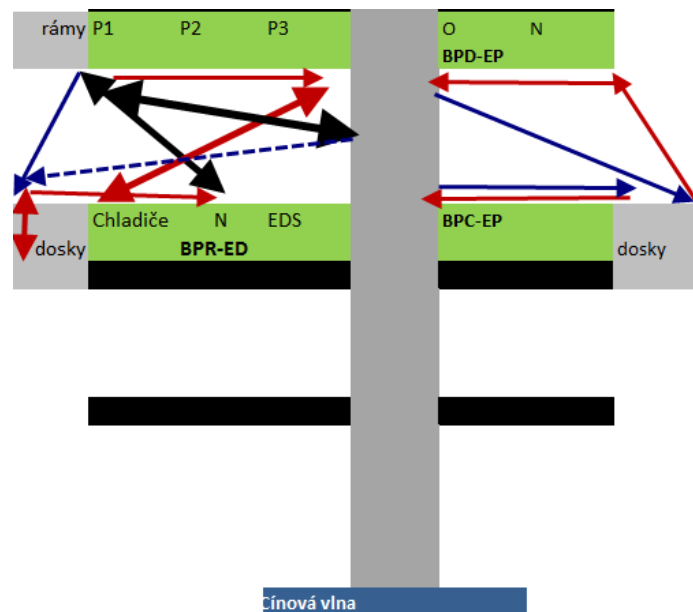
7.6.1 Pracovisko ručného osádzania

Prechody v rámci U- bunky sú pomerne zložité. Operátorky vykonávajú zložité manipulácie a prechody, pričom sa v bunke nachádzajú väčšinu času štyria. Pri prechode na pracovisko prípravy chladičov dochádza ku kríženiu trás a operátorky sa musia navzájom vyhýbať, pričom hrozí riziko poškodenia prenášanej DPS alebo chladičov. Taktiež do prechodov zasahuje vyberanie rámov z dopravníku a ukladanie ich do určeného regálu, alebo odkladanie vrchnej časti rámu pri dopravníku. Na obr. 61 sú modrou farbou znázornené prechody nutné na premiestnenie sa na jednotlivé operácie a červenou farbou prechody, manipulácia s rámom alebo chladičmi.



Obr. 61 Prechody v bunke ručného osádzania pre výrobky typu BPR-ED (Vlastné spracovanie)

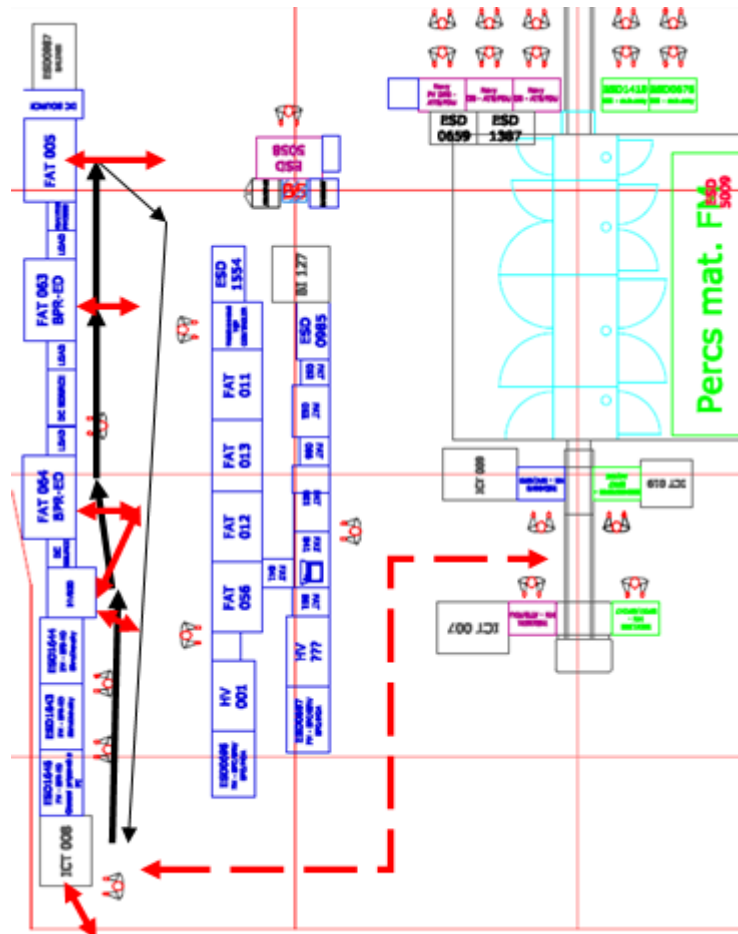
Obr. 62 vyjadruje prechody pri výrobe troch typov výrobkov BPR-ED a BPC-EP spolu s BPD-EP, ktoré sú jednoduchšie. Červenou farbou sú znázornené pohyby v rámci osádzania, modrou prechody na začiatok pracoviska a čiernou farbou prichystanie rámu. Je nutné podotknúť, že prechody v rámci BPR-ED sú naznačené pre 1 operátorku, pričom sa v podobných trasách pohybujú spolu 3 operátorky.



Obr. 62 Špagetový diagram pracoviska ručné osádzanie (Vlastné spracovanie)

7.6.2 Pracovisko testovania

Ako bolo vidieť z analýzy činnosti pracovníka, presuny a manipulácia tvoria významné percento z vykonávaných činností. Prechody, ktoré musí operátor vykonávať sú znázornené na obrázku 63. Operátor sa pohybuje medzi 5 testami, pričom nie je nutné aby ich obsluhoval počas celej doby priebehu testu. Výnimku tvorí ICT test, pri ktorom sa kontroluje priebeh a namerané hodnoty. Červenou farbou sú znázornené manipulácie. V prípade ICT testu operátor vyberá osadenú DPS z regálu, prebehne test a vkladá ju na opačnú stranu regálu. Ak je však zistená chyba, operátor prenáša chybný kus na pracovisko MN kontroly, kde sa opraví chybné časti. Po ICT teste sa operátor presunie na HIPOD test, do ktorého vloží hotový výrobok z regálu, spustí test a môže sa presunúť na ďalšie pracovisko. Po skončení testu odkladá výrobok buď do regálu, alebo do voľného FAT testu. Ďalej sa pohybuje k ďalším FAT testom, buď na nutnú obsluhu (spustenie, povolenie priebehu ďalšej časti testu a asistovanie pri teste) alebo manipuláciu s výrobkami.



Obr. 63 Špagetový diagram pracoviska testovania (Vlastné spracovanie)

Operátor taktiež manipuluje s výrobkami, ktoré prešli prvými testami, do záhorovne, kde ich vkladá a vyberá zo zahorovacích zariadení a vibračného testu. Prechod je znázornený na obrázku 45 vyššie.

7.7 Normy

Na jednotlivých pracoviskách linky IBM prebiehali za posledný rok zmeny ako v layoute, tak i v štandardoch práce, avšak normy práce zostali väčšinou nezmenené, a teda zastarane. V rámci analýzy súčasného stavu budú vytvorené normy pracovných činností zodpovedajúce skutočnému stavu, keďže niektoré časové normy spoločnosti pre manuálne činnosti operátorov sa významne líšia od získaných údajov počas snímokovania.

Spoločnosť vytvára normy práce na základe priamych meraní. Operácie na pracoviskách ručného osádzania, finálnej montáže a balenia sú štandardizované a pravidelne sa opakujúce bez takmer žiadnych necyklických činností, preto budú vytvorené normy spotreby času metódou vopred určených časov, konkrétne pomocou analýzy MOST

(*Maynard Operative Sequence Technique*). Neštandardizované operácie budú analyzované pomocou chronometráže, hlavne pracovisko MN kontroly a finálnych testov.

7.7.1 Osádzanie

Operácie na pracovisku osádzania sú ustálené, štandardizované a pravidelne sa opakujúce, preto bola využitá metóda Basic MOST.

Normovaný čas výroby jedného kusu výrobku na operátora je určený ako 47,43min/ks pokiaľ vyrába celý výrobok samostatne. Podľa analýzy MOST a chronometráže je však tento údaj nadhodnotený. Po započítaní 8% prirážky na osobné potreby pracovníka, ktorú v spoločnosti využívajú, sa reálny čas od normovaného líši o 15,19min, čo je takmer polovica času potrebného na výrobu 1ks. Reálny čas získaný z chronometráže taktiež dokazuje, že operátory dokážu osádzať rýchlejšie.

Norma na pracovisku sa však líši od hodnoty v systéme a je určená bez prípravy chladičových podskupín, ktorú však operátorky vykonávajú. Ak však uvažujeme s časovou normou 35,43 min/ks, za zmenu by malo byť vyrobené 36ks (12*3) výrobkov. Ako bolo dokázané pri snímkovaní operátorov, aj bez započítania času potrebného na prípravu chladičov, dokážu operátorky vyrobiť nad normu. Keďže ide o štandardizovaný a ustálený pracovný postup, bude využitá norma získaná analýzou Basic MOST **28,23min/ks (s HS) respektíve 21,22min/ks (bez HS)**.

Na pracovisku sa nevyskytujú takmer žiadne necyklické činnosti, jedine v prípade drobných opráv (použitie pinzety na vyrovnanie vývodov komponentov), ktoré sú však zahrnuté v analýze MOST ako priemerný počet výskytu. Zoraďovanie na tento typ výrobku spočíva jedine v doplnení potrebného materiálu na pracovisko, ktoré zabezpečuje tím líder, a potrebný počet komponentov je vychystávaný zo skladu ako ucelená objednávka. Keď je výroba daného počtu kusov dokončená, operátorky sa presunú na iné pracovisko osádzania a minimálne množstvo komponentov sa z pracoviska presunie späť do skladu, alebo prejde do ďalšej objednávky ako poistná zásoba v prípade nekvality komponentov. V súčasnosti spoločnosť združuje objednávky tak, aby výroba daného typu výrobku prebiehala bez zbytočných prerušení.

Tab. 7 Porovnanie normovaných časov (Vlastné spracovanie)

[min]	MOST	Chronometráž	Norma
Príprava DPS	1.73	2.25	4.64
Rám	2.26	2.05	
Osádzanie 1	5.77	6.43	30.79
Osádzanie 2	5.85	7.89	
Príprava chladičov (HS) 3x	6.49	7.5	12
Osádzanie chladičov	0.99	1	47.43
Upevnenie do rámu	3.05	2.73	
čas na 1 ks	26.14	29.85	
8% prirážka	28.23	32.24	

Tab. 8 Prepočet normovaného výkonu na zmenu (Vlastné spracovanie)

časový fond na zmenu [min]	7,5hod*60min-15min=435min		
	s HS	bez HS	norma ks na zmenu
súčasná norma	47.43	35.43	9 12
nová norma podľa MOST	28.23	21.22	15 20
nová norma podľa reálneho merania	32.24	24.14	13 18

7.7.2 MN kontrola

Operácie na pracovisku MN kontroly nie sú ustálené a ich priebeh udáva stav výrobku. Niektorý výrobok vyžaduje väčšie množstvo opráv, iný menej. Preto bude normovaný čas na výrobok BPR-ED určený pomocou chronometráže.

Na základe 100 meraní zozbieraných z piatich dní bolo zistené, že priemerný reálny a normovaný čas sú približne rovnaké. Nie je preto nutné upravovať normovaný čas a na vykonanie MN kontroly pre výrobok BPR-ED je potrebných 18min. V tabuľke č. 8 sú zobrazené merania vykonané v pozorovaný deň 6.2.2013.

Tab. 9 Cyklové časy operácie MN testu získaných chronometrážou 6.2.2013 (Vlastné spracovanie)

č.	BPR-ED		0:16:41 čas	Norma
	od	priemer do		
1	0:00:00	0:12:32	0:12:32	18 min
2	0:01:05	0:17:53	0:16:48	
3	0:18:11	0:32:43	0:14:32	
4	0:50:36	1:15:06	0:24:30	Chronometráž + 8% prirážka
5	1:20:50	1:35:45	0:14:55	
6	1:43:09	1:59:37	0:16:28	18 min
7	2:00:00	2:17:00	0:17:00	

7.7.3 Finálna montáž

Na pracovisku finálnej montáže pracovali v pozorovaný deň dvaja operátori. Boli prevedené 3 analýzy: chronometráž, video analýza a Basic MOST. Na video snímku bol analyzovaný hlavný operátor, ktorý je na pracovisku pridelený dlhodobo. Postupne prevádzal operácie na celom jednom výrobku. Rozdiel medzi video snímkom a chronometrážou predstavuje na 1ks výrobku až 5,56min. Rozdiel môže byť spôsobený stresovým faktorom pre operátora vyplývajúceho z natáčania, ale tiež nižším pracovným nasadením počas zmeny, respektíve činnosťou team lídra, ktorý nie je k pracovisku priradený dlhodobo. Taktiež veľký vplyv tu majú operácie *Montáž DPS* a *Montáž veľkého chladiču*, ktoré sa v jednotlivých priamych meraniach líšili až o 2min. Spôsobovala to hlavne zložitosť operácie ako vkladanie zámku, ktoré neprebiehala vždy hladko a náhodné vizuálne kontroly, prípadne opravy.

V závislosti na tejto skutočnosti bola pridelená k času určeného pomocou Basic MOST prirážka 15% na osobné potreby a výkon operátora. Výsledkom je tak norma práce 15,90min/ks.

Necyklické činnosti predstavovali opravy pinzetou, ktoré sú však započítane v analýze MOST ako priemerný výskyt, a prechody pre materiál, ktoré by však mal zabezpečovať tím líder, takže do normy operátora nebudú započítavané.

Tab. 10 Porovnanie normovaných časov- finálna montáž (Vlastné spracovanie)

[min]	MOST	Video	Chronometráž	Norma
Príprava spodného krytu	1.10	1	1.6	21.05
Montáž DPS	3.35	4.08	6.3	
Upevnenie DPS do spodného krytu	1.77	1.8	3	
Montáž veľkého chladiču	3.93	4	5.15	
Príprava spodného krytu	2.14	2.5	2.15	
Finálna montáž	1.55	1.96	2.7	
čas na 1ks	13.83	15.34	20.9	
15% prirážka	15.90	17.64	24.03	

7.7.4 Testovanie

Pohyby a pracovné úkony operátora testovania sú závislé na činnosti strojov a taktiež na vyťažnosti záhorovne. Normované manuálne časy v internom systéme sú približne rovnaké ako reálne namerané časy s výnimkou *Burn in* testu a funkčného testu, kde sú reálne časy približne o minútu kratšie.

Tab. 11 Porovnanie reálnych a normovaných manuálnych časov na operáciách testovania (Vlastné spracovanie)

Manuálne časy operátora na 1ks [min]			
operácia	norma	reálne meranie	Výsledné normované časy
ICT test	2	2	2
HIPOT 1	1	1	1
FAT 1	2.5	1.5	1.5
BI test- AC cycling	1	0.87	1
BI test	3	1	1
Vibračný test	3	2,35	2,5
HIPOT 2	1	1	1
FAT 2	2.5	1.5	1.5
spolu	16 min	11.4 min	12 min

7.7.5 Balenie

Čas potrebný na zabalenie 1ks výrobku BPR-ED spolu s administratívnymi a pomocnými úkonmi je nastavený spoločnosťou na 6,17min. Chronometrážou bolo dokázané, že operátor potrebuje na zabalenie 1ks výrobku 2min a 0,69min mu zaberú administratívne a pomocné činnosti. K tým patrí príprava krabice, nalepovanie paletových štítkov, skenovanie kódov výrobkov a odhlasovanie objednávky so systémom (CIM). Deje sa tak vždy po naplnení celej krabice (16ks), ktorá sa následne odnáša paletovým vozíkom na určené miesto pred linku IBM (pozícia C5- layout).

Tab. 12 Porovnanie normovaných časov- balenie (Vlastné spracovanie)

[min]	MOST	Reálny čas	Norma
Balenie výrobku	1.79	2.00	
Administratíva	0.81	0.82	
čas na 1ks	2.59	2.82	
8% prirážka	2.80	3.05	6.17
čas na krabicu (16ks)	44.84	48.73	98.72

Necyklické činnosti predstavuje doplnenie čistiacej látky, ktorá je horľavina a nachádza sa v špeciálnej skrini. Pozorovaním bolo zistené, že operátor dopĺňa tekutinu približne po každej naplnenej krabici (16ks), preto je čas spotrebovaný touto činnosťou rozrátaný na jeden kus.

7.8 Procesná analýza

Tab. 13 Procesná analýza výrobku XX41U7721 typu BPR-ED (Vlastné spracovanie)

č.	činnosť	operácie	transport	kontrola	skladovanie	čakanie	vzdialenosť (m)	doba trvania (min)	počet pracovníkov
1	Vyskladnenie komponentov potrebných pre SMT							?	
2	SMT	○						1,26	1
3	Transport na sklad SMD		⇨				36	1	
4	Skladovanie				△			2880	1
5	Tvarovanie THT komponentov	○						12,58	6
6	Skladovanie				△			30	
7	Transport na linku (THT komponenty+DPS)		⇨				70	1,65	1
8	Osádzanie	○						28,23	3-4
9	Transport po dopravníku		⇨				5,46	3,32	
10	Cínová vlna	○○					6,95	10,37	
11	MN test	○○						18	2
12	Transport		⇨				12	0,28	1
13	ICT test			⊠				2	
14	Finálna montáž	○						15,49	2
15	HIPOT1			⊠				2,13	
16	FAT1			⊠				14,5	
17	Skladovanie				△			60	
18	Transport		⇨				63,7	1,5	
19	Záhorovňa (AC cycling)			⊠				66	
20	Záhorovňa (Burn in)			⊠				728	
21	Transport		⇨				8	0,19	
22	Vibračka			⊠				22	
23	Skladovanie				△			15	
24	Transport						63,7	1,5	
25	Skladovanie				△			15	
26	HIPOT2			⊠				2,13	
27	FAT2			⊠				14,5	
28	Skladovanie				△			450	
29	Balenie	○						2,8	1
30	Transport		⇨				25	1	
31	Expedícia	○						?	
	Celkom: - početnosť	10	7	6	6	0			19
	- súčet času (min)							4400	
	- vzdialenosť (m)						285,4		

Procesná analýza dokumentuje tok výrobku typu BPR-ED, výrobným procesom. Zaznamenaný je cyklový čas operácií, počas ktorého výrobok zotrval na pracovisku, ďalej čas prechodov a manipulácie s výrobkom pri jeho transporte na iné pracovisko, počet operátorov na celej linke a tiež čas skladovania, kedy bol výrobok v zásobe. Pri procesoch označených ako kontrola, je nutné podotknúť, že zákazník si ich vyžaduje a predstavujú pre neho teda procesy, ktoré pridávajú výrobku hodnotu.

7.9 VSM

7.9.1 Zákazník

Pre linku IBM je zákazníkom práve spoločnosť IBM. Na základe *forecastu* sú predpovedané odbery zákazníka, ktoré sú predikované na 6 mesiacov vopred. Každé 2 týždne pošle zákazník IBM elektronicky svoj aktuálny 6 mesačný *forecast*, s tým, že nasledujúce 3 mesiace sú pre výrobu záväzný. Špeciálna požiadavka zákazníka je držať poistnú zásobu (tzv. HUB, priemerný stav 300ks), v ktorej môžu výroby zotrvať maximálne 90 dní. Ak zákazník do 90 dní nedá povolenie na vyexpedovanie týchto výrobkov, nastáva proces edging, kedy putujú výroby do šrotu (*scrap*). Takto vzniknuté náklady sú hradené zákazníkom vo výške plnej ceny výrobkov. V súčasnosti sa však poistná zásoba blíži k nule, keďže dochádza k *redesignu* produktu (výmena komponentu). Pre účel diplomovej práce nebude uvažované o výrobe pre poistnú zásobu.

V súčasnosti má spoločnosť nastavenú dobu dodania (DOS= *Days of supplies*) na 7 dní a každý týždeň je vyexpedované potrebné množstvo výrobkov subdodávateľovi JBL, ktorý následne posiela zásielku zákazníkovi loďou.

Požiadavka zákazníka:

- mesačná (február)..... 735ks
- týždenná 183,75ks
- denná..... 36,75ks

Počet pracovných dní : 20 dní/mesiac

Disponibilný časový fond na zmenu pracoviská (7,5hod*60min)-15min= 435min
na mesiac.....435*3*20= 26 100 min

Takt time zákazníka= 35,51 min/ks

7.9.2 Výrobný proces

Jednotlivé pracoviská pracujú v rozličnom takte aj v závislosti od množstva priradených operátorov na pracovisku. Pri pracoviskách využívajúcich strojné zariadenie je vhodné započítať koeficient OEE, ktorý umožňuje preniesť do výpočtu skutočnú efektívne využitú stroja.

Spoločnosť nevedie záznamy o ukazovateli OEE, preto bola jeho hodnota stanovená na základe priameho pozorovania na pracoviskách. Nízke ukazovatele sú spôsobené hlavne nedostatočným využitím zariadenia alebo v prípade testov nekvalitou spôsobenou testovaním (test vykazuje poškodený výrobok, ale po otestovaní na druhom teste je v poriadku). Pravidelné zisťovanie ukazovateľa OEE, je dôležité pre balansovanie linky, plánovania výroby úzkeho miesta a reálne možného využitia ostatného strojného zariadenia. Riešenie bude bližšie rozvedené v praktickej časti.

Tab. 14 OEE na jednotlivých pracoviskách (Vlastné spracovanie)

Dátum pozorovania	ICT test	HIPOT	FAT	BI test-AC	BI test	Vibračný test
	5.2.2013	5.2.2013	5.2.2013	6.2.2013	6.2.2013	6.2.2013
Disponibilita	100,00%	87,18%	100%	100,00%	100,00%	100,00%
Kvalita	94,87%	100,00%	86,67%	100,00%	100,00%	100,00%
Rýchlosť	100,00%	100,00%	69,60%	75,00%	70,31%	83,33%
OEE	94,87%	87,18%	60,38%	75,00%	70,31%	83,33%

7.9.3 Dodávateľia

Keďže všetky výrobky z linky IBM sú dizajnované podľa požiadaviek zákazníka, aj výber jednotlivých dodávateľov komponentov je riadený zákazníkom. Nákupcovia však majú možnosť ponúknuť alternatívy v prípade, že vybraný dodávateľ by nebol schopný splniť dodacie termíny.

Spoločnosť rozdeľuje dodávateľov do dvoch skupín. Pre účel tejto práce budú tieto skupiny nazvané ako „Dodávateľia A“, ktorú tvoria tí, čo dodávajú veľké a objemné množstvá (hlavne zo zahraničia) a druhú „Dodávateľia B“ s menšími objemami dodávok alebo tiež tuzemskí.

Objednávanie komponentov sa riadi pri „Dodávateľoch A“ ich *lead time* výroby, hlavne preto lebo ide o objemné množstvá, a taktiež obmedzenou pružnosťou dopravy (hlavne lodnou a leteckou). V priemere je to každých 20 týždňov. Pri „Dodávateľoch B“ sa objednáva s požiadavkou dodať komponenty JIT a využíva sa prevažne cestná doprava. Požiadavky na chýbajúce komponenty generuje automaticky SAP keď sa ich počet dostane na úroveň minimálnej zásoby.

7.9.4 Index pridanej hodnoty

Index pridanej hodnoty (VA- index) predstavuje výstup z mapy hodnotového toku a znázorňuje koľko percent z procesu je výrobku pridávaná hodnota.

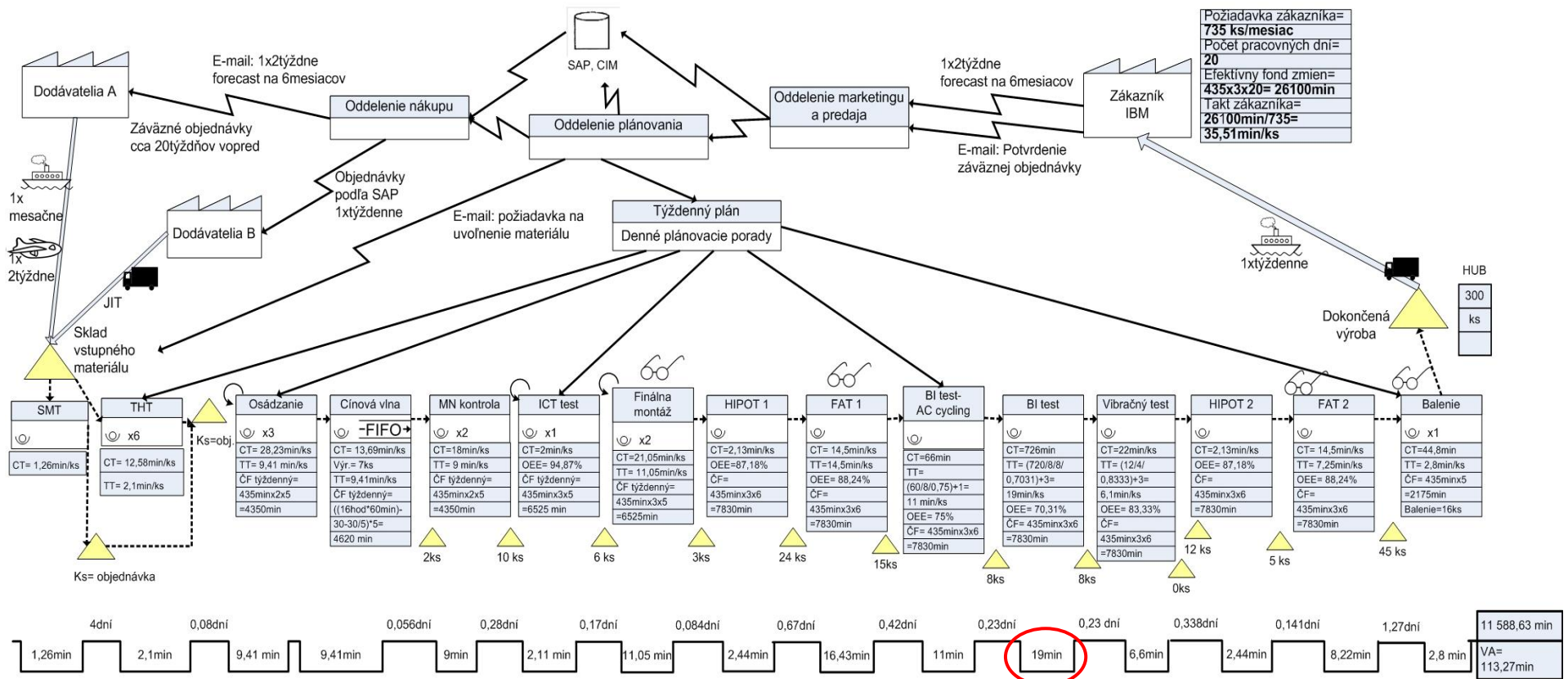
Pri mapovaní hodnotového toku výrobku typu BPR-ED sa hodnota VA-indexu vypočíta nasledovne:

$$VA = \frac{\text{čas, kedy je produktu pridávaná hodnota}}{\text{celková priebežná doba výroby}} = \frac{113,27 \text{ min}}{11588,63 \text{ min}} = 0,00977 = 0,977\%$$

Pre zvýšenie hodnoty VA- indexu je potrebné znižovať priebežnú dobu výroby, odstrániť zbytočné skladovanie a transport a čo najviac vyťažovať úzke miesto v procese. To je v tomto prípade proces Burn In testu, ktoré celkovo trvá 12hodín. Jeho výroba sa teda nesmie zastaviť, aby nedochádzalo k zvyšovaniu priebežnej doby výroby.

7.9.5 Mapa současného stavu

VSM současný stav 8.2.2013 [9:45] výrobek BPR-ED (XX41U7721)



Obr. 64 Mapa současného stavu dňa 8.2.2013 o 9:45 (Vlastné spracovanie)

7.10 Kapacitné prepočty

7.10.1 Cínová vlna

K cínovej vlne sú osadené DPS transportované dopravníkom, s dĺžkou 4,15m od vkladacej pozície bunky vyrábajúcej výrobky typu BPR-ED. Rýchlosť dopravníku je nastavená na 0,8m/min. Výrobok sa tak k cínovej vlne dostane za 3,32min.

Do cínovej vlny sú výrobky púšťané senzorom zariadenia, ktoré automaticky ponecháva medzery cca 30cm medzi jednotlivými rámami. Rozmery rámu sú 0,56m*0,62m a v cínovej vlne môže byť tak maximálne 7 výrobkov. Proces cínovania trvá 10,37min, čo je definované rýchlosťou dopravníka a dĺžkou dopravníka v automate.

Dopravník sa pohybuje konštantnou rýchlosťou od pracoviska osádzanie, cez cínovú vlnu až k ďalšiemu pracovisku MN kontrole. Takt time cínovej vlny teda nie je obmedzený kapacitou ale rýchlosťou dopravníka a počtom dostupných rámov na osádzanie, ktorých je v súčasnosti 6ks.

Cínová vlna dokáže spracovať niekoľko typov DPS bez nutnosti pretypovania. Na dopravníku sa tak môžu nachádzať až niekoľko druhov výrobkov, keďže na pracovisku ručného osádzania sa vyrába približne 27 druhov výrobkov plus ich niekoľko variant. Výrobkový mix prechádza k cínovej vlne a potom je roztriedený operátorkami na MN kontrole. Nikdy sa však nevyrábajú viac ako 4 druhy výrobkov a výroba je naplánovaná podľa jednotlivých objednávok.

Kapacita= 60min/9,41min= 6,37ks/hod

7.10.2 Testy

K dispozícií sú 3 druhy testov.

- ICT test - je potrebná obsluha operátora počas celej doby trvania
 - manuálny cyklový čas= 2min
 - **kapacita= 30ks/hod**
- HIPOT - test vyžaduje obsluhu operátora, do ktorej je zahrnuté vkladanie a vyberanie výrobku, zapájanie a spúšťanie testu. Zvyšok testu nie je operátor fyzicky potrebný.
 - manuálny čas=1min

- čas testu= 1 min 8sec
- **kapacita= 28ks/hod**
- FAT
 - test vyžaduje obsluhu operátora (vkladanie, vyberanie výrobku, spustenie ďalšej časti testu, obsluha pri testovaní), zvyšok testu nie je operátor potrebný.
 - Manuálny čas= 1 min 30sec
 - Strojný čas= 13min (10-15min, podľa použitého testu, majú rôznu výkonnosť)
 - **kapacita= 4,14ks/hod x 3stroje = 12ks/hod**

7.10.3 Záhorovňa

V záhorovni je pre výrobky typu BPR-ED vyčlenených 9 zahorovacích zariadení každé s kapacitou 8 pozícií. Podľa dostupnosti sa jednotlivé zariadenia využívajú na 1hodinové (*AC cycling*) a 12hodinové (*Burn in*) zahorovanie. Manuálny čas na naplnenie a vybratie výrobkov z jedného zahorovacieho zariadenia je určený na 8min (1min*8ks), celkovo 16min na min na oba BI testy. Pri maximálnom využití by každých 13hodín 16min záhorovňa vyprodukovala 72 výrobkov. Avšak niektoré pozície v zahorovacích zariadeniach sú nefunkčné a momentálne je k dispozícii len 51 pozícií (t.z. 21 nefunkčných pozícií). Na 1hod *AC cycling* test je vyhradených 8 pozícií a zvyšných funkčných 43 na 12hodinový BI test.

Maximálna kapacita.... 72ks/13,27hod

Maximálne využiteľná súčasná kapacita.... 51ks/13,27hod....3,84ks/hod

Čas potrebný na proces zahorovania.... 1+12hod (AC cycling+ Burn in)

Manuálny čas potrebný na zahorovanie 8 min+8min=16 min

7.10.4 Vibračný test

Vibračný test.....12 min/4 pozície....3 min/ks

Manuálny čas.... 10min/4ks....2,5 min/ks

Kapacita= (60/22min)*4= 10,91 ks/hod

7.11 Zhodnotenie analytickej časti

Analytická časť sa zaoberá predstavením spoločnosti Delta Electronics (Slovakia) s.r.o. a jej nosnú časť tvorí zber dát pre účel zhotovenia analýzy súčasného stavu na pracovisku.

V prvej časti analýzy je opísaný súčasný stav výroby, priebeh operácií a rozmiestnenie pracovísk. Následne bola prevedená analýza činností operátorov a ich pohybov v rámci spaghetti diagramov, preskúmané normy práce a zo získaných dát vytvorená VSM mapa súčasného stavu.

Dáta boli zberané priamo na pracovisku prostredníctvom snímkovania činností operátorov, zhotovovaním fotodokumentácie alebo videozáznamov, rozhovormi s operátormi vo výrobe ale aj vedúcimi pracovníkmi alebo manažmentom spoločnosti.

Výsledky analýzy súčasného stavu sú podkladom a východiskom pre projektovú časť, ktorá sa bude zaoberať hlavnými oblasťami, ktoré odhalila analýza:

- *nefunkčnosť noriem*

Analýza preukázala zastarané normy, ktoré v dôsledku neustálych zmien na pracovisku nebolo možné aktualizovať. Pre podporu OPF je vhodné aby mali pracoviská rovnakú alebo aspoň podobnú normu na daný typ výrobku. Počet možne vyrobiteľných kusov za zmenu udáva úzke miesto linky, čo je okrem záhorovne pracovisko osádzania.

- *neplynulý materiálový tok*

Pre zavedenie OPF je nutné aby boli pracoviská čo najbližšie k sebe. Plynulosť výroby sa trhá v mieste MN kontrola- ICT, kde sa prevážajú opracované DPS v dávkach, a dávky sa vytvárajú tiež pri prechode do záhorovne. Tie sú však nutné kvôli technologickému obmedzeniu výroby.

- *layout podporujúci zásady OPF*

Ako bolo už spomenuté nadväzujúce operácie musia byť čo najbližšie k sebe pre zachovanie OPF. Taktiež z hľadiska zásobovania je linka otočená opačne ako ostatné linky v CD BU. Zásobovanie je tak značne skomplikované prechodom na opačnú stranu s naloženým regálom.

- *vysoká rozpracovanosť medzi procesmi*

Pred ICT testom a ostatných testoch sa tvorí vysoká zásoba. Zavedenie OPF predpokladá minimálnu rozpracovanosť

8 PROJEKTOVÁ ČASŤ

8.1 Celková efektívnosť zariadenia

Ako bolo poukázané v analytickej časti, spoločnosť nevedie záznamy o ukazovateli OEE. V rámci projektu optimalizácie pracoviska je cieľom zefektívniť procesy, preto je dôležité mať aktuálne a pravdivé informácie o efektívnom využívaní zariadenia. Týka sa to hlavne operácie BI testu (pracovisko zahorovania), ktoré je úzkym miestom výrobného procesu. Jeho využitie musí byť preto maximálne efektívne, čomu sa musí prispôbiť aj operatívne plánovanie. Podpornou funkciou pre plánovanie môže byť pravidelný zber dát o funkčnosti jednotlivých pozícií v zahorovacích zariadeniach, ktoré sú reálne dostupné z interného informačného systému. Počet využiteľných pozícií sa neustále mení, v súčasnosti je dostupných len 51 zo 72. Spoločnosť by jednoznačne mala zvážiť opravu a revíziu zariadení, čo by však prinieslo významné zvýšenie nákladov, ktoré je v súčasnej dobe nežiaduce. Dočasným riešením je sledovanie využiteľnosti zariadení a prispôbovanie plánu výroby aj z dlhodobejšieho hľadiska. Na tento účel bol vyhotovený formulár zberu dát, ktorý bude využívaný na pravidelných denných poradách týkajúcich sa plánovania výroby. Môže byť prezentovaný v elektronickej forme (na dataprojektore) alebo fyzickej forme na magnetickej tabuli.

Formulár zberu dát pre Celkovú efektívnosť zariadenia (OEE)									
		ZARIADENIE Č.:				Vyhotovil:		Lenka Kalamenová	
		TYP VÝROBKU	BPR-ED			Dátum vyhotovenia:		14.3.2013	
		PROCESNÝ ČAS OPERÁCIE:	1HOD / 12HOD			Schválil:			
						Počet listov:		1	
Dátum	Typ testu (procesný čas)	Nečinnosť stroja	celkom ks/deň	OK	False	Počet funkčných zahorovacích pozícií	Počet nefunkčných zahorovacích pozícií	OEE	

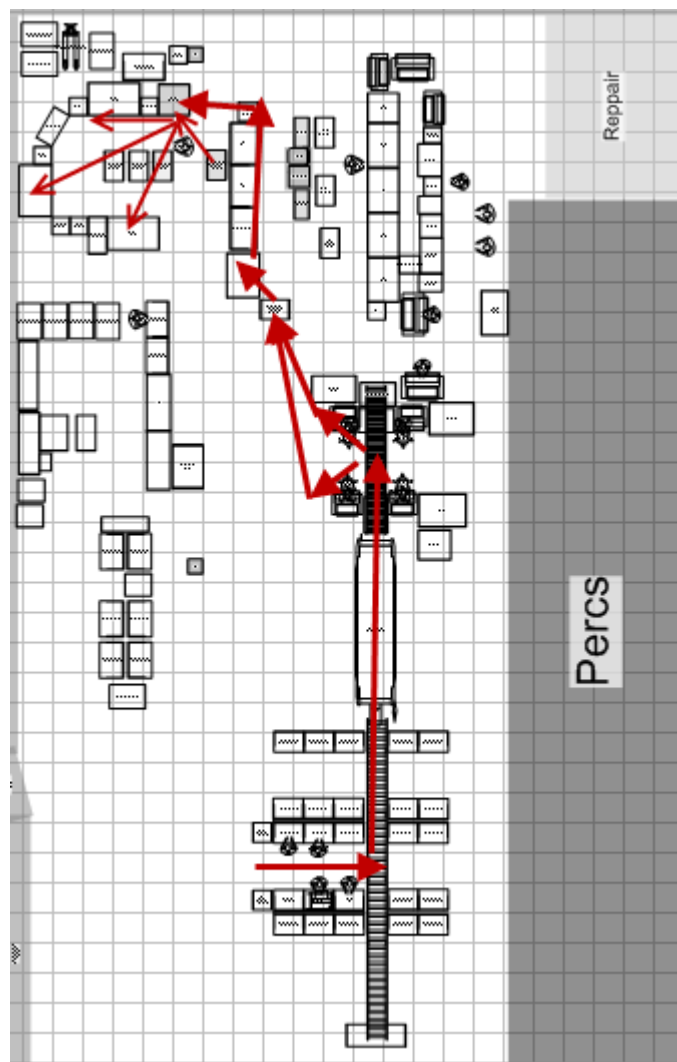
Obr. 65 Formulár zberu dát pre OEE pracoviska záhorovňa (Vlastné spracovanie)

8.2 Návrh nového layoutu

Linka IBM zabezpečuje výrobu širokej škály výrobného portfólia. Pri zostavovaní nového layoutu pracovísk je potrebné uvažovať o vysokej flexibilitate pracoviska a využití pracovnej plochy. Aktuálne sa na linke IBM vyrábajú 4 skupiny výrobkov, spolu však 26 druhov. Pracovisko osádzania bolo rozdelené na 6 menších pracovísk, podľa typu výrobku.

Od februára 2013 bola zrušená výroba SOLAR, ktorá zaberala 2 pracoviská. V novom layoute tieto pracoviská nebudú figurovať, kvôli nedostatočnému využitiu zabranej plochy. 4 pracoviská budú rozdelené podľa typu výrobnjej skupiny na BPR-ED, MDA/MSA, BPC/BPD, BPH a BPD/BPR s tým, že každé pracovisko bude flexibilné s možnosťou pretypovania na iný druh. Výroba BPR-ED je jedna z najzložitejších, preto mu bude priradené samostatné pracovisko, ktoré bude nastavené na daný výrobok väčšinu času, keďže ide o vysoko- obrátkový výrobok.

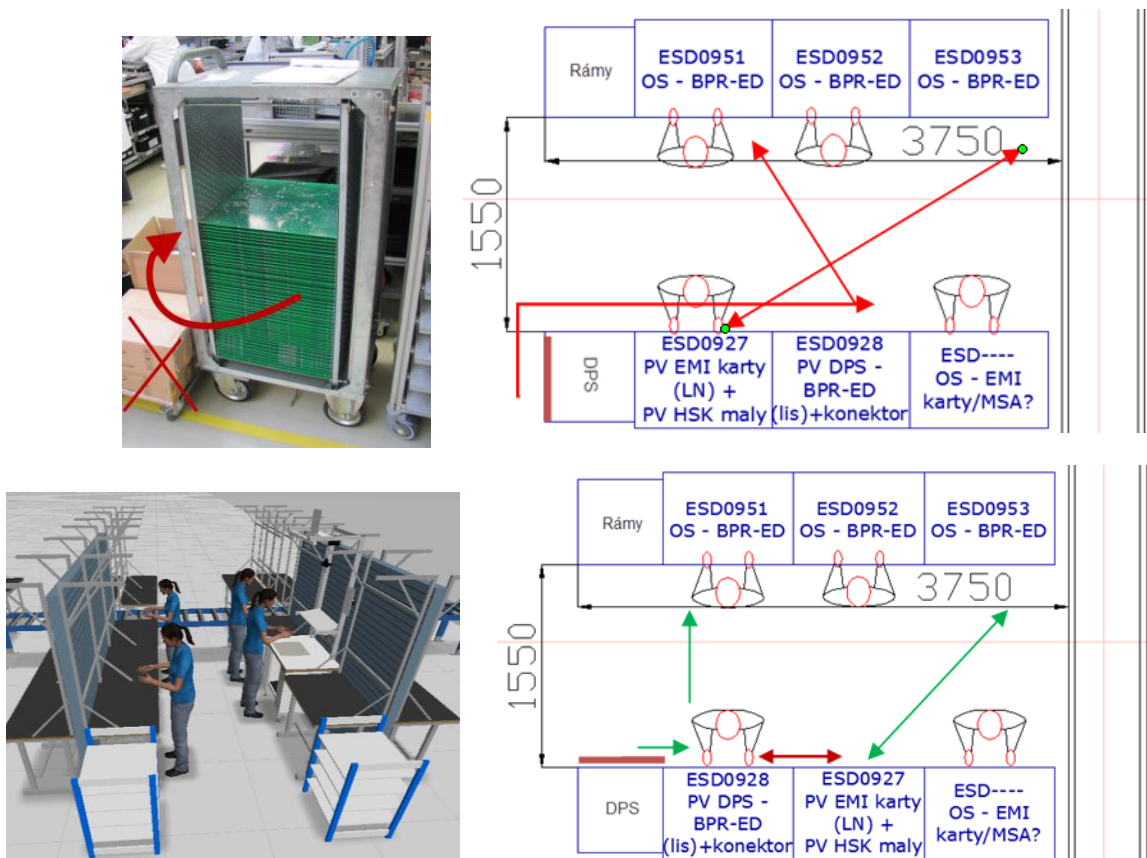
V rámci podpory zavedenia OPF je nutné, aby jednotlivé pracoviská boli blízko pri sebe, plynulo nadväzujúce, s minimálnymi prechodmi a priestorom na tvorbu rozpracovanosti.



Obr. 66 Návrh nového layoutu s vyznačeným materiálovým tokom (Vlastné spracovanie)

8.2.1 Layout osádzanie

Pracovisko osádzania výrobku typu BPR-ED je prispôsobené práci pre 4 operátorov, z ktorých sa na výrobe samostatného výrobku BPR-ED môžu podieľať max. traja. Pri pracovnej ploche len 5,81m² dochádza navyše ku kríženiu trás pri prechode na pracovisko prípravy chladičových podskupín s prechodom z lisovania.

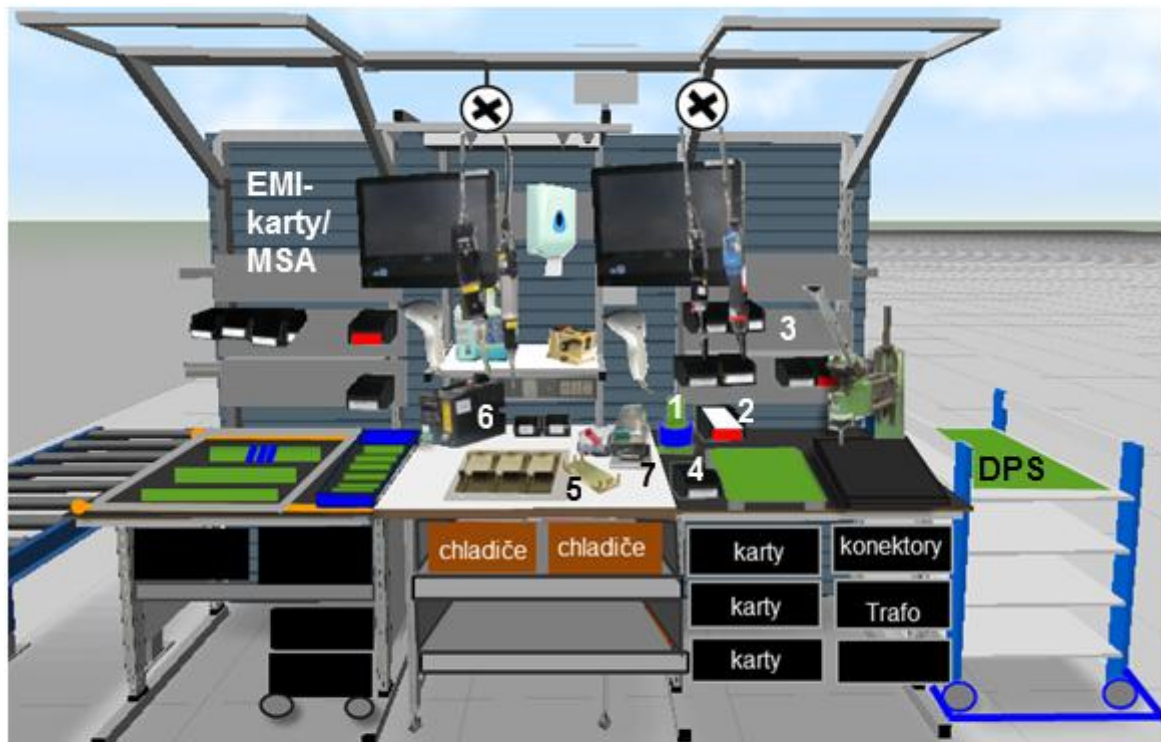


Obr. 67 Pôvodný a nový návrh layoutu osádzania (Vlastné spracovanie)

Riešenie nového layoutu spočíva v zamenení pracoviska nitovania a prípravy HS, spolu so zadenovaním správneho otočenia zásobníku s DPS určených na osádzanie. Výsledkom je skrátenie prechodových časov a odstránenie kríženia ciest operátorov.

8.2.1.1 Vizualizácia pracoviska

Vizualizácia pracovísk je veľmi dôležitým krokom v rámci zavedenia štandardov práce, preto by sa spoločnosť mala zamerať na pravidelné audity zavedeného 5S. Na pracovisku sa musia vyskytovať len riadne označené prostriedky a tie, ktoré sú potrebné k výkonu práce.



- | | | |
|--|----------------------------------|-------------|
| 1- držiak na pásku s terčikmi | 2-zásoba silikónu | 3- materiál |
| 4- krabička na odloženie striekačky so silikónom | 5- prípravky na výrobu chladičov | |
| 6- dávkovač kaptónovej pásky | 7- strihačka EMI-kariet | |

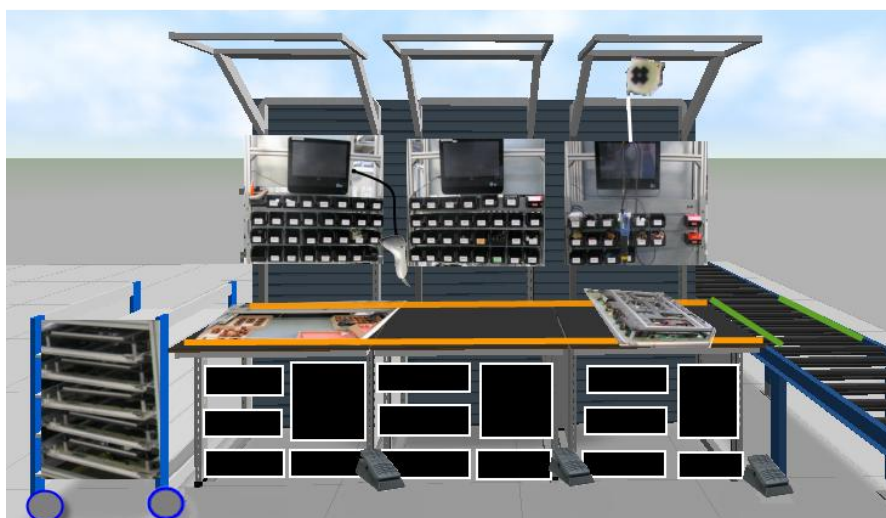
Obr. 68 Vizualizácia pracoviska osádzania- pravá strana (Vlastné spracovanie)

Obrázok 68 znázorňuje návrh nového rozloženia pomôcok na pracovisku osádzania. Pre výkon operácie prípravy DPS (nitovanie) je určená plocha (modrým orámovaním na podlahe) pre vstupujúci materiál (farba je určená podľa internej smernice 5S). Vstupujúci materiál je uskladnený v zásuvkách na pravej strane, ľavá strana slúži pre vstupujúce karty do chladičov. Na stole je umiestnená nádoba na odloženie striekačky so silikónom, držiak na pásku s terčikmi a zásoba silikónu na doplnenie do striekačky. Na stene pracovného stola sú určené v spodnom rade 3 nádoby na skrutky a červenou označená nádoba na nezhodný materiál. Vrchný rad je určený na odloženie prípadnej dokumentácie alebo osobných vecí.

Na pracovisko prípravy HS sa počas výroby budú nachádzať podávač kaptónovej pásky, 2 nádoby na skrutky a termistory, nádoba s teplovodivou pastou, strihačka EMI kariet, prípravok pre karty do chladičov a nový prípravok pre chladiče. Ten bude vytvorený pre prípravu 3 chladičov naraz a eliminuje tak zbytočné prekladanie komponentov. Pre čistenie od prebytočnej teplovodivej pasty je navrhnutý zásobník na papierové utierky umiestnený medzi obrazovkami v zóne nad úrovňou pliec, ktorá sa z ergonomického hľadiska

nepoužíva často, a neprekáža tak ostatným činnostiam. Na vyvýšenej ploche stola budú umiestňované položky, ktoré sa práve nepoužívajú, alebo sa používajú menej často, ako napr. čistiace prostriedky alebo náhradný podávač kaptónovej pásky. Taktiež je na stenu primontovaný držiak na skener v zvislej polohe, pre ľahšie uchopenie a odloženie. Vstupujúce chladiče v krabiciach sa premiestnia zo zeme do prvej poličky stola, kde budú namontované koľajničky pre ľahšie vyberanie.

Na pracovisko osádzania EMI kariet sa zmena udeje len v umiestení skenera rovnako ako na predošlom pracovisku a v uložení vstupujúcich DPS do držiaka na koľajnice.



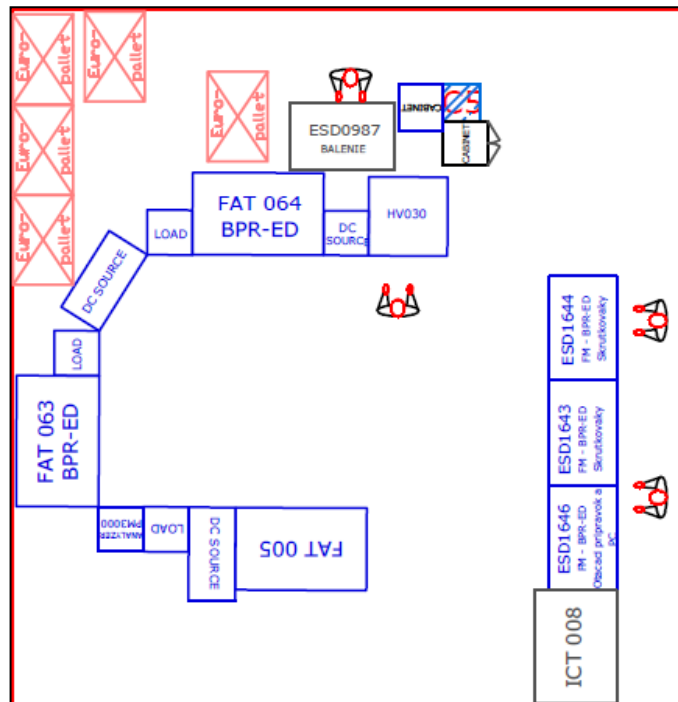
Obr. 69 Vizualizácia pracoviska osádzanie- ľavá strana (Vlastné spracovanie)

Rozmiestnenie pracoviska na ľavej strane znázorňuje obrázok 69. Rozmiestnenie zostáva rovnaké, zmena nastala len v umiestnení skenera a dotykových obrazoviek na všetky stanoviská. Odstráni sa tak papierová dokumentácia a návody, ktorú nahradí elektronická forma. Operátori môžu listovať v pracovnom postupe ako v prezentácií pomocou pedálu, ktorý je možno zasunúť medzi stoly. Objemnejší materiál ako cievky alebo tlmivky je vhodné skladovať pod koľajničkami, keďže sa pri posúvaní rámu priestor vždy odkryje. Takto je efektívne využitá plocha aj pod osádzacím stolom a eliminuje sa potreba dopĺňania materiálu v prípade uloženia v plastových nádobách na stene, kde sa zmestia max 3-5ks materiálu.

8.2.2 Layout finálna montáž a testy

Návrh nového layoutu pre tieto dve pracoviská spočíva v rozložení testov do U- bunky a umiestnení montážnych stolov s ICT testom blízko nej. U- bunka výrazne eliminuje množstvo prechodov operátora a umožní mu výhľad na všetky obrazovky a priebeh FAT

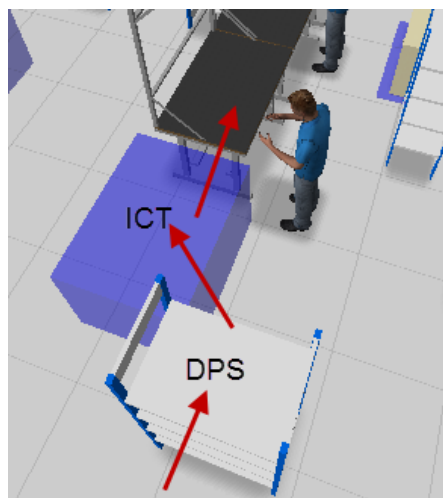
testov. V prípade, že pracovník montáže nebude kvalifikovaný na obsluhu ICT testu, môže túto operáciu vykonávať testovač.



Obr. 70 Návrh nového layoutu pre pracovisko finálna montáž a testy (Vlastné spracovanie)

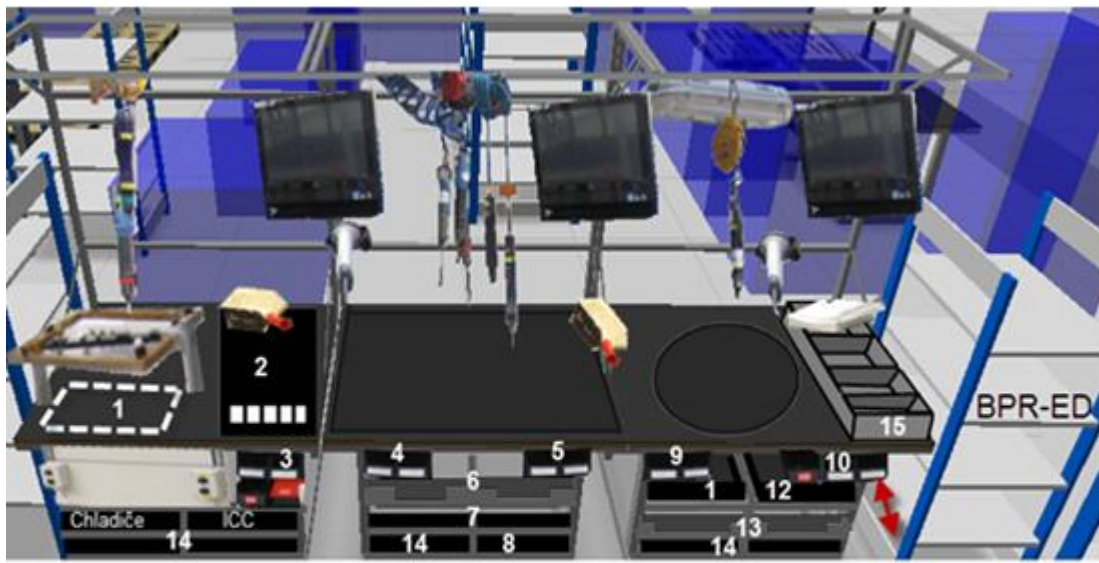
8.2.2.1 Vizualizácia pracoviska- ICT test

Pred ICT testom bude zásobník so vstupujúcimi DPS, kam budú nosiť operátorky MN testu DPS. Regál pre DPS je priechodný z oboch strán, preto operátor nemusí prechádzať na druhú stranu regálu a môže pohodlne vybrať DPS a vložiť do testu. Po skončení testu pokračuje operátor na prvé stanovisko finálnej montáže.



Obr. 71 Návrh pracoviska ICT testu (Vlastné spracovanie)

8.2.2.2 Vizualizácia pracoviska finálnej montáže



- | | | |
|--|---|--------------------------------|
| 1- odkladacie miesto pre náradie | 2- prípravok pre pastovanie malých chladičov | 3- skrutky, dištance, binderky |
| 4- skruky, dištance | 5- zámky, izolácia chladiču | 6- izolácia pre spodný kryt |
| 7- materiál na doplnenie, podložky na chladiče | 8- pitný režim | 9- skrutky vnútorné |
| 10- skrutky vonkajšie | 11- čelný štítok, penová izolácia | 12- zásoba pre 15. |
| 13- izolácia vrchného krytu | 14- pomocný materiál (náhradné diely, mazivá,...) | |
| 15- typové štítky, malá vnútorná izolácia, výstražné nálepky (3 druhy) | | |

Obr. 72 Návrh pracoviska finálnej montáže (Vlastné spracovanie)

Na pracovisku finálnej montáže neprebahnú výraznejšie zmeny. Výroba bude prebiehať líniovo z jedného pracovného stola na ďalší. Z ICT testu vloží operátor dosku do prípravku na montáž. Vložia sa potrebné komponenty (ICC karta a menšie chladiče) a primontujú sa dištance. ICC karty sa budú nachádzať v pravej zásuvke a zásoba chladičov v ľavej. Pomocný materiál a náhradné diely sa presunú do spodného radu, keďže sa používajú zriedkavejšie. Krabičky so skrutkami sú vysúvateľné pomocou koľajničiek, na ktorých sú umiestnené a môžu byť tak uložené v dvoch radoch (2x2). Chladiče je nutné pred osadením napastovať, na čo sa využíva prípravok na pravej strane stola (pre 24ks).

Na druhom pracovnom stole sa pripraví spodný kryt vložení izolácie a zámku, vloží sa DPS do spodného krytu a primontuje veľký chladič. Na pracovnom stole pribudne nádoba s teplovodivou pastou, aby sa eliminovali zbytočné prechody operátora na vedľajšiu pozíciu. V krabičkách na bokoch stola budú na ľavej strane skrutky a dištance a na pravej strane zámky a izolácia pre chladič. V zásuvkách sa bude nachádzať materiál na doplnenie.

Na tretej pozícii montáže pribudne zásobník pre drobný materiál na prípravu vrchného krytu (malá izolácia, výstražné nálepky, typové štítky) a zvyšné rozmernejšie komponenty

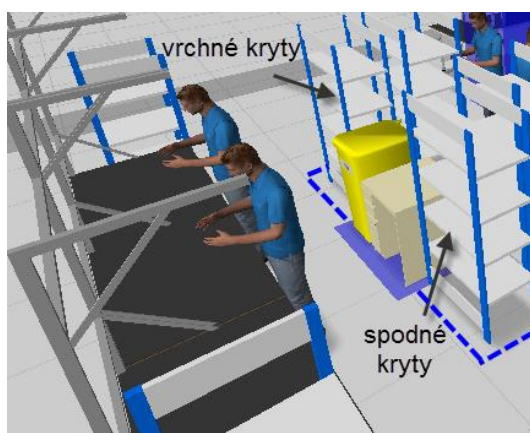
budú umiestnené do zásuviek v prvých radoch po ľavej a pravej strane. Do druhého radu sa presunie zásobník izolácie a do spodných radov pomocný materiál.

Hotový výrobok BPR-ED sa vloží do regálu na pravej strane, ktorý bude priechnodný z oboch strán tak, aby operátor testovania mohol výrobok vybrať z druhej strany. Proti poškrabaniu krytov sa odporúča vybaviť stojan valčekovým systémom obaleným penou (obr. 73), alebo penou len obaliť držiaky regálu.



Obr. 73 Valčekový systém (Beewatec, © 2010)

Keďže je veľký chladič pomerne rozmerný komponent, jeho umiestnenie je určené za operátorom na vyvýšenom stole. Chladiče sú balené v kartónových krabiciach s riadnym označením a nie je preto nutné ich vybaľovať a premiestňovať. Používaná krabica sa umiestni na stôl vo výške operátora a zvyšná zásoba pod stôl. Operátor bude mať k dispozícii kôš na odpad vedľa stolu s chladičmi, čím sa odstránia zbytočné prechody. Umiestnenie oboch položiek ako aj regálov s krytmi budú vyznačené modrým orámovaním na podlahe.

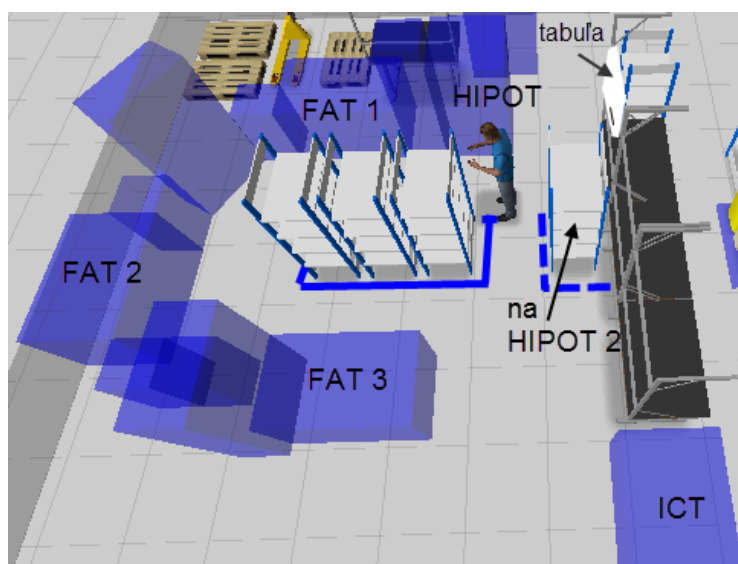


Obr. 74 Návrh pracoviska finálnej montáže-
uloženie chladičov (Vlastné spracovanie)

8.2.2.3 Vizualizácia pracoviska testovania

Pracovisko testovania bude usporiadané do U- bunky s vyhradeným priestorom v strede bunky na 3 regály určené pre výrobky po funkčnom teste. Na pravej strane bunky je vyhradené miesto pre výrobky, ktoré sa vrátia zo záhorovne a putujú druhý krát na testy. Regály pre výrobok BPR-ED sú stavané pre 24 výrobkov (12x2).

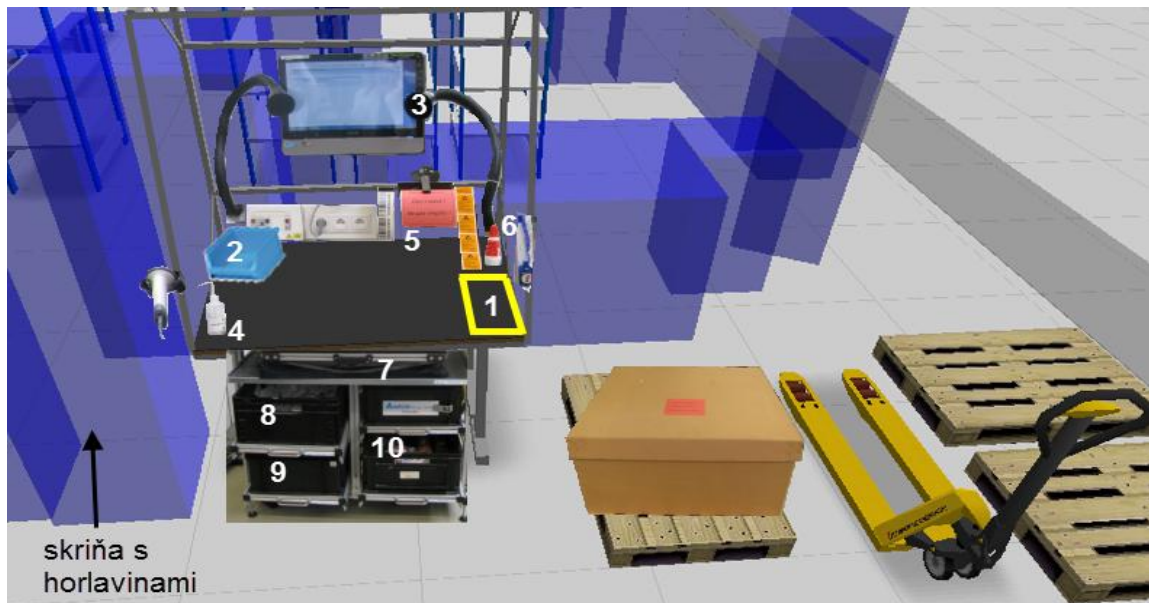
Pomôckou pre operátorov by mohlo byť zapojenie menších reproduktorov k FAT testom, ktoré by zahlásili keď skončí jedna časť testu a je potrebné spustenie ďalšej. Operátor tak bude upozornený aj keď bude vykonávať inú činnosť. Taktiež na pracovisku bude pripevnená magnetická tabuľa (na opačnej strane montážneho stola pri výstupe z bunky), kde si operátor môže zaznačiť kedy je potrebné vybrať kusy zo záhorovne.



Obr. 75 Návrh pracoviska testovania (Vlastné spracovanie)

8.2.2.4 Vizualizácia pracoviska balenie

Na pracovisku balenia neprebehnú výraznejšie zmeny. Na pracovnej ploche pribudne box na vysušovadlá a vyhradené miesto pre typové štítky a nástroje (rezačka). Rozmiestnenie zásob v zásuvkách stola zostáva nezmenené.



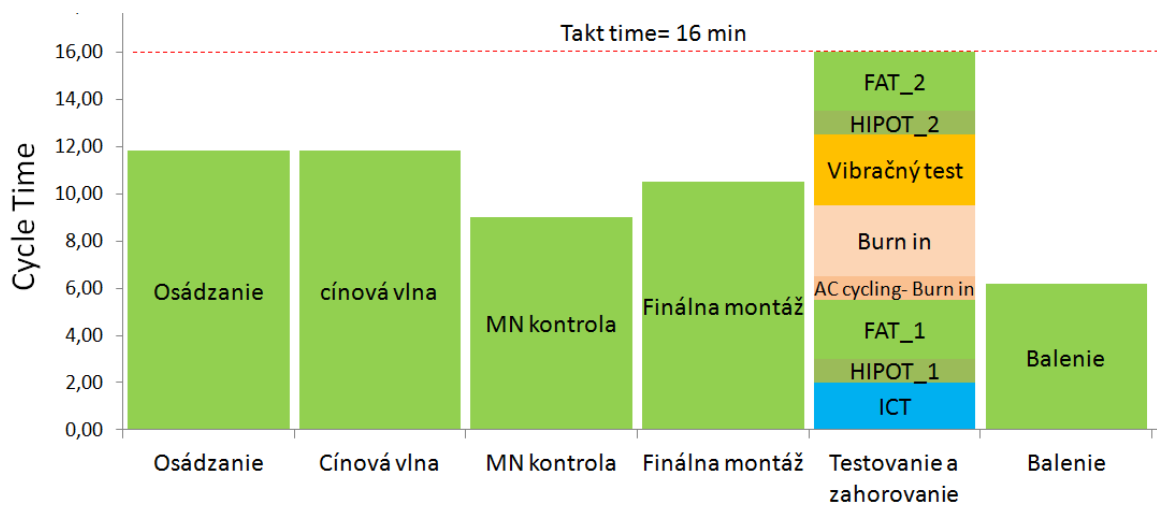
- | | | |
|---|--|-----------------|
| 1- odkladacie miesta na typové štítky a pomôcky | 2- box na Vysušovadlo PN 3520135000 | 3- odvetrávanie |
| 4- izopropylalkohol | 5- štítky (paletový, červený Nestohovať!, výstražný) | |
| 6- lepidlo, na stene pripevnené pero | 7- odkladací priestor pre antistatický sáčok | |
| 8- zásoba vysušo | 9- zásoba čistiacich utierok | |
| 10- zásoba štítkov a ostatných komponentov | | |

Obr. 76 Návrh rozloženia pracoviska balenie (Vlastné spracovanie)

8.3 Balansovanie

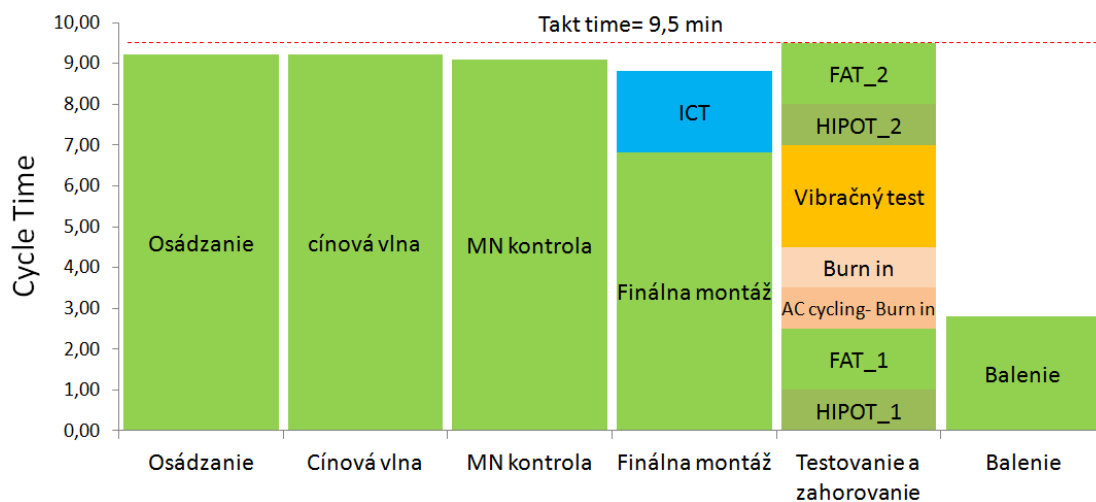
Na dosiahnutie cieľa podpory zavedeného OPF je nutné aby všetky pracoviská vyrábali v rovnakom alebo aspoň podobnom takte tak, aby sa netvorila zbytočná rozpracovanosť. Taktiež je nutné udržiavať v prípade strojného vybavenia pracoviska jeho bezporuchový chod a rýchle zoradenie.

Pôvodne bolo pracovisko vybalansované v takte 16 min/ks ako možno vidieť na obr. 77.



Obr. 77 Vybalansovanie linky IBM- pôvodný stav (Vlastné spracovanie)

Návrh nového layoutu, úprava noriem spotreby času a rozmiestnenia pracovného priestoru viedlo k úspore času potrebného na výrobu jedného kusu. Nové vybalansovanie linky je navrhnuté v takte 9,50min, ktoré určuje testovanie so zahorovaním ako úzke miesto procesu. Priebeh výroby je rovnomernejší, takty pracovísk sa líšia len minimálne, a teda je predpoklad úspešného dosiahnutia OPF.



Obr. 78 Návrh balansovania linky IBM (Vlastné spracovanie)

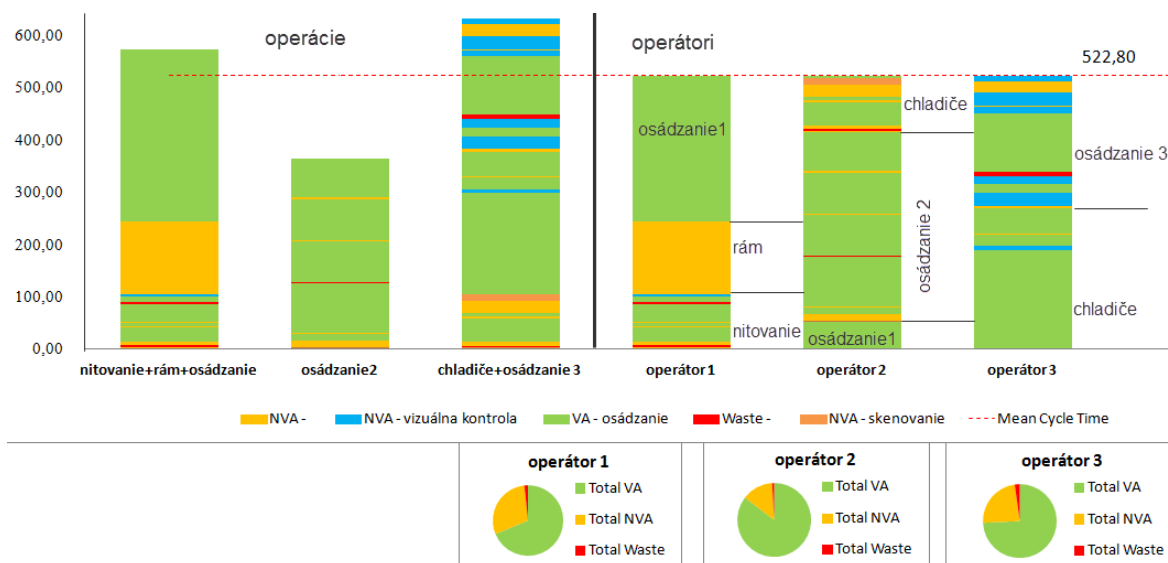
8.3.1 Osádzanie a MN kontrola

Na pracovisku ručného osádzania sú vykonávané jedným operátorom všetky operácie procesu na celom výrobku, pričom sa operátori pohybujú formou rabbit chase. Operácie vykonávané postupne jedným pracovníkom na jednotlivých stanovištiach sú znázornené na ľavej strane Yamazumi grafu nižšie, na pravej práca troch operátorov v takte 9,41min (Obr. 79). Zelenou farbou je v grafe znázornená pridaná hodnota (VA), oranžovou nepridaná hodnota (NVA) a červenou plytvanie (*Waste*).

V rámci nového rozmiestnenia pracoviska bude odstránené plytvanie spôsobené prechodmi pre DPS, rám alebo na iné pracovisko. Pre štandardizáciu nových pohybov v bunke bude použitá analýza MOST, ktorá určuje spotrebu času nového riešenia.

Takt zákazníka, teda ďalšieho pracoviska, je určený taktom pracoviska MN testu, keďže výrobky prechádzajú cez cínovú vlnu konštantnou rýchlosťou dopravníku a časový rozdiel medzi vložením jednotlivých výrobkov na dopravník udáva takt oboch pracovísk. MN test je vykonávaný v cyklovom čase 18min a pri zastúpení 2 operátorov by bol takt pracoviska 9min/ks. V prípade nového layoutu by operátor na MN kontrole odniesol hotovú DPS do regálu pred ICT testom ktorý je vzdialený približne 5m. Keďže operátor prenášal dosku aj

v pôvodnom riešení cca 2 metre, bude k cyklovému času pripočítaná prirážka 12 sekúnd na prechod.



Obr. 79 Yamazumi graf pôvodného prechodu operátora jednotlivými stanovišťami (Vlastné spracovanie)

Novým rozmiestnením na pracovisku sa eliminujú prechody a zbytočné pohyby operátora, čím sa dosiahne časová úspora 0,55min. K tej prispeje aj fakt, že spoločnosť rieši výmenu zastaraných rámov za nové s jednoduchším upevňovaním. Nové normy spotreby času sú znázornené v tabuľke č. 15.

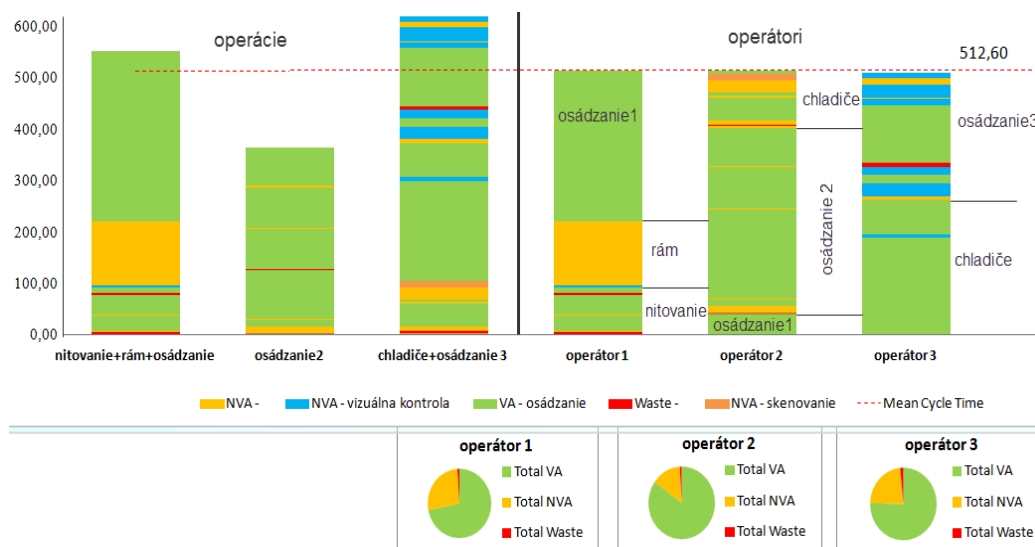
Tab. 15 Porovnanie noriem spotreby času osádzania pôvodného a nového riešenia (Vlastné spracovanie)

[min]	MOST- pôvodné	MOST- nové riešenie
Príprava DPS	1,73	1,60
Rám	2,26	2,03
Osádzanie 1	5,77	5,77
Osádzanie 2	5,85	5,85
Príprava chladičov (HS) 3x	6,49	6,37
Osádzanie chladičov	0,99	0,97
Upevnenie do rámu	3,05	3,05
čas na 1ks	26,14	25,63
8% prirážka	28,23	27,68

Ak sa cyklový čas osádzania 1ks výrobku 27,68 min podelí taktom zákazníka 9,1 min/ks, dostaneme 3,04 operátorov. Bolo by neefektívne využívať ďalšieho operátora na pokrytie len 21 sekúnd, preto bude pracovisko balansované na 3 operátorov. Keďže skrátenie času osádzania by sa mohlo nepriaznivo odraziť na kvalite procesu, bude čas na pracovisku MN

kontrole využitý na prípravu odporov, MN kontrolu EMI kariet alebo prípadne opravy po ICT teste.

Osádzanie bude prebiehať ako doteraz formou *rabbit chase* a novým rozložením pracoviska bude ušetrených 0,51min. V prípade obsadenia pracoviska plným počtom operátorov bude pracovisko vyrábať v takt time 9,23min. Tým, že operátorky vykonávajú všetky operácie na jednom výrobku sa zvyšuje aj ich zodpovednosť za kvalitné prevedenie.



Obr. 80 Balansovanie pracoviska osádzanie (Vlastné spracovanie)

8.3.2 Finálna montáž

Pracovisko finálnej montáže je možné balansovať podľa aktuálnej situácie na testovaní. Ak príde zo záhorovne väčšie množstvo výrobkov určených na druhé testovanie, alebo sa objednávka blíži ku koncu, môže finálnu montáž vykonávať 1 operátor. Primárne však bude pracovisko balansované na 2 operátorov pre zaistenie požadovaného taktu.

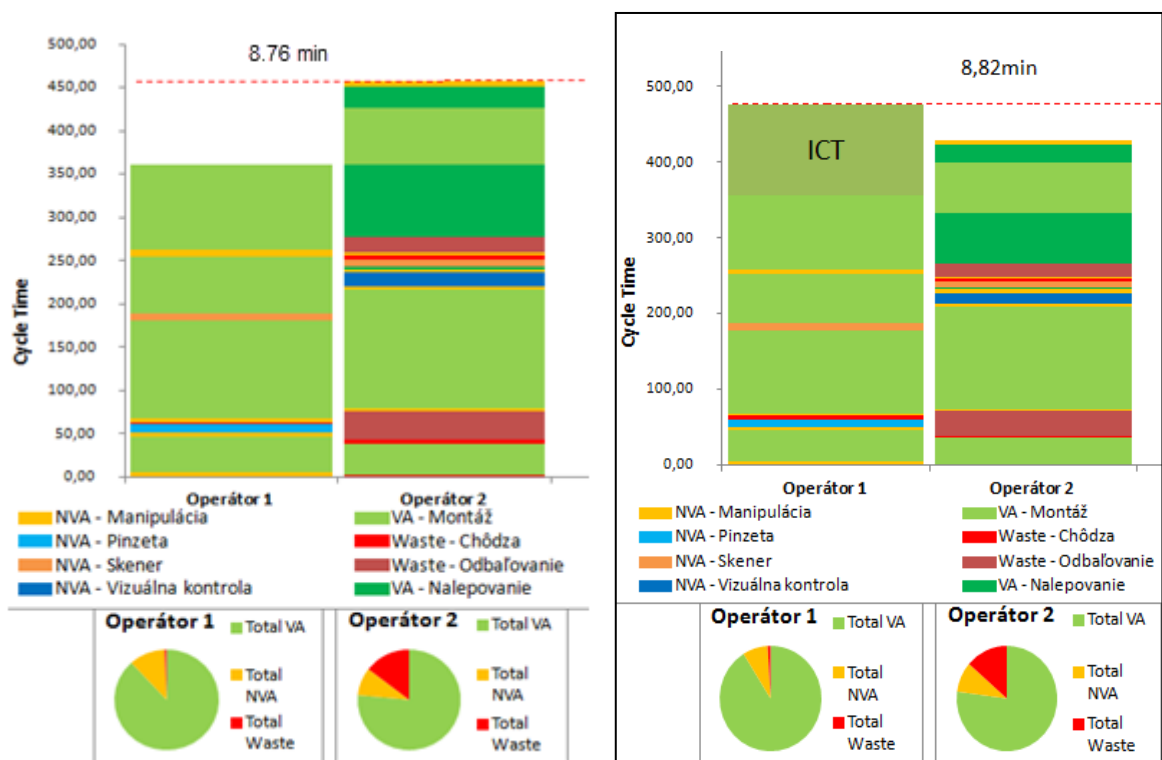
Tab. 16 Porovnanie noriem spotreby času montáže pôvodného a nového riešenia (Vlastné spracovanie)

	[min]	MOST- pôvodné		MOST- nové riešenie	
Príprava spodného krytu		6,22	1,10	5,936	1
Montáž DPS	15% - 7,15		3,35	15%-	3,19
Upevnenie DPS do spodného krytu		1,77	6,82	1,74	
Montáž veľkého chladiču		7,62	3,93	7,17	3,79
Príprava spodného krytu	15%- 8,76		2,14	15%-	1,83
Finálna montáž		1,55	8,24	1,55	
čas na 1ks			13,83		13,10
15% prirážka			15,90		15,07

Novým rozmiestnením pracoviska bude dosiahnutá časová úspora 0,80min. Eliminujú sa zbytočné ohýbanie operátora a prechody, čo speje k zvýšeniu bezpečnosti na pracovisku a ergonómie pracoviska.

Takt pracoviska predstavuje úzke miesto finálnej montáže, a teda 8,24min/ks. Keďže k pracovisku sa dostane nový kus každých 9,23min, požadovaný takt pre zaistenie OPF bude práve táto hodnota.

Pre efektívnejšie využitie operátorov bude k finálnej montáži priradené aj obsluhovanie ICT testu. Operátor 1 má oproti operátorovi 2 istú časovú rezervu, takže pre plné využitie bude v prípade kvalifikovanosti obsluhovať ICT test alebo dopĺňať materiál v prípade potreby.



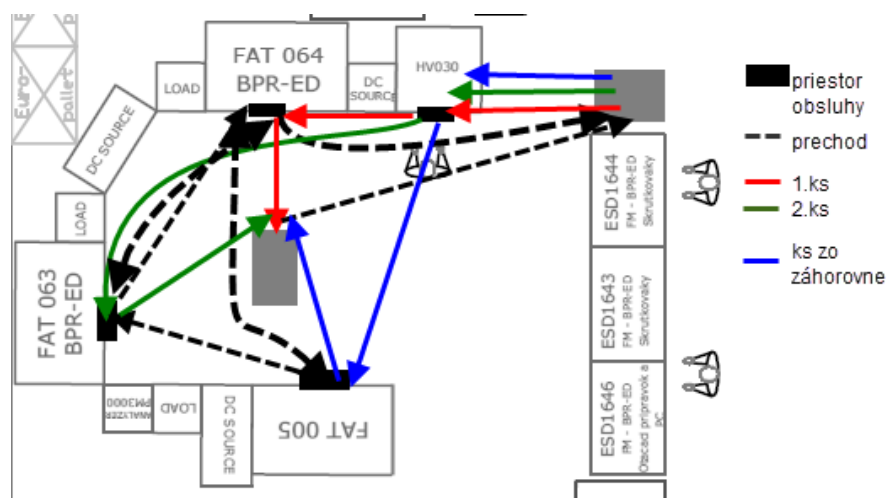
Obr. 81 Yamazumi graf pôvodného a nového riešenia- fin. montáž (Vlastné spracovanie)

8.3.3 Testovanie

Po prvých testoch končí na tomto pracovisku prvá línia OPF. Do záhorovne musia putovať výrobky v dávkach kvôli efektívnemu využívaniu kapacity strojného vybavenia.

Testovač preto trávi väčšinu času na pracovisku a bude sa pohybovať v pravidelne sa opakujúcich cestách, pričom musí dávať pozor na priebeh testov a spúšťať ich štart s minimálnymi prestojmi.

Pri nábehu výroby je nutné naplniť záhorovňu čo najskôr. Prvý výrobok sa dostane na testovanie až po 74min od zahájenia výroby na osádzaní (predpokladá sa, že operátor testovania dokončuje inú výrobu, alebo je inak efektívne využitý), ďalšie výrobky prichádzajú vo frekvencii 9,23min.. Operátor bude na nábeh výroby využívať 2 testy FAT. V rámci taktu 9,23min stihne operátor obslužiť Hipot, jeden z testov FAT a vybrať výrobok z druhého testu. Operátor má medzi jednotlivými procesmi časovú rezervu, kedy čaká buď na dokončenie chodu stroja alebo na príchod ďalšieho kusu z montáže (obr. 80). Tieto prestoje budú pri plnom rozbehnutí výroby využité na testovanie výrobkov po *Burn-in* teste. Nemožno zabudnúť, že operátor musí obsluhovať aj *Burn in* testy a Vibračný test a počas pobytu v záhorovni dôjde k nahromadeniu zásoby pred testovaním. Po druhom návrate zo záhorovne sa začne tvoriť zásoba, ktorá bude vykrytá použitím aj tretieho FAT stroja. Operátor sa bude pohybovať ako na obrázku 82, v cykle Hipot-FAT1-FAT2-Hipot-FAT2-FAT3-Hipot-Fat3-Fat1, pričom sa eliminujú prestoje spôsobené čakaní na kus a zásoba sa opäť ustáli na 0.

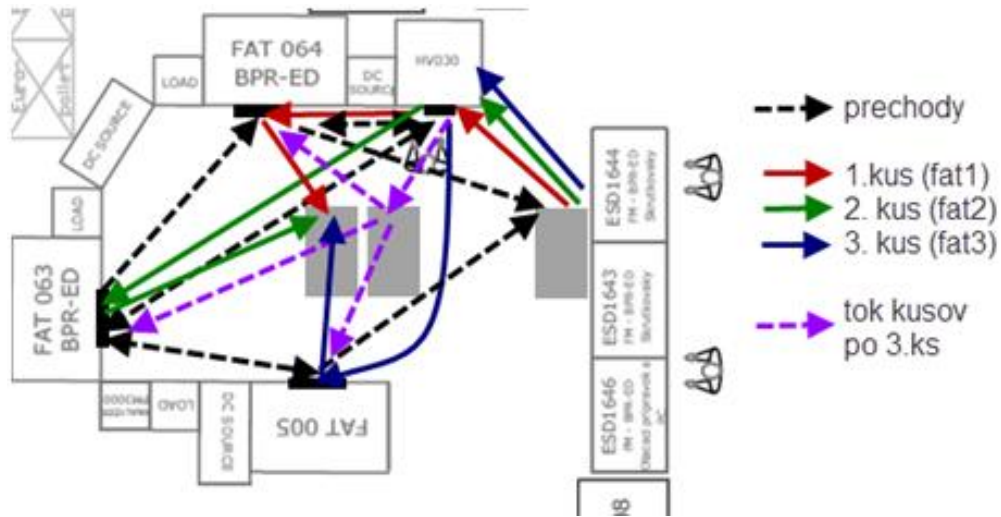


Obr. 82 Prechody operátora testovania pri nábehu výroby (Vlastné spracovanie)

Za deň je možných otestovať 86 výrobkov, ktoré je v prípade nulových zdržaní, chybovosti a 100% plnení noriem možných vyrobiť. Nekvalita v prípade výrobku BPR-ED je nízka, a preto bude rátané s 2% prirážkou na denný objem produkcie, maximálne teda 84ks. Po naplnení prvého regála (12 ks) ho operátor odnesie do záhorovne na *AC-cycling (Burn in)* test. Rozpis naplňovania záhorovne sa nachádza v prílohe č. 3.

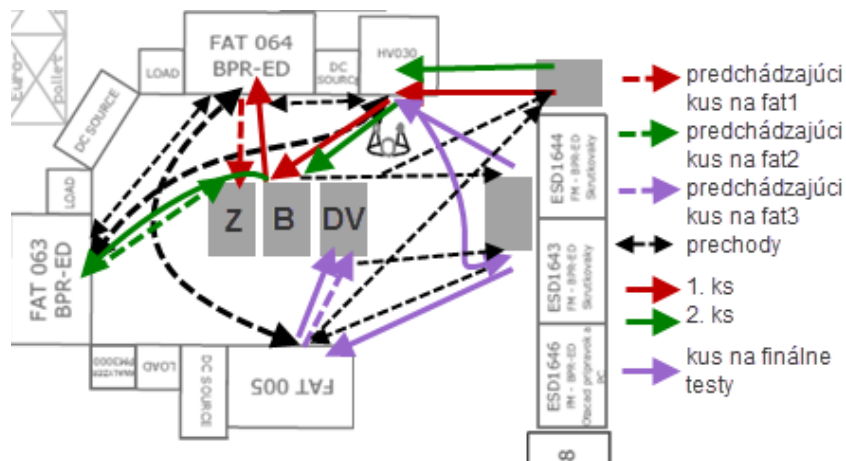
Keď výrobky prejdú operáciami 12hod *Burn in* testom a vibračným testom, operátor ich privezie späť na pracovisko na druhé testovanie, ktoré prebehne počas nočnej zmeny. Keďže v tom čase neprebíha výroba na finálnej montáži, operátor nemusí čakať na

príchod kusov a môže využívať všetky 3 stroje. Pri dodržaní rozpisu naplňovania záhorovne bude do začiatku rannej zmeny pripravených 12kusov a 3ks budú čakať na dokončenie chodu FAT.



Obr. 83 Prechody operátora pri testovaní na nočnej zmene (Vlastné spracovanie)

Po rozbehu výroby, ktorý trvá približne jeden deň (aj so zapojením nočnej zmeny), dochádza na testovaní ku kríženiu trás materiálových tokov. Na testoch sa stretá súčasná výroba s kusmi určenými na druhý test. Pre finálne testovanie bude vyhradený stroj FAT3 a na zvyšných dvoch sa bude testovať prichádzajúca výroba v takte 9,23min. Aby boli FAT testy plne vytťažené, pretože záhorovňa je potrebné plniť približne každé 2-3hodiny, a nemožno blokovať HIPOT čakaním na dokončenie operácie FAT, je pred nimi vytvorený buffer (B) v podobe ďalšieho regálu pre vyrovnanie rozpracovanosti. Výrobky určené do záhorovne (regál Z) sú ním oddelené od dokončenej výroby (regál DV) aby nedošlo k ich zámene. Pohyby operátora sú znázornené na obrázku 84.

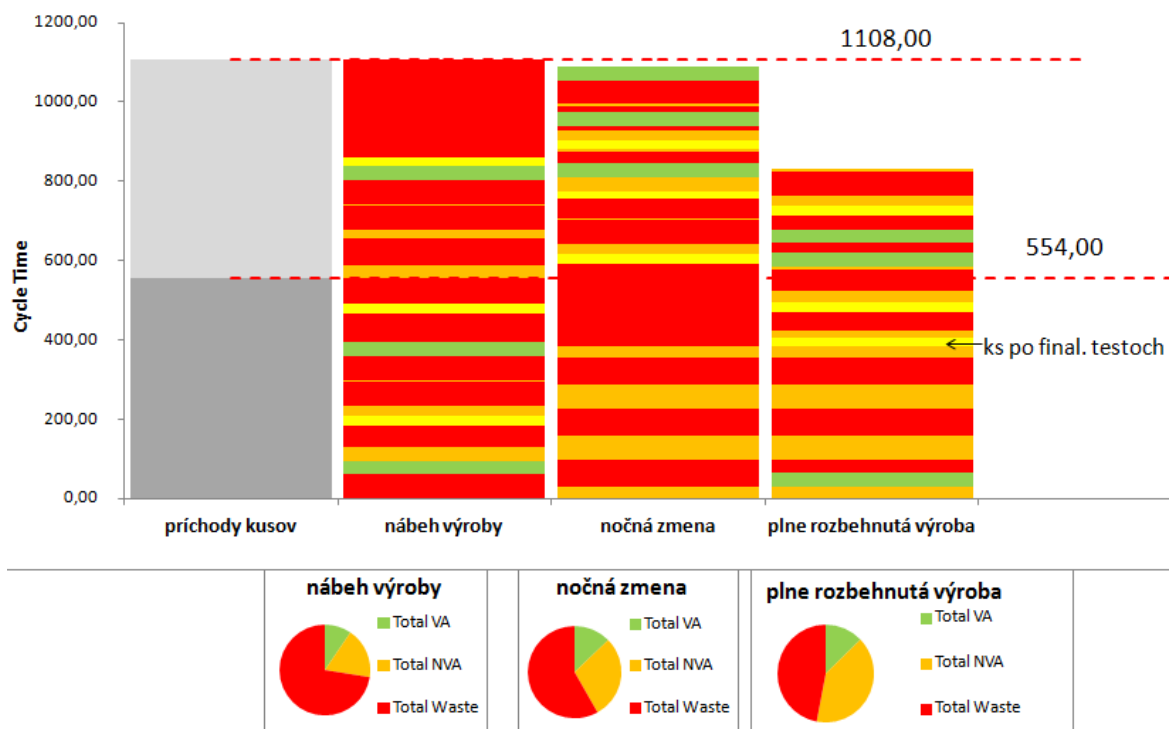


Obr. 84 Prechody operátora na testovaní pri plne rozbehutej výrobe (Vlastné spracovanie)

Je teda zřejmé, že při testování mohou nastat 3 situace, a to:

1. testuje sa iba aktuálna výroba
2. testuje sa výroba po BI teste na nočnej zmene
3. prebieha testovanie aktuálnej výroby aj po BI teste

Balansovanie činností operátora pri týchto variantoch znázorňuje obrázok 85. Pri testovaní len aktuálnej výroby je operátor obmedzovaný taktom predchádzajúceho pracoviska a musí čakať na príchod nových kusov. Pri nočnej zmene ho takt neobmedzuje, keďže má kusy v zásobe a je teda schopný vyrobiť 3kusy v takte 18,17min. Pri testovaní aktuálnej aj konečnej výroby postačujú operátorovi na aktuálnu výrobu 2 testy FAT a tretí test je využitý pre konečné testy. Keďže prechodmi do záhorovne sa vytvorí zásoba max. 4ks a výrobky zo záhorovne sú už v zásobe na pracovisku, odstránia sa tak prestoje vzniknuté čakáním na príchod nového kusu. Žltou farbou je v grafe znázornené dokončenie testovania na výrobku.



Obr. 85 Balansovanie činností testovača pri troch rôznych situáciách (Vlastné spracovanie)

V súčasnosti musia výrobky do záhorovne odchádzať v dávkach. Prerušuje sa tým plynulosť procesu a fungovanie OPF je značne skomplikované a obmedzené. Do budúcnosti spoločnosť Delta uvažuje o zmene programu zahorovacích strojov tak, aby bolo možné spustiť každú pozíciu samostatne a úzke miesto procesu nebolo tak obmedzené

okrem dlhého procesného času aj dávkou šiestich kusov. Spoločnosť by chcela túto víziu uskutočniť do 2 rokov.

8.3.4 Balenie

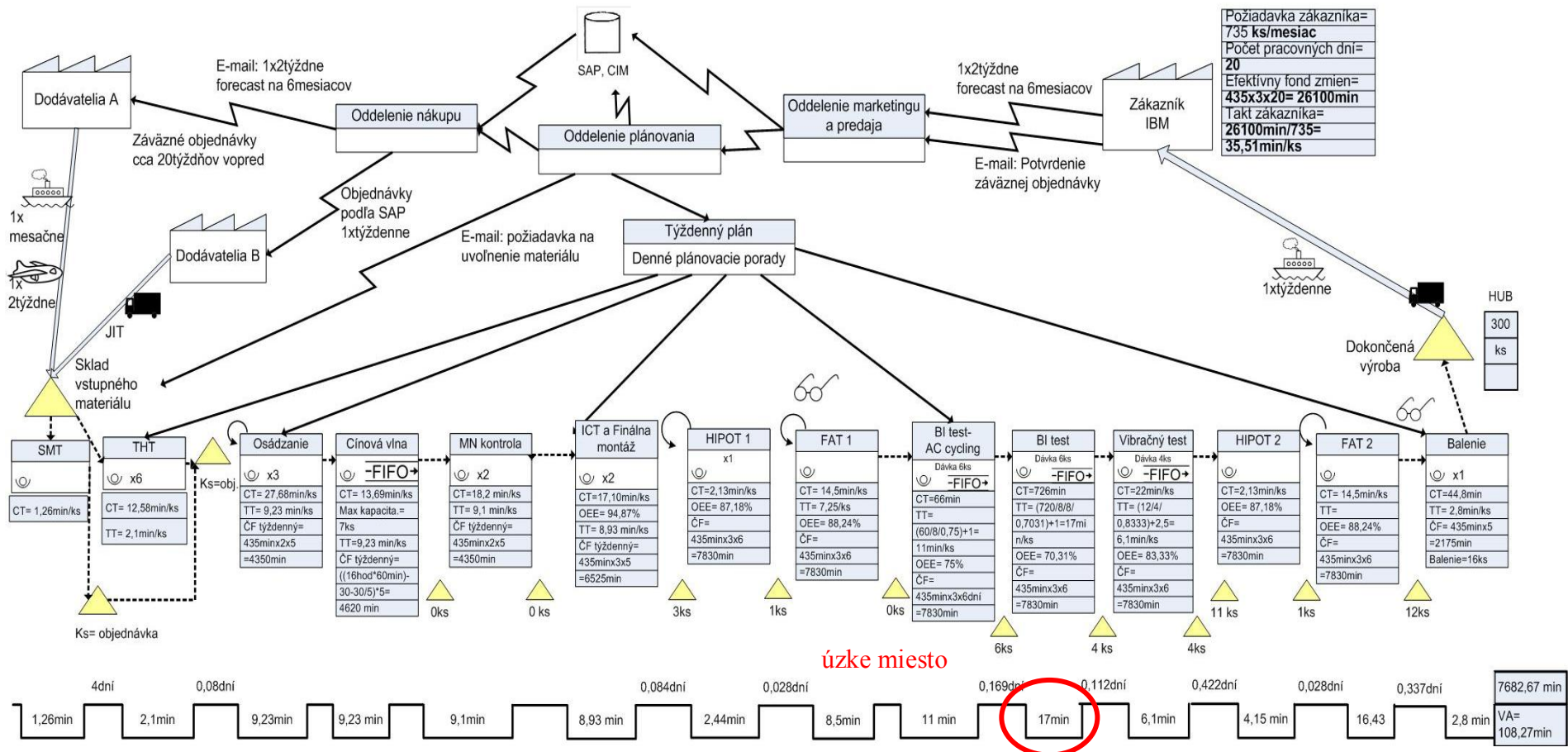
Balenie je posledným procesom pred uskladnením výrobkov a prevádzkuje sa len na rannej zmene. V prípade zmeny rozloženia na pracovnom stole sa čas balenia výraznejšie nezmení, preto norma spotreby času zostáva rovnaká 2,8min/ks, pričom sa balí po 16ks. Pracovník balenia nie je na pracovisku prítomný počas celej zmeny a keďže operátori balenia sú univerzálny pre všetky 3 linky, dochádza k ich priradeniu na miesto podľa potreby. Ak je vyrobených 16ks výrobku BPRR-ED alebo sa k jeho dosiahnutiu blíži, vydá majster pracoviska rozkaz operátorovi na presun k potrebnému baliacemu stolu v CD BU.

8.4 VSD (Value Stream Design)- Návrh budúceho stavu

Návrh novej VSM mapy pre budúci stav (VSD), znázornený na obrázku 86, pozostáva z niekoľkých zmien. V prvom rade bol skrátený cyklový čas operácie osádzanie na 27,68min/ks, čo sa premietlo taktiež do zníženia taktu pracoviska. Takt pracoviska osádzanie udáva rytmus výroby celej výroby až po testovanie, kde sa OPF premieňa na dávky. Ďalej boli zlúčené operácie ICT testu a Finálnej montáže do spoločnej operácie, takže test bude obsluhovať zaškolený pracovník montáže. Zmena nastala aj v systéme ťahu pre testovanie a v určení presných dávok pre presun do záhorovne (primárne 12ks, v prípade nutnosti naplniť zahorovačku 6ks), pričom bolo vzatých v úvahu počet aktuálne dostupných pozícií. Pri testovaní sú určené 2 FAT testy na aktuálne prebiehajúcu výrobu a 1 test pre konečné testovanie. Baliť sa bude po 16ks a operátor balenia bude prítomný podľa potreby. Úzkym miestom procesu naďalej zostáva proces BI testu, pred ktorým je nutné udržiavať zásobu aby nedochádzalo k zbytočným prestojom. Ako bolo uvedené, spoločnosť ráta do budúcnosti s odstránením úzkeho miesta zmenou softwarových nastavení.

Je možné všimnúť si, že index pridanej hodnoty (VAI) sa výrazne zvýši z pôvodných 0,977% na 1,409%.

VSD- Budúci stav pre výrobok BPR-ED (XX41U7721)



Obr. 86 VSD (Value Stream Designed)- Mapa budúceho stavu pre výrobok typu BPR-ED (Vlastné spracovanie)

8.5 Kalkulácia a prínosy z realizácie projektu

Úspory projektu môžu byť vyčíslené ako 3 rôzne položky

- *úspory zo zmeny layoutu*

V súčasnosti je z celkovej plochy určených pre linku IBM 770 m² využitých 718,45m². Pri novom návrhu layoutu by z tejto plochy bolo využitých 697,47m², a teda došlo by k úspore 20,98m². Mesačné náklady na 1m² činia štandardne 10€ mesačne. Ročne by tak spoločnosť ušetrila na nákladoch spojených s využívaním plochy **2 517,60€**.

Pre vyčíslenie úspor je možné určiť objem tržieb pripadajúcich na 1m². Keďže spoločnosť nesúhlasí so zverejnením tržieb pripadajúcich na linku IBM, bude tento údaj určený ako priemer tržieb za výrobok BPR-ED z obdobia november 2012 až marec 2013, a teda priemerné mesačné tržby činia 392 608, 51€ (obr. 33). Každý meter štvorcový linky sa podieľa čiastkou 546,46€ na tvorbe tržieb za výrobok BPR-ED. Úspora nového riešenia tak predstavuje zvýšenie rentability o 16,44€ na m² (197,28/m²/rok).

- *úspory z optimalizácie noriem*

Spoločnosť pracovala so zastaranými normami, ktoré znižujú výkonnosť pracoviska. Pri 100% dodržaní pôvodných noriem by operátori na požadovaný mesačný objem výroby (735ks) spotrebovali 232,75hodín. Novými normami získanými z premerania pracovných činností, so započítaním zmien v layoute, balansovaní a taktu úzkeho miesta by na rovnaký objem výroby bolo potrebných 208,25hod. Úspora času predstavuje 24,5 hodín na požadovaný objem výroby. Tým, že linka dokáže produkovať rýchlejšie, sa skrátí čas potrebný na výrobu daného množstva, ktorý je ohodnotený hodinovou mzdou všetkých pracovníkov na linke (9 operátorov). Spolu teda 1 415,61€ mesačne a **16 987,32€** ročne.

Optimalizáciou noriem sa viditeľne skrátí čas úzkeho miesta procesu z pôvodných 19min na 17min. Časovú úsporu úzkeho miesta je však možné využiť aj alternatívne na zvýšenie kapacity. Pri maximálne efektívnom využití úzkeho miesta by bolo možné vyrobiť mesačne o 86ks výrobkov viac oproti pôvodnému riešeniu, čo predstavuje zvýšenie tržieb o 89 040,96€ mesačne, teda 1 068 491,52€ ročne.

V nasledujúcich 6 mesiacoch je podľa najaktuálnejšieho *forecastu* predpoklad nárastu objemu produkcie na 1400ks/mesiac (o 655ks). Úspory by v tomto prípade činili 1261,53€/mesiac, teda 15138,36€ ročne.

- *úspory rozpracovanosti*

Ako vidno z VSM budúceho stavu, priebežná doba výroby sa skrátila o 3903,46min. z ktorých práve 3 900,96 min predstavuje časová úspora na skladovanie výrobkov. Tento čas môže byť využitý na výrobu iného druhu výrobkov preto pre peňažné vyjadrenie úspor bude hodnota ocenená priemernou hodinovou mzdou. V konečnom dôsledku $65,016\text{hod} \times 6,42\text{€} = 417,40\text{€}$ mesačne a **5008,83€** ročne.

Okrem úspor sú spojené s implementáciou projektu aj náklady realizácie, ktoré predstavujú:

- *prestavanie nového layoutu*

Výroba prebieha počas 5 pracovných dní, s tým, že počas rannej sobotňajšej zmeny sa na testoch dokončí výroba z posledných dní týždňa. Nie je potrebné uvažovať o prerušení výroby. Na prestavbu layoutu bude vyhradený jeden pracovný deň nedeľa (12hod). Náklady na prestavbu budú činiť: $8\text{pracovníkov} \times 12\text{hod} \times 9,63\text{€} = \mathbf{924,48\text{€}}$

- *zariadenie pracovísk*

Osádzanie:

- nové spájkovacie rámy (vo vlastnej réžii, náklady financuje zákazník IBM)
- prípravok na chladiče 3 pozície (vo vlastnej réžii, max. 20€)
- dotykové obrazovky (vo vlastnej réžii, presunuté z končiacej výroby)

Finálna montáž:

- nádoba s valčekom pre teplovodivú pastu: 2€
- zásobník na nálepky a typové štítky: 5€
- valčekový regál: $30\text{€} \times 12\text{políc} = 360\text{€}$

Testy:

- repárky: $3 \times 6\text{€} = 18\text{€}$
- magnetická tabuľa: 29,20€

- *školenie pracovníkov:*

Pracovníci budou zaškolení do svých pracovních povinností a absolvují školení OPF, které bude trvat maximálně 2 hodiny. Čas strávený na školení se přepočítá do nákladů projektu jako $2 * 6,42 \text{€} * 8 \text{ operátorů} = 102,72 \text{€}$.

Celkově tak společnost získala na projektu 8 569,15€ za první rok.

Tab. 17 Ekonomické zhodnocení projektu- roční úspory (Vlastné zpracování)

	Ročné úspory/náklady
Úspory z layoutu	2 517,60 €
Úspory z optimalizácie noriem	16 987,32€
Úspory rozpracovanosti	5 008,83 €
Náklady na zmenu layoutu	924,48€
Náklady na zariadenie	452,2€
Náklady na zaškolenie pracovníkov	102,72€
Ročná úspora	23 033,75€

ZÁVER

Cieľom diplomovej práce bolo optimalizovať vybranú linku IBM v zásadách toku jedného kusu a podporiť tak implementáciu tejto metódy vo výrobe.

Práca vychádzala z teoretických poznatkov nadobudnutých z literárnej rešerše, ktorá sa zaoberala problematikou priemyselného inžinierstva, štíhlej výroby a výrobnými systémami so špecializáciou na tok jedného kusu (One piece flow).

V analytickej časti bola predstavená spoločnosť a na základe poskytnutých informácií a osobne zozbieraných dát bola zostavená analýza súčasného stavu pracoviska. Tá sa skladá z časových a pohybových analýz operátorov, preskúmania výkonových noriem a ich analyzovania pomocou metódy Basic MOST. Ďalej bola zhotovená procesná analýza priebehu výroby a skúmané jednotlivé procesy výroby. Na základe zozbieraných dát sa vyhotovila mapa hodnotových tokov, ktorá odhalila úzke miesto. Analytická časť odhalila problémové oblasti linky IBM, ktoré nekorešponujú so zásadami toku jedného kusu, a to nefunkčnosť noriem, neplynulosť materiálového toku, layout neodpovedajúcu zásadám toku jedného kusu alebo vysoká rozpracovanosť medzi procesmi.

V rámci projektovej časti bol navrhnutý nový layout pracoviska zabezpečujúci plynulosť materiálového toku, ktorý využíva zásad štíhlosti pracoviska a pracuje aspoň s jednou U-bunkou použitú pre proces testovania. Na jednotlivých pracoviskách boli použité prvky vizualizácie a štandardizácie, hlavne čo sa týka rozmiestnenia pomôcok a materiálu na pracovisku, ktoré sú navrhnuté v 3D pohľade. Následne boli pomocou metódy Basic MOST zostavené nové pracovné normy pre jednotlivé stanoviská a s týmito hodnotami sa pracovalo aj pri konečnom balansovaní linky. Je nutné podotknúť, že úzke miesto procesu je obmedzene technologickým prevedením operácie, ale do budúcnosti sa hľadá riešenie, ako túto skutočnosť odstrániť. V rámci plynulosti výroby je nutné úzke miesto maximálne vyťažovať, a preto bola pred ním a za ním vytvorená menšia zásoba. Zásoba za úzkym miestom sa tvorí hlavne z toho dôvodu, že zo záhorovne sú odnášané výrobky v dávkach po 12 kusoch a putujú na pracovisko, kde sa stretávajú materiálové toky, teda výrobky pred a po Burn In teste.

Po zostavení novej mapy toku hodnôt budúceho stavu výroby pre daný typ výrobku BPR-ED, v ktorej bolo uvažované o maximálnej úrovni rozpracovanosti, bol zistený nárast hodnoty VA indexu. Ten stúpol o 0,43% na hodnotu 1,409%. Novým usporiadaním layoutu sa taktiež docielila úspora pracovnej plochy o 20,98m², čo predstavuje ročnú

úsporu nákladov vo výške 2 517,60€ a zvýšenie rentability o 197,28€ ročne na meter štvorcový využívanej plochy linky. Zvýšenie efektívnosti pracoviska bolo dosiahnuté skrátením priebežnej doby výroby, optimalizáciou noriem a eliminovaním rozpracovanosti, čím boli splnené ciele projektu. Priebežná doba výroby sa skrátila o 5,54 minút na kus a v konečnom dôsledku by pri rovnakom vývoji mesačnej produkcie bolo možné ušetriť 24,5 hodín na každej mesačnej objednávke a spolu až 16 987,32€ ročne. Odstránením dávok medzi MN kontrolou a ICT testom, by sa radikálne znížila rozpracovanosť, ktorej vyčíslenie predstavuje 5 008,83 € ušetrených na skladovanie rozpracovaných výrobkov.

Náklady na realizáciu projektu spočívajú v prestavbe layoutu a doplnení pomôcok na pracoviská, ktoré sa vo väčšine dajú získať z vnútorných zdrojov firmy (zásoby na sklade, náhradné pomôcky,...). Celkovo by tak spoločnosť na realizácii projektu získala 23 033,75€ v prvom roku.

Verím, že vypracovaný projekt, bude pre spoločnosť Delta Electronics (Slovakia) s.r.o. veľkým prínosom a dopomôže k zvýšeniu jej konkurencieschopnosti a schopnosti uspokojovať potreby svojich zákazníkov. Pre mňa osobne bolo vypracovávanie projektu veľkým prínosom, ktorý ma obohatil o množstvo skúseností, ktoré sa dajú získať jedine v praxi.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- [1] API, © 2005 – 2012. Průmyslové inženýrství. *E-api.cz* [online]. [cit. 2012-12-27]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/101/>
- [2] BEEWATEC, © 2010. *Fotogalerie* [online]. © 2010 [cit. 2013-03-31]. Dostupné z: <http://www.beewatec.cz/fotogalerie.php>
- [3] BOLEDOVIČ, Ľudovít, 2007. CEZ (OEE). In: *IPA Slovakia* [online]. 24. 1. 2007 [cit. 2013-1-24]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/cez-oeo>.
- [4] BusinessKnowledgeSource.com, © 2003-2010. Understanding production flow: extended entry. In: *BusinessKnowledgeSource.com* [online]. [cit. 2013-01-23]. Dostupné z: http://www.businessknowledgesource.com/manufacturing/understanding_production_flow_extended_entry_026159.html
- [5] DEBNÁR, Peter, 2010. Vizualni management. In: *API* [online]. 01.02.2010 [cit. 2013-01-05]. Dostupné z: <http://e-api.cz/article/69650.vizualni-management/>
- [6] DEBNÁR, Peter, 2011. *Flexibilita – jeden z principů produkčních systémů*. In: Úspěch- produktivita a inovace v souvislostech [on-line]. 27.06.2011, č. 2 [cit. 2013-01-04]. Dostupné z: <http://e-api.cz/article/70458.flexibilita-8211-jeden-z-principu-produkcniich-systemu/>
- [7] DELTA ELECTRONICS (SLOVAKIA), ©2011. *Delta: Delta Electronics* [online]. [cit. 2013-02-22]. Dostupné z: <http://www.deltaelectronics.sk/spolocnost/index.php>
- [8] DOLCEMASCOLO, Darren, 2005a. Implementing One Piece Flow Manufacturing Cells. In: *EMS Consulting Group* [online]. March 1, 2005 [cit. 2013-01-23]. Dostupné z: <http://www.emsstrategies.com/dd030105article1.html>
- [9] DOLCEMASCOLO, Darren, 2005b. One Piece Flow. In: *EMS Consulting Group* [online]. August 1, 2005 [cit. 2013-01-23]. Dostupné z: <http://www.emsstrategies.com/dd080105article.html>
- [10] DOLCEMASCOLO, Darren, 2007. Achieving One Piece Flow. In: *EMS Consulting Group* [online]. April 1, 2007 [cit. 2013-01-23]. Dostupné z: <http://www.emsstrategies.com/dd040107article.html>
- [11] DOLCEMASCOLO, Darren, 2010. Connecting Flow. In: *EMS Consulting Group* [online]. April 1, 2010 [cit. 2013-01-23]. Dostupné z: <http://www.emsstrategies.com/dd040110article.html>

- [12] KOŠTURIÁK, Ján, FROLÍK, Zbyněk et al., 2006. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing. 237 s. ISBN 80-86851-38-9.
- [13] KOŠTURIÁK, Ján, 2007. Priemyselné inžinierstvo. In: *IPA Slovakia* [online]. 22. 1. 2007 [cit. 2012-12-27]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/priemyselne-inzinierstvo>
- [14] KOŠTURIÁK, Ján, 2010. Kaizen: osvedčená praxe českých a slovenských podniků. Vyd. 1. Brno: Computer Press. 234 s. ISBN 978-80-251-2349-2.
- [15] KRIŠŤÁK, Jozef, 2007. Ergonomické usporiadanie pracoviska. In: *IPA Slovakia* [online]. 8. 3. 2007 [cit. 2012-1-24]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/ergonomicke-usporiadanie-pracoviska>.
- [16] KUČERÁK, Dušan, 2007a. Projektovanie výrobných systémov. In: *IPA Slovakia* [online]. 19. 1. 2007 [cit. 2013-01-13]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/projektovanie-vyrobných-systemov>.
- [17] KUČERÁK, Dušan, 2007b. Výrobné systémy. In: *IPA Slovakia* [online]. 19. 1. 2007 [cit. 2013-01-13]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/vyrobné-systemy>.
- [18] KYSEĽ, Marek, 2007. VSM. In: *IPA Slovakia* [online]. 19. 1. 2007 [cit. 2012-12-27]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/vsm>
- [19] KYSEĽ, Marek, 2012. Štíhla výroba - lean. In: *IPA Slovakia* [online]. 17. 4. 2012 [cit. 2012-12-27]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/stihla-vyroba-lean>
- [20] LIKER, Jeffrey K, 2007. Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce. Vyd. 1. Praha: Management Press. 390 s. ISBN 978-80-7261-173-7.
- [21] MALÝ, Stanislav, Miroslav KRÁL a Eva HANÁKOVÁ, 2010. *ABC ergonomie*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing. 386 s. ISBN 978-80-7431-027-0.
- [22] MAREK, Miroslav, 2012. Plýtvání. In: CPI WEB SERVIS. *Metody a nástroje: online magazine Světa Produktivity* [online]. 01.09.2012 [cit. 2013-02-22]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/cislo-casopisu/SP-Methodika-plytvani.htm>
- [23] MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.
- [24] MAŠÍN, Ivan, 2005. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štíhlé výroby*. Vyd. 1. Liberec: Institut technologií a managementu. 106 s. ISBN 80-903533-1-2.

- [25] MUSILOVÁ, Jana, 2007. Vizuálny manažment- štíhle pracovisko. In: *IPA Slovakia* [online]. 19. 1. 2007 [cit. 2013-01-05]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/vizualny-manazment-stihle-pracovisko>.
- [26] ROTHER, Mike a John SHOOK, 2003. *Learning to see: value-stream mapping to create value and eliminate muda*. Version 1.3. Cambridge, Mass: Lean Enterprise Inst. ISBN 978-096-6784-305.
- [27] SEMJON, Vladimír a Emil EVIN, 2009. Zvyšovanie produktivity montážnej linky vybalansovaním montážnych staníc pomocou metódy Yamazumi. *Transfer inovácií*. 2009, č. 13.
- [28] SVOZILOVÁ, Alena, 2011. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-3938-0.
- [29] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2007. *Řízení výroby a nákupu*. 1. vyd. Praha: Grada. 378 s. ISBN 978-80-247-1479-0.
- [30] TUČEK, David a Roman BOBÁK, 2006. *Výrobní systémy*. Vyd. 2. upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. 298 s. ISBN 8073183811.
- [31] VYTLAČIL, Milan, Miroslav STANĚK a Ivan MAŠÍN, 1997. *Podnik světové třídy: geneze produktivity a kvality*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. 276 s. ISBN 80-902235-1-6.
- [32] Vývojový tým vydavatelství Productivity Press, 2008. *Systém tahu ve výrobním prostředí*. Brno: SC&C Partner. ISBN 9-788090-409903.
- [33] WOMACK, James P. a Daniel T. JONES, ©2003. *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. New York: Free Press. 396 p. ISBN 07-432-4927-5.

Legislatívne dokumenty:

- [34] Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 359/2006 Zb. z 10. mája 2006 o podrobnostiach o ochrane zdravia pred nepriaznivými účinkami nadmernej fyzickej, psychickej a senzorickej záťaže pri práci: Požiadavky na miesto výkonu práce v súvislosti s obmedzovaním nadmernej fyzickej záťaže pri práci, 2006. In: *Zbierka zákonov Slovenskej republiky*. čiastka 126.

Interné dokumenty spoločnosti:

- [35] DELTA ELECTRONICS (SLOVAKIA), 2012. *Delta Electronics (Slovakia), s.r.o.*. September 2012.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AC/DC	Meniče napätia
AC cycling	1hodinový proces zahorovania
BI	Burn in- zahorovanie
BOZP	Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci
BPR-ED	Skupina výrobkov
CD BU	Custom Designed Business Unit
CIM	Computer Integrated Management -Počítačové Riadenie Výroby
DOS	Days of supplies- doba dodania
DP	Diplomová práca
DPS	Doska plošných spojov
EMI	Elektromagnetická interferencia
FAT	Funkčný test
HIPOT	Vysokonapäťový test
HS	Chladičová podskupina
HUB	Poistná zásoba spoločnosti
ICC	Integrated Circuit Card- čipová karta
ICT	Vnútro- obvodový test
JIT	Just in time
LCD	Liquid crystal display- monitor, ktorého zobrazovacím prvkom je displej z tekutých kryštálov
LED	Light-Emitting Diode- dióda emitujúca svetlo
MN kontrola	Vizuálna kontrola pozície M a N
MOST	Maynard Operatve Sequence Technique- metóda vopred stanovených časov
NVA	Činnosti nepridávajúce hodnotu
ODM	Original Designed Manufacturer- výroba špeciálne navrhnutých produktov

OEE	Celková efektivnost' zariadenia
OPF	One piece flow- tok jedného kusu.
PEM	Lisovací spojovací prvok
PI	Priemyselné inžinierstvo
PSBG	Obchodná jednotka napájacích systémov
PVI	Fotovoltaické invertory
RIPRAN	Riziková analýza
SAP	Informačný systém spoločnosti
SMD	Súčiastky povrchovej montáže
SMT	Technika povrchovej montáže
SWOT	Analýza silných a slabých stránok, príležitostí a hrozieb spoločnosti
THT	vývodové komponenty
TPS	Telekomunikačné napájacie systémy
UPS	Záložné zdroje napájania
VA	Pridaná hodnota
VSD	Value Stream Design- Návrh mapy hodnotového toku
VSM	Value stream mapping- Mapa hodnotového toku
VW	Video Walls- veľkoplošné obrazovky
WIP	Work in process- rozpracovanost'

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr. 1 Osem druhov plytvania (Marek, 2012)	14
Obr. 2 Nástroje a prvky štíhlej výroby (Kysel, 2012)	15
Obr. 3 Obecný hodnotový tok vo výrobe (Mašín, ©2003, s. 13).....	16
Obr. 4 Základné značky pre mapovanie toku hodnôt (Košturiak, Frolík et al., 2006, s. 44).....	17
Obr. 5 Príklad jednoduchej mapy toku hodnôt (Mašín, ©2003, s. 54).....	18
Obr. 6 Princíp systému ťahu (API, © 2005-2012).....	19
Obr. 7 Technologické usporiadanie pracoviska (Debnár, 2011).....	20
Obr. 8 Produktové usporiadanie pracoviska (Debnár, 2011)	20
Obr. 9 Flexibilita buniek s ohľadom na takt bunky (Košturiak, Frolík et al., 2006, s. 138).....	21
Obr. 10 Linka v tvare I (Vývojový tím vydavateľství Productivity Press, 2008).....	22
Obr. 11 Linka v tvare L (Vývojový tím vydavateľství Productivity Press, 2008)	23
Obr. 12 U- bunka (Vývojový tím vydavateľství Productivity Press, 2008).....	23
Obr. 13 S- bunka (Vývojový tím vydavateľství Productivity Press, 2008)	24
Obr. 14 Bunka v tvare „rovná sa“(Vývojový tím vydavateľství Productivity Press, 2008)	24
Obr. 15 Usporiadanie výrobnjej bunky s viacstrojovou obsluhou (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 170)	25
Obr. 16 Vizuálne pracovisko (Tuček a Bobák, 2006)	27
Obr. 17 Balansovanie linky využitím Yamazumi chartu (Semjon a Evin, 2009).....	28
Obr. 18 Požiadavky na výrobný systém (Kučerák, 2007a)	30
Obr. 19 Typy výroby podľa výrobných princípov (Kučerák, 2007b).....	32
Obr. 20 Výroba v dávkach (API, © 2005-2012).....	33
Obr. 21 Tok jedného kusu (API, © 2005-2012).....	33
Obr. 22 Schéma výpočtu OEE (Boledovič, 2007)	36
Obr. 23 Priestorové nároky základných pracovných polôh (Krišťák, 2007).....	38
Obr. 24 Výška pracovnej roviny v stoji a v sede (Malý, Král a Hanáková, 2010, s.296).....	39
Obr. 25 Dosahy horných končatín pri práci v stoji a v sede (Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 359/2006 Zb., 2006).....	40

Obr. 26 Výrobný závod Delta Electronics (Slovakia) s.r.o. (Delta Electronics (Slovakia), ©2011).....	42
Obr. 27 Situačný plán spoločnosti a plánované rozšírenie areálu (Delta Electronics (Slovakia), 2012)	43
Obr. 28 <i>Custom designed</i> produkty- BPR ED, BPR 7, MDA RE (Delta Electronics (Slovakia), 2012)	44
Obr. 29 AC/DC napájacie zdroje (Delta Electronics (Slovakia), 2012)	44
Obr. 30 Sieťová analýza projektu (Vlastné spracovanie)	48
Obr. 31 Layout výrobných haly, oddelenie CD BU (Vlastné spracovanie)	51
Obr. 32 Výrobok BPR-ED (Delta Electronics (Slovakia), 2012)	52
Obr. 33 Vývoj predpovede objednávok produktu v období november 2012- júl 2013 (Vlastné spracovanie).....	52
Obr. 34 Vývoj tržieb za výrobok BPR-ED za obdobie november 2012 až marec 2013 (Vlastné spracovanie).....	53
Obr. 35 Pracovisko prípravy dosiek plošných spojov (Vlastné spracovanie)	54
Obr. 36 Pracovisko osádzania THT komponentov (Vlastné spracovanie).....	55
Obr. 37 Pracovisko prípravy chladičov (Vlastné spracovanie)	55
Obr. 38 Výroba EMI kariet (Vlastné spracovanie)	56
Obr. 39 Cínová vlna (Vlastné spracovanie).....	56
Obr. 40 Rozmiestnenie pracoviska MN kontroly (Vlastné spracovanie)	57
Obr. 41 Pracovisko MN kontroly (Vlastné spracovanie)	57
Obr. 42 ICT test na pracovisku finálne montáž (Vlastné spracovanie)	58
Obr. 43 Pracovisko finálnej montáže (Vlastné spracovanie)	59
Obr. 44 Testy HIPOT a FAT (Vlastné spracovanie)	60
Obr. 45 Znárodnenie prechodu do záhorovne a označenie miestnosti s vibračným testom (Vlastné spracovanie).....	60
Obr. 46 Pracovisko balenia a zabalené finálne výrobky podľa baliaceho predpisu (Vlastné spracovanie).....	61
Obr. 47 Snímok pracovných činností operátora 1 z dňa 4.2.2013 (Vlastné spracovanie).....	62
Obr. 48 Snímok pracovných činností operátora 2 z dňa 4.2.2013 (Vlastné spracovanie).....	62

Obr. 49 Snímok pracovných činností operátora 3 z dňa 4.2.2013 (Vlastné spracovanie).....	62
Obr. 50 Uloženie rámu na dopravník pomocou pneumatického zdvíhača (Vlastné spracovanie).....	63
Obr. 51 Snímok pracovných činností operátora 4 z dňa 4:2.2013 (Vlastné spracovanie).....	63
Obr. 52 Hodinový výkon pracoviska osádzanie (typ BPR-ED) (Vlastné spracovanie).....	64
Obr. 53 Snímok pracovných činností operátora 1-MN, 5.2.2013 (Vlastné spracovanie).....	64
Obr. 54 Snímok pracovných činností operátora 2- MN, 5.2:2013 (Vlastné spracovanie).....	65
Obr. 55 Snímok pracovných činností operátora 3-MN, 5.2.2013 (Vlastné spracovanie).....	66
Obr. 56 Analýza činnosti operátora 1 (Vlastné spracovanie).....	66
Obr. 57 Analýza činnosti pracovníka 2- finálna montáž (Vlastné spracovanie).....	67
Obr. 58 Analýza činnosti operátora testovania, 6.2.2013 (Vlastné spracovanie).....	68
Obr. 59 Analýza činností operátora balenia (Vlastné spracovanie).....	68
Obr. 60 Nábeh zmeny pracoviska ručné osádzanie- 4.2.2013 (Vlastné spracovanie).....	69
Obr. 61 Prechody v bunke ručného osádzania pre výrobky typu BPR-ED (Vlastné spracovanie).....	70
Obr. 62 Špagetový diagram pracoviska ručné osádzanie (Vlastné spracovanie).....	71
Obr. 63 Špagetový diagram pracoviska testovania (Vlastné spracovanie).....	72
Obr. 64 Mapa súčasného stavu dňa 8.2.2013 o 9:45 (Vlastné spracovanie).....	81
Obr. 65 Formulár zberu dát pre OEE pracoviska záhorovňa (Vlastné spracovanie).....	85
Obr. 66 Návrh nového layoutu s vyznačeným materiálovým tokom (Vlastné spracovanie).....	86
Obr. 67 Pôvodný a nový návrh layoutu osádzania (Vlastné spracovanie).....	87
Obr. 68 Vizualizácia pracoviska osádzania- pravá strana (Vlastné spracovanie).....	88
Obr. 69 Vizualizácia pracoviska osádzanie- ľavá strana (Vlastné spracovanie).....	89
Obr. 70 Návrh nového layoutu pre pracovisko finálna montáž a testy (Vlastné spracovanie).....	90
Obr. 71 Návrh pracoviska ICT testu (Vlastné spracovanie).....	90
Obr. 72 Návrh pracoviska finálnej montáže (Vlastné spracovanie).....	91

Obr. 73 Valčekový systém (Beewatec, © 2010).....	92
Obr. 74 Návrh pracoviska finálnej montáže- uloženie chladičov (Vlastné spracovanie).....	92
Obr. 75 Návrh pracoviska testovania (Vlastné spracovanie)	93
Obr. 76 Návrh rozloženia pracoviska balenie (Vlastné spracovanie).....	94
Obr. 77 Vybalansovanie linky IBM- pôvodný stav (Vlastné spracovanie).....	94
Obr. 78 Návrh balansovania linky IBM (Vlastné spracovanie)	95
Obr. 79 Yamazumi graf pôvodného prechodu operátora jednotlivými stanovišťami (Vlastné spracovanie).....	96
Obr. 80 Balansovanie pracoviska osádzanie (Vlastné spracovanie).....	97
Obr. 81 Yamazzumi graf pôvodného a nového riešenia- fin. montáž (Vlastné spracovanie).....	98
Obr. 82 Prechody operátora testovania pri nábehu výroby (Vlastné spracovanie)	99
Obr. 83 Prechody operátora pri testovaní na nočnej zmene (Vlastné spracovanie)	100
Obr. 84 Prechody operátora na testovaní pri plne rozbehnutej výrobe (Vlastné spracovanie).....	100
Obr. 85 Balansovanie činností testovača pri troch rôznych situáciách (Vlastné spracovanie).....	101
Obr. 86 VSD (Value Stream Designed)- Mapa budúceho stavu pre výrobok typu BPR-ED (Vlastné spracovanie).....	103

ZOZNAM TABULIEK

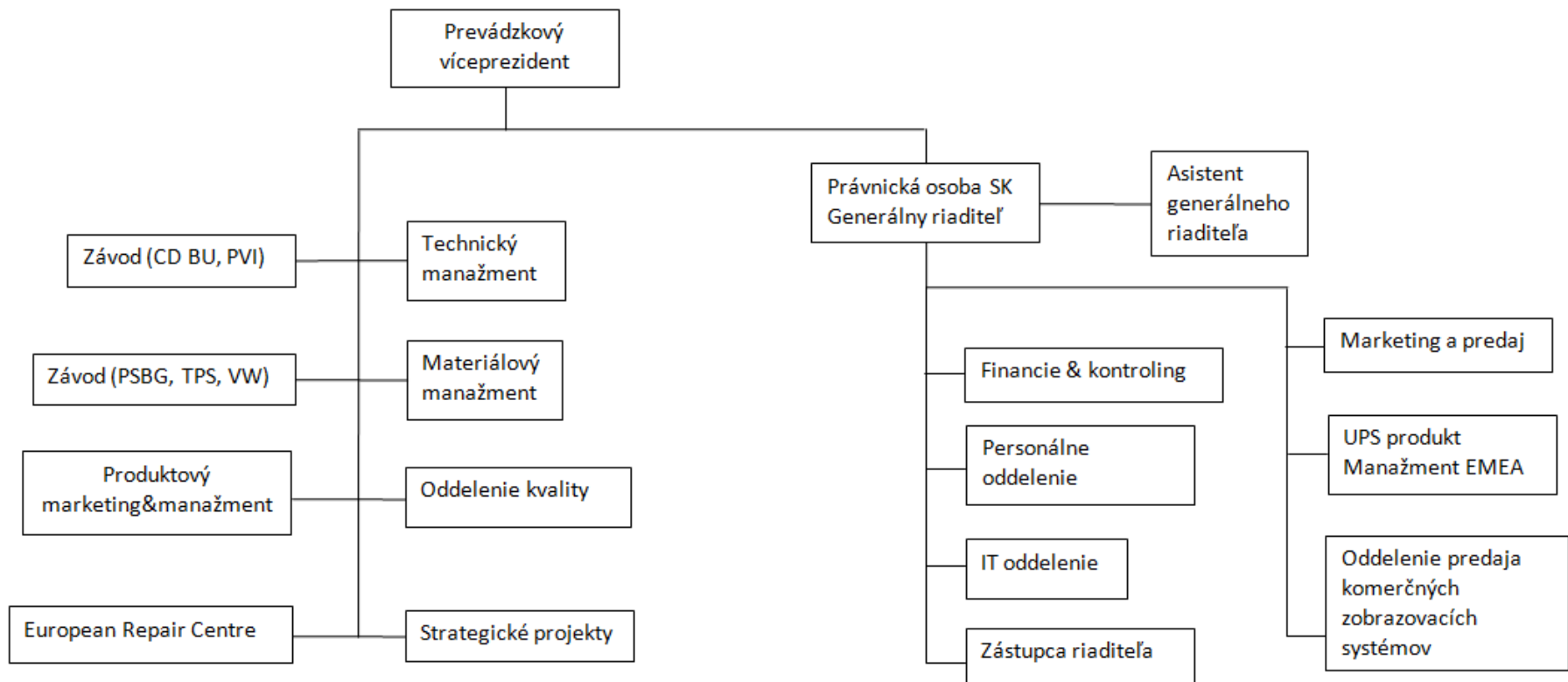
Tab. 1 SWOT analýza spoločnosti Delta Electronics (Slovakia) s.r.o. (Vlastné spracovanie).....	46
Tab. 2 Vymedzenie projektu (Vlastné spracovanie).....	47
Tab. 3 Aktivity projektu (Vlastné spracovanie).....	47
Tab. 4 Gbanttov diagram (Vlastné spracovanie).....	48
Tab. 5 Logický rámec projektu (Vlastné spracovanie).....	49
Tab. 6 RIPRAN- Riziková analýza projektu (Vlastné spracovanie).....	50
Tab. 7 Porovnanie normovaných časov (Vlastné spracovanie).....	74
Tab. 8 Prepočet normovaného výkonu na zmenu (Vlastné spracovanie).....	74
Tab. 9 Cyklové časy operácie MN testu získaných chronometrážou 6.2.2013 (Vlastné spracovanie).....	74
Tab. 10 Porovnanie normovaných časov- finálna montáž (Vlastné spracovanie).....	75
Tab. 11 Porovnanie reálnych a normovaných manuálnych časov na operáciách testovania (Vlastné spracovanie).....	76
Tab. 12 Porovnanie normovaných časov- balenie (Vlastné spracovanie).....	76
Tab. 13 Procesná analýza výrobku XX41U7721 typu BPR-ED (Vlastné spracovanie).....	77
Tab. 14 OEE na jednotlivých pracoviskách (Vlastné spracovanie).....	79
Tab. 15 Porovnanie noriem spotreby času osádzania pôvodného a nového riešenia (Vlastné spracovanie).....	96
Tab. 16 Porovnanie noriem spotreby času montáže pôvodného a nového riešenia (Vlastné spracovanie).....	97
Tab. 17 Ekonomické zhodnotenie projektu- ročné úspory (Vlastné spracovanie).....	106

ZOZNAM PRÍLOH

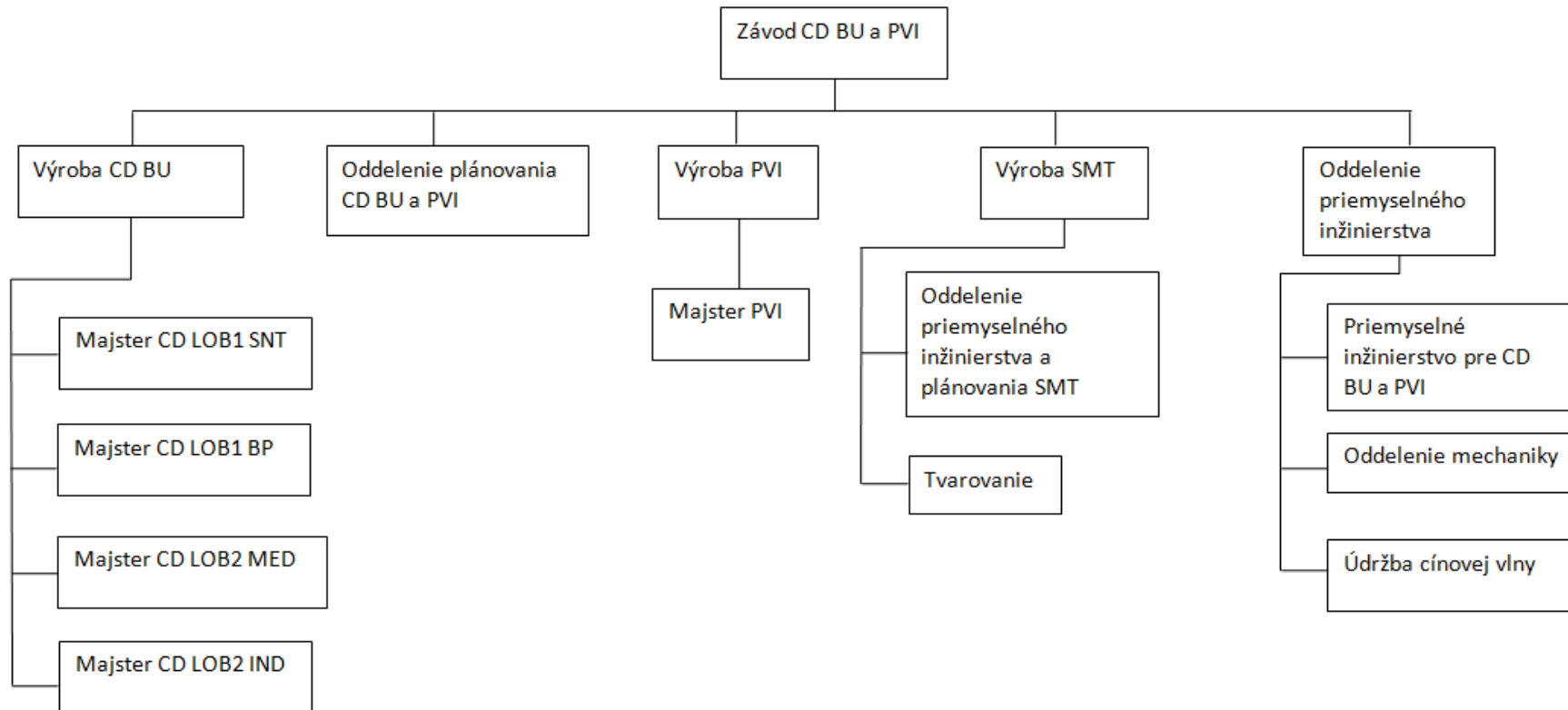
PRÍLOHA P I: ORGANIŽAČNÁ ŠRUKTÚRA SPOLOČNOSTI DELTA ELECTRONICS (SLOVAKIA), S.R.O.	120
PRÍLOHA P II: LAYOUT PRACOVISKA LINKY IBM	122
PRÍLOHA P III: OPTIMALIZÁCIA ZÁHOROVNE	123
PRÍLOHA P IV: NOVÝ LAOUT LINKY IBM.....	124

PRÍLOHA P I: ORGANIŽAČNÁ ŠTRUKTÚRA SPOLOČNOSTI DELTA ELECTRONICS (SLOVAKIA), S.R.O.

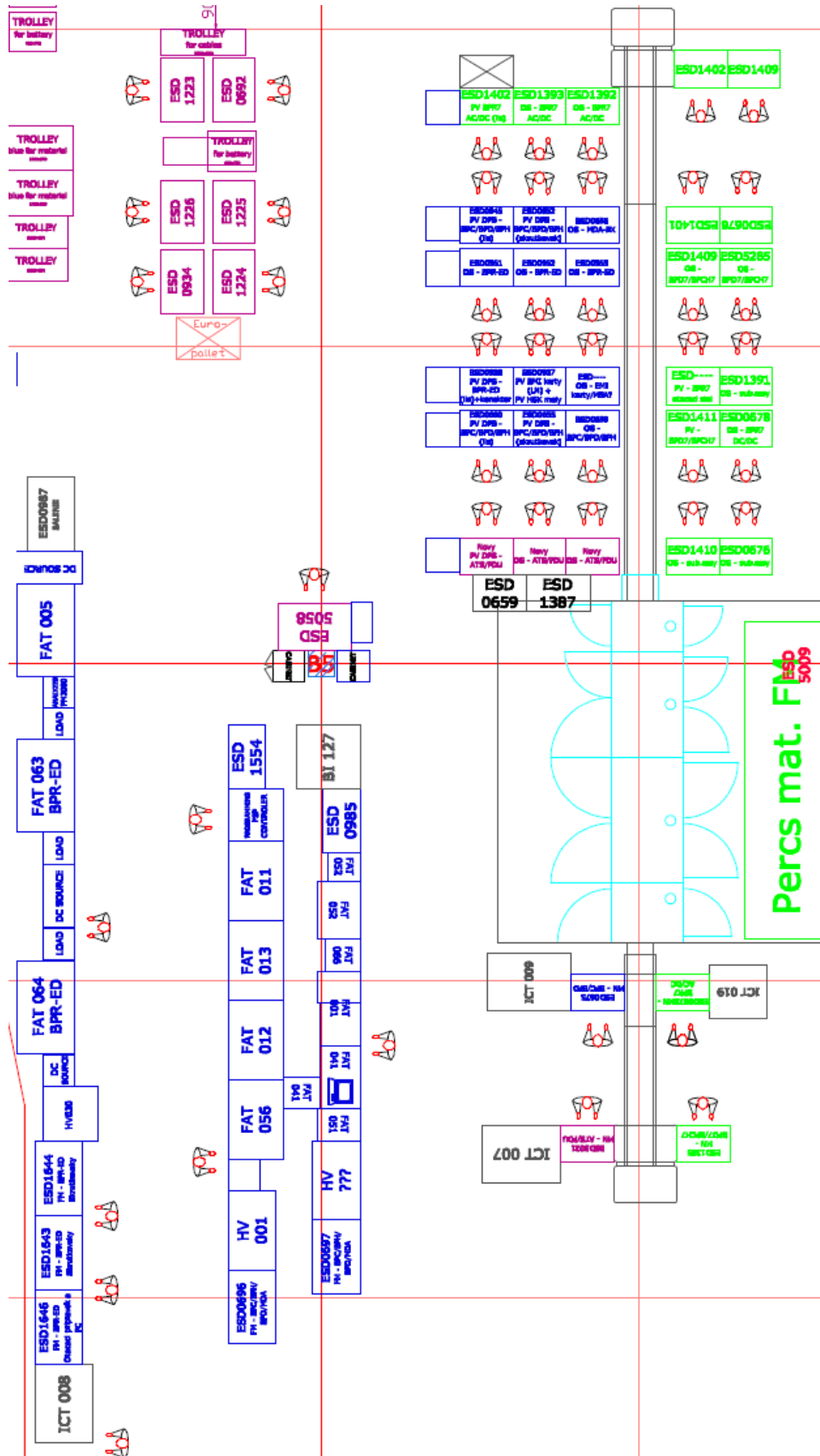
Organizačná štruktúra spoločnosti celkovo



Organizačná štruktúra jednotky *Custom Designed Business Unit a PhotoVoltaic Inverters*



PRÍLOHA P II: LAYOUT PRACOVISKA LINKY IBM



PRÍLOHA P III: OPTIMALIZÁCIA ZÁHOROVNE

Aktuálne rozloženie funkčných pozícií Burn in testovacích strojov

1hod- 6pozícií	12hod- 45 pozícií							
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8

Rozpis naplňovania záhorovne

zmena	testovanie			záhorovňa						Zásoby			
	začiatok	ks	koniec	AC cycling- BI		BI		Vibračný test		pred AC	pred BI	pred VT	hotové
Ranná	7:14	12	9:07	9:11	10:11								
				9:14	10:14								
	9:15	12	11:38	11:45	12:45	11:54	23:54						
				11:51	12:51	11:57	23:57						
	11:58	12	13:51										
Poobedná	14:00			14:07	15:07	14:16	2:16						
				14:13	15:13	14:19	2:19						
	14:00	12	15:53	16:00	17:00	16:09	4:09			0	1		
				16:06	17:06	16:12	4:12			0	2		
	16:13	12	18:36	18:43	19:43	18:49	6:49			6	9		
				18:46	-	18:52	6:52			6	4		
	18:53	12	20:46	20:53	21:53					12	10		
	20:54	6	21:50										
Nočná	22:00		22:01	22:08	23:08					12	16		
	22:09	6	23:05	23:14	0:14	0:00	12:00			12	16		
						0:06	12:06				10	8	
				0:20	1:20			0:33	0:45	6	16	4	4
								0:55	1:12			0	8
	1:13	12	2:54	3:00	4:00	3:06	15:06			0	10		12
						3:12	15:12	3:17	3:29			8	
								3:39	3:51			4	4
								4:01	4:13			0	8
				4:04	-	4:14	16:14			0	6		
					4:19	16:19	4:29	4:41			6	12	
	4:30	12	5:41					5:52	6:04			2	4
Ranná	6:00		6:04					6:09				2	8
	6:10	8											
		10	7:55	7:59	8:59	8:05	20:05			4	1	13	
						8:08	-	8:13	8:25	4	1	9	0
	8:14	6	9:01	9:08	10:08	9:11	21:11	9:21	9:33	4	1	5	4
	9:22	6	10:48	10:55	11:55			11:05	11:17	4	7	1	8
	11:06	6	12:02	12:09	13:09	12:15	0:15			4	1		
						12:21	0:21	12:31	12:43			9	12
	12:31	6	13:23	13:30	14:30			13:40	13:52	4	7	5	4
	13:41	12											
Poobedná		6	15:26	15:33	16:33	15:40	3:40						
						15:46	3:46	15:56	16:08	4	1	1	8
	15:57	6	16:44	16:51	17:51			16:56	-			1	12
			dokončená výroba					6- miestne BI					
								5- miestne BI					

PRÍLOHA P IV: NOVÝ LAOUT LINKY IBM

