



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

RACIONALIZACE PROVOZU TESTOVÁNÍ POHONŮ DVEŘÍ PRO KOLEJOVÁ VOZIDLA

RATIONAL PROCESS FOR THE TESTING OF POWERED DOOR
OPERATION FOR RAIL VEHICLES

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. Jana GRULICHOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. Roman KUBÍK, Ph.D.

BRNO 2014

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Jana Grulichová

který/která studuje v **magisterském navazujícím studijním programu**

obor: **Strojírenská technologie a průmyslový management (2303T005)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Racionalizace provozu testování pohonů dveří pro kolejová vozidla

v anglickém jazyce:

Rational process for the testing of powered door operation for rail vehicles

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Úkolem je racionalizace provozu testovacích pracovišť se zaměřením na zvýšení jejich produktivity a ekonomické efektivity zejména redukcí veškerých provozních nákladů. Při návrhu nového řešení budou v maximální možné míře využívány přístupy a metodiky SMED a 5S.

Cíle diplomové práce:

1. Analýza současného stavu testovacích pracovišť navazujících na montážní linky pohonů se zaměřením na organizaci práce testovačů a využití testovacích strojů (testerů)
2. Identifikace kritických míst a rezerv testovacích pracovišť (tj. možnost případného zrychlení přestavení testovacích strojů a možné redukce nákladů provozu testování)
3. Návrh variant racionalizace práce na testovacích pracovištích
4. Vyhodnocení navržených variant z hlediska nákladů na jejich realizaci a dosažených ekonomických efektů
5. Výběr optimální varianty a její detailní rozpracování (vč. vypracování standardů práce)

Seznam odborné literatury:

1. HLAVENKA, B. Projektování výrobních systémů: Technologické projekty I. 3. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. 197 s. ISBN 80-214-2871-6.
2. HLAVENKA, B. Manipulace s materiálem: Systémy a prostředky manipulace s materiálem. 4. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008. 163 s. ISBN 978-80-214-3607-7.
3. SAMEK, J. Modely optimálního rozmístění výroby. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1989. 150 s.
4. SMETANA, J. Projektování technologických pracovišť. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská, 1990. 195 s. ISBN 80-7078-033-9.
5. ZELENKA, A. Projektování výrobních procesů a systémů. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2007. 136 s. ISBN 978-80-01-03912-0.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Roman Kubík, Ph.D.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2013/2014.

V Brně, dne 21.11.2013

L.S.

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato práce se věnuje možné racionalizaci provozu testování dveřních pohonů kolejových vozidel. Cílem je navrhnout řešení vedoucí ke zvýšení produktivity a redukci provozních nákladů. První část stručně popisuje historii a základní principy štíhlé výroby. Dále je uvedena deskripce montáže a testování pohonů včetně analýzy současného stavu testovacích pracovišť. Následující část identifikuje kritická místa a rezervy, které by bylo možné využít ke zvýšení produktivity. V dalších kapitolách jsou navrženy varianty racionalizace, jejich vyhodnocení dle jejich nákladů na realizaci a možných dosažených efektů. Vybraná varianta je dále detailněji rozpracována. Poslední část práce se věnuje ekonomickému zhodnocení a ověření navržené metody v podmínkách reálné výroby.

Klíčová slova

štíhlá výroba, plýtvání, analýza a měření práce, SMED, produktivita

ABSTRACT

This master's thesis focuses on possible rationalization of the testing operations the door drive units of the rail vehicles. The aim is to propose solutions to increase productivity and reduce operating costs. The first section briefly describes the history and basic principles of lean manufacturing. The following is the description of the assembly and testing of the door drive units including the analysis of the current state of testing workplaces. The following section identifies critical areas and reserves that could be used to increase productivity. In next chapters are proposed kinds of rationalization, their evaluations according to the cost of implementation and the possible achieved effects. Chosen variant is elaborated in more details. The last part deals with the economic evaluation and verification of the proposed method in conditions of the real production.

Key words

lean manufacturing, waste, analysis and work measurement, SMED, productivity

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

GRULICHOVÁ, Jana. *Racionalizace provozu testování pohonů dveří pro kolejová vozidla*. Brno 2014. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. 62 s., 4 přílohy. Vedoucí práce Ing. Roman Kubík, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **Racionalizace provozu testování pohonů dveří pro kolejová vozidla** vypracovala samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

.....
Datum

.....
Bc. Jana Grulichová

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto Ing. Romanu Kubíkovi, Ph.D. z Fakulty strojního inženýrství VUT v Brně za cenné připomínky a rady při vypracování diplomové práce.

Ráda bych poděkovala firmě IFE-CR, a.s. za umožnění zpracování diplomové práce a pořízení fotodokumentace na pracovišti. Poděkování patří také zaměstnancům této firmy, především Ing. Janu Bernkopfovi za poskytnutí konzultací a Ing. Milanu Brtníkovi za poskytnutí dokumentace.

Závěrem děkuji své rodině za podporu při mém studiu.

OBSAH

ABSTRAKT	4
PROHLÁŠENÍ.....	5
PODĚKOVÁNÍ	6
OBSAH	7
ÚVOD	10
1 ŠTÍHLÁ VÝROBA	11
1.1 Historie štíhlé výroby.....	11
1.2 Ztráty ve výrobě.....	12
1.2.1 Plýtvání při výrobě.....	12
1.3 Vzájemné vztahy ve výrobním systému	13
1.4 Nástroje a principy štíhlé výroby.....	14
1.4.1 Analýza a měření práce.....	14
1.4.2 5S	16
1.4.3 Vizuální management a pracoviště	18
1.4.4 Standardizovaná práce	19
1.4.5 SMED	19
2 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI IFE	21
2.1 IFE-CR, a.s.	21
2.2 Výroba v Brně.....	22
2.3 Segment pohonů	22
2.3.1 Pohon RLS	23
2.3.2 Pohon E3.....	23
3 VÝROBA POHONŮ DVEŘNÍCH KŘÍDEL.....	24
3.1 Původní stav.....	24
3.1.1 Pracoviště testování	24
3.2 Současný stav.....	26
3.2.1 Pracoviště testování	28
4 POSTUP TESTOVÁNÍ	29
4.1 Příprava před testováním	29
4.1.1 Přednastavení typu E3	29
4.2 Testování.....	30
4.2.1 Poloautomatický tester DFT1 a DFT2.....	30
4.2.2 Manuální testování.....	32
4.2.3 Porovnání jednotlivých typů testování	34

4.3	Dokončování	34
5	ŘEŠENÍ V PŮVODNÍM STAVU	36
5.1	Analyzování pracovišť testování	36
5.1.1	Časové snímky operátorů	36
5.1.2	Odhalení plýtvání	36
5.2	Problematika přestaveb a uložení testovacích kabeláží	37
5.2.1	SMED	37
5.2.2	Změna uložení testovacích kabeláží	38
5.2.3	Ekonomické zhodnocení	40
5.3	Řešení dalších problémů	40
6	ANALÝZA A IDENTIFIKACE KRITICKÝCH MÍST SOUČASNÉHO STAVU ...	41
6.1	Procesní analýza	41
6.2	Časové snímky operátorů	42
6.3	Odhalení plýtvání na pracovišti	44
6.4	Identifikace kritických míst	45
7	NÁVRH VARIANT RACIONALIZACE	47
7.1	Nákup dalšího poloautomatického testeru DFT	47
7.1.1	Vyhodnocení varianty	47
7.2	Zavedení zásobníků	47
7.2.1	Vyhodnocení varianty	48
7.3	Využívání volného času operátora během poloautomatického testování	48
7.3.1	Vyhodnocení varianty	48
7.4	Zlepšení operativního řízení pomocí metody matice	48
7.4.1	Vyhodnocení varianty	49
7.5	Porovnání uvedených variant	49
8	ZLEPŠENÍ OPERATIVNÍHO ŘÍZENÍ PRŮBĚHU TESTOVÁNÍ POMOCÍ METODY MATICE	50
8.1	Varianty současně testovaných typů	50
8.2	Časy jednotlivých úkonů na pracovišti testování	50
8.3	Grafický návrh	51
8.4	Zpřesnění počtu operátorů	52
8.4.1	Výpočet produktivity	52
8.4.2	Výpočet počtu operátorů	53
8.5	Vzájemná souvislost grafického a výpočtového návrhu	53
8.6	Vizualizace a tvorba standardů práce	54
9	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	55

9.1 Možné úspory	55
10 OVĚŘENÍ NAVRŽENÉ METODY VE SKUTEČNÉM PROVOZU.....	56
ZÁVĚR	57
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	58
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	60
SEZNAM PŘÍLOH.....	62

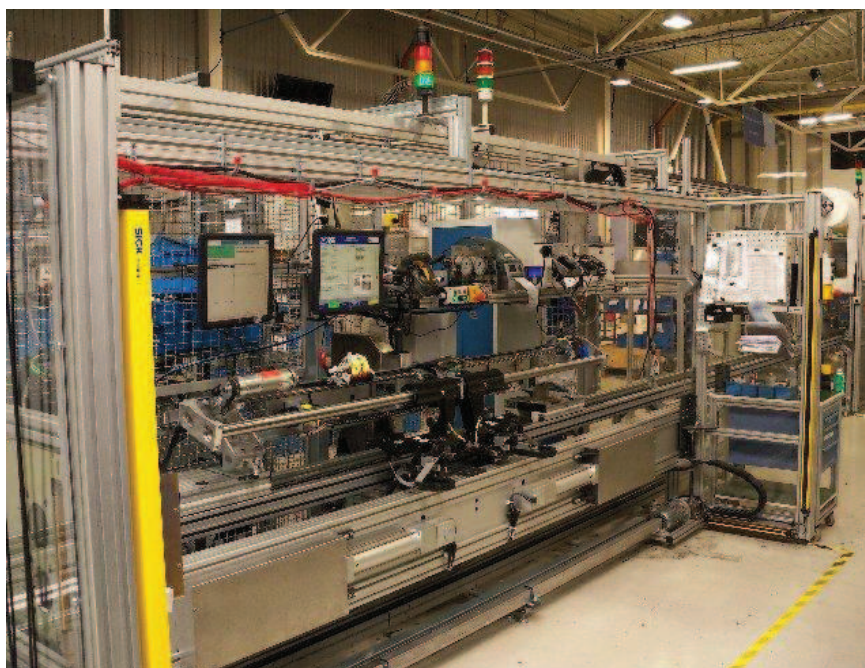
ÚVOD

V současné době, kdy je kladen velký důraz na cenu a kvalitu výrobků, více než kdy jindy nachází uplatnění štíhlá výroba a její principy. Vzhledem ke konkurenci je zapotřebí efektivně využívat kapacity, které má firma k dispozici, a eliminovat plýtvání.

Právě toto vedlo ke zpracování diplomové práce, která se věnuje racionalizaci provozu na pracovišti testování dveřních pohonů (viz obr. 1) pro kolejová vozidla ve společnosti IFE-CR, a.s. Tato společnost se zabývá vývojem, výrobou a následným servisem automatických nástupních systémů pro kolejová vozidla. Jedná se o schody, nástupní plošiny, dveře a dveřní pohony.

Vzhledem k požadavkům kladeným na kvalitu výrobků se po ukončení montáže dveřních pohonů provádí jejich důkladné testování. Tento proces má svá specifika především z důvodu zakázkové výroby, která je ve společnosti realizována.

Cílem této diplomové práce je tedy provést analýzu současného stavu, identifikovat plýtvání, kritická místa a rezervy, které by mohly být využity. K tomu slouží následný návrh variant racionalizace, jejich vyhodnocení a rozpracování zvolené varianty, jež by měla vést k lepšímu využití pracoviště testování.



Obr. 1 Pracoviště testování dveřních pohonů.

1 ŠTÍHLÁ VÝROBA

Štíhlá výroba představuje jeden ze základních pilířů k vytvoření štíhlého a inovativního podniku (viz obr. 1.1). Tento nikdy nekončící proces zlepšování se zaměřuje především na rozlišení procesů přidávajících hodnotu (zákazník je za ně ochoten zaplatit) a procesů, které hodnotu nepřidávají. Tyto procesy, tzv. plýtvání, by měly být postupně odstraněny. Díky tomu může být docíleno efektivní a flexibilní výroby [1, 2].



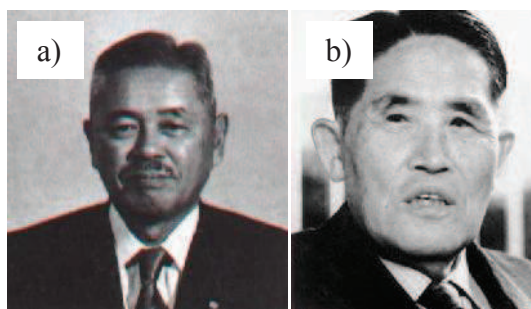
Obr. 1.1 Schematické znázornění jednotlivých pilířů [1].

1.1 Historie štíhlé výroby

Přestože největšího rozmachu se štíhlá výroba dočkala až v období po druhé světové válce, bývá zmiňována již dříve, v roce 1890. Výrazný pokrok nastal roku 1910, kdy Henry Ford přišel s nápadem na montážní linku a položil tak základy pro masovou výrobu.

Velký zlom se odehrál po druhé světové válce v japonské firmě Toyota. Produktivita místních dělníků ani zdaleka nedosahovala takových hodnot, jako u dělníků amerických či německých. To bylo hlavním důvodem zamyslet se nad efektivitou procesů, zbytečnými činnostmi, atd. Průkopníky nového způsobu myšlení se stali Taiichi Ohno a Shigeo Shingo (viz obr. 1.2). Byly vytvořeny koncepty JIT – Just in time (Právě včas), Waste reduction (Eliminace plýtvání) a Pull system (Tah ve výrobě). Těmto konceptům se začalo říkat Toyota production system – TPS. Tento výrobní systém byl převzat řadou firem a je z něho čerpáno až do dnešní doby.

James P. Womack v roce 1990 vydal knihu *The machine that changed the world: the story of lean production* (Stroj, který změnil svět: příběh štíhlé výroby), shrnul tak dosavadní koncepty a zavedl pojem štíhlá výroba [3, 4].



Obr. 1.2 Zakladatelé štíhlé výroby: a) Taiichi Ohno [5], b) Shigeo Shingo [6].

1.2 Ztráty ve výrobě

Tato oblast bývá nejčastěji rozdělena do tří částí, japonsky nazývaných Muda, Mura a Muri. Muda neboli plýtvání označuje činnosti, které nepřidávají hodnotu a zákazník za ně proto není ochoten zaplatit. Mura značí nevyváženost výroby a Muri přetížení procesů nebo zaměstnanců [7].

1.2.1 Plýtvání při výrobě

Identifikací a eliminací plýtvání se zabývala již firma Toyota, která ho rozdělila na těchto sedm druhů:

- **Nadvýroba (nadprodukce)**

Jedná se o výrobu kusů, které si zákazník neobjednal. Vznikají tak nadměrné zásoby, které sebou nesou zbytečné personální, skladovací a dopravní náklady.

Nadvýroba bývá produkována především z důvodů chybného plánování a výroby tzv. na sklad, dlouhého přetypování stroje či zásoby pro případ poruchy stroje.

Vhodná protopatření představuje zavedení systému tahu ve výrobě (pull systém), SMED a TPM.

- **Čekání**

Čekání představuje plýtvání disponibilním časem lidí a strojů.

Vzniká především špatným vybalancováním linek, nedostatečným zásobováním pracovišť materiálem a informacemi či prostoji a poruchami strojního zařízení.

Čekání lze odstraňovat například zavedením toku jednoho kusu (one - piece flow) a TPM.

- **Zbytečná doprava**

Taková doprava materiálů, dílů nebo výrobků, která není nezbytně nutná.

Hlavními důvody pro zbytečnou dopravu bývají velké vzdálenosti mezi jednotlivými pracovišti nebo mezioperační skladování.

Zbytečnou dopravu lze omezit zavedením systému tahu a kanbanu ve výrobě.

- **Nesprávný výrobní postup (nadměrné nebo nepřesné zpracování)**

Tento druh plýtvání představuje takové operace, které si zákazník neobjednal, a nepřidávají finálnímu produktu hodnotu. Může se tedy jednat i o vyšší jakost výrobků, než jaká je nezbytná.

Neefektivní zpracování vzniká nevhodným konstrukčním řešením a technologickým postupem, použitím špatných nástrojů.

Může být řešeno standardizováním procesů, analýzou procesů, správným vývojem výrobku.

- **Zbytečné zásoby**

Zbytečné zásoby jsou zásoby materiálů, dílů a výrobků větší, než je minimální množství potřebné k zajištění výroby. Kvůli těmto zásobám dochází k zastarávání, zvýšení dopravních a skladovacích nákladů a zakrývání dalších problémů, jako opožděné zásilky od dodavatelů, vady či dlouhé seřizovací časy.

Důvodem tvorby zbytečných zásob jsou například duplicitní objednávky a zdlouhavé přetypování.

K omezení může dojít zavedením interního a externího kanbanu nebo využitím metodiky SMED.

- **Zbytečné pohyby (činnosti)**

Hledání, zbytečná chůze, přemísťování a natahování se pro díly či nástroje zastupuje tento druh plýtvání.

Tyto zbytečné pohyby zpravidla způsobuje neorganizované a nedefinované pracoviště.

Řešení představuje zavedení 5S, vizualizace, standardizace a správné dispoziční řešení.

- **Chyby**

S výrobou vadných dílů souvisí jejich opravy, vyřazení neshodných kusů a další zbytečné náklady.

Chyby nejčastěji vznikají opakovaným opracováním, různorodostí výrobků nebo chybějícím dílem.

Velmi účinné opatření proti chybám vzniklým lidským faktorem je poka-yoke a proškolení zaměstnanců. Dále také Jidoka, tok jednoho kusu či údržba strojního zařízení.

V dnešní době bývá přidáván ještě osmý druh plýtvání.

- **Nevyužitý potenciál zaměstnanců**

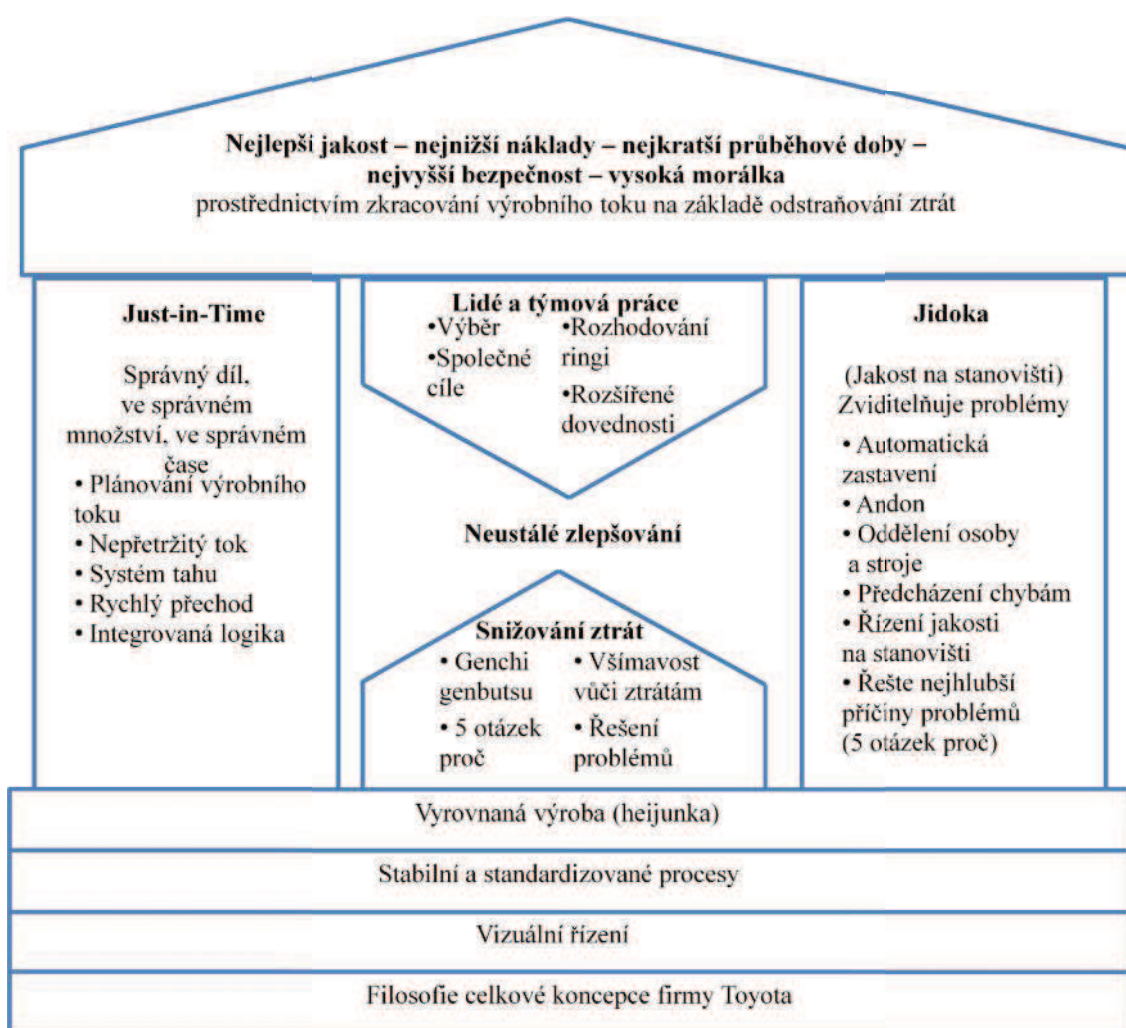
Jedná se především o nevyužití schopnosti a znalosti zaměstnanců v důsledku nezájmu a nenaslouchání ze strany firmy [8, 9].

1.3 Vzájemné vztahy ve výrobním systému

Výrobní systém Toyoty (TPS) byl s velkým úspěchem využíván po desetiletí ve všech jejích závodech. V rámci jeho rozšíření i do ostatních, především dodavatelských firem, se objevila potřeba ho jednoduše popsat a zaznamenat. Z tohoto důvodu vznikl přehledný diagram, tzv. dům TPS (viz obr. 1.3).

Dům TPS symbolizuje propojenost jednotlivých prvků výrobního systému. Stabilní může být jen tehdy, pokud jsou pevné všechny jeho části. Naopak jakýkoli slabý článek oslabuje celý systém. Odsud vyplývá, že nejdříve je zapotřebí věnovat se vybudování hlavně kvalitních základů, na které lze pak dále stavět dva vnější pilíře a střechu.

Kromě existence jednotlivých prvků je velmi důležité jejich vzájemné působení a posilování se. Nelze tedy štíhlou výrobu chápat pouze jako soubor nástrojů. Jedná se o propracovaný systém, kde v samotných základech je například vyrovnaná výroba z hlediska množství a rozmanitosti výrobků či stabilní a standardizované procesy. Dále dům TPS tvoří dva pilíře: Just in time a Jidoka. JIT odstraňuje maximální možné množství pojistných zásob a je tedy nejviditelnější z charakteristických rysů TPS. Jidoka zajišťuje jakost na pracovišti tím, že brání vadnému dílu v cestě na další pracoviště a v případě potřeby zastavuje výrobní proces. Toto vyžaduje především vhodnou reakci ze strany lidí, kteří jsou v samotném centru systému. Střecha je tvořena cíli, jako je nejlepší jakost, nejnižší náklady, či nejvyšší bezpečnost [8].



Obr. 1.3 Systém výroby firmy Toyota (TPS) [8].

1.4 Nástroje a principy štíhlé výroby

Štíhlá výroba se řídí dle základních nástrojů a principů. Vybrané budou popsány v dalších podkapitolách. Jak již bylo uvedeno výše, nejedná se pouze o soubor nástrojů, ale velmi důležité jsou vazby mezi jednotlivými prvky a jejich vzájemné interakce.

1.4.1 Analýza a měření práce

Analýza a měření práce slouží především k nalezení a odstranění neefektivností a tím i zlepšení procesů. Nejedná se tedy o pouhou znalost času.

Tento nástroj, jak název napovídá, lze rozdělit na dvě části. Analýza se věnuje především metodám, jak je práce vykonávána, identifikaci a odstranění plýtvání. Cílem je návrh nového a lepšího postupu. Naproti tomu měření zjišťuje, jak dlouho práce trvá a výstupem je norma spotřeby času. Společným výsledkem obou částí je pak vyšší produktivita [9].

Analýza a měření práce je prováděno pomocí následujících metod:

- **Mapa plýtvání**

Jedná se o formulář, který slouží k prvotnímu zachycení plýtvání, tedy činností, které nepřidávají hodnotu dle jednotlivých kategorií uvedených výše.

• Procesní analýza

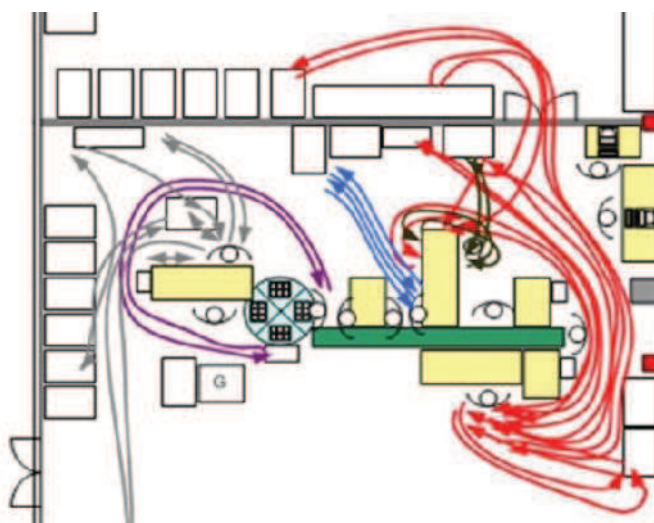
Zachycuje postup výroby přes několik technologických procesů. Zvláště vhodná je pro takové postupy, ve kterých se vyskytuje větší podíl přesunů, čekání a překážek. Sled aktivit zachycený symboly (viz tab. 1.1) dohromady tvoří grafické znázornění, postupový graf. Z něho lze vycházet při tvorbě nového dispozičního řešení [9, 10].

Tab. 1.1 Symboly používané při grafickém znázornění [10].

Symbol	Činnost	Symbol	Činnost
○	pracovní operace	□	kontrolní operace
⇒	dopravní operace	▽	skladování
VZ ⇒	doprava vysokozdvížným vozíkem	D	čekání na provedení operace
J ⇒	doprava jeřábem		

• Špagetový diagram

Špagetový diagram představuje vhodný prostředek pro vytvoření nového rozmístění. Zachycuje pohyb pracovníka či materiálu během zvolené doby a odhaluje zbytečné přesuny, chůzi mimo pracoviště, apod. [9, 11]. Zakresluje se přímo do dispozičního řešení pracoviště (viz obr. 1.4).



Obr. 1.4 Příklad špagetového diagramu [11].

• Snímek pracovního dne

Jedná se o podrobné pozorování a zapsání všech činností a jejich spotřeby času v průběhu směny, které lze provádět u jednotlivce, pracovní čety (skupina pracovníků, jejichž práce na sebe navazuje), hromadně (více pracovníků, kteří pracují samostatně), nebo momentkově (ve zvolených momentech). Existuje i snímek pracovního dne vlastní, který si pracovník provádí sám.

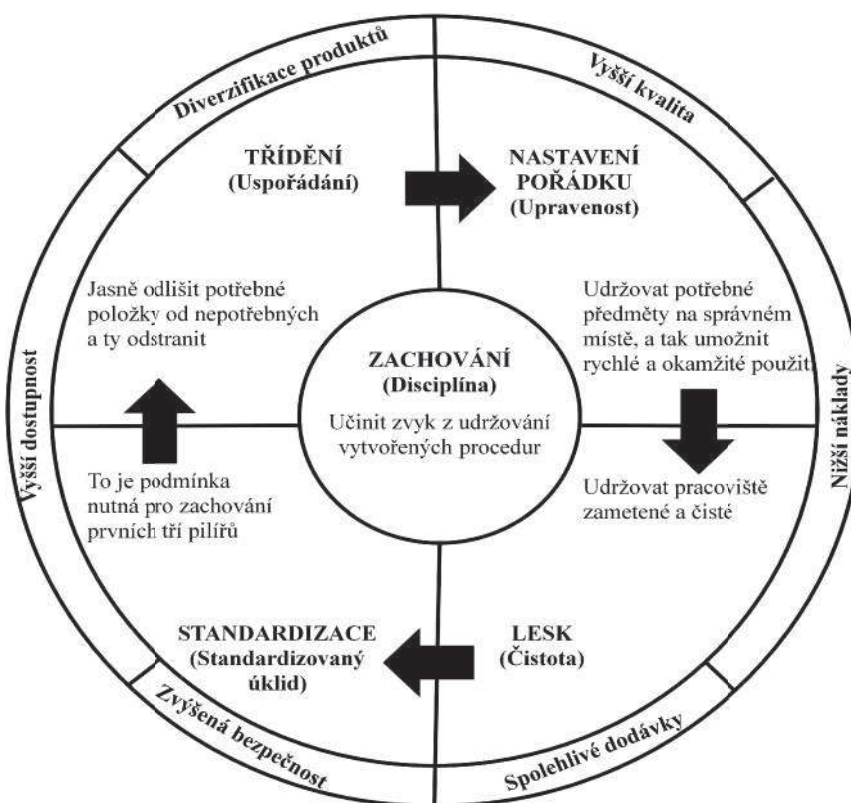
Snímek poskytuje komplexní obraz o využití pracovníků a umožňuje například lepší vybalancování linky a tím zvýšení efektivity [9].

1.4.2 5S

5S je celosvětově známá technika, která si klade za cíl vytvořit tzv. štíhlé pracoviště (výrobní, ale i administrativní, apod.) a systematicky snížit plýtvání. Hlavní podstata spočívá v tom, že na štíhlém pracovišti jsou pouze takové předměty, které jsou při výrobě zapotřebí. Toto pracoviště je čisté, vizualizované, standardizované a bezpečné. Nejedná se tedy jen o pouhý úklid, jak bývá 5S často mylně chápáno.

Samotný název byl odvozen z pěti japonských slov: Seiri (Separovat), Seiton (Systematizovat), Seiso (Stále čistit), Seiketsu (Standardizovat) a Shitsuke (Sebedisciplinovanost). Jejich vzájemnou návaznost zobrazuje obr. 1.5. První tři nástroje slouží k samotným změnám na pracovišti, další dva pak k zajištění jejich trvalého fungování.

Stejně jako vše ostatní se vyvíjí i metodika 5S. V současné době ke klasickým 5S přibýlo ještě 6S, tedy bezpečnost a občas bývá dodáváno i 7S – ekologie [9, 12].



Obr. 1.5 Vazby mezi jednotlivými kroky 5S [13].

• Přínosy 5S

Zavádění pílířů 5S se ve firmě může setkat s odporem některých zaměstnanců. Přináší však řadu výhod, jak pro firmu, tak i pro ně samotné.

Především dochází k redukci plýtvání ve formě nadbytečných zásob v procesu, zbytečného skladovacího prostoru či času stráveného hledáním. Tím je možno snižovat náklady. Další přínos představuje zlepšení materiálových toků, kvality, produktivity a bezpečnosti. V neposlední řadě dochází také ke zlepšení pracovního prostředí a usnadnění komunikace mezi zaměstnanci [9, 13].

- **1S – Seiri - Separovat**

První krok při zavádění 5S, separovat neboli vytřídit znamená rozlišit všechny předměty na pracovišti na nezbytné a zbytečné. Nepotřebné předměty by měly být odstraněny. Dojde tím k zpřehlednění a zvětšení prostoru.

Během separování by měly být nejdříve všechny předměty označeny červenými visačkami (kartičkami) a zapsány do karty pracoviště. Následně je zapotřebí vyhodnotit frekvenci jejich používání a dle toho je umisťovat. Často používané předměty bývají ponechány přímo na pracovišti, a čím méně jsou využívány, tím mohou být umístěny dále od něj, například ve vzdálenějším skladu. Rozhodování o jednotlivých položkách je zapotřebí provádět přímo s pracovníky.

- **2S – Seiton - Systematizovat**

Cílem druhého pilíře je umístit předměty, které byly ponechány po vytřídění tak, aby bylo snadné je najít, použít a vrátit na místo (viz obr. 1.6). Z tohoto důvodu je zapotřebí vizualizace. Systematizování eliminuje plýtvání v podobě hledání a zbytečných pochůzek pro potřebný materiál, díly, pracovní nářadí, atd.

Během volby vhodného místa je zapotřebí respektovat zásady ergonomie. Následně by měla být definována také kapacita, aby se předešlo hromadění zbytečných předmětů. Další část postupu představuje vizualizace navrženého stavu, která obsahuje údaje o tom, co má být umístěno, kde a v jakém množství. Tato vizualizace zahrnuje například i barevné značení podlah a tvorbu dispozičního řešení pracoviště.

- **3S – Seiso – Stále čistit**

Při zavádění třetího S se provádí hloubkové čištění pracoviště, tedy například i odkrytování strojů. V této čistotě je pak pracoviště již nadále udržováno. Cílem je snížení bezpečnostních rizik, defektů a udržení zařízení v takové podobě, aby bylo možné je kdykoli použít.

V tomto kroku se však nejedná o pouhé čištění. Během něj dochází i ke kontrole poškozených či povolených součástí. Dále je vhodné řešit, z jakého důvodu vlastně znečištění vzniká, a jak by bylo možné ho odstranit. Nedílnou součástí představuje i nafocení pracoviště před a po čištění. Toto slouží jako vizualizace provedených změn.

- **4S – Seiketsu – Standardizovat**

Proces standardizace umožňuje zachovat a dále zlepšovat první tři již zavedené pilíře. Bez něho by se pravděpodobně vše vrátilo do původního stavu, což není žádoucí a demonstruje to důležitost vytvoření standardů. V nich by mělo být přesně definováno, kdo je za co zodpovědný, kdy, kde, jak a co má být prováděno, tak aby byly všechny činnosti vykonávány stejně.

- **5S – Shitsuke – Sebedisciplinovanost**

Páté S si klade za cíl z dodržování předchozích kroků vytvořit dlouhodobý návyk a běžnou součástí pracovní náplně tak, aby se vše nevrátilo do původního stavu.

Nutná je i kontrola, kterou si mohou například pracovníci provádět sami mezi sebou při předávání směny. Další možnosti představují kontrolní karty či pravidelné 5S audity, během kterých se hodnotí dodržování předepsaných standardů a mohou sloužit

jako podklad pro udělení postihů, nebo odměn v případě, že je 5S navázáno na odměňování pracovníků.

• 6S – Bezpečnost

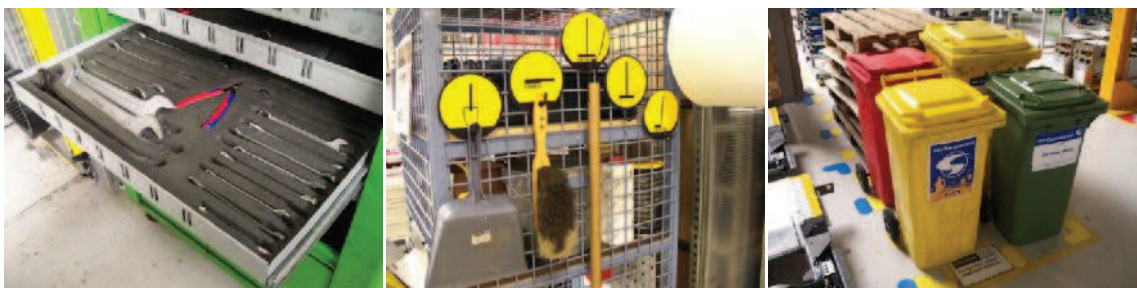
V dnešní době se velký důraz klade na bezpečnost pracovníků, tedy eliminaci rizik na pracovišti, s cílem dosáhnout nulové úrazovosti.

Všechna rizika nelze odstranit. Snahou tedy zůstává alespoň eliminovat jejich vliv na člověka například používáním osobních ochranných pomůcek, dostupností havarijních prostředků, vytvořením standardů bezpečné práce, atd.

• 7S – Ekologie

Ochrana životního prostředí představuje v současnosti velmi důležitý bod metodiky 5S. Snahou je identifikovat a následně odstranit, nebo alespoň zmenšit rizikové faktory znečištění jednotlivých složek životního prostředí, především tedy ovzduší, vody a půdy.

Ekologické chování se uplatňuje i v odpadovém hospodářství podniku. Jedná se především o ukládání a správné třídění odpadů do barevně rozlišených kontejnerů (viz obr. 1.6), označení nebezpečných odpadů či zamezení úniků olejů a chemikálií [12, 13].



Obr. 1.6 Ukázka 5S ve společnosti IFE.

1.4.3 Vizuální management a pracoviště

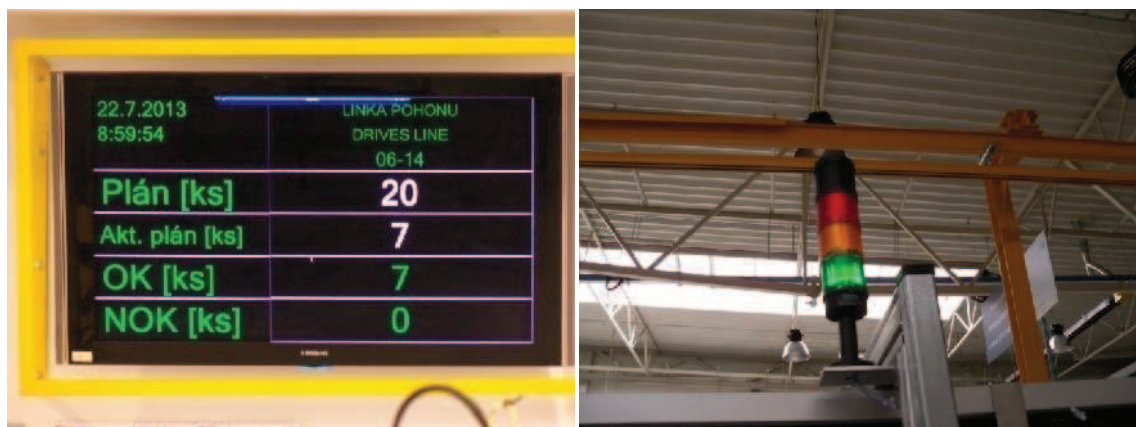
Vizuální management umožňuje efektivně předávat informace nejen mezi zaměstnanci, ale i zákazníky a návštěvníky podniku tak, aby jim každý rozuměl. Zachycuje především metody, výrobní činnosti a měřené parametry ve výrobě. K hlavním přednostem vizualizace patří zlepšení organizace práce, snížení chybovosti v procesu, snadnější zaškolení díky standardizovaným postupům, lepší informovanost o dosahovaných výsledcích a jednodušší řízení a plánování zakázek.

Na vizuálním pracovišti jsou všechny procesy jasně popsány a definovány. Díky tomu je toto pracoviště uspořádané, organizované a každý může snadno odhalit odchylky od standardu a abnormality.

Vizualizace bývá nejčastěji zajištěna těmito prostředky:

- standardy (práce, pracoviště, úklidu a čištění,...),
- jednobodové lekce,
- technologické postupy,
- nástěnky a informační tabule (viz obr. 1.7),
- značení vstupu a výstupu materiálu,

- světelná (andon) a akustická signalizace (viz obr. 1.7),
- podlahové značení a rozmístění [14, 15].



Obr. 1.7 Vizualizace na pracovištích ve společnosti IFE.

1.4.4 Standardizovaná práce

Smyslem je především zajištění stabilního průběhu práce a výsledků pomocí standardů. Tyto standardy dokumentují proces a přesně popisují způsob provedení pracovních úkonů tak, aby je každý vykonával stejně.

K hlavním výhodám zavedení standardizované práce patří především eliminace chyb, rychlé odhalení abnormalit, snížení kolísavosti výkonu a snazší zaškolení nových pracovníků [14].

1.4.5 SMED

Název SMED vznikl jako zkratka anglických slov Single Minute Exchange of Die. Tato metodika řeší možnosti snížení času na přetypování neboli přestavbu strojního zařízení při změně produkce z hodin na jednotky minut.

S konceptem SMED přišel Shigeo Shingo koncem 50. a začátkem 60. let. Bývá využíván především pro pracoviště, která představují úzká místa, a přetypování znamená velké ztráty z kapacity stroje.

Snaha o krátkou průběžnou dobu výroby, a tedy nízké zásoby a rozpracovanost výroby, vede ke zmenšování výrobních dávek. K tomu je zapotřebí také zkracovat dobu přetypování strojního zařízení, protože během tohoto času nedochází k přidávání hodnoty výrobku a představuje tedy plýtvání.

Jako čas potřebný na přetypování bývá označována doba mezi výrobou posledního kusu původního typu až po výrobu prvního dobrého kusu typu nového. Zahrnuje tedy výměnu nástrojů a přípravků, nové nastavení parametrů, jejich vyladění, vyrobení prvního kusu a jeho následnou kontrolu.

Běžně bývá přetypování prováděno různými operátory rozdílně, protože chybí standardní postup. Dochází také k hledání a zdlouhavému dopravování součástek a nástrojů či nastavování a několikanásobnému doladování. Všechny tyto činnosti zbytečně zvyšují čas, kdy je zastavena výrobní činnost pracoviště, případně celé linky a jsou řešeny v rámci

metodiky SMED, která se skládá z níže jmenovaných kroků schematicky znázorněných na obr. 1.8.

- **Přípravná fáze**

Během ní je přímo na pracovišti prováděn důkladný rozbor současného stavu přetypování pomocí metod analýzy a měření práce, pořízením videozáznamu přestavby.

- **První krok – oddělení činností**

V prvním kroku dochází k rozlišení a separování interních a externích činností. Interní činnosti jsou takové, které nemohou být prováděny za chodu stroje a musí tedy dojít k jeho zastavení. Jedná se například o vlastní seřizování stroje. Externí činnosti je možno provádět za chodu stroje a měly by tak být i prováděny. Mohou zahrnovat přípravu a údržbu nástroje či přípravu pracovních pomůcek.

- **Druhý krok - převod interních činností na externí**

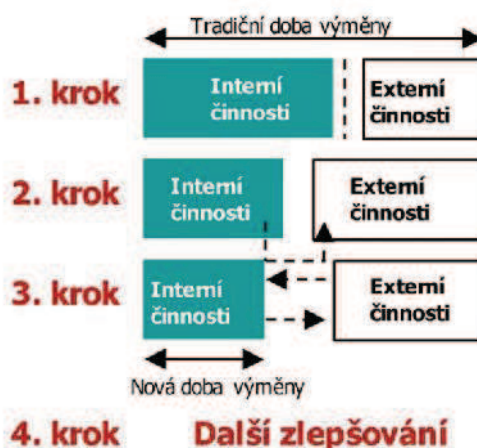
Převodem interních činností na externí je možno redukovat spotřebu času. Toto bývá umožněno například přípravou pracoviště před samotným přetypováním, zajištěním pomocného pracovníka či předseřizováním nástrojů.

- **Třetí krok – zkrácení činností**

V tomto kroku jsou podrobně analyzovány jednotlivé interní i externí činnosti s cílem zkrácení doby, která je potřebná k jejich vykonání. Řešením může být reorganizace pracoviště, rychloupínání nástrojů, standardizace dílů či zkracování zkušební doby.

- **Čtvrtý krok – následné zlepšování**

Poslední část se věnuje dalšímu zlepšování a tréninku operátorů tak, aby bylo dosaženo minimálních časů během přetypování. Jiný směr představuje snahu o eliminaci samotných přestaveb strojního zařízení díky standardizaci dílů, tak aby již nebyly potřebné.



Obr. 1.8 Schematické znázornění jednotlivých kroků metodiky SMED [17].

Po provedení jednotlivých kroků metodiky SMED dochází k významnému zkrácení časů nutných pro přetypování, a tedy i snížení nákladů. To je umožněno nejen díky pracovníkům, kteří toto přetypování provádí dle standardizovaných postupů, ale i díky jednoduššímu a rychlejšímu přeseřizování s využitím rychloupínačů a dalších přípravků [9, 16].

2 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI IFE

Společnost IFE se zabývá vývojem, zakázkovou výrobou a servisem automatických dveřních systémů pro kolejová vozidla, jako jsou tramvaje, metra či vlaky. V této oblasti se také řadí ke světovým lídrům. Samotný název je zkratkou pro Innovations For Entrance Systems, tedy Inovace pro vstupní systémy, jak zobrazuje i logo společnosti na obr. 2.1 [18, 19].



Obr. 2.1 Logo společnosti IFE [19].

Vznik se datuje k roku 1947, kdy byl ve Vídni založen „Institut für Technische Forschung und Entwicklung“. V roce 1997 došlo k odkoupení společnosti IFE německým koncernem Knorr-Bremse, jehož historie sahá až do roku 1905, kdy jej v Berlíně založil Georg Knorr [18].

V současné době má skupina IFE své pobočky téměř po celém světě. Kromě Evropy, kde je závodů nejvíce, lze další nalézt také v Asii, Americe a Austrálii, jak ukazuje mapa na obr. 2.2 [20].



Obr. 2.2 Celosvětové zastoupení poboček skupiny IFE [20].

2.1 IFE-CR, a.s.

V České republice byla společnost IFE-CR, a.s. založena v Brně roku 1996 na základech společnosti Hády – Metall. K důležitým milníkům rozhodně patří o rok později odkoupení koncernem Knorr-Bremse, jak již bylo zmíněno výše.

Roku 2002 došlo k přestěhování firmy do současných moderních výrobních prostor v průmyslové zóně CTP Modřice. Od této doby jsou také implementovány metody štihlé výroby. V dalších letech začal brněnský závod vyrábět kromě dveřních křídel i pohony a schody pro kolejová vozidla. K nejvýznamnějším zákazníkům patří společnosti Alstom, Bombardier a Siemens.

Společnost je držitelem certifikátů dle standardů DIN EN ISO 14001:2009, IRIS (International Railway Industry Standard), OHSAS 18001:2007, DIN EN 15085-2 pro svařování a DIN 6701-2 (třída A1) pro lepení kolejových vozidel a jejich dílů [21].

IFE-CR, a.s. se sídlem v Modřicích (viz obr. 2.3) zaměstnává v současnosti 540 pracovníků. Ročně vyrobí 14 500 dveří, 11 000 pohonů a téměř 5 000 schodů pro kolejová vozidla. V roce 2012 bylo dosaženo obrátu 1,825 mld. Kč [18].



Obr. 2.3 Sídlo společnosti IFE-CR, a.s. v CTP Modřice, Brno.

2.2 Výroba v Brně

V brněnské pobočce společnosti IFE jsou vyráběny automatické nástupní systémy pro kolejová vozidla, jako jsou vlaky či vozidla městské hromadné dopravy (metra a tramvaje). Tyto nástupní systémy se skládají ze schodů či ramp a dveří v různých provedeních, jak ukazuje obr. 2.4. V případě dveří se může jednat o předsvuné dveře vozidel dálkové i městské dopravy, posuvné dveře nebo kabinové a mezivozové dveře. Schody mohou být kyvné, sklápěcí nebo posuvné.



Obr. 2.4 Produkty vyráběné v brněnské pobočce: a), b) předsvuné dveře, c) posuvné dveře, d) kabinové dveře, e) schody [22].

Dle těchto vyráběných produktů je rozdělen i samotný brněnský závod na pět segmentů. Jedná se o segment schodů, hrubé montáže dveří, finální montáže dveří, oprav od zákazníků a dveřních pohonů. Právě naposled jmenovaným pohonům se dále věnuje tato diplomová práce.

2.3 Segment pohonů

Dveřní pohony neboli drive units (DU) jsou vyráběny ve dvou variantách: RLS a E3. Tyto pohony nachází uplatnění především u předsvuných dveří pro hromadnou přepravu.

Předsvuné dveře (viz obr. 2.4) se vyznačují tím, že v zavřené poloze zcela splývá dveřní křídlo s povrchem karoserie. Díky tomu mají dobré těsnicí vlastnosti a atraktivní design. Při otevírání dochází nejdříve k jejich předsunutí a teprve poté k otevření podél karoserie. Tím vznikne dostatek místa v oblasti nástupního prostoru. Vzhledem k dalším výhodám,

jako je odolnost v zimních podmínkách nebo jednoduchost a spolehlivost systému, je tento typ dveří montován v Evropě do všech tramvajů, metra a příměstských vlaků [23].

2.3.1 Pohon RLS

Elektrický dveřní pohon RLS patří k celosvětově nejpoužívanějším. Tento typ pohonu je uplatňován v případě, že dochází k častému otevírání a uzavírání dveří. To je navíc možno provádět během krátkých časových úseků. Vhodný je tedy především pro tramvaje, podzemní vlaky či příměstské železnice.

K dalším jeho výhodám patří necitlivost vůči deformaci dveří, což je umožněno jednoduchou strukturou s pevnými komponenty. Pohon RLS lze také modifikovat dle mnoha různých požadavků a z hlediska výroby byl speciálně vyvinut montážní proces umožňující krátké a efektivní časy během montáže [24].

Příklady konkrétních vyráběných typů pohonu RLS:

Metro Moskau, Tram Chorzów (viz obr. 2.5), Citadis Le Mans, MF 2000, Tram Debrecen, Urbos Sydney, Urbos Birmingham, U - Bahn Wien, Translohr, NAT Ile de France.



Obr. 2.5 Pohon RLS - typ Tram Chorzów.

2.3.2 Pohon E3

Na základě předešlých zkušeností a vyzkoušených komponent vznikl inovativní kompaktní dveřní pohon E3. Vyznačuje se vyšší spolehlivostí a pružností než jeho předchůdci [24].

Příklady konkrétních vyráběných typů pohonu E3:

EMU Auckland, NDW, U6 T - Wagen (viz obr. 2.6), SBB - FV - Dosto, Gold Coast.



Obr. 2.6 Pohon E3 - typ U6 T - Wagen.

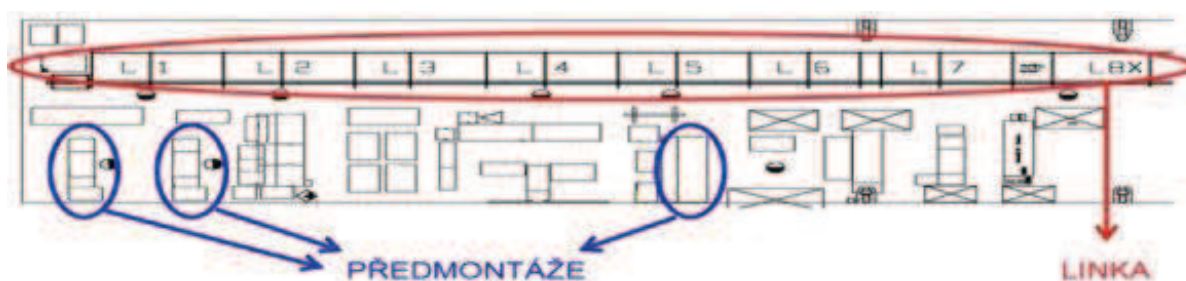
3 VÝROBA POHONŮ DVEŘNÍCH KŘÍDEL

Výroba v segmentu pohonů dveřních křídel je realizována ve třech hlavních částech. Jedná se o pracoviště předmontáže, samotnou montážní linku a pracoviště testování. Přes tato pracoviště prochází postupně pohony E3 i RLS ve všech svých typech. Protože se jedná o zakázkovou výrobu a dochází k častému střídání vyráběných typů, musí se tomu pracoviště pružně přizpůsobovat.

Během analyzovaného období došlo k přestěhování výroby dveřních pohonů mezi halami, změně dispozičního řešení a organizace práce. Níže budou tedy popsány obě tyto varianty.

3.1 Původní stav

Před stěhováním, ke kterému došlo v srpnu 2013, výroba začínala na pracovištích předmontáže. Odsud byly dodávány předmontované menší celky přímo do jedné montážní linky, jak ukazuje obr. 3.1. Toto umožňovalo urychlení výroby.



Obr. 3.1 Původní uspořádání pracovišť předmontáže a linky [25].

Na montážní lince postupně šest operátorů ve dvou směnách skládalo jednotlivé díly až do vyrobení kompletního pohonu na posledním pracovišti. Rozpracovaný kus byl mezi jednotlivými pracovišti přepravován na montážních upínkách řetězovým dopravníkem. K jeho posunu mezi jednotlivými pracovišti docházelo najednou po ukončení práce, která trvala nejdelší čas. Takto vznikaly časté prostoje ostatních operátorů, což vedlo k realizaci nového uspořádání a organizace práce.

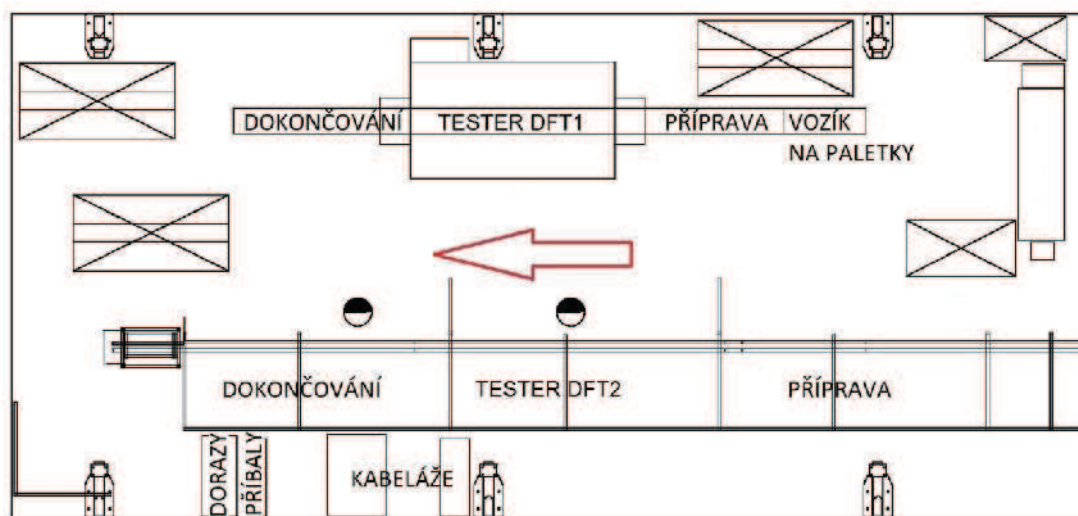
Pracoviště předmontáže i samotné linky byly zkonstruovány z hliníkových profilů. Ke standardnímu vybavení každého pracoviště patřil dotykový monitor, na kterém se operátorovi zobrazovaly jednotlivé kroky výrobního postupu, čtečka čárových kódů, skluzy pro přepravky s materiálem, krabičky se spojovacím materiálem a úložné místo pro nářadí. Rozměrnější díly byly uloženy na vozících u linky.

Za poslední operaci montážní linky navazovalo testování pohonů.

3.1.1 Pracoviště testování

Poté, co pohon prošel všemi pracovišti na lince, jednalo se stále jen o smontovaný polotovár s omezenými funkčními a užitnými vlastnostmi a bylo zapotřebí provést další jeho nastavení a otestování.

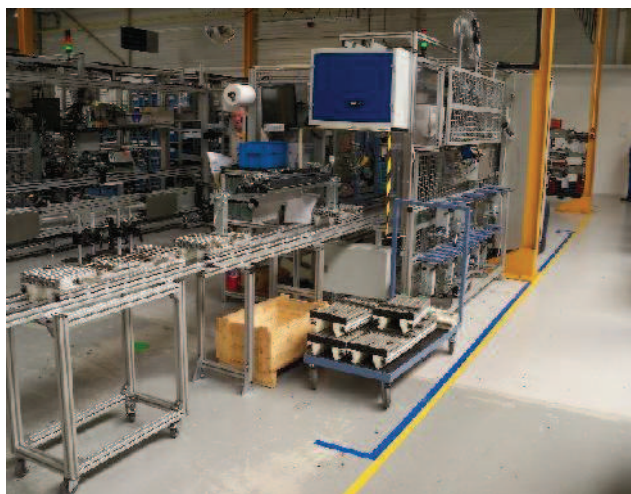
Ve společnosti IFE se testuje každý vyrobený pohon, tím pádem přes toto pracoviště, jehož uspořádání je zobrazeno na obr. 3.2, procházely ve směru šipky postupně všechny kusy.



Obr. 3.2 Původní uspořádání pracoviště testování [25].

Testování pohonů bylo možno provádět na jednom ze dvou rovnocenných seskupení pracovišť. Každé toto seskupení lze dále rozčlenit na přípravu, tester a dokončování, jak ukazuje obr. 3.2. Samotný test pohonu byl prováděn přímo v poloautomatickém testeru DFT1, nebo DFT2, který byl v té době teprve zaváděn do provozu.

Vzhledem k tomu, že pracoviště testování (viz obr. 3.3) představovalo úzké místo za linkou a bylo třeba vyrovnat rozdíly, střídaly se zde tři směny. Obsluhu zajišťovali vždy dva operátoři, z nichž jeden prováděl samotné testování na poloautomatu a druhý se věnoval přípravě pohonu, jeho dokončování a manipulaci s ním.

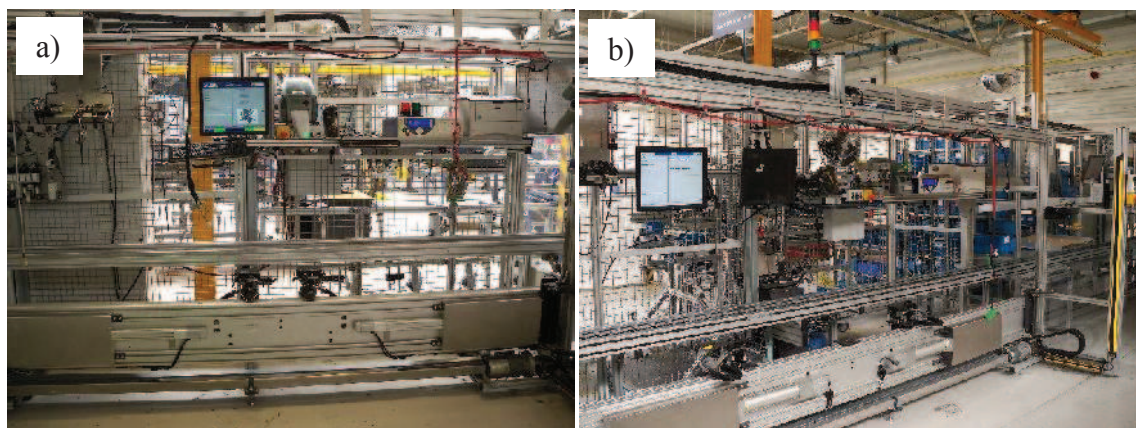


Obr. 3.3 Celkový pohled na pracoviště testování.

V ideálním případě, pokud to časové návaznosti a typ umožňovaly, byl pohon z posledního pracoviště montáže přepraven řetězovým dopravníkem přímo na pracoviště přípravy a následně do testeru DFT2. Častěji ho však poslední operátor linky jeřábem přemístil na stojan, kde pohon čekal, dokud ho nebude možno otestovat. V případě typu E3 bylo zapotřebí navíc ještě provést přednastavení před testem. Za tímto účelem byly celé stojany s pohony převáženy na druhou halu, tam přednastaveny a následně vraceny zpět

před pracoviště testování. Tuto manipulaci prováděl operátor starající se zároveň o přípravu a dokončování pohonu po testování. Po ukončení všech nutných operací také zajistil přesun pohonu jeřábem na stojan již otestovaných pohonů, odvoz tohoto stojanu na pracoviště závěrečné kontroly a balení.

Operátor obsluhující poloautomatický tester DFT1, nebo DFT2 (viz obr. 3.4) se po celou dobu věnoval samotnému testování, připojování kabeláží či přetypování stroje při změně testovaných pohonů.



Obr. 3.4 Poloautomatický tester: a) DFT1, b) DFT2.

V případě, že daný typ pohonu bylo časově nevýhodné nebo nemožné otestovat na poloautomatu, muselo se jeho testování provést na manuálním testeru umístěném ve vedlejší hale.

3.2 Současný stav

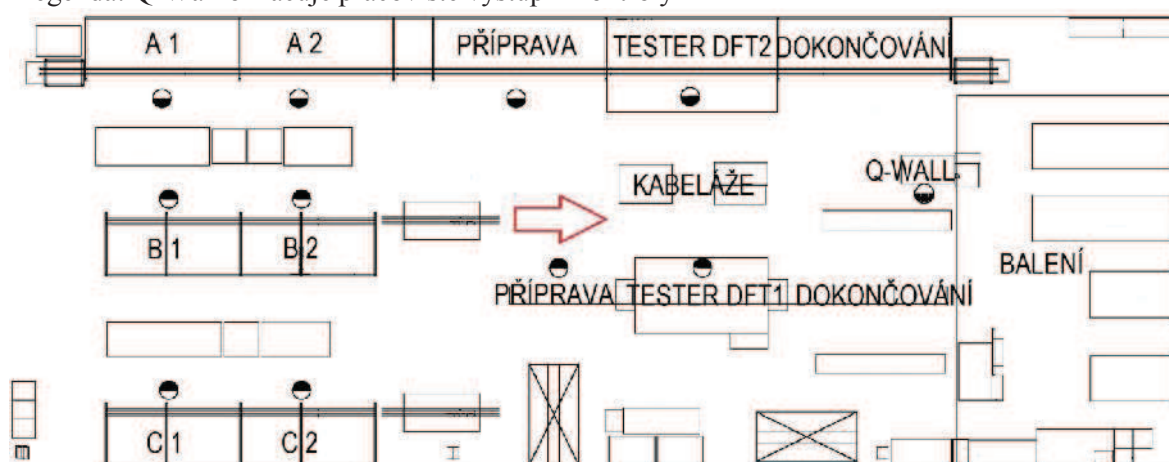
Během srpna roku 2013 došlo ke změně dispozičního řešení i organizace práce na pracovištích předmontáží, linky i testování. K nejvýraznějším změnám patřilo přestěhování celé výroby dveřních pohonů na vedlejší halu a zcela jiné uspořádání pracovišť i počtu pracovníků na nich.

Mezi hlavní důvody k tomuto rozhodnutí je možno zařadit ztrátové časy čekajících operátorů v jedné montážní lince na posledního pracujícího, časté překládání pohonů na stojany a obtížnou manipulaci spojenou s nutností převozu těchto stojanů do druhé haly na pracoviště přednastavení typu E3, manuální testování či následné balení již otestovaných pohonů.

Provedenými změnami došlo ke zvýšení kvality výroby především díky odbourání nutnosti manipulace a s ní spojených možných poškození pohonů. Dále se na tomto zlepšení podílí i včasné odhalování problémů a nekvalitně montovaných kusů ve výrobě umožněné okamžitým testováním a ne až po vyrobení velkého počtu pohonů, jak tomu bylo dříve.

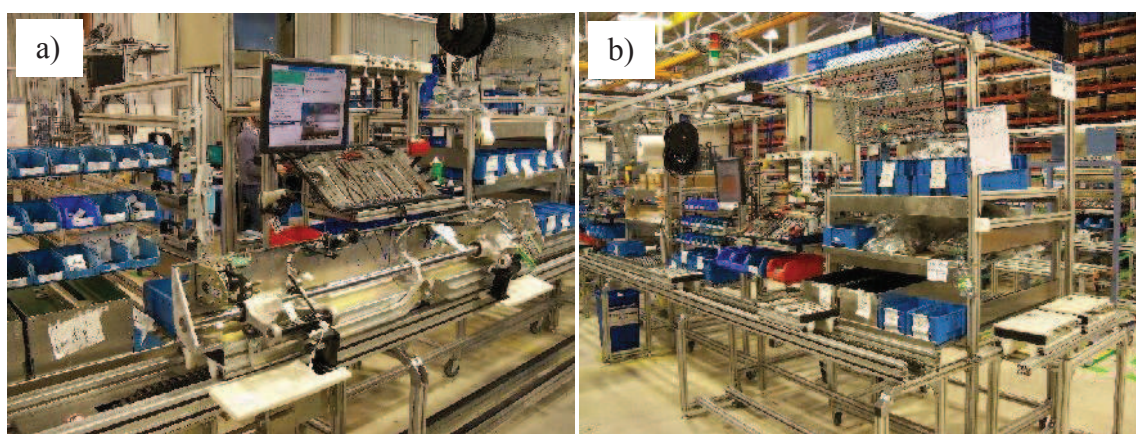
V novém uspořádání byla jedna původní montážní linka rozdělena na tři samostatně fungující linky označované A, B, C (viz obr. 3.5). Každá z nich je nezávislá na dalších dvou linkách a může z připravených součástí a předmontovaných celků samostatně kompletovat různé typy pohonů. Díky sloučení pracovních operací a snížení počtu pracovišť pouze na dvě v lince došlo zároveň i k eliminaci ztrátových časů způsobených čekáním pracovníků. Montáž jednotlivých typů pohonů zajišťuje tedy šest operátorů ve dvou směnech.

Legenda: Q-Wall označuje pracoviště výstupní kontroly



Obr. 3.5 Současné uspořádání pracovišť linky a testování [25].

Vybavení samotných montážních pracovišť v linkách se prakticky nezměnilo, jak ukazuje obr. 3.6. I nadále jsou pracoviště vybavena dotykovým monitorem, zobrazujícím pracovní postup, čtečkou čárových kódů a náradím. V důsledku změny organizace práce a sloučení více pracovišť do jednoho byl rozšířen sortiment krabiček se spojovacím materiálem. Potřebné komponenty pro montáž jsou dodávány dle aktuálně vyráběného typu pohonu na každé z linek. Uspořádání celé linky dokumentuje obr. 3.6.



Obr. 3.6 Montážní linka: a) jedno pracoviště, b) komplexní uspořádání.

V současné době je možno na každé ze tří samostatných linek A, B, C provádět montáž jiného typu pohonu. Při tom bývá využíváno přímé návaznosti linky A a následného pracoviště testování v testeru DFT2 (viz obr. 3.5). Z tohoto důvodu se linka A, pokud je to možné, věnuje takovým typům, aby byla zaručena časová návaznost montáže na dobu potřebnou k otestování. Linky B a C se naproti tomu zaměřují na časově náročnější montáž složitějších pohonů, protože na obě navazuje pouze jedno pracoviště testování DFT1. K přesunu smontovaných kusů slouží především k tomu speciálně určené vozíky, které zkracují čas potřebný na manipulaci v porovnání s využitím jeřábu, jak tomu bylo dříve.

V případě nutnosti provedení manuálního otestování či přednastavení pohonu před testováním v poloautomatickém testeru DFT (především u typu E3) je k tomu

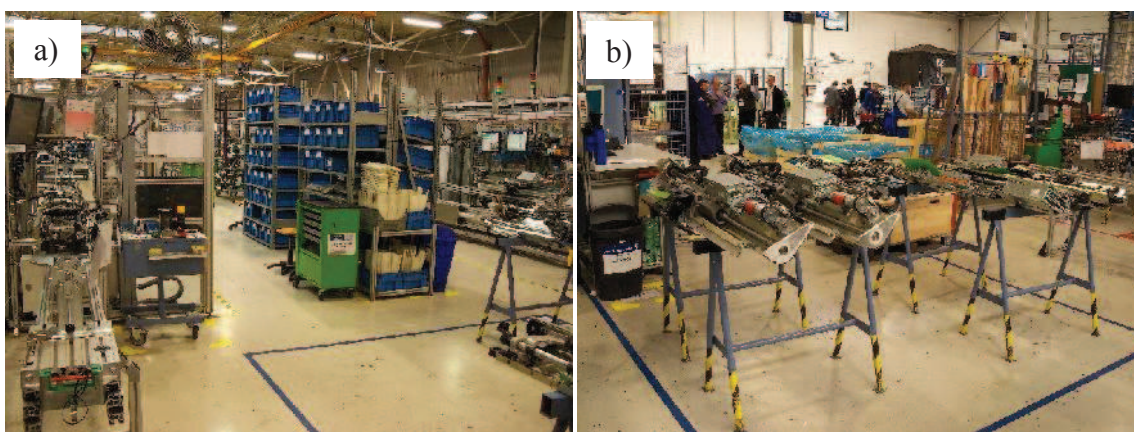
využíván prostor za linkou B. Manuálně testované pohony bývají tedy přednostně montovány právě na této lince.

3.2.1 Pracoviště testování

Pracoviště testování dveřních pohonů navazuje na montážní linky, jak ukazuje obr. 3.5. I po provedených změnách jsou stále k dispozici dva poloautomatické testery DFT. Výrazná změna však nastala ve sloučení těchto pracovišť s manuálním testováním a přednastavovacím pracovištěm do jednoho prostoru. Dříve se nacházely ve dvou různých halách a docházelo tak ke zbytečné manipulaci s pohony.

Vzhledem k přímé návaznosti testeru DFT2 na linku A jsou pohony z této linky, pokud je to možné, přednostně testovány právě zde. Pracoviště manuálního testování je v případě potřeby umístěno za linkou B, ze které odebírá smontované kusy. Jinak pohony z této linky společně s pohony z linky C postupují do testeru DFT1.

V současné době, po provedených organizačních změnách, na pracovišti testování (viz obr. 3.7) pracuje pět operátorů ve dvou směnách. Dva z nich se věnují obsluze samotných poloautomatických testerů, dva operátoři zajišťují manipulaci s pohony, jeho přípravu či následné dokončování a poslední operátor řeší především opravy, pokud je to zapotřebí. Jinak se věnuje dalším činnostem na pracovišti testování, jako je manuální testování a přednastavení pohonů.



Obr. 3.7 Celkový pohled: a) pracoviště testování, b) pracoviště Q-Wall a balení.

Po otestování a dokončení pohonu jej operátor s pomocí jeřábu přemístí na následující pracoviště Q-Wall (viz obr. 3.7), které se věnuje výstupní kontrole kvality a kontrole provedení všech předepsaných operací. Na závěr dochází k zabalení hotových kusů.

Obě tato pracoviště se dříve nacházela na druhé hale než samotné pracoviště testování a kvůli nutnosti přesunu pohonů docházelo ke zbytečné manipulaci s nimi.

4 POSTUP TESTOVÁNÍ

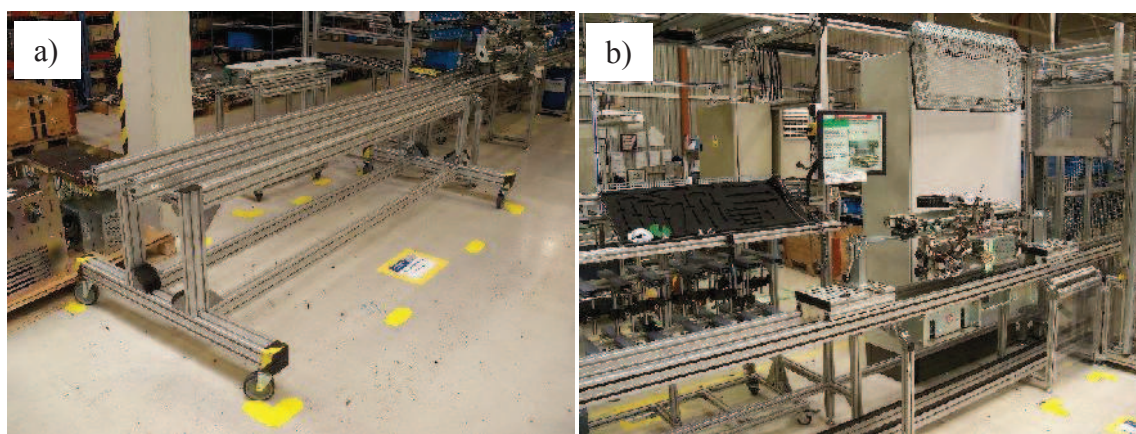
Vzhledem k tomu, že po samotném smontování pohonu se stále ještě nejedná o hotový produkt, je zapotřebí ho oživit a otestovat, aby byly zajištěny předepsané a požadované vlastnosti. Toto se provádí u každého kusu právě na pracovišti testování, které lze rozčlenit na dvě samostatná pracoviště poloautomatického testování (skládající se z pracoviště přípravy, testeru DFT a pracoviště dokončování), přednastavovací stolice pro typ E3 a pracoviště manuálního testování.

Oživení smontovaného pohonu představuje důležitou operaci, při níž jsou nastaveny užité vlastnosti jako základní mechanické (rozevření dveří), vůle či bod sepnutí spínačů. Díky testování následně dochází k ověření technických a funkčních parametrů pohonu.

4.1 Příprava před testováním

Na linkou smontovaném pohonu je zapotřebí před samotným testováním provést ještě několik úkonů označovaných jako příprava.

Nejdříve operátor zajišťuje přepravu pohonu mezi montážní linkou a pracovištěm testování. K tomu bývají zpravidla použity speciální vozíky (viz obr. 4.1). V případě potřeby lze využít jeřáb, jehož nevýhodou je ale především delší čas potřebný k manipulaci.



Obr. 4.1 Vybavení na pracovišti: a) vozík pro přepravu pohonů, b) pracoviště přípravy.

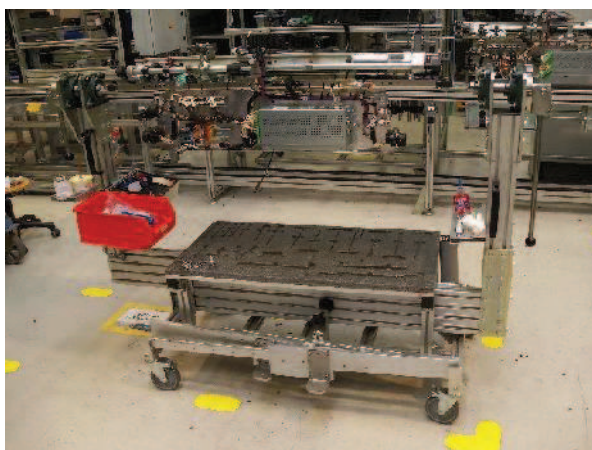
Pracoviště pro přípravu pohonů (viz obr. 4.1) je vybaveno dotykovým monitorem, na kterém se operátorovi po načtení daného typu čtečkou zobrazuje sled jednotlivých požadovaných úkonů. K nim patří například kontrola úplnosti montáže, namazání kontaktních funkčních ploch či označení šroubů, se kterými se již nebude během testování hýbat modrou a červenou barvou, tedy tzv. seznáčení.

4.1.1 Přednastavení typu E3

Na rozdíl od typu RLS, jehož příprava před testováním probíhá přímo na výše zmiňovaném pracovišti, vyžaduje typ E3 výrazně větší počet úkonů, označovaných jako přednastavení.

Nastavení těchto parametrů není možné přímo v testeru DFT z důvodu nemožnosti otočení pohonu. Přednastavení je tedy prováděno na speciální stolici (viz obr. 4.2) umístěné za linkou B.

Nastavovací stolice umožňuje natáčení pohonu, který je díky tomu přístupný ze všech stran. Takto lze provádět všechny předepsané operace, jako je nastavení úhlů, polohy koncového spínače, ovládacích prvků (zámek dveří, nouzové otevírání), teleskopu či vizuální kontrola. V případě, že pohon bude dále testován na poloautomatickém testeru DFT1, musí být navíc zkontrolována i velikost otevírací síly. Díky tomu, že novější tester DFT2 je více přizpůsoben právě pro testování typu E3, zvládá tuto kontrolu sám a není třeba ji provádět již při přednastavení, což vede k úspoře času.



Obr. 4.2 Přednastavovací stolice s pohonem V300 Zefiro.

Nastavování pohonů E3 je časově náročné. Trvá delší dobu (cca 40 minut, dle typu), než samotné testování v testeru DFT, což může představovat problém především z hlediska organizace práce. Další ztrátový čas je potřebný na manipulaci se smontovaným pohonem z linky, či stojanu na přednastavovací stoličce a následně z ní. Nastavování pohonů E3 oproti testování RLS představuje poměrně kritické místo celého pracoviště.

4.2 Testování

Jak již bylo uvedeno, ve společnosti IFE je testován každý vyráběný pohon, přičemž je dle jeho typu volena vhodnější z variant: poloautomatické testování x manuální testování. Časem se však počítá s přesunem všech testů na poloautomatické testery DFT.

4.2.1 Poloautomatický tester DFT1 a DFT2

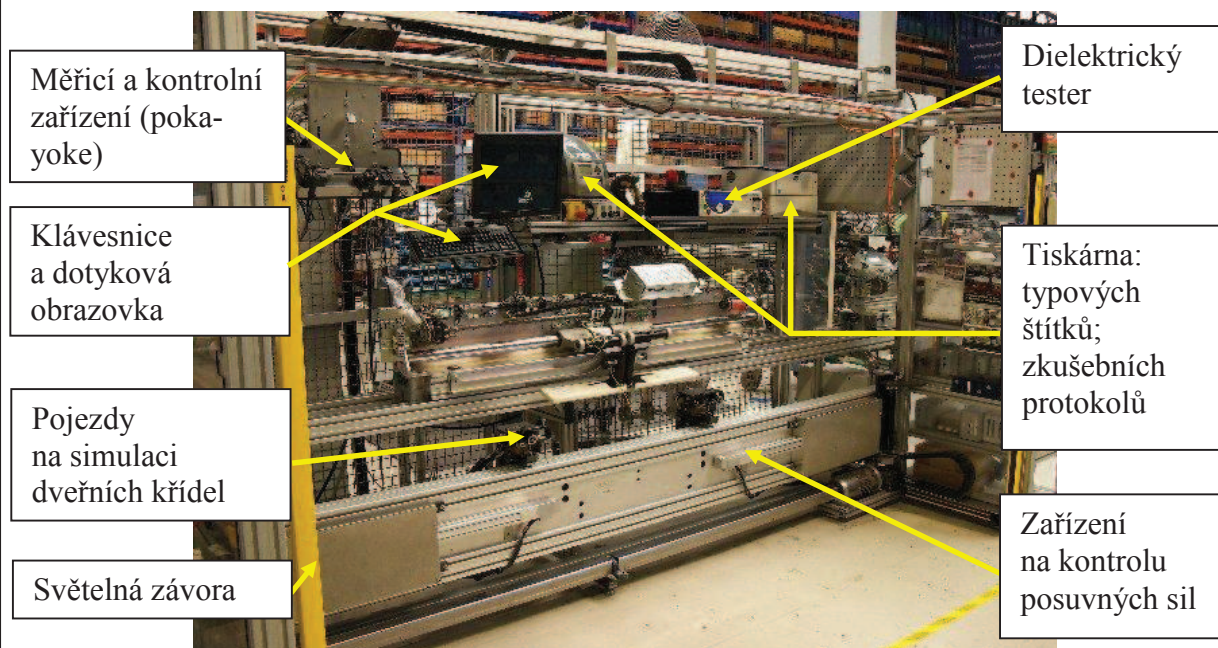
Poloautomatické testování se vyznačuje částečně samostatným chodem testeru a zároveň nenahraditelností operátora při některých úkonech. V současné době je prováděno na DFT1 a novějším DFT2, vhodnějším pro testování typu E3.

Pracoviště obou testerů se od sebe významně neliší. Jejich vybavení ukazuje obr 4.3 na příkladu testeru DFT1. Podobně, jako na pracovištích linky, je i zde k dispozici čtečka pro načtení pohonu a dotyková obrazovka, zobrazující postupně jednotlivé kroky testu. Dále je tester vybaven například měřicím a kontrolním zařízením s prvky poka-yoke, dielektrickým testerem či zařízením na kontrolu posuvných sil. V neposlední řadě se na pracovišti nachází tiskárny pro tisk typových štítků a zkušebních protokolů.

Další nezbytnou pomůckou při testování představují kabeláže, které jsou typově odlišné. Každá kabeláž obsahuje zkušební propojovací kabel a kabel pro dielektrický test. K jejich výměně dochází vždy se změnou typu testovaného kusu. Vzhledem k četnosti těchto změn

jsou tedy tyto kabeláže skladovány v modrých přepravkách v kovových regálech přímo mezi testery, jak ukazuje obr. 3.7.

Posledním prostředkem využívaným při testování pohonů jsou řídicí jednotky. V současné době je jimi většina pohonů osazena již při montáži. Přesto existují typy, které jsou zákazníkovi dodávány bez řídicí jednotky. Pro jejich testování je tedy zapotřebí mít připraveny odpovídající externí řídicí jednotky. Bez nich by nebylo otestování pohonu možné.



Obr. 4.3 Vybavení poloautomatického testeru DFT1.

V současné době je většina vyráběných pohonů testována na poloautomatických testerech. Jedná se o typy RLS i E3, přičemž E3 bývají přednostně testovány na stroji DFT2, umístěném za linkou A.

Konkrétně se jedná například o tyto typy:

RLS: Citadis Toulouse, Tram Chorzów, Metro Milan, MF 2000,

E3: V300 Zefiro, EMU Auckland, U6 T - Wagen.

• Kroky testování

Jednotlivé kroky testování lze rozčlenit do několika skupin. Nejdříve je nutné provést upnutí pohonu a jeho identifikaci. Následuje vystředění, fixace a vykonání samotných testovacích operací. Po dokončení testů je vytištěn zkušební protokol a štítky, které jsou nalepeny na tento protokol a testovaný pohon. Podrobný postup jednotlivých činností při testování je popsán v tab. 4.1.

Tab. 4.1 Kroky poloautomatického testování.

Úkon	Popis činnosti
Přenesení dat zakázky	načtení štítku pohonu
Skenování dílů	načtení štítků součástí (motoru, brzdy,...)
Ustavení středového uchycení	
Připojení ramen	nastavení úhlu pro posuv ramen
Kontrola checklistu	
Kontrola vedení a koncového spínače	ruční nastavení koncových spínačů
Test vysokým napětím	dva cykly, nutná odpovídající kabeláž
Test ozubeného řemene	připojení další kabeláže
ŘJ - nahrání zkušebního programu	program nutný pro vykonání testu
Test kabelového unášeče	
Test hlavního vypínače	
Test kontaktní lišty	
Test posuvným měřidlem	
Test krouticího momentu	
Test brzdy	
Test poloautomaticky	
Test cyklu	provedení devíti cyklů otevření
Test výkyvu	
Test posuvné (otevírací) síly	
ŘJ – nahrání sériového programu	program pro následné užívání
Data	
Legenda:	
červeně zvýrazněny kroky provádí pouze novější tester DFT2	
ŘJ označuje řídicí jednotku	

Z důvodu bezpečnosti operátorů u některých kroků dochází ke spuštění světelné závory, která brání jejich provedení v případě, že se v pracovním prostoru testeru nachází osoba. Jedná se především o takové operace, v nichž je do testovaného pohonu přiváděn proud o vysokém napětí nebo dochází k přesunu pohyblivých částí stroje. Konkrétně se jedná o tyto činnosti: ustavení středového uchycení, kontrola vedení a koncového spínače, test vysokým napětím, nahrání zkušebního programu, test kabelového unášeče, test cyklu a posuvné síly.

• Přestavba testeru

Přestavbu poloautomatu DFT je zapotřebí provést vždy se změnou testované produkce na jiný typ. Jedná se o sled poměrně rychlých a jednoduchých úkonů, mezi něž patří ustavení a načtení nového pohonu na test, demontáž původní kabeláže a její zařazení na příslušnou pozici v regálu, nalezení a montáž aktuálně potřebné kabeláže, nastavení zadních opor a upínek v testeru dle typu pohonu.

4.2.2 Manuální testování

Na rozdíl od poloautomatického testování je manuální testování plně prováděno a řízeno k tomu vyškoleným operátorem. Během testování je kus po celou dobu umístěn na mechanické zkušební stoličce (viz obr. 4.4), která se nachází v prostoru za montážní linkou B. Pohon tedy neprochází přes tři pracoviště (příprava, tester, dokončování), jak by tomu bylo při poloautomatickém testování, ale všechny předepsané operace vykonává jeden operátor, který se krom jiného věnuje například i seznačení šroubů.

Po ukončení všech úkonů provádí následně přepravu otestovaného pohonu přímo na Q-Wall, tedy pracoviště výstupní kontroly. Pracoviště manuálního testování je tedy plně samostatné a neovlivňující činnost na obou poloautomatech DFT.

Kromě zkušebních stolic, kterých existuje více druhů, dle typu aktuálně testovaného pohonu, k výbavě pracoviště patří čtečka a dotykový monitor sloužící k zobrazení pracovního postupu, podobně jako tomu je i na pracovištích linky. Vzhledem k tomu, že při tomto způsobu testování neexistuje jeden komplexní stroj, na rozdíl od poloautomatu DFT, je nutné pracoviště dovybavit ještě dalšími zkušebními prostředky. Konkrétně se jedná například o elektrické zkušební zařízení, zkušební řídicí jednotku, zkratovací adaptér, napájecí zdroj a dielektrický test.



Obr. 4.4 Zkušební stolice s pohonem Metro Moskva.

Přestože v současné době většina vyráběných pohonů již prochází přes poloautomatické testování, má manuální testování stále svoji nezastupitelnou úlohu. Uplatňuje se především pro typy RLS, které dosud nebyly zavedeny na testery DFT nebo by jejich testování zde bylo časově náročnější, než při manuálním testu.

Konkrétně se jedná například o tyto typy:

RLS: Metro Moskva, DT 5, Translohr C2V, Metrolink Manchester

E3: NDW.

• Kroky testování

Manuální testování zajišťuje vyškolený operátor, který se během něho řídí pracovním postupem a kromě samotného testování se věnuje i vyplnění zkušebního protokolu montáže. Tento protokol představuje záznam o provedení všech předepsaných testů. Podrobný postup jednotlivých činností při testování je popsán v tab. 4.2.

Tab. 4.2 Kroky manuálního testování.

Úkon	Popis činnosti
Mechanické nastavení	
Test mechanického nastavení	kontrola
Dielektrický test	zkouška izolačního stavu kabeláže
Funkční test	zkouška elektrické funkčnosti
Kontrola velikosti otevírací a zavírací síly	
Kontrola výsuvu (otevření)	
Zpracování dokumentace	vyplnění zkušební protokolu
Nalepení identifikačních štítků na protokol a pohon	

Kromě uvedených činností operátor kontroluje také úplnost montáže, označení pevně nastavených komponent, pohyblivost posuvných dílů či celkovou nepoškozenost pohonu.

Při závěrečném dokončování ještě označí šrouby modrou a červenou barvou a zalakuje štítky, aby následně nedocházelo k jejich odlupování.

4.2.3 Porovnání jednotlivých typů testování

Vzhledem ke dvěma rozdílným, výše popsaným způsobům testování, každý z nich v sobě skýtá své výhody a nevýhody. Jejich přehled pro případ poloautomatického testování na testeru DFT je uveden v tab. 4.3 a pro případ manuálního testování pak v tab. 4.4.

Tab. 4.3 Výhody a nevýhody poloautomatického testování.

Výhody	Nevýhody
Tester je plně vybaven a není třeba dalších prostředků	Složitě mechanicko-elektronické zařízení
Eliminuje vliv a možné chyby lidského faktoru	Časová náročnost při odstraňování zjištěné neshody
Existence dvou samostatných pracovišť	
Menší vliv operátora na výsledky	

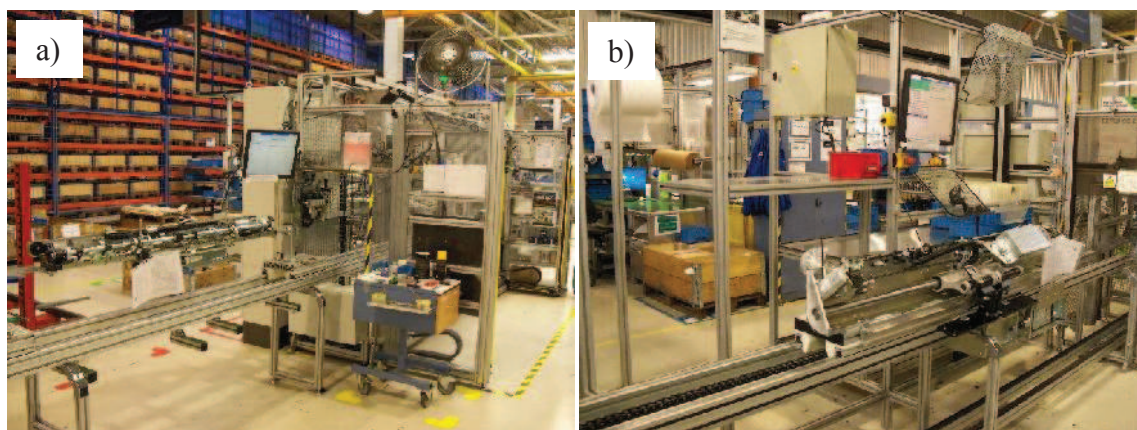
Tab. 4.4 Výhody a nevýhody manuálního testování.

Výhody	Nevýhody
Operátor může měnit pořadí operací během testování	K testování je zapotřebí kromě zkušební stolice řada dalších prostředků
	Vyšší možnost chyby způsobené operátorem (vynechání operace, nebo její chybné provedení)
	Nejsou k dispozici automatizované prostředky
	Nutný vysoce zkušený operátor
	Vysoký vliv operátora na výsledky

Vzhledem k uvedeným faktorům dochází k postupnému nahrazování manuálního testování poloautomatickým.

4.3 Dokončování

Za každým z obou poloautomatických testerů DFT následuje poslední operace před tím, než je finální produkt odeslán na Q-Wall neboli výstupní kontrolu a balení. Jedná se o pracoviště dokončování (viz obr. 4.5).



Obr. 4.5 Pracoviště dokončování: a) za testerem DFT1, b) za testerem DFT2.

Všechny požadované úkony se operátorovi zobrazují po načtení daného kusu na dotykové obrazovce, již je pracoviště vybaveno. Patří k nim zalakování štítků, aby se předešlo jejich následnému odlupování, označení šroubů modrou a červenou barvou, namontování dorazů a konzervace pohonu. Po ukončení všech těchto činností operátor následně jeřábem přemístí hotový kus na Q-Wall. V případě testeru DFT1 ještě za pomoci vozíku přemístí paletky, které po celou dobu testování upevňovaly pohon, na pracoviště přípravy k dalšímu použití. U novějšího testeru DFT2 jsou již paletky samy dopravovány s pomocí výtahu a dopravníku.

5 ŘEŠENÍ V PŮVODNÍM STAVU

Ještě před stěhováním a změnou organizace práce v srpnu roku 2013 bylo započato řešení problematiky pracovišť testování, neboť jejich návaznost na montážní linku nefungovala zcela bez potíží. Jednalo se o úzké místo. Z tohoto důvodu byla nejdříve provedena pozorování, analýzy a měření práce, aby mohly být odhaleny hlavní příčiny vznikajících problémů a následně navrženo jejich řešení.

5.1 Analyzování pracovišť testování

V první řadě bylo zapotřebí provést analýzy skutečného stavu na pracovištích testování pohonů. Jednalo se především o snímkování pracovního dne operátorů a odhalení plýtvání.

5.1.1 Časové snímky operátorů

Z důvodu utvoření komplexního obrazu o využití pracovníků byly provedeny snímky jejich pracovního dne. I přes nevýhody této metody, ke kterým patří časová náročnost a psychická zátěž pozorovaných i pozorovatele, bylo výhodné její provedení, neboť odhalila celkový průběh práce na pracovišti testování.

Pozorování byla prováděna vždy polovinu směny, tedy po dobu čtyř hodin, u pracovníka obsluhujícího tester i u pracovníka vykonávající ostatní činnosti. Na základě tohoto rozdělení byl zjištěn následující poměr mezi prací a prostojem (viz tab. 5.1).

Tab. 5.1 Využití pracovní doby.

	Práce [%]	Prostoj [%]
Operátor obsluhující tester	73	27
Operátor zajišťující přípravu, dokončování a manipulaci	39	61
Celkové využití pracovní doby	56	44
Legenda:		
skutečné hodnoty byly na žádost společnosti upraveny a vynásobeny koeficientem		

Největší podíl na vysokém zastoupení prostojů mělo čekání operátorů. To zpravidla nastalo, pokud testovaný pohon neprošel některým z testů. Následné odhalení chyby bylo časově náročné a oprava musela být provedena odborníky přímo v testeru. Dále kvůli pouze jedné sadě testovací kabeláže nebylo možno využít ani druhý, v té době volný, poloautomatický tester DFT. Často také nastávalo opakování chyby u více kusů za sebou, protože pohony nebyly testovány průběžně ihned po vyrobení kusu.

5.1.2 Odhalení plýtvání

Během pozorování byly také identifikovány jednotlivé druhy plýtvání (viz tab. 5.2). K jejich zaznamenání posloužila mapa plýtvání.

Tab. 5.2 Identifikované plýtvání.

Druh plýtvání	Zaznamenané plýtvání
Nadvýroba (nadprodukce)	- Nutnost opakování testů v případě chybných a následně opravovaných pohonů
Nadbytečná práce	- Operátoři si sami musí navážet stojany s pohony na testování - Ruční opisování identifikačních kódů - Hledání správné testovací kabeláže v regálech s krabicemi - Skládání a rozmotávání zkušební kabeláže do krabic

Čekání	<ul style="list-style-type: none"> - V případě nalezení a řešení chyby, následné provedení opravy přímo v poloautomatickém testeru DFT - Operátor provádějící dokončování čeká na další otestovaný pohon - Při nalezení chyby na příchod odborného pracovníka - Na ukončení automatického chodu během testu
Zbytečná doprava	<ul style="list-style-type: none"> - Několikanásobná přeprava stojanů s pohony mezi halami - Překládání pohonů z/na stojany
Opravování	<ul style="list-style-type: none"> - Nepřesností z montážní linky - Většinu oprav provádí operátoři sami
Zbytečný pohyb	<ul style="list-style-type: none"> - Chůze pro testovací kabeláže do vzdáleného regálu - Odnos paletek (do nichž je pohon upnut během testu) za stroj - Chůze během dokončování pro označovací barvy ke stolku
Zásoby	<ul style="list-style-type: none"> - Smontovaných pohonů na stojanech, čekajících na otestování - Velký počet řídicích jednotek, často již nepoužívaných typů

Poznatky z provedených analýz byly dále použity k identifikaci problémů, které vznikaly na daném pracovišti, a následnému návrhu nápravy.

5.2 Problematika přestaveb a uložení testovacích kabeláží

Vzhledem k poměrně obtížnému a časově náročnému řešení některých nalezených plýtvání bylo nejdříve řešeno to efektivně odstranitelné. Konkrétně se jednalo o průběh a zkrácení časů přestaveb poloautomatických testerů DFT mezi jednotlivými typy pohonů a o umístění zkušebních kabeláží.

5.2.1 SMED

Zakázková výroba pohonů ve společnosti IFE je spojena s častými změnami produkce. Mezi jednotlivými typy bylo zapotřebí provést přetypování neboli přestavbu poloautomatického testeru DFT. Vzhledem k četnosti těchto přestaveb byla uplatněna metodika SMED, zabývající se snížením k tomu potřebných časů.

Nejdříve bylo provedeno pozorování a rozbor současného stavu (viz tab. 5.3) s cílem zjistit jednotlivé činnosti prováděné během přetypování a dobu potřebnou k jejich vykonání. Každá činnost byla také označena buď jako externí (prováděna za chodu stroje), či interní (prováděna po zastavení stroje).

Tab. 5.3 Současný stav přetypování.

Činnost	Doba trvání [min]	Kategorie
Ustavení a načtení pohonu na test	0:00:31	Interní
Demontáž původní kabeláže	0:00:49	Interní
Odnos nepotřebné kabeláže	0:00:20	Interní
Hledání	0:01:03	Interní
Přinesení nové kabeláže	0:00:19	Interní
Montáž kabeláže	0:01:07	Interní
Nastavení zadních opor	0:00:38	Interní
Nastavení úhlu dveřních upínek	0:01:07	Interní
Celková doba přestavby	0:05:54	

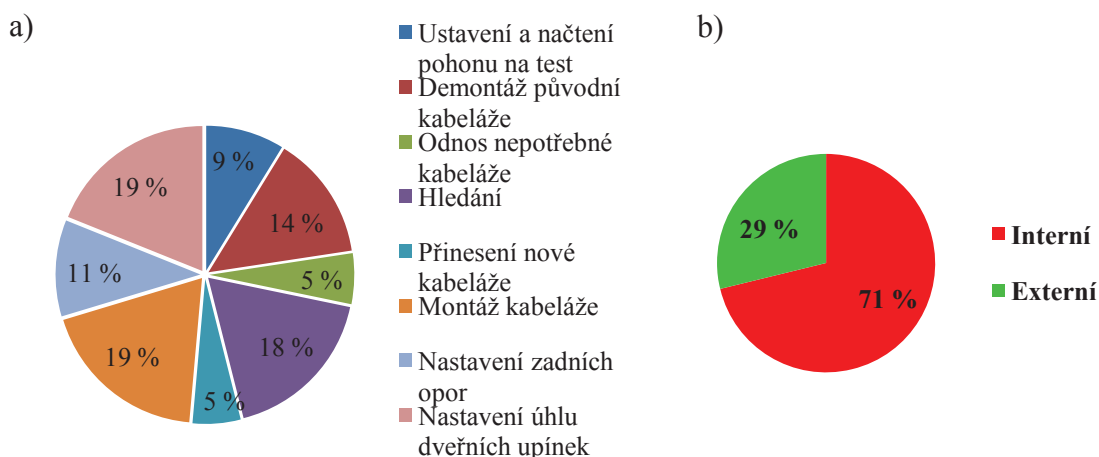
Jak je patrné z tab. 5.3 všechny činnosti byly dosud realizovány jako interní, tedy při zastaveném chodu testeru. Z tohoto důvodu byly navrženy změny. Vybrané

činnosti (viz tab. 5.4) je možno provádět i během testování a lze tak docílit snížení času přestavby, kdy je tester odstaven.

Tab. 5.4 Navržený stav přetypování.

Činnost	Doba trvání [min]	Kategorie
Ustavení a načtení pohonu na test	0:00:31	Interní
Demontáž původní kabeláže	0:00:49	Interní
Odnos nepotřebné kabeláže	0:00:20	Externí
Hledání	0:01:03	Externí
Přinesení nové kabeláže	0:00:19	Externí
Montáž kabeláže	0:01:07	Interní
Nastavení zadních opor	0:00:38	Interní
Nastavení úhlu dveřních upínek	0:01:07	Interní
Celková doba přestavby (po odečtení externích činností)	0:04:12	
Úspora času	0:01:42	

Procentuální zastoupení jednotlivých činností při přestavbě je uvedeno na obr. 5.1. Zde je také nově navrhovaný poměr mezi externími a interními činnostmi. V rámci čtvrtého S, standardizovat, byl vytvořen standard přestavby (viz příloha 1).

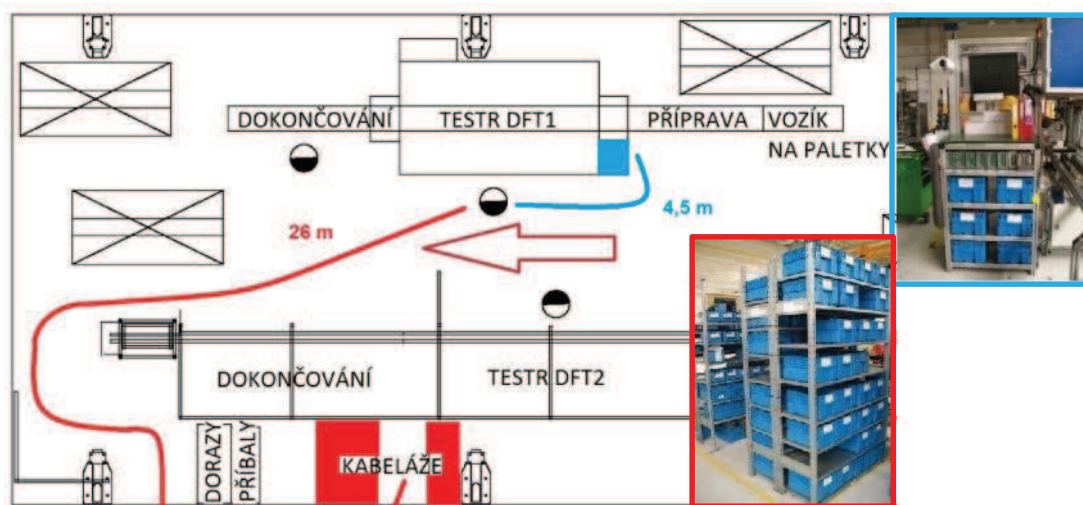


Obr. 5.1 Zastoupení jednotlivých činností: a) rozdělení činností při přestavbě, b) navržený poměr interních a externích činností.

5.2.2 Změna uložení testovacích kabeláží

Po rozboru a přeskupení interních a externích činností spočíval další krok v možnosti zkrácení doby potřebné k jejich vykonání.

Při provádění samotné přestavby nejvíce času operátorovi zabrala celkově výměna testovací kabeláže. Po odpojení již nepotřebné kabeláže ji musel zanést do vzdáleného regálu (viz obr. 5.2) mimo pracoviště, ve kterém byly uskladněny. Zde také musel nalézt kabeláž potřebnou pro další typ. Tato činnost trvala poměrně dlouho, vzhledem k velkému počtu krabic s kabelážemi a jejich neuspořádanosti. Po nalezení správné krabice s kabeláží si ji operátor odnesl zpět na pracoviště, kde ji následně připevnil na tester, dokončil další nastavení a mohl testovat následující typ pohonu.



Obr. 5.2 Umístění testovacích kabeláží: původní (červené), nové (modré).

Při přestavbě docházelo k plýtvání především z důvodu chůze operátora ke vzdálenému regálu s kabelážemi a poté hledání požadovaného typu. Proto bylo navrženo a následně i zrealizováno řešení v podobě přemístění vybraných krabic s kabelážemi přímo na pracoviště testování (viz obr. 5.2), vedle poloautomatického testeru DFT1, kde do té doby byly uskladněny málo využívané řídicí jednotky. Tyto zbytečné jednotky byly odstraněny z pracoviště v rámci prvního S, separovat.

Přímo na pracoviště byly umístěny nejčastěji používané testovací kabeláže. Méně často využívané byly ponechány v regálech mimo pracoviště. Zde však došlo k jejich uspořádání dle číselného označení typu (viz obr. 5.3), což velmi zkrátilo čas potřebný k hledání. Každá kabeláž měla tedy nově přesně určené své místo, což odpovídá druhého S, systematizovat.



Obr. 5.3 Změny v umístění testovacích kabeláží: a) původní stav regálu na pracovišti, b) nové uspořádání a označení méně využívaných kabeláží v regálech, c) nové umístění kabeláží přímo na pracovišti.

Provedenými změnami uspořádání se podařilo snížit dlouhý čas hledání u všech typů testovacích kabeláží a navíc zkrátit vzdálenost, kterou musí operátor urazit z 26 m na 4,5 m v případě nového umístění nejčastěji používaných typů.

5.2.3 Ekonomické zhodnocení

Navrhovanými změnami, tedy převodem interních činností na externí, a přeskupením skladovacích míst by bylo možno docílit časových a finančních úspor, které stručně shrnuje tab. 5.5.

Tab. 5.5 Souhrn úspor.

	Přestavba	Týden	Za rok
Průměrný počet přestaveb	-	21	1113
Úspora času	0:01:42	0:35:42	31:32:06 (4,2 směny)

Jak je patrné z výše uvedené tabulky i pomocí poměrně jednoduchých změn, lze docílit snížení času a jeho efektivnějšího využití např. ke zvýšení produktivity testovacího pracoviště.

5.3 Řešení dalších problémů

Vzhledem k tomu, že pracoviště testování představovalo úzké místo, díky provedeným analýzám byly odhaleny i další nedostatky (viz tab. 5.6). Na rozdíl ale od výše zmiňovaných řešení tyto návrhy nemohly být uskutečněny z časových důvodů, kvůli blížícímu se stěhování celé montáže a testování pohonů na vedlejší halu.

Tab. 5.6 Souhrn nalezených nedostatků a navrhovaných řešení.

Nalezený nedostatek	Navrhované řešení
Čekání operátora na vyřešení oprav blokujících tester	<ul style="list-style-type: none"> • zlepšení celkové organizace oprav (např. zavedení speciální směny řešící pouze opravy) • zrychlení řešení oprav pomocí příručky pro snadnější identifikaci příčin
Čekání operátora dokončování na otestovaný kus	<ul style="list-style-type: none"> • lepší vybalancování práce operátorů (jeden se věnuje testování, druhý zajišťuje ostatní operace)
Narušování plynulosti testování opakovanými testy jednotlivých kusů určených na opravu	<ul style="list-style-type: none"> • zlepšení celkové organizace oprav (např. zavedení speciální směny řešící pouze opravy, testování)
Nemožnost využití druhého testeru DFT z důvodu pouze jedné sady zkušební kabeláže pro daný typ pohonu	<ul style="list-style-type: none"> • zdvojení sad zkušebních kabeláží
Operátoři si sami naváží a odváží pohony mezi halami	<ul style="list-style-type: none"> • zapojení manipulantů
Malý pracovní prostor ztěžující manipulaci (velká zásoba stojanů s pohony před a po testování)	<ul style="list-style-type: none"> • redukce aktuálně pro testování nepotřebných stojanů s pohony
Nutnost několikanásobného překládání pohonů	<ul style="list-style-type: none"> • zavedení návaznosti pracoviště testování na montážní linku
Operátoři během testu řeší a opravují nedokonalosti montáže	<ul style="list-style-type: none"> • důslednější montáž
Testování až po smontování velkého počtu kusů daného typu (pozdní odhalení opakujících se chyb)	<ul style="list-style-type: none"> • zavedení návaznosti pracoviště testování na montážní linku

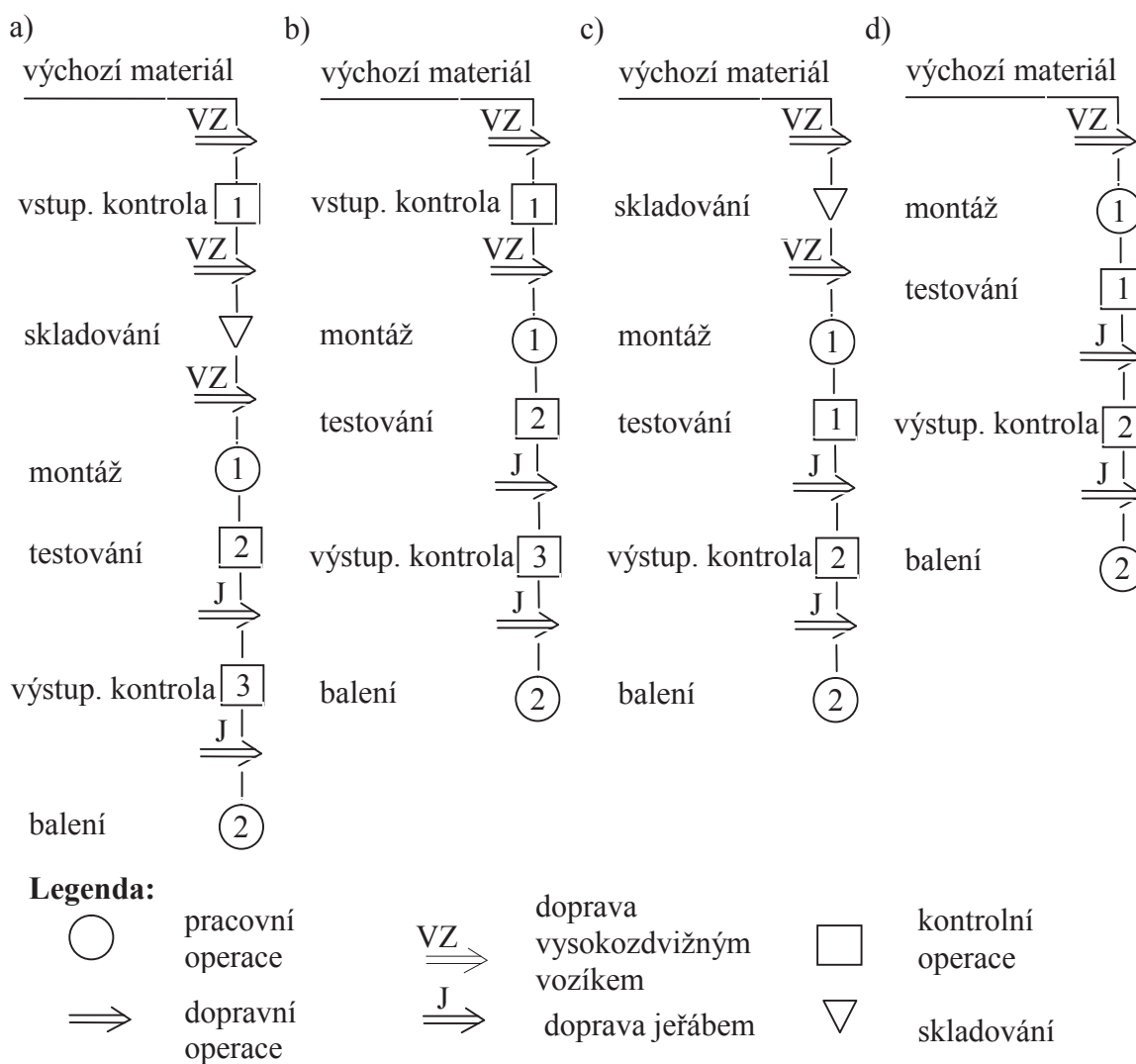
6 ANALÝZA A IDENTIFIKACE KRITICKÝCH MÍST SOUČASNÉHO STAVU

Po stěhování do současné podoby (viz obr. 3.5) došlo k rozdělení dosavadní jedné montážní linky na tři na sobě nezávislé linky. Na ně navazuje pracoviště testování se dvěma poloautomatickými a jedním manuálním testerem. Právě analýze tohoto pracoviště je věnována tato kapitola, aby následně mohla být identifikována kritická místa.

6.1 Procesní analýza

Pro pochopení jednotlivých návazností během výroby byl sestaven sled aktivit, který je graficky znázorněn formou postupového grafu na obr. 6.1.

Všechny součásti, ze kterých se pohon skládá, jsou pouze nakupovány a následně smontovány dohromady. Nedochozí tedy ke klasickým technologickým operacím, jako je např. řezání, soustružení, svařování, apod.



Obr. 6.1 Postupový graf pro vstupní materiál, který: a) je kontrolován vstupní kontrolou a skladován, b) je kontrolován vstupní kontrolou a prochází přímo do výroby, c) není třeba kontrolovat a je skladován, d) není třeba kontrolovat a prochází přímo do výroby.

Existují celkem čtyři varianty, jak je z výchozího materiálu pohon smontován dohromady. První z nich, nejsložitější, se uplatňuje u materiálu, který je zapotřebí zkontrolovat vstupní kontrolou. Jedná se především o materiál od takového dodavatele, který v nedávné době chyboval. Další odlišnosti plynou z možnosti materiál zaskladnit. Poslední a nejrychlejší z uvedených variant, tzv. „bypass“ se používá především pro materiál, kterého je nedostatek a je ihned zapotřebí ve výrobě.

6.2 Časové snímky operátorů

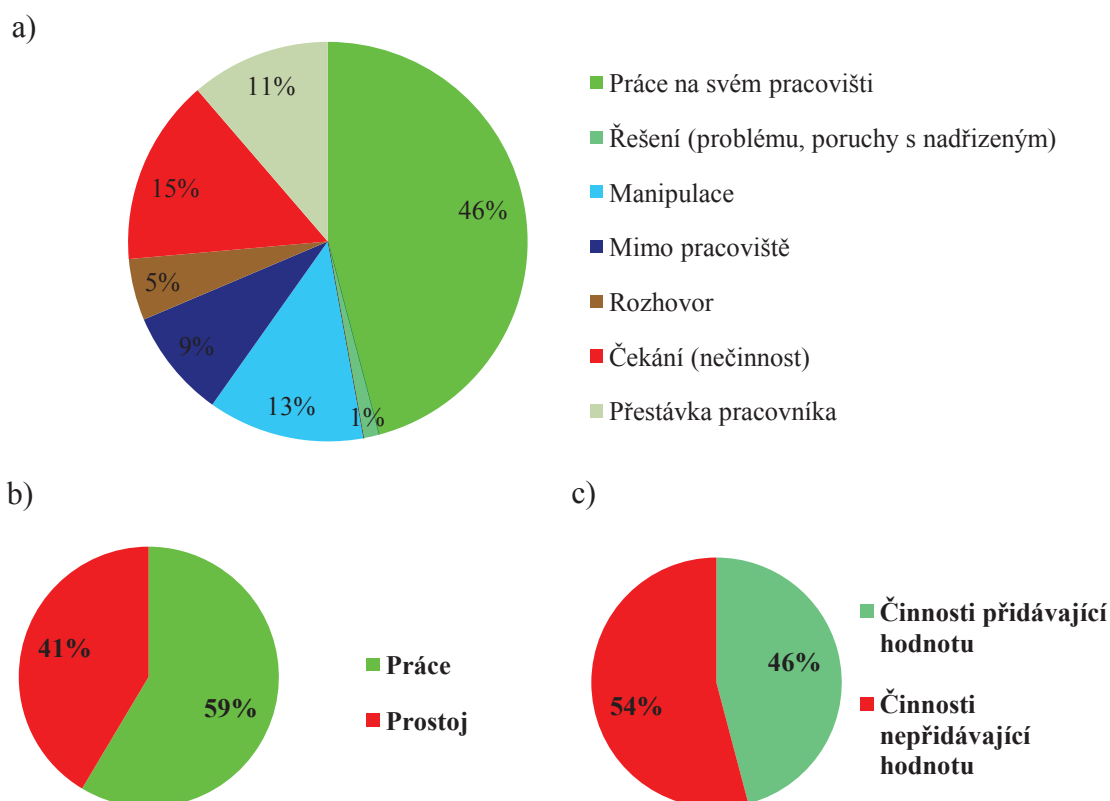
Podobně jako v původním stavu i zde bylo nutné si nejdříve utvořit komplexní obraz o fungování celého pracoviště. Proto bylo provedeno snímkování pracovníků za účelem zjistit procentuální zastoupení jednotlivých vykonávaných činností během jejich pracovní doby. Přestože je tato metoda poměrně časově a psychicky náročná, vyplatí se její využití, protože poskytuje důležité informace nejen o pracovním využití operátorů, ale i o tom, kterým činnostem se věnují, případně jaké problémy reálně řeší.

Pozorování bylo prováděno u pracovníků obsluhujícího tester i u pracovníků vykonávající ostatní činnosti jako je příprava, dokončování a manipulace. Pracovní doba byla rozdělena mezi práci/prostoj a dále mezi činnosti přidávající/nepřidávající hodnotu, jak uvádí tab. 6.1.

Tab. 6.1 Rozdělení činností.

Práce	Prostoj	Činnosti přidávající hodnotu	Činnosti nepřidávající hodnotu
Práce na svém pracovišti	Řešení (problému, poruchy s nadřazeným)	Práce na svém pracovišti	Přestavba stroje
Pomoc na druhém pracovišti	Mimo pracoviště	Pomoc na druhém pracovišti	Manipulace
Přestavba stroje	Rozhovor		Řešení (problému, poruchy s nadřazeným)
Manipulace	Čekání (nečinnost)		Mimo pracoviště
	Přestávka pracovníka		Rozhovor
			Čekání (nečinnost)
			Přestávka pracovníka
Legenda:			
červeně zvýrazněny jsou úkony, které jsou běžnou součástí práce, ale nepřidávají hodnotu a jsou tedy formou plýtvání			

Samotný sběr dat byl prováděn přímo na pracovišti za pomoci stopek a formuláře neboli pozorovacího listu, který je uveden v příloze 2. Následovalo vyhodnocení zjištěných hodnot a jejich názorné grafické vyjádření, jak ukazuje na jednom příkladu obr. 6.2. Jednotlivé grafy zobrazují především poměr mezi vykonávanými činnostmi, poměr mezi časem věnovaným práci, prostoji a zastoupení činností přidávajících, či nepřidávajících hodnotu.



Obr. 6.2 Zastoupení jednotlivých činností: a) rozdělení vykonávaných činností, b) poměr mezi prací a prostojem, c) poměr mezi činnostmi přidávajícími a nepřidávajícími hodnotu.

Na základě provedených měření byly zjištěny následující poměry využití pracovní doby (včetně vážených aritmetických průměrů vzhledem k délce pozorování), které souhrnně uvádí tab. 6.2 pro operátora obsluhujícího tester a tab. 6.3 pro operátora zajišťujícího přípravu a dokončování pohonů.

Tab. 6.2 Využití pracovní doby operátora obsluhujícího poloautomatický tester.

Práce [%]	Prostoj [%]	Přidaná hodnota [%]	Nepřidaná hodnota [%]	Délka pozorování [min]
92	8	87	13	135
71	29	67	33	105
58	42	56	44	240
71	29	69	31	75
41	59	41	59	165
68	32	60	40	265
Vážený aritmetický průměr:				Σ
65	35	61	39	985

Legenda:
skutečné hodnoty byly na žádost společnosti upraveny a vynásobeny koeficientem

Tab. 6.3 Využití pracovní doby operátora zajišťujícího přípravu a dokončování.

Práce [%]	Prostoj [%]	Přidaná hodnota [%]	Nepřidaná hodnota [%]	Délka pozorování [min]
47	53	47	53	135
65	35	65	35	240
69	31	57	43	75
70	30	61	39	165
69	31	56	44	265
Vážený aritmetický průměr:				Σ
65	35	58	42	880

Legenda:
skutečné hodnoty byly na žádost společnosti upraveny a vynásobeny koeficientem

U obou druhů operátorů vychází i přes provedené změny v dispozičním řešení a organizaci poměrně nízká produktivita práce. Tato skutečnost, kdy není větší část pracovního času smysluplně využita, tedy představuje hlavní důvod k provedení dalších analýz, například mapy plýtvání, a následnému návrhu vhodných opatření vedoucích ke zlepšení.

6.3 Odhalení plýtvání na pracovišti

Vzhledem ke zjištěné nižší produktivitě bylo následně provedeno pozorování k odhalení plýtvání na pracovišti. Jeho jednotlivé druhy byly zaznamenány do mapy plýtvání (viz příloha 3). Identifikované plýtvání je uvedeno v tab. 6.4. Některá plýtvání se podařilo provedeními změnami odstranit a červeně zvýrazněná plýtvání naopak přibyla.

Tab. 6.4 Identifikované plýtvání.

Druh plýtvání	Zaznamenané plýtvání
Nadvýroba (nadprodukce)	- Nutnost opakování testů v případě chybných a následně opravovaných pohonů
Nadbytečná práce	- Ruční opisování identifikačních kódů - Skládání a rozmotávání zkušební kabeláže do krabic Odstraněná plýtvání: - Operátoři si sami musí navázat stojany s pohony na testování - Hledání správné testovací kabeláže v regálech s krabicemi
Čekání	- V případě nalezení a řešení chyby a následné opravy přímo v poloautomatickém testeru DFT - Operátor provádějící dokončování čeká na další otestovaný pohon - Při nalezení chyby na příchod odborného pracovníka - Na ukončení automatického chodu během testu - Čekání operátora testování na další linkou smontovaný pohon (případně z přednastavení u typu E3)
Zbytečná doprava	- Překládání pohonů jeřábem (lze využívat vozíky, nebo přímou návaznost linky) Odstraněná plýtvání: - Několikanásobná přeprava stojanů s pohony mezi halami - Překládání pohonů z/na stojany
Opravování	- Nepřesnosti z montážní linky - Většinu oprav provádí operátoři sami (výrazně nižší počet oprav)
Zbytečný pohyb	- Chůze během dokončování pro označovací barvy ke stolku - Odnos paletek (do nichž je pohon upnut během testu) za stroj Odstraněná plýtvání: - Chůze pro testovací kabeláže do vzdáleného regálu

Zásoby

- Velký počet řídicích jednotek, často již nepoužívaných typů
- Odstraněná plýtvání:**
- Smontovaných pohonů na stojanech, čekajících na otestování

Poznatky s provedených analýz byly dále použity k identifikaci kritických míst.

6.4 Identifikace kritických míst

Při samotném stěhování pracoviště byly uplatněny také poznatky z již dříve realizovaných analýz, nalezených plýtvání a navrhovaných změn (viz kap. 5). Tímto se podařilo některé problematické body odstranit (viz tab. 6.4). Například se jedná o zkrácení časů přestaveb, díky novému umístění a systematickému uspořádání zkušebních kabeláží.

Problémem však i nadále zůstává celkově nižší produktivita pracoviště plynoucí především ze souběhu výroby tří montážních linek do pouze dvou poloautomatických testerů a častého střídání typů pohonů, způsobeného zakázkovou výrobou, která je ve společnosti IFE realizována.

Na základě provedených analýz byla tedy identifikována kritická místa (viz tab. 6.5), která byla rozdělena do kategorií dle toho, jak spolu souvisí a dále jim byla přiřazena jejich významnost, kdy číslo 10 představuje problém s největší prioritou řešení.

Tab. 6.5 Identifikovaná kritická místa.

Kategorie	Kritické místo	Významnost
Kombinace souběžně montovaných a testovaných typů	Paralelně napříč linkami montované typy pohonů způsobují nevytížení/přetížení operátorů testování	10
Opakované testování opravovaných kusů	Čekání na příchod a následné provedení opravy odborným pracovníkem	8
	Nutnost opětovného testování po opravě	3
Vyčíslenost operátorů	Nevytížení operátorů v důsledku kombinace souběžně vyráběných projektů	10
	Neefektivní organizace práce	5
	Nevytíženost během testování prvního kusu (tzv. FAI)	5
Balancování pracoviště	Transport mezi jednotlivými pracovišti testování	5
	Rozdílné časy jednotlivých operací testování (příprava, test, dokončování)	1
	Nedodržení požadovaného toku jednoho kusu FIFO	1
Materiál	Nedostupný materiál nutný k dokončení pohonu (rozpracovaná výroba, dodatečná montáž a manipulace)	3
	Čekání nedokončeného produktu na chybějící díly (neodvedené hodiny v měsíci)	1
	Dostupný materiál chybí na pracovišti	1
Poruchy testerů	Odstávky poloautomatických testerů DFT	3
	Nevyhovující přípravky pro manuální testování	2
	Nedostatečné TPM	1
Přechody mezi následujícími projekty	SMED pro manuální testování	3
	SMED pro poloautomatické testování	2
	SMED pro pracoviště přípravy a dokončování	1
	Mentální přechod mezi projekty (navyknutí na změny)	1

Kvalifikovanost operátorů	Nedostatečné zaškolení operátorů	2
Nemocnost	Zastoupení není efektivní	2
Kontrola a motivace pracovníků	Pozdní příchody, dřívější odchody, nedodržování přestávek, nedovolené opuštění pracoviště	2
	Připravenost pracoviště, hledání nářadí a pomůcek v průběhu směny	1

Jak je patrné z tab. 6.5 na nižší produktivitu má největší vliv právě velká rozmanitost možných kombinací souběžně montovaných a následně testovaných typů pohonů. Tyto varianty se od sebe velmi liší dobou, která je potřebná na jejich otestování, vzhledem k tomu, že u některých typů je například zapotřebí provést přednastavení apod. Z tohoto důvodu dochází k přetížení a častěji nevytížení operátorů, což významnou měrou snižuje celkovou produktivitu pracoviště.

Celou situaci zhoršuje i fakt, že vzhledem k nedostatku materiálu potřebného na montáž či aktuálním požadavkům zákazníků není vždy možné dodržovat zamýšlené umístění typů do jednotlivých linek tak, jak bylo plánováno při tvorbě nového rozmístění a konceptu tří minilinek (viz obr. 3.5). Tento původní záměr počítal s tím, že typy, které mají snadnou a rychlou montáž bude produkovat linka A a testovat na ni přímo napojený poloautomat DFT2, tak aby se co nejvíce snížil čas potřebný na manipulaci. Do testeru DFT1 měla dodávat smontované kusy s delším časem montáže linka C a linka B měla představovat taktéž samostatnou jednotku ústící do manuálního testování. Toto řešení, kdy měla mít každá linka své pracoviště testování, by zvýšilo přehlednost a zlepšilo organizaci práce.

Bohužel praxí bylo potvrzeno, že takovýto stav nastává spíše výjimečně a je proto potřeba se dále zaměřit především na možné kombinace souběžně testovaných typů pohonů v testerech.

7 NÁVRH VARIANT RACIONALIZACE

Na základě provedených analýz byla vyhodnocena kritická místa, která lze řešit různými způsoby. Při navrhování možných variant racionalizace pracoviště testování je zapotřebí zohlednit několik důležitých faktorů. Jedná se především o náklady na realizaci konkrétní varianty a její následné dopady na produktivitu či možné ekonomické úspory. Vzájemným porovnáním těchto aspektů lze následně vybrat vhodný způsob řešení.

7.1 Nákup dalšího poloautomatického testeru DFT

Jednou z navrhovaných variant řešení racionalizace pracoviště testování je pořízení třetího poloautomatického testeru DFT, tak aby za každou montážní linkou přímo navazovalo pracoviště poloautomatického testování. Díky tomu by se stala jednotlivá pracoviště testování na sobě navzájem nezávislá a byly by tak odstraněny problémy se vznikajícím chaosem z důvodu vzájemné návaznosti jednotlivých typů montovaných dvěma linkami a testovanými střídavě na jednom pracovišti. Zároveň by již nebylo zapotřebí provádět přestavbu stroje po každém testovaném kusu, jak tomu v současnosti je.

7.1.1 Vyhodnocení varianty

Uvedená varianta je spojena s vysokými pořizovacími náklady a obdobnou investicí v relativně nedávné době. V loňském roce byl pořízen poloautomatický tester DFT2 za 333 000 Euro. U nového poloautomatu by bylo možno počítat s cenou nižší, neboť by byl v případě potřeby koupen od českého dodavatele. Přesto se jedná o vysokou vstupní investici, která by nepřinesla tomu odpovídající úspory.

7.2 Zavedení zásobníků

Opětovné zavedení stojanů ve funkci zásobníků pohonů (viz obr. 7.1) by umožnilo vyvážit časovou disproporcí mezi montážními linkami a pracovištěm testování. Vzhledem k velké rozmanitosti možných kombinací současně montovaných typů dochází často k přetížení, nebo naopak nevytížení operátorů na pracovišti testování.



Obr. 7.1 Stojany se smontovanými pohony.

Tyto stojany, zásobníky, byly k danému účelu již dříve využívány. Tím pádem by nebyla třeba další investice. V souvislosti se změnou rozmístění ale došlo k jejich odstranění z pracovišť především z důvodu úspory místa, času potřebného na manipulaci a požadovaného toku jednoho kusu FIFO, aby bylo možné včas odhalovat chyby montáže.

Znovuzavedení zásobníků mezi montážními linkami a pracovištěm testování by vedlo ke zvýšení produktivity zejména v případě, kdy čas potřebný na smontování pohonu je výrazně delší než čas potřebný na jeho následné otestování. Na testování by tedy byly odebírány již dříve smontované kusy ze stojanů a bylo by tak zabráněno prostojům operátora testování.

7.2.1 Vyhodnocení varianty

Přestože navrhovaná varianta nepředstavuje žádné další investice, její zavedení nebude realizováno. Zároveň s požadovaným zvýšením produktivity by došlo ke snížení kvality smontovaných pohonů vlivem pozdního odhalování případných chyb montáže až po zkompletování většího počtu kusů, což není žádoucí.

7.3 Využívání volného času operátora během poloautomatického testování

Během testování na poloautomatických testerech DFT probíhají některé dílčí testy bez účasti operátora. Ten provede pouze kroky potřebné k jejich spuštění a následně má volný čas, který by mohl být využit. Konkrétně se jedná o úkony uvedené v tabulce 7.1, přičemž uvedené doby trvání jsou pouze orientační, protože se u jednotlivých typů od sebe mírně odlišují.

Tab. 7.1 Volné časy během testu.

Úkon	Doba trvání [min]
Test vysokým napětím	2:40
ŘJ - nahrání zkušebního programu	1:20
Test cyklu	3:10
Test posuvné (otevírací) síly	0:50
ŘJ – nahrání sériového programu	0:40
Legenda:	
červeně zvýrazněny jsou úkony, jejichž využití by bylo smysluplné	

Jak vyplývá z výše uvedené tabulky, smysluplné je využití pouze delších časových úseků, tedy testu vysokého napětí a testu cyklu, což celkem představuje cca 6 minut během jednoho cyklu testování. V této době by mohl operátor vykonávat jinou činnost, jako je například příprava dalšího pohonu či manipulace s ním. Tímto způsobem by vypomohl operátorovi přípravě a dokončování, který by se tím pádem mohl starat o obě poloautomatická pracoviště.

7.3.1 Vyhodnocení varianty

Využívání volného času operátora během testování představuje jednu z vhodných variant. Sama o sobě však nezajistí dostatečný efekt vzhledem k poměrně krátkým časovým úsekům. Vhodné by tedy bylo ji spojit s dalším možným řešením, či její využití až v pozdějších fázích k drobnějším korekcím produktivity.

Tato varianta v sobě ale zároveň skrývá jisté nebezpečí, pokud by při daném testu došlo ke kolizi, při níž by byl nutný zásah operátora. Vzhledem k jeho nepřítomnosti by byl problém odhalen až s drobným zpožděním.

7.4 Zlepšení operativního řízení pomocí metody matice

Tato varianta vychází především ze skutečnosti, že se ve společnosti IFE jedná o zakázkovou výrobu, při které dochází k velkému počtu možných kombinací souběžně

vyráběných a testovaných pohonů. Jednotlivé typy se od sebe značně odlišují časem potřebným na jejich smontování a následně i časem na jejich otestování. Z této možné variability plyne přetížení, častěji však nevytížení a s tím spojená nižší produktivita na pracovišti testování, vzhledem ke stále stejnému počtu operátorů. Tento problém by měl být napraven právě zlepšením operativního řízení průběhu testování pomocí metody matice, která by upravovala potřebný počet operátorů vzhledem k aktuálně testovaným typům. Nedochovalo by tak nadále k možným prostojům nadbytečných operátorů.

7.4.1 Vyhodnocení varianty

Pomocí stanovení počtu operátorů potřebných pro konkrétní situaci dle testovaných typů pohonů je možné docílit dobrých výsledků s nulovými náklady. Je však zapotřebí zajistit náhradní práci pro aktuálně nevyužité operátory.

7.5 Porovnání uvedených variant

Všechny výše uvedené varianty shrnuje tab. 7.2. Jejich vzájemným porovnáním mezi sebou lze následně vybrat tu nevhodnější.

Tab. 7.2 Souhrn navržených variant.

Navrhovaná varianta	Výhody	Nevýhody
Pořízení nového DFT	- samostatnost jednotlivých montážních linek a testování mezi sebou	- vysoké pořizovací náklady
	- zrušení nutnosti přestaveb mezi jednotlivými typy	- potřebná volná plocha
Zavedení zásobníků	- zvýšení produktivity díky eliminaci prostojů	- vliv na kvalitu kvůli pozdnímu odhalování chyb montáže
	- nulové pořizovací náklady	- potřebná volná plocha
		- čas nutný na manipulaci na/ze stojanu
Využívání volného času operátora	- zvýšení produktivity díky eliminaci prostojů	- malý efekt
	- nulové náklady	- pozdější odhalení možných kolizí během testu
Zlepšení operativního řízení průběhu testování pomocí metody matice	- efektivní varianta	- potřeba zajištění náhradní práce
	- zvýšení produktivity díky eliminaci prostojů nadbytečných operátorů	
	- nulové náklady	

Legenda:

červeně zvýrazněna nevhodnější varianta

Po vzájemném porovnání možných řešení mezi sebou nejlépe vychází vytvoření matice ke stanovení počtu operátorů dle konkrétní situace. Tato varianta bude detailněji popsána v následující kapitole.

8 ZLEPŠENÍ OPERATIVNÍHO ŘÍZENÍ PRŮBĚHU TESTOVÁNÍ POMOCÍ METODY MATICE

Z možných navrhovaných řešení bylo vybráno jako nejvhodnější zlepšení operativního řízení pomocí metody matice ke stanovení počtu operátorů. K jejím hlavním přínosům patří zvýšení produktivity pracoviště díky snížení prostojů pracovníků. Toto lze zajistit přesným definováním počtu potřebných operátorů dle aktuálně testovaných typů pohonů a jejich časové náročnosti. Navíc tato varianta nevyžaduje žádné další investice.

Ke správnému stanovení počtu operátorů bylo provedeno několik na sebe navazujících kroků, které budou dále detailněji popsány.

8.1 Varianty současně testovaných typů

Nejdříve byly pohony z důvodu zjednodušení situace rozděleny dle jejich konstrukce na dvě hlavní skupiny RSL a E3, zkráceně označeny jako R a E. V případě skupiny RLS se jedná o pohony jednodušší konstrukce nevhodné pro použití při vyšších rychlostech. Na rozdíl od nich pohony E3 jsou uplatňovány v náročnějších provozních podmínkách. Z tohoto důvodu se i značně liší způsob, jakým jsou testovány. Jedná se především o nutnost poměrně časově náročného přednastavení pohonů E3 ještě před samotným poloautomatickým testováním. S touto skutečností je třeba počítat. Proto byl vytvořen soupis všech možných variant (viz tab. 8.1), které mohou nastat napříč pracovištěm.

Tab. 8.1 Možné varianty současně testovaných typů pohonů.

Možné kombinace současně testovaných typů						
Kombinace	1	2	3	4	5	6
	R	R	R	R	E	E
	R	E	R	E	E	E
			+ M	+ M	+ M	
Počet variant:	1x	E+2xR=>3x R+2xE=>3x	1x	2x	1x	1x
Celkem 12 variant						
Legenda:						
M označuje manuální testování						
fialově zvýrazněny varianty, kterých je snaha se vyvarovat a nemělo by k nim docházet						
červeně zvýrazněna zakázaná varianta						
počet variant plyne z možnosti různého rozmístění napříč pracovištěm						

Již při samotném plánování výroby je snaha vyvarovat se barevně zvýrazněným variantám v tab. 8.1, které jsou velmi časově náročné. Nemělo by tedy dojít k souběhu tří typů E3, neboť každý z nich vyžaduje přednastavení. Zároveň je v maximální možné míře omezen i souběh dvou typů E3.

8.2 Časy jednotlivých úkonů na pracovišti testování

Dále bylo zapotřebí zjistit časy potřebné na provedení jednotlivých úkonů (viz tab. 8.2), ze kterých se skládá celé testování. Tyto časy byly změřeny při snímkování pracovníků a následně zprůměrovány, neboť vzhledem k velkému počtu montovaných a poté testovaných typů pohonů není možné řešit každý individuálně.

Tab. 8.2 Časy jednotlivých úkonů.

	Přednastavení [min]	Příprava [min]	Test [min]	Dokončování [min]
E3	40	---	25	15
RLS	---	3	25	10

Nezbytnou součástí samotného testování je i manipulace s pohonem. K tomu potřebné časy zachycuje tab. 8.3.

Tab. 8.3 Časy na provedení manipulace.

	Před testováním (z linky) [min]	Po testování (na Q-Wall) [min]
jeřáb	4	2
vozík	0,5	---

Jak vyplývá z tab. 8.3 k manipulaci mezi linkou a samostatně stojícím poloautomatickým testerem DFT1 je výhodnější využít k tomu speciálně určené vozíky. Snižuje se tak plýtvání, neboť manipulace sama o sobě nepřináší žádnou přidanou hodnotu z hlediska zákazníka. Manipulace následující po otestování a dokončení pohonu na pracoviště Q-Wall je pak vždy prováděna jeřábem.

8.3 Grafický návrh

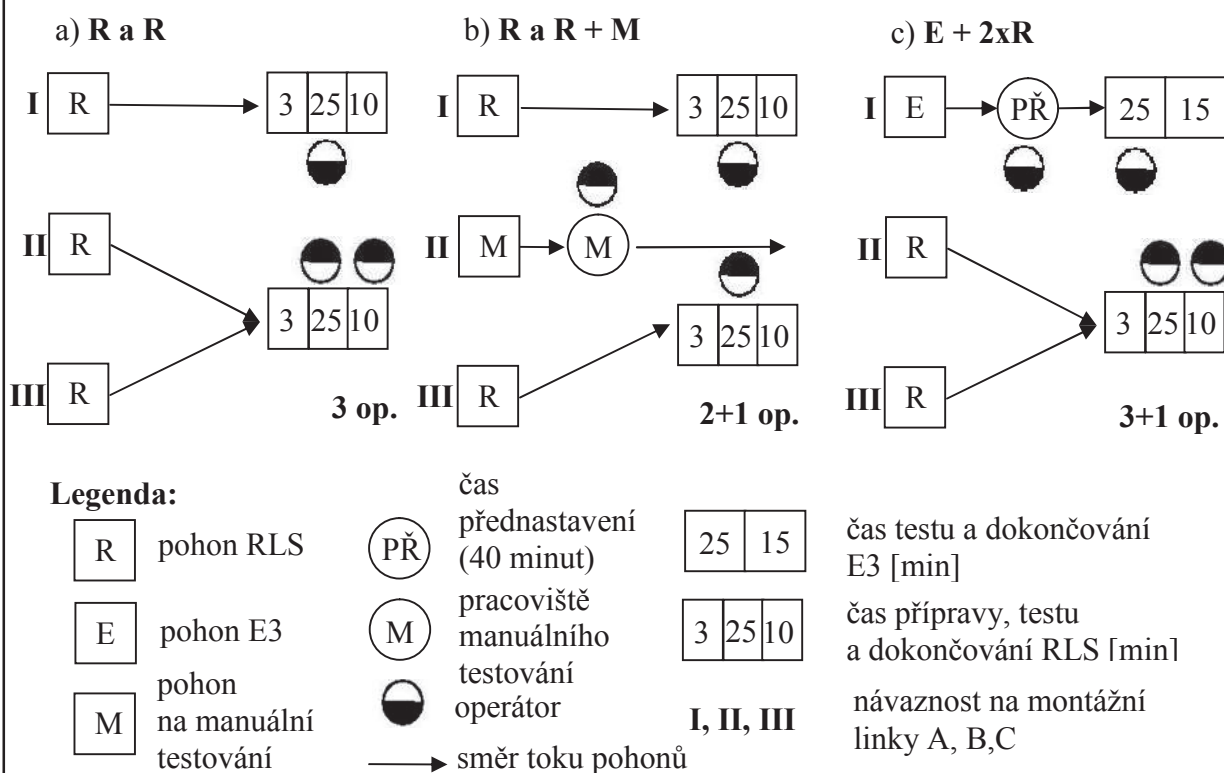
Na základě provedeného zjednodušení a zjištěných časů mohly být sestaveny grafické návrhy počtu operátorů. Při jejich tvorbě se vycházelo především z potřeby personálního obsazení obou poloautomatických pracovišť a v případě manuálního testování i tohoto pracoviště. Při testování typu E3 je zapotřebí obsadit ještě pracoviště přednastavení. Tento operátor však vzhledem ke svému nižšímu využití může ještě vypomáhat při dalších činnostech jako je manipulace či dokončování.

Ukázka grafického návrhu tří variant souběhu různých typů pohonů na pracovišti testování v návaznosti na montážní linky je na obr. 8.1. Prostorové rozmístění poloautomatických testerů a linek odpovídá obr. 3.5.

V prvním případě (viz obr. 8.1 a) se jedná o nejjednodušší možnou variantu. Všechny tři montážní linky vyrábí pohony typu RLS, které nevyžadují přednastavení a je možno je testovat přímo na poloautomatickém testeru. Z tohoto důvodu plně postačují tři operátoři, přičemž na DFT2 operátor zároveň provádí přípravu, test i dokončování, neboť mu to dovolí dostatečný čas před smontováním následujícího kusu linkou. Na testeru DFT1 pracují operátoři dva, protože pohony na test jsou dodávány střídavě ze dvou linek.

Druhá varianta (viz obr. 8.1 b) se odlišuje na lince B montáží typu pohonu, který vyžaduje manuální otestování. Tím pádem je zapotřebí obsadit jedním operátorem právě toto pracoviště a dále po jednom operátorovi poloautomatické testery. Tito operátoři kromě testování zároveň provádí i dokončování pohonů.

Třetí příklad (viz obr. 8.1 c) dokumentuje personálně náročnější variantu, kdy jsou zapotřebí čtyři operátoři. Dva z nich zajišťují testování na poloautomatickém testeru DFT1, do kterého se sbíhají pohony z linky B a C, obdobně jako v prvním případě. Rozdíl představuje linka A, na které jsou montovány pohony typu E3, které vyžadují přednastavení ještě před samotným otestováním. Z tohoto důvodu je třeba třetího operátora na pracoviště přednastavení a čtvrtého na provedení testu a dokončování.



Obr. 8.1 Grafický návrh počtu operátorů: a) souběh tří typů RLS, b) souběh dvou typů RLS a manuálního testování, c) souběh E3 a dvou typů RLS.

Obdobně bylo postupováno i v dalších možných případech, které mohou nastat. Kompletní přehled všech dvanácti možných variant je uveden v příloze 4. Odtud je patrné nejčastější využití čtyř operátorů. V jediném, nejjednodušším, případě postačují operátoři tři a naopak pět jich je třeba na varianty, které jsou zakázané nebo jimž je snaha se vyhýbat, tím pádem by k nim nemělo docházet.

8.4 Zpřesnění počtu operátorů

Vzhledem ke spíše informativnímu charakteru předešlého grafického určení počtu potřebných operátorů byl hledán způsob, jak se dostat k přesnějším výsledkům. Kvůli požadavku na zvýšení produktivity bylo vhodné vycházet právě z dat, která jsou uplatňována při jejím výpočtu.

8.4.1 Výpočet produktivity

Ve společnosti IFE je pro výpočet produktivity využíván jednoduchý vzorec, který v sobě shrnuje poměr mezi skutečně odpracovaným časem a časem, který operátor na pracovišti strávil, jak uvádí vztah (8.1).

$$\begin{aligned} \text{produktivita} &= \frac{\text{skutečně odpracovaný čas}}{\text{čas strávený na pracovišti}} * 100 = \\ &= \frac{\text{čas na 1 ks (dle IP)} * \text{počet kusů}}{\text{čas pracovní doby} - \text{přestávka na oběd}} * 100 \quad [\%] \end{aligned} \quad (8.1)$$

Skutečně odpracovaný čas je počítán jako čas vztažený na jeden kus uvedený v interním předpisu (zkráceně IP) vynásobený počtem odpracovaných kusů.

Odečtením přestávky na oběd od času pracovní doby je zjištěn čas strávený na pracovišti, který může být využit k práci. Další přestávky, například na osobní potřeby, jsou již zahrnuty v podobě procentuálního navýšení časů v interním předpisu.

8.4.2 Výpočet počtu operátorů

Určení počtu aktuálně potřebných operátorů vzhledem k současně vyráběným typům pohonů vychází ze závislosti pracoviště testování na tempu, v jakém jsou linkou dodávány smontované pohony.

K tomuto výpočtu je zapotřebí znát data uvedená v interním předpisu pro analyzované typy pohonů a tato data následně zadat do výpočtových vztahů uvedených v tab. 8.4.

Tab. 8.4 Výpočet počtu operátorů dle dat uvedených v interním předpisu.

Název veličiny	Výpočtový vztah	Číslo vztahu
Počet linkou smontovaných ks za směnu	$\frac{\text{Čas trvání směny}}{\text{Doba potřebná na montáž 1 ks}}$	(8.2)
Celkový čas testování smontovaných pohonů	Počet ks smontovaných linkou*čas potřebný na provedení (LPRI+DFT+LDOK), nebo MT	(8.3)
Počet operátorů (vztaženo k 1 lince)	$\frac{\text{Celkový čas testování}}{\text{Délka směny 1 operátora}}$	(8.4)
Počet operátorů (souhrnný vztah)	$\frac{\text{Čas potřebný na provedení (LPRI + DFT + LDOK), nebo MT}}{\text{Doba potřebná na montáž 1 ks na lince A}} +$ $+ \frac{\text{čas potřebný na provedení (LPRI + DFT + LDOK), nebo MT}}{\text{doba potřebná na montáž 1 ks na lince B}} +$ $+ \frac{\text{čas potřebný na provedení (LPRI + DFT + LDOK), nebo MT}}{\text{doba potřebná na montáž 1 ks na lince C}}$	(8.5)

Legenda:

LPRI označuje přípravu pohonu před testem

DFT označuje poloautomatické testování na testeru DFT

LDOK označuje dokončování pohonu po provedeném testu

MT označuje manuální testování

8.5 Vzájemná souvislost grafického a výpočtového návrhu

Obě výše zmíněné metody určení počtu operátorů spolu velmi úzce souvisí. Výpočtem z dat a časů uvedených v interním předpisu je možno zjistit přesnou hodnotu, která by odpovídala 100% produktivitě na pracovišti. Reálně je však zapotřebí obsadit všechna potřebná pracoviště, tak jak udává grafický návrh. Konkrétní postup je ukázán v následujícím příkladu.

Př.: Montážní linky A, B, C se současně věnují výrobě tří různých typů pohonů. Jedná se o typ Tram Sofia (RLS), Citadis Dubai (RLS) a DO - Israel 2 (RLS).

Počet operátorů byl spočten podle vztahu (8.5).

$$\begin{aligned} & \frac{\text{Čas potřebný na provedení (LPRI + DFT + LDOK), nebo MT}}{\text{Doba potřebná na montáž 1 ks na lince A}} + \\ & + \frac{\text{čas potřebný na provedení (LPRI + DFT + LDOK), nebo MT}}{\text{doba potřebná na montáž 1 ks na lince B}} + \\ & + \frac{\text{čas potřebný na provedení (LPRI + DFT + LDOK), nebo MT}}{\text{doba potřebná na montáž 1 ks na lince C}} = \\ & \frac{31,8 + 6,9}{39,95} + \frac{3 + 26 + 13,5}{47,665} + \frac{9,2 + 23,9 + 15,4}{63,765} = \\ & = 0,98 + 0,89 + 0,76 = \mathbf{2,63 \text{ operátora}} \end{aligned}$$

Vypočítané hodnotě by dle interního předpisu odpovídala 100% produktivita. Reálně je však zapotřebí zajistit takové personálně dostatečné obsazení pracovišť, aby nedocházelo ke vzniku úzkého místa na pracovišti testování a v krajním případě i zastavení montážní linky, pokud by se hromadily neotestované kusy. Z tohoto důvodu nedostačují dva operátoři, ale jsou zapotřebí tři. Této situaci odpovídá i grafický návrh (viz obr. 8.1 a), který dále upřesňuje obsazení jednotlivých pracovišť operátory. Vzhledem ale k využití většího počtu operátorů, než udává interní předpis je nutno počítat s nižší produktivitou.

8.6 Vizualizace a tvorba standardů práce

Vizualizace a tvorba standardů práce představuje nedílnou součást realizace a zavádění dané změny do výroby. Zatímco přesný výpočet počtu operátorů dle interního předpisu je určen především vedoucím pracovníkům, s grafickým návrhem je nutné seznámit všechny zúčastněné operátory.

Vzhledem k velké variabilitě možných současně vyráběných typů a tím pádem i různému počtu potřebných operátorů je nutné vždy na začátku směny každému z nich přidělit pracoviště, případně výpomoc na dalším pracovišti. K tomuto je určen právě grafický návrh, který schematicky popisuje jednotlivé situace.

Vizualizaci grafického návrhu by bylo vhodné provést přímo na pracovišti, tak aby k ní měl přístup kterýkoli operátor a předešlo se tak případným nesrovnalostem. Mělo by se jednat o magnetickou tabuli, na kterou by vždy před začátkem směny vedoucí rozmístil schematické značky a k nim jmenovky konkrétních operátorů dle aktuální potřeby vzhledem k montovaným a následně testovaným typům pohonů.

Tímto způsobem je možno pomocí vytvoření standardu zjednodušit a zpřehlednit organizaci práce a poskytnout přímo operátorům testování náhled na to, jaké typy bude zapotřebí následně otestovat.

9 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Provedení analýz, navržení možných řešení a vybrání toho nejvhodnějšího umožnilo přizpůsobení počtu operátorů na pracovišti testování aktuální potřebě dle časové náročnosti konkrétních typů pohonů. Zvýšením flexibility tohoto pracoviště dochází k úsporám.

9.1 Možné úspory

Jak vyplývá ze schémat sestavených pro jednotlivé varianty souběžně testovaných typů pohonů (viz příloha 4), je navržen počet operátorů v rozmezí tří až čtyř. Pět operátorů je pouze u varianty zakázané a nedoporučované, kterým se předchází již při samotném plánování. Z tohoto důvodu k nim běžně nedochází.

Vzhledem k nulovým investičním nákladům navrhované varianty a ponechání stávajícího dispozičního řešení možné úspory plynou ze snížení provozních nákladů, konkrétně jejich mzdové složky, což je umožněno snížením stavu personálu o jednoho na každé směně, celkem tedy o dva operátory, jak uvádí tab. 9.1.

Tab. 9.1 Možné úspory plynoucí z navrženého řešení.

Původní stav	5 operátorů v každé směně
Navržený stav	4 operátory v každé směně
Počet směn	2
Úspora	2 operátory
Hrubá mzda ¹⁾	18 331 Kč
Superhrubá mzda ²⁾	= výše zaměstnavatelem placeného sociálního a zdravotního pojištění * hrubá mzda = = 1,34 * 18 331 = 24 564 Kč
Roční úspora za 1 operátora	= počet měsíců * superhrubá mzda = = 12 * 24 564 = 294 768 Kč
Celková roční úspora	= počet operátorů * roční úspora za 1 operátora = = 2 * 294 768 = 589 536 Kč

Legenda:

¹⁾ Společnost si nepřála uvést konkrétní hodnoty. Jedná se tedy o medián hrubé měsíční mzdy montážních dělníků elektrických zařízení dle údajů MPSV pro Jihomoravský kraj za rok 2013 (výsledky ke dni 26. 3. 2014) [26].

²⁾ Superhrubá mzda zahrnuje 9% sazbu zdravotního pojištění a 25% sazbu sociálního pojištění placeného za zaměstnance zaměstnavatelem.

10 OVĚŘENÍ NAVRŽENÉ METODY VE SKUTEČNÉM PROVOZU

Po vytvoření návrhu a zjištění možných úspor se přešlo přímo k realizaci dané varianty. Při samotném zavádění do výroby bylo nejdříve nutné s principem metody seznámit vedoucí pracovníky, tedy koordinátory výroby, kteří mají zodpovědnost za organizaci a rozdělování práce jednotlivým operátorům. Právě oni dle plánovaných typů stanovují výpočtem aktuální počet potřebných operátorů a jejich rozmístění na pracoviště dle schémat uvedených v příloze 4.

Pomocí výpočtů skutečné potřeby operátorů dle dat uvedených v interním předpisu bylo potvrzeno, že na pracovišti testování plně postačují čtyři operátoři v jedné směně. Spočítané hodnoty pro konkrétní situace se pohybovaly v rozmezí 1,23 až 3,85, což reálně znamená 2 až 4 operátoři. S tímto dále souvisí potřeba nalezení náhradní práce pro aktuálně nevyužitých pracovníků. Toto občas představovalo problém vzhledem k tomu, že je důsledně vyžadován tok jednoho kusu, platí zákaz odkládání pohonů na stojany a tím je vyloučena například možnost využít operátora na dřívější přednastavení pohonů E3.

Náhradní práce byla zpravidla realizována přímo na segmentu pohonů a jednalo se o zástup v případě nemoci operátora z montážní linky nebo výpomoc na balení a expedici. Takto bylo však nejčastěji možno zaměstnat pouze jednoho nadbytečného operátora a ostatní nevyužití případně zůstávali na pracovišti testování. Z tohoto důvodu nebyl reálný nárůst produktivity takový, jaký by mohl být na základě dodržení počtů operátorů stanovených dle navržené metody.

Snížení počtu operátorů z pěti na čtyři se ukázalo jako vhodné řešení, které bylo taktéž realizováno díky odchodu jednoho operátora na jinou pozici. V druhé směně stále ještě zbývá toto dořešit. Nižší počet usnadňuje nalezení náhradní práce v případě potřeby a činí tak celkově pracoviště testování z personálního hlediska flexibilnějším.

ZÁVĚR

V rámci požadavku na zefektivnění práce na pracovišti testování dveřních pohonů kolejových vozidel byly nejdříve provedeny analýzy, mezi které patří například časové snímky pracovního dne jednotlivých operátorů, odhalení plýtvání, apod. Tyto analýzy byly zrealizovány jak před stěhováním pracoviště v srpnu roku 2013, tak i po jeho přestěhování a změně organizace práce. Díky nim se podařilo nalézt kritická místa a možné rezervy, které by mohly být využity ke zvýšení produktivity.

Jako stěžejní se ukázala problematika kombinací souběžně montovaných a následně testovaných typů pohonů, z nichž každý je jinak časově náročný. Tento fakt způsoboval přetížení, častěji však nevytížení operátorů, kterých byl na pracovišti stálý počet.

Z více možných variant řešení bylo po jejich analýze vybráno zlepšení operativního řízení průběhu testování pomocí metody matice, která stanovuje přesný počet potřebných operátorů dle aktuálně montovaných a testovaných typů pohonů a upřesňuje každému z nich i úkony, za které je zodpovědný.

Na základě navrhnutého řešení bylo zjištěno, že je možné docílit úspory jednoho operátora na každé ze dvou směn. Díky tomu by došlo ke snížení provozních nákladů, konkrétně jejich mzdové složky ve výši 589 536 Kč ročně.

Ještě během zpracovávání diplomové práce bylo toto řešení skutečně zavedeno do výroby. Ukázalo se jako vhodná metoda i přes drobné počáteční problémy způsobené především obtížnějším zajištěním náhradní práce aktuálně nevyužitým operátorům.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. API – Academy of Productivity and Innovations. *Štíhlá výroba* [online]. ©2005-2012 [vid. 2013-10-13]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/67819.stihla-vyroba/>
2. BORDÁS, Robert. LEAN company. *Co je to LEAN* [online]. ©2006 [vid. 2013-10-13]. Dostupné z: <http://www.leancompany.cz/cojetolean.html>
3. BORDÁS, Robert. LEAN company. *Historie* [online]. ©2006 [vid. 2013-10-13]. Dostupné z: <http://www.leancompany.cz/historie.html>
4. Vision – lean.com. *History of Lean Manufacturing* [online]. 23. 6. 2008 [vid. 2013-10-13]. Dostupné z: <http://www.vision-lean.com/trilogiq-philosophy-of-lean-manufacturing/history-of-lean-manufacturing/>
5. TURLEY, Chris. LeanQCD. *Factsheet1 – Root cause analysis* [online]. [vid. 2013-10-13]. Dostupné z: <http://leanqcd.com/2010/08/factsheet-root-cause-analysis/>
6. TURLEY, Chris. LeanQCD. *Factsheet : Poka Yoke error proofing* [online]. [vid. 2013-10-13]. Dostupné z: <http://leanqcd.com/2010/08/factsheet-poka-yoke-error-proofing/>
7. KERBER, Bill a Brian J DRECKSHAGE. *Lean supply chain management essentials: a framework for materials managers*. Boca Raton, [Fla.]: CRC Press, 2011. 258 s. ISBN 978-14398-4082-5.
8. 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.
9. Tým lektorů Letní školy. *Sborník Letní školy produktivity a inovací*. API – Academy of Productivity and Innovations se sídlem v Železčicích, 2013. 53 s.
10. HLAVENKA, Bohumil. *Manipulace s materiálem: systémy a prostředky manipulace s materiálem*. Vyd. 4. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008, 164 s. ISBN 978-80-214-3607-7.
11. API – Academy of Productivity and Innovations. *Naučte se vidět a odstraňovat plýtvání* [online]. ©2005-2012 [vid. 2013-10-20]. Dostupné z: <http://e-api.cz/article/70817.naucte-se-videt-a-odstranovat-plytvani/>
12. BURIETA, Ján. *5S, 6S alebo dokonca 7S?* [online]. IPA Slovakia, 24. 11. 2010, 4 s. [vid. 2013-10-20]. Dostupné z: http://archiv.ipaslovakia.sk/UserFiles/File/ZL/Prumyslove%20inzenyrstvi%20casopis/2010_3_5S.%206S%20alebo%20dokonca%207S.pdf
13. VYTVOŘENO VÝVOJOVÝM TÝMEM VYDAVATELSTVÍ PRODUCTIVITY PRESS; [PŘEKLAD KATEŘINA HODICKÁ]. *5S pro operátory: 5 pilířů vizuálního pracoviště*. Vyd. 1. Brno: SC&C Partner, c2009, x, 105 s. ISBN 978-80-904099-1-0.
14. BEJČKOVÁ, J. *Slovník průmyslového inženýrství. ÚSPĚCH: produktivita & inovace v souvislostech*, 2/2009, roč. 3, č. 2, s. 22.

15. API – Academy of Productivity and Innovations. *Vizuální pracoviště* [online]. ©2005-2012 [vid. 2013-11-3]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68421.vizualni-pracoviste/>
16. KORMANEC, Peter. *SMED* [online]. IPA Slovakia, 19. 1. 2007 [vid. 2013-11-9]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/smed>
17. API – Academy of Productivity and Innovations. *Zavádění metody SMED ve firmě Connectronics s.r.o.* [online]. ©2005-2012 [vid. 2013-11-13]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/70733.zavadeni-metody-smed-ve-firme-connectronics-s-r-o/>
18. IFE [online]. ©2013 [vid. 2013-11-16]. Dostupné z: <http://www.ife.cz/cz/>
19. IFE. *Loga* [online]. ©2013 [vid. 2013-11-16]. Dostupné z: http://www.ife.cz/cz/company/downloads_2/logos/dl_logos.jsp
20. IFE. *Skupina IFE* [online]. ©2013 [vid. 2013-11-16]. Dostupné z: <http://www.ife.cz/cz/company/group/gruppe.jsp>
21. IFE. *Historie* [online]. ©2013 [vid. 2013-11-16]. Dostupné z: <http://www.ife.cz/cz/company/history/history.jsp>
22. IFE. *Entrance Systems* [online]. ©2013, 2 s. [vid. 2013-11-26]. Dostupné z: <http://www.ife.cz/media/documents/prospekte/en/P-1219-EN-Entrance Systems x4 NEU2 4 final.pdf>
23. IFE. *Předsuvné dveře pro hromadnou přepravu* [online]. ©2013 [vid. 2013-11-26]. Dostupné z: http://www.ife.cz/cz/products/shortdistancetraffic_1/slidingplugdoorsmasstransit/slidingplugdoorsmasstransit.jsp
24. IFE. *Sliding Plug Doors* [online]. ©2006, 16 s. [vid. 2013-11-26]. Dostupné z: http://www.ife.cz/media/documents/prospekte/en/sliding_pl_MT.pdf
25. IFE, Interní zdroj společnosti IFE.
26. MPSV. *Regionální statistika ceny práce* [online]. ISPV, 26. 3. 2014, 46 s. [vid. 2014-04-28]. Dostupné z: <http://www.ispv.cz/getattachment/3b6b0c29-8712-47f0-a293-cc9fd49a1213/Publikace-ve-formatu-PDF.aspx?disposition=attachment>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratka	Jednotka	Popis
DFT	[-]	označení typu poloautomatického testeru dle jeho výrobce
DIN	[-]	Deutsche Industrie Norm (Německá průmyslová norma)
DU	[-]	drive units (pohonné jednotky)
EN	[-]	Evropská norma
FAI	[-]	First Article Inspection (první zkouška výrobku)
FIFO	[-]	First In, First Out (první dovnitř, první ven)
IFE	[-]	Innovations For Entrance Systems (inovace pro vstupní systémy)
IP	[-]	interní předpis
IRIS	[-]	International Railway Industry Standard (Mezinárodní norma pro železniční průmysl)
ISO	[-]	International Organization for Standardization (Mezinárodní organizace pro normalizaci)
J	[-]	jeřáb
JIT	[-]	Just in time (právě včas)
LDOK	[-]	označení pracoviště dokončování
LPRI	[-]	označení pracoviště přípravy
MPSV	[-]	Ministerstvo práce a sociálních věcí
MT	[-]	manuální test
OHSAS	[-]	Occupational Health and Safety Assessment Specification (Systém řízení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci)
Q-Wall	[-]	výstupní kontrola
ŘJ	[-]	řídící jednotka
SMED	[-]	Single Minute Exchange of Die
TPM	[-]	Total Productive Maintenance (totálně produktivní údržba)
TPS	[-]	Toyota production systém (výrobní systém Toyoty)
VZ	[-]	vysokozdvihný vozík
a.s.	[-]	akciová společnost
ks	[-]	kus

Symbol	Jednotka	Popis
E	[-]	pohon typu E3
M	[-]	pohon na manuální testování
R	[-]	pohon typu RLS

SEZNAM PŘÍLOH


Příloha 1	Standard přestavby
Příloha 2	Pozorovací list
Příloha 3	Mapa plýtvání
Příloha 4	Grafický návrh počtu operátorů

PŘÍLOHA 1

STANDARD PŘESTAVBY TESTOVÁNÍ – DFT1 a DFT2

Pořadí	Postup
1	Zjištění následujícího projektu během testování posledního kusu projektu stávajícího – ve volných časech (test vysokého napětí, test cyklu)
2	Nalezení a přinesení kabeláže pro následující projekt ve volných časech během testování posledního kusu stávajícího projektu (test vysokého napětí, test cyklu)
3	Dokončení testování a přesun pohonů
4	Ustavení a načtení pohonu na test
5	Demontáž stávající kabeláže z testeru
6	Připojení kabeláže pro následující projekt
7	Nastavení zadních opor
8	Nastavení středového uchycení (pouze u DFT2)
9	Nastavení úhlu dveřních upínek dle typu
10	Odnesení již nepotřebné kabeláže ve volných časech testování (test vysokého napětí, test cyklu)
Legenda	Interní činnost (zastavený tester) Externí činnost před zastavením testeru (za chodu) Externí činnost po zastavení testeru (za chodu)

PŘÍLOHA 2

	Datum: 19.11.2013	POZOROVACÍ LIST PRO SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE A SNÍMEK PRŮBĚHU PRÁCE	List č.: 1 ze 2
	Směna: R		Pozoroval:
	Od do: 8:50 - 12:50 (4 HOD)		Pozorovaný: TESTOVÁNÍ
Pracoviště: DFT1 (TESTOVÁNÍ)		Název stroje (ev. číslo):	
Výrobek 1 (název, číslo) POKON EMU AUCKLAND (E3)		Dosáhnutý výr. výkon:	
Výrobek 2 (název, číslo)		Dosáhnutý výr. výkon:	
Výrobek 3 (název, číslo)		Dosáhnutý výr. výkon:	

Postupný čas	Výpočet času			Symbol	Popis
	od	do	čas		
	8:50:00	8:55:28		POM	EMU AUCKLAND ; POITOC - DOKONČOVÁNÍ
		8:58:32		MA	PŘEPRAVA
		9:14:10		OS	
		9:17:42		R	
		9:20:43		MP	
		9:27:22		R	
		9:23:05		POM	
		9:28:10		POM	POITOC S PŘÍPRAVOU - MOHL BY DĚLAT J
		9:30:08		R	
		9:31:21		MA	PŘEPRAVA
		9:34:20		POM	
		9:35:28		R	
		9:37:42		POM	
		9:48:10		OS	
		9:52:01		MP	
		10:07:02		OS	
		10:05:35		POM	POITOC - DOKONČOVÁNÍ
		10:06:40		OS	
		10:10:14		RES	
		10:12:30		OS	
		10:14:50		R	
		10:20:46		OS	
		10:21:05		MP	
		10:25:50		OS	
		10:28:15		POM	
		10:30:40		R	
		10:31:47		POM	
		10:32:36		R	
		10:35:30		POM	
		10:39:13		R	
		10:40:50		OS	
		10:45:00		MP	

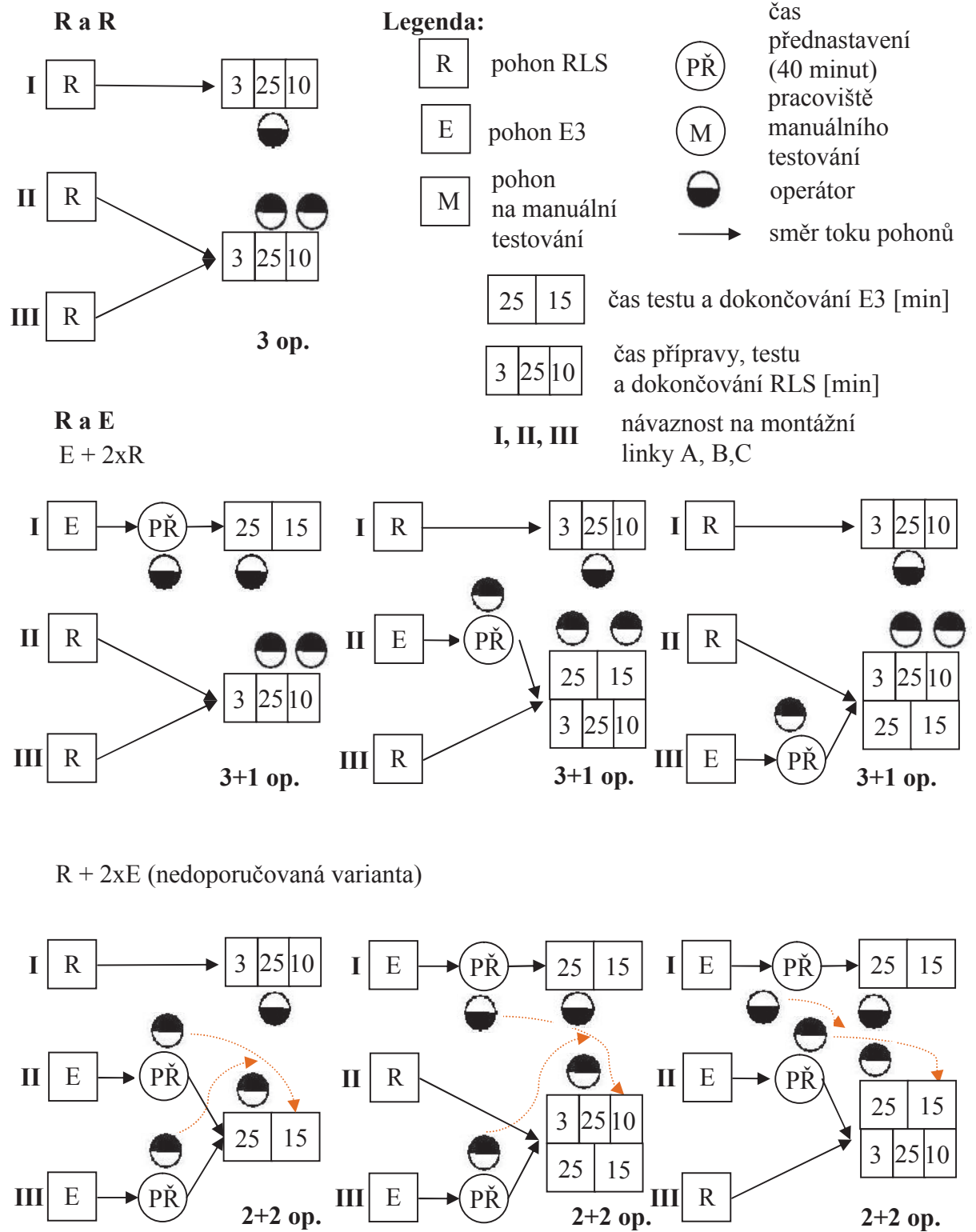
PRACOVNÍK OS Obilná stroje POM Číslo 1 POITOC NA 2 PRA RES Číslo 2 RESNA 1, A/98J, 2 CN Číslo 1 na okružní ml. stroje VV Výšková výstroj, součásti VN Výšková výstroj, přípravek KM Kontrola a měření DO Dokumentace - seznam, zápis PS Pracovní stroj UČ Úklid, údržba MA Manipulace MP Místní pracoviště R Rukovnice B Broušení CNC Číslo 1 (normy) PP Průřezková pracovní	STROJ SA Stroj čes. automatický SB Stroj čes. ruční PDS Průmysl - posilka stroje VV Průmysl - výšková výstroj, součásti VN Průmysl - výšková výstroj, přípravek KM Průmysl - kontrola a měření DO Průmysl - dokumentace - seznam, zápis PS Průmysl - pracovní stroj UČ Průmysl - úklid, údržba MA Průmysl - manipulace MP Průmysl - pracoviště mimo pracoviště R Průmysl - rukovnice pracovní CNC Průmysl - číslo 1 (normy) PP Průmysl - průřezková pracovní
---	---

Nezapomněli jste zaznamenat ? : typ vyráběných výrobků, data pro výpočet CEZ, název strojního zařízení, počet vyrobených ks za dobu pozorování, hodinový výkon, náměry cyklových časů, podnikové NORMY?

PŘÍLOHA 3

Mapa plynutí						
Nedvýroba	Modifikační práce	Čekání	Doprava	Opravy	Zbytečný pohyb	Zásoby
<ul style="list-style-type: none"> - OPRAVOVANÉ TESTY - CHRAŇ. POKRYV 	<ul style="list-style-type: none"> - RÚČNÍ OPISOVÁNÍ - KODŮ BĚHEM TESTU - SKLÁDÁNÍ / ROZLOŽENÍ - KABELAŽE 	<ul style="list-style-type: none"> - DOKONČENÍ OPRAV - V TESTERU - PRAC. DOKONČOVÁNÍ - ČEKÁNÍ NA DALŠÍ KS - NA OPRAVĚ - ECU - UPOZORNĚNÍ AUTOMAT. - CHODI TESTU - NA SPRAVOVÁNÍ - (PŘEDMĚSTANÍ) - PRÁHU 2 LINIÍ 	<ul style="list-style-type: none"> - PŘÍKŮMÍM - JERABET - (KDE PŘÍMA - NEVÍDĚNOST, KODŮ) 	<ul style="list-style-type: none"> - PŘEVÁŽNĚ SATEL - OPRAVUJÍ NEPŘESNOSTI - TI 3 LINIÍ 	<ul style="list-style-type: none"> - CHŮZE PRO SEZNAM - BARVY (KRETIK) - CHŮZE S PALETAMI 	<ul style="list-style-type: none"> - ZÁSOBA R. DÍL - JEDNOTEK - (ČASTO JIŽ - NEPOUŽÍVANÉ)

PŘÍLOHA 4



Legenda:

R pohon RLS

E pohon E3

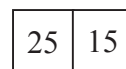
M pohon na manuální testování

čas přednastavení (40 minut)

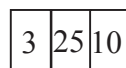
pracoviště manuálního testování

operátor

směr toku pohonů



čas testu a dokončování E3 [min]

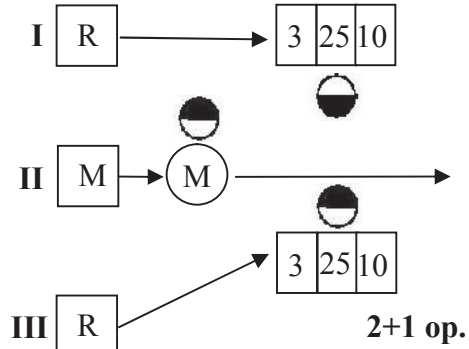


čas přípravy, testu a dokončování RLS [min]

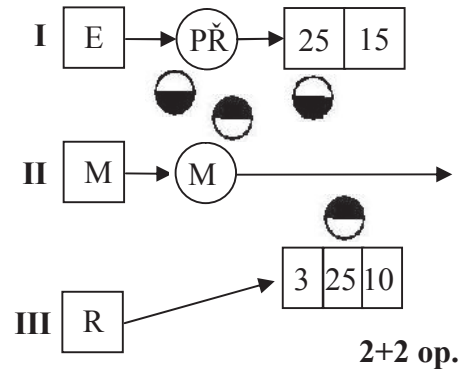
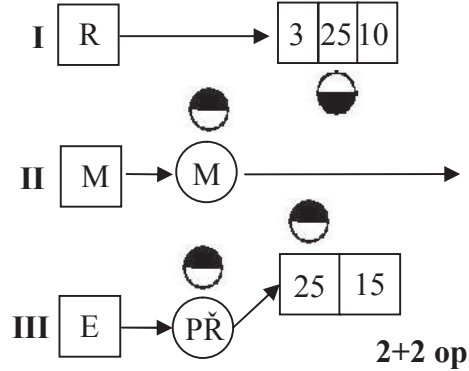
I, II, III návaznost na montážní linky A, B, C

PŘÍLOHA 4

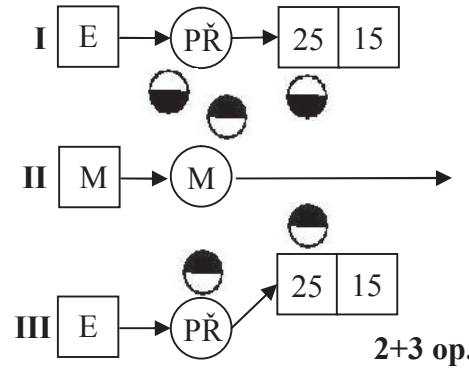
R a R + M



R a E + M



E a E + M (nedoporučovaná varianta)



E a E (zakázaná varianta)

