

Projekt zvýšení efektivity výrobních procesů a materiálových toků vybraných pracovišť ve společnosti XY

Bc. Jakub Juhás

Diplomová práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

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

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jakub JUHÁS**
Osobní číslo: **M100702**
Studijní program: **N6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Projekt zvýšení efektivity výrobních procesů a
materiálových toků vybraných pracovišť ve
společnosti XY**

Zásady pro vypracování:

Úvod

I. Teoretická část

- Zpracujte teoretická východiska vztahující se k problematice racionalizace výrobního procesu.

II. Praktická část

- Provedte analýzu současného stavu vybraných pracovišť.
- Na základě výsledků analýzy současného stavu navrhnete doporučení pro zvýšení efektivity pracovišť.
- Vypracujte projekt zavedení navrhovaného řešení a zhodnoťte jeho přínosy.

Závěr

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

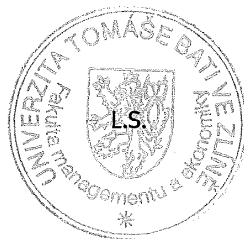
Seznam odborné literatury:


BEEK, Paul van a Hans Otto GÜNTHER. Advanced planning and scheduling solutions in process industry. Berlin: Springer, 2003, 426 s. ISBN 3540002227.
KOŠTURIAK, Ján. Projektovanie výrobných systémov pre 21. storočie. Žilina: Žilinská univerzita, 2000. 397 s. ISBN 8071005533.
KOŠTURIAK, Ján a Zbyněk, FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. Alfa Publishing. s. r. o., 2006. 237 s. ISBN 80-86851-38-9.
MYERSON, Paul. Lean supply chain and logistics management. New York: McGraw-Hill, 2012, 270 s. ISBN 978-0-07-176626-5.
VYTLAČIL, Milan a Ivan, MAŠÍN. Dynamické zlepšování procesů: programy a metody pro eliminaci plýtvání. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1999. 193 s. ISBN 80-902235-3-2.

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

Ve Zlíně dne 22. února 2013


prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková
děkanka




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

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

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

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

- (1) Vysoká škola nevýdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.
- (2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlázení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.
- (3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

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

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

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

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

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

Prohlašuji, že:

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

Ve Zlíně 27.4.2013



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

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

ABSTRAKT

Práca rozoberá problematiku optimalizácie výrobných procesov a materiálových tokov. Úvodná časť spracováva teoretické poznatky o štíhlej výrobe, jej prvkoch a tiež sa venuje analytickým a optimalizačným metódam, ktoré sa používajú na dosiahnutie zlepšenia výrobného procesu. Praktická časť analyzuje súčasný stav výroby vo vybranej spoločnosti, navrhuje optimalizačné opatrenia a obsahuje projekt zavedenia týchto opatrení.

Klíčová slova:

Plytvanie, časové štúdie, balansovanie, zásobovanie pracovísk, layout

ABSTRACT

The work discusses the issue of optimization of production processes and material flows. Introductory part processes theoretical knowledge about lean manufacturing, its elements and deals with analytical and optimization methods, that are used to achieve the improvement in production process, too. The practical part analyzes the current state of the production in the selected company. suggests the optimization arrangements and contains the project of implementing these measures.

Keywords:

Waste, time studies, balancing, workplace supplying, layout

Chcel by som poďakovať Ing. Michaele Hájkovej za vedenie, pomoc a cenné rady pri zostavovaní práce, Ing. Dušanovi Dostálovi za vedenie a rady pri práci na projekte vo firme a tiež kolektívu spoločnosti XY za spoluprácu pri analýze a optimalizácii výroby, konkrétne Davidovi, Romanovi, vedeniu a všetkým ostatným výrobným aj nevýrobným zamestnancom, ktorí sa na tomto projekte podieľali.

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

| | |
|---|-----------|
| ÚVOD | 10 |
| I TEORETICKÁ ČASŤ | 11 |
| 1 PRIEMYSELNÉ INŽINIERSTVO | 12 |
| 1.1 VÝVOJ POHĽADU NA VÝROBNÝ PROCES | 12 |
| 1.2 NÁPLŇ PRÁCE A POSTAVENIE PRIEMYSELNÉHO INŽINIERA V SPOLOČNOSTI..... | 13 |
| 2 ŠTÍHLA VÝROBA | 15 |
| 2.1 PLYTVANIE..... | 15 |
| 2.2 ZLEPŠOVANIE PROCESOV..... | 17 |
| 3 VYBRANÉ METÓDY PRIEMYSELNÉHO INŽINIERSTVA | 18 |
| 3.1 ANALYTICKÉ METÓDY..... | 18 |
| 3.1.1 Meranie časov | 18 |
| 3.1.2 Časové štúdie práce – snímok pracovného dňa..... | 18 |
| 3.1.3 MOST..... | 19 |
| 3.1.4 Maticový diagram – technologická matica výrobkov | 20 |
| 3.2 OPTIMALIZAČNÉ METÓDY | 21 |
| 3.2.1 Balansovanie liniek | 21 |
| 3.2.2 Kanban | 21 |
| 3.2.3 Ganttové diagramy a plánovanie..... | 22 |
| 3.2.4 Kaizen | 24 |
| II PRAKTICKÁ ČASŤ | 25 |
| 4 PREDSTAVENIE SPOLOČNOSTI XY | 26 |
| 4.1 HISTÓRIA SPOLOČNOSTI | 26 |
| 4.2 SÚČASNOSŤ | 26 |
| 4.3 CERTIFIKÁCIA | 26 |
| 4.4 CIELE SPOLOČNOSTI | 26 |
| 5 ZÁKLADNÉ INFORMÁCIE O VÝROBNOM PROCESE | 27 |
| 5.1 CHARAKTERISTIKA VÝROBY | 27 |
| 5.1.1 Súčasný layout výrobných haly | 28 |
| 5.1.2 Výroba produktov pre zváranie metódou A..... | 29 |
| 5.1.3 Výroba produktov pre zváranie metódou B..... | 30 |
| 5.2 ZAMESTNANCI A PRACOVNÁ DOBA | 31 |
| 6 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU | 33 |
| 6.1 PRIMÁRNA ANALÝZA..... | 33 |
| 6.1.1 Námery časov..... | 33 |
| 6.1.2 Snímky pracovného dňa..... | 35 |
| 6.1.3 Plytvanie vo výrobe..... | 37 |
| 6.2 VYMEDZENIE PROJEKTU | 38 |
| 6.2.1 Ciele projektu | 38 |
| 6.2.2 Riziká projektu | 39 |
| 6.2.3 Časový harmonogram | 39 |
| 6.3 PODROBNÁ ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU..... | 39 |
| 6.3.1 Technologické skupiny produktov | 40 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 6.3.2 | Kapacita a takt výroby A..... | 42 |
| 6.3.3 | Štandardy pracovných postupov | 43 |
| 6.3.4 | Potreby pracovných nástrojov | 45 |
| 6.3.5 | Analýza materiálových potrieb pracovišk..... | 46 |
| 7 | NÁVRHY NA ZVÝŠENIE EFEKTIVITY | 47 |
| 7.1 | PRACOVNÝ POSTUP | 47 |
| 7.1.1 | Štandard pracovného postupu | 47 |
| 7.1.2 | Zmena pracovných postupov | 47 |
| 7.2 | VYVÁŽENIE JEDNOTLIVÝCH ČINNOSTÍ..... | 53 |
| 7.3 | DOSTUPNOSŤ MATERIÁLU A SYSTÉM ZÁSOBOVANIA | 57 |
| 7.4 | PLÁNOVANIE VÝROBY | 59 |
| 7.5 | NÁVRH NOVÉHO LAYOUTU VÝROBNEJ HALY..... | 60 |
| 8 | PROJEKT IMPLEMENTÁCIE NAVRHOVANÝCH ZMIEN | 64 |
| 8.1 | SIMULÁCIA NOVÝCH PRACOVNÝCH POSTUPOV | 64 |
| 8.2 | PRESTAVBA SKLADU | 66 |
| 8.3 | ZAVEDENIE PLÁNOVACEJ TABULE A ŠKOLENIE ZAMESTNANCOV | 67 |
| 8.4 | SPOJENIE PRACOVÍSK VÝROBY KÁBLA A PRÍSUNU DRÔTU VO VÝROBE A | 67 |
| 8.5 | VYTVORENIE PRACOVÍSK BALENIA A PRÍPRAVY..... | 68 |
| 8.6 | ÚPRAVA A PRESUN MONTÁŽNYCH PRACOVÍSK | 68 |
| 8.7 | ZMENA SYSTÉMU ZÁSOBOVANIA | 69 |
| 8.8 | ÚPRAVA A PRESUN PRACOVÍSK VÝROBY B..... | 69 |
| 8.9 | AUDITOVANIE VYKONANÝCH ZMIEN A NEUSTÁLE ZLEPŠOVANIE | 69 |
| 8.10 | ČASOVÝ HARMONOGRAM IMPLEMENTÁCIE | 69 |
| 9 | PRÍNOSY PROJEKTU | 71 |
| | ZÁVER | 73 |
| | ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY | 74 |
| | ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK..... | 76 |
| | ZOZNAM OBRÁZKOV | 77 |
| | ZOZNAM TABULIEK | 78 |
| | ZOZNAM GRAFOV | 79 |
| | ZOZNAM PRÍLOH..... | 80 |

ÚVOD

Vývoj ľudskej spoločnosti napreduje stále väčšími krokmi. Niektorí by síce povedali, že kráčame opačným smerom, ale buďme optimisti a na chvíľu zabudnime na negatíva pokroku. Tak ako sa naša spoločnosť vyvíja a zvyká si stále na vyšší štandard, je potrebné, aby tu bol niekto, kto tieto narastajúce požiadavky splní. Vo svete podnikania to sú výrobné aj nevýrobné spoločnosti ponúkajúce výrobky a služby. Tieto produkty sú výsledkom ich činností a vo vzťahu k zákazníkovi ich úspech ovplyvňujú určité parametre. Tieto parametre sú pre každého zákazníka individuálne, no súhrnne ich nazveme kvalitou dodávaného produktu. Kvalitou sa rozumie splnenie zákazníckej požiadavky a väčšinou sa jedná o rýchlosť dodania produktu, akosť a v neposlednom rade cenu, ktorú je firma schopná ponúknuť. Samozrejme, pre každého zákazníka môže byť kvalitou aj niečo iné. Niektorí chcú malé auto s automatickou prevodovkou a nízkou spotrebou, lebo mu to vyhovuje. Ja by som si napríklad vybral presný opak, čo tým ale chcem povedať? V dnešnej dobe je potrebné byť flexibilný, pretože udržať si zákazníka je v obrovskej konkurencii neskutočne náročné. Jedna vec je dobrá komunikácia so zákazníkom, pretože je potrebné vyrábať to, čo si sám žiada (určite ale nemám na mysli postávanie v Kauflande a otravovanie ľuďov dotazníkmi). Tomu sa, ale venovať nebudem, je to predmetom iného odboru.

Jedným z predmetov priemyselného inžinierstva je práve spomenutá flexibilita, ktorá umožňuje podniku reagovať na výmysly spotrebiteľov v čo najkratšom čase. Tú je možné dosiahnuť aplikáciou množstva metód priemyselného inžinierstva. Samozrejme, nestačí byť flexibilný, je potrebné vyrábať efektívne, čo ovplyvňuje cenu produktu. Toto vie priemyselné inžinierstvo zabezpečiť tiež. Pri použití správnych metód dokážeme vyžmýkať vodu aj zo sušienky. Bol by som nerád, keby túto vetu niekto vzťahoval k ľudskej pracovnej sile, pretože priemyselný inžinier k svojmu pôsobeniu potrebuje práve ľudí. Ľuďov, ktorí majú vedomosti z rôznych odborov a ľudí, ktorí majú rôzne skúsenosti. Úlohou priemyselného inžiniera je potom dať dokopy všetky neusporiadané myšlienky a postupne robiť na základe nazbieraných a analyzovaných informácií veci okolo seba stále lepšími.

Pri tvorení tejto práce boli práve ľudia pracujúci vo výrobe kľúčoví. Je to síce dané aj charakterom výroby, ale podstatou je spolupráca a už spomínané spájanie rôznych myšlienok. Metódy priemyselného inžinierstva boli potom využité na analýzu získaných informácií a následné návrhy na zlepšenie. Výsledky, ktoré boli dosiahnuté a kroky, ktoré boli k dosiahnutiu cieľov vykonané, si môžete pozrieť na nasledujúcich stranách.

I. TEORETICKÁ ČASŤ

1 PRIEMYSELNÉ INŽINIERSTVO

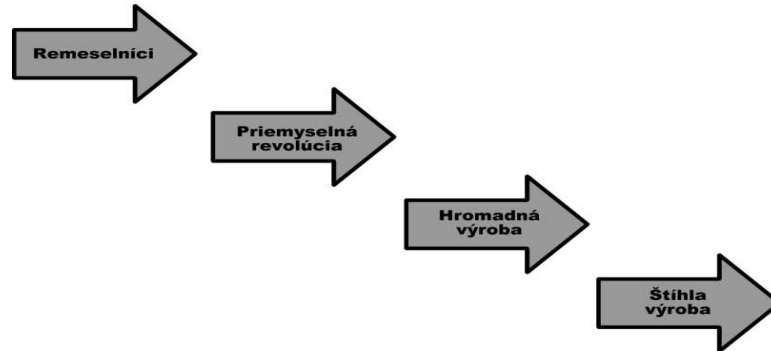
1.1 Vývoj pohľadu na výrobný proces

„Tí, ktorí si nepamätajú minulosť sú odsúdení k tomu, aby ju opakovali.“

George Santayana

Dnešný pohľad na výrobu, predaj a služby s tým spojené, ktorý sa snaží uspokojiť predovšetkým zákazníka ako koncového užívateľa je na svete ešte len krátko. Začiatky organizácie výrobného procesu siahajú hlboko do minulosti. Nebudeme sa zaoberať vývojom človeka a jeho myslenia, ale pár storočí sa vrátiť môžeme. Kedysi boli produkty vyrábané v celku remeselníkmi a umelcami keď do toho vstúpil istý pán Adam Smith a povedal, že jeden človek nebude vyrábať celý produkt. Zodpovednosť jedinca za jednu operáciu zabezpečila zrýchlenie výroby a zvýšenie efektivity. Do toho vstúpil navyše Eli Whitney a vymyslel štandardizované diely, čo zvýšilo kvalitu. Zjednodušene, keď sa vyrobil vozík, boli všetky 4 kolesá rovnaké. Na začiatku 20. storočia sa začala éra vedeckého manažmentu vďaka časovým a pohybovým štúdiám Fredericka Taylora. To umožnilo manažmentu merať, analyzovať a riadiť oveľa precíznejšie ako doteraz. Zároveň nastal obrovský pokrok zavedením hromadnej výroby vo Ford Motor Company. Táto výroba, aj napriek prínosom, ktoré sa jej nedajú uprieť, bola riadená na princípe tlaku, čo je opakom dnešné štíhleho riadenia ťahom. Jej hlavným nedostatkom je výroba na sklad s dúfaním, že sa výrobky podarí predáť a tiež fakt, že produkcia nebola zložená z výrobkov, ktoré zákazníci chcú. Zákazník mohol povedať len „chcem“ alebo „nechcem“, nemohol povedať „čo“ by si prial. V osemdesiatych rokoch 20. storočia sa začal objavovať koncept Just in Time (JIT). Prišiel z Japonska a bolo to kvôli tomu, že po 2. SV nastal nedostatok surovín a Japonci ich potrebovali dobre alokovať. Podstata JIT spočíva v minimálnej potrebnej zásobe materiálu alebo informácií – ani príliš veľa, ani príliš málo. Požiadavka na JIT zásobu vychádza od zákazníka, ktorý sa v tomto koncepte nechápe len ako finálny spotrebiteľ, ale ako každé pracovisko, ktoré potrebuje prísun materiálu, polotovarov a informácií – takže každé. Výsledky metódy JIT boli evidentné od začiatku a postupne gradovali od výroby lacných produktov (lacné hračky a rádiá v šesťdesiatych rokoch 20. storočia) až po súčasné spoločnosti s vysokou výkonnosťou a vysokou kvalitou (Toyota, Nissan, ...). Japonsko položilo základy štíhlej výroby a ťahového systému často označovaných ako plynulý tok výroby a flexibilná výroba. Predchodcom tohto všetkého je Toyota Production System (TPS) naštartovaný v štyridsiatych rokoch 20. Storočia, ktorý sa sústreďí na kontinuálne zlepšovanie

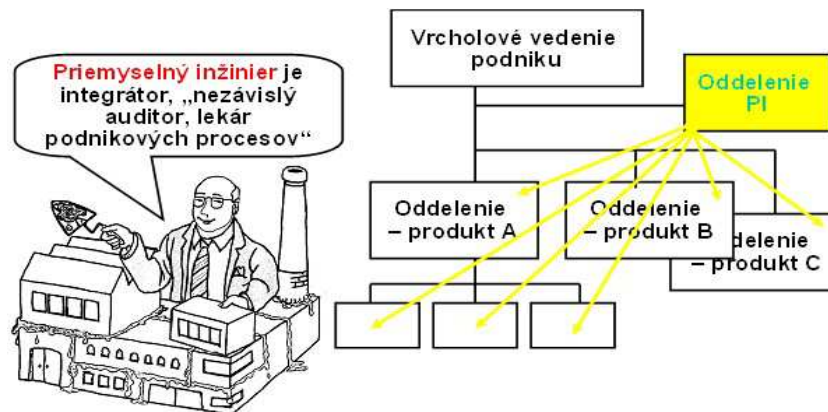
a rešpektovanie pracovníkov. Cieľom TPS je povzbudiť pracovníkov aby sa dostali využitím rôznych metód ku koreňu problému a tiež aby sa snažili eliminovať plytvanie. (Myerson, 2012, s. 11-13)



Obrázok 1 Vývoj pohľadu na výrobu [vlastné spracovanie]

1.2 Náplň práce a postavenie priemyselného inžiniera v spoločnosti

Podniky sú v súčasnosti ovplyvňované globálnymi zmenami, ktoré ich nútia prispôbovať sa svojmu okoliu pružnejšie a dynamickejšie ako to bolo kedysi. Tento stav si vyžaduje zmenu myslenia vedúcich pracovníkov a upustenie od zažitých názorov na riešenie problémov, riadenie ľudí a výrobných či nevýrobných procesov. Direktívny spôsob riadenia práce je potrebné vystriedať systematickým myslením, tímovou prácou a rýchlym zavádzaním nových, efektívnejších princípov do praxe. Priemyselné inžinierstvo ponúka množstvo metód na analýzu a zlepšovanie. Mašín a Vytlačil (1999, s. 13) síce píše o práci priemyselného inžiniera priamo vo výrobe, no aj tak vystihujú podstatu práce akéhokoľvek priemyselného inžiniera naprieč celou spoločnosťou a jeho neustálu snahu robiť veci lepšími.



Obrázok 2 Postavenie priemyselného inžiniera v spoločnosti
[Priemyselné inžinierstvo, 2013]

„Priemyselní inžinieri projektujú, implementujú, plánujú a riadia komplexné integrované výrobné systémy a systémy pre poskytovanie služieb a zabezpečujú ich vysokú výkonnosť, spoľahlivosť, plnenie termínov a riadenie nákladov v nich. Tieto systémy integrujú ľudí, informácie, technologické zariadenia a procesy, materiály a energie v celom životnom cykle daného výrobku alebo služby.“ (Priemyselné inžinierstvo, 2013)

2 ŠTÍHLA VÝROBA

Pred tým, ako budeme hovoriť o štíhlej výrobe a jej prvkoch, by bolo vhodné definovať pojem „štíhlost“. Paul Myerson (2012, s.1-2) začína s jej definíciou popisom toho, čo „štíhlost“ nie je. Tvrdenie: „my už štíhly sme ... vyrábame rovnako a už sme vyhodili 20% zamestnancov“ určite nepochádza z úst človeka, ktorý podstatu štíhlych procesov, výrobných či nevýrobných, dobre pozná a neustále sa venuje ďalšiemu zoštíhľovaniu. Byť štíhly neznamena zaviesť agresívnu diétu a zhodiť prebytočný tuk. Zatiaľ čo výsledok v podniku je rovnaký – vyrábať viac s menšími alebo rovnakými nákladmi (ľuďmi, kapitálom, ...), nesmie to byť hlavným cieľom. Ak áno, zoštíhľovanie výroby je predurčené k neúspechu. Zoštíhľovanie procesov je tímová forma neustáleho zlepšovania, ktoré sa zameriava na identifikáciu a elimináciu rôznych druhov plytvania. Namiesto diéty by sa teda štíhlost podniku mala považovať za dlhodobý a neprestávajúci ozdravný program, ktorý dodáva podniku energiu, vitalitu a schopnosť prispôbovať sa rastúcej súťaživosti, nestability a stále náročnejším zákazníkom.

Pojem štíhla výroba sa postupne stáva bežným, no nie každý si uvedomuje čo všetko pod sebou skrýva. Súbor základných prvkov štíhlej výroby vytvorený na základe skúseností z jej implementácie v desiatkach podnikov poskytujú Košturiak a Frolík (2006, s. 23) v nasledovnom zložení:

- management toku hodnôt
- kanban, pull system, vyvážený tok
- tímová práca
- štíhle pracovisko, vizualizácia
- kaizen-neustále zlepšovanie
- štíhly layout, výrobné bunky
- TPM, rýchle zmeny, redukcia dávok
- procesy kvality a štandardizovaná práca

Tieto prvky vedú k eliminácii plytvania, ktoré sa v určitej miere nachádza v každom výrobnom systéme.

2.1 Plytvanie

Slovo plytvanie je približným prekladom japonského slova MUDA. „Každá výroba a dokonca každá lidská činnosť je složená z procesů, ktoré buď pridávajú, alebo nepridávajú

hodnotu do výsledného produktu. Není to jenom fakt, je to zákonitost. Cokoliv, co musíme vkládat do výrobního procesu, stojí peníze. Jsou to materiály, čas, prostředky pro výrobu, atd. MUDA označuje ve výrobním procesu ty skutečnosti, které mu hodnotu nepřidávají a za které zákazník nechce zbytečně platit.“ (Bauer, 2012)

Každá vykonaná činnosť, ktorá sa nachádza v procesoch medzi zadaním požiadavky zákazníka a dodaním produktu (výrobku alebo služby) a zo zákazníckeho pohľadu nepridáva výrobku žiadnu hodnotu je plytváním. Aj keď je táto definícia pre človeka, ktorý sa v oblasti zlepšovania procesov pohybuje dostačujúca a jednoznačná, veľa ľudí si nevie predstaviť čo presne to plytvanie je. Preto je najlepšie popísať 8 druhov plytvania, ktoré vychádzajú z TPS. (Myerson, 2012, s. 2, 19-25)

Druhy plytvania:

- Zásoby
 - Najviditeľnejší signál, ktorý je zároveň výsledkom ostatných druhov plytvania. Zahŕňa zásoby materiálu, rozpracovanej výroby a hotových výrobkov schopných byť predané.
- Transport
 - Zahŕňa presúvanie materiálu, výrobkov, dočasné skladovanie, pohyb ľudí medzi rôznymi pracoviskami, ...
- Zbytočné pohyby pri práci
 - Ak niečo používam často, budem to mať stále po ruke a nie vo vedľajšej miestnosti
- Čakanie
 - Strata času spôsobená čakaním na materiál, informácie alebo ľudí, ktorí sú potrební k vykonaniu danej činnosti
- Nadprodukcia
 - Ide o výrobu, objednávanie a všeobecne prácu na niečom, čo nie je potrebné
- Nadpráca
 - Znie podobne ako nadprodukcia, ide však o úkony vykonávané zbytočne, ktoré zákazník nežiada. Môže sa tiež jednať o prehnane drahé a výkonné zariadenia, ktoré sú až „príliš dobré“ na potrebný úkon

- Zmetky
 - Chyby vo výrobe sú tiež obrovským plytváním. Po chybe je vždy potrebná oprava alebo je produkt znehodnotený úplne a môže sa vyhodiť
- Nevyužitý potenciál pracovníkov
 - V literatúre všeobecne, sa píše o tom, že „niekto“ pridáva aj ôsmy druh plytvania. Celkom zaujímavé je, že som ešte nevidel text, v ktorom by sa tento ôsmy druh nevyskytoval a keďže jeho postavenie je úplne oprávnené dalo by sa povedať, že druhov plytvania je naozaj osem. Ľudia, ktorí sú zainteresovaný v danom procese a nedostanú príležitosť vyjadriť svoje nápady a skúsenosti sú využitý len na polovicu. Paradigma, že pracovník používa svaly a vedúci mozog je síce ešte vo väčšine prípadov stále v móde, no ignorovanie ľudí, ktorí danú prácu vykonávajú môže priniesť len komplikácie, aj pri zavádzaní dobrých nápadov.

Texty o plytvaní sa väčšinou zhodujú vo dvoch veciach. Prvou je, že sumou všetkých druhov plytvania sú zásoby a po ich znížení či úplnom eliminovaní vyplávajú na povrch ostatné straty a chyby v procese. Druhou je, že najhorším druhom plytvania je nadprodukcia (alebo nadvýroba), pretože aj keď sú ostatné druhy tiež závažné, vyrábanie niečoho, čo nikto nechce je úplne nezmyselné.

2.2 Zlepšovanie procesov

Cieľom priemyselného inžinierstva je všeobecne zlepšovať všetko čo ovplyvňuje chod firmy. Veľa ľudí si podľa názvu myslí, že sa jedná len o výrobu, niekedy dokonca o hromadnú priemyselnú výrobu. Zlepšovať chod firmy však znamená zosúladiť všetky vnútorné aj vonkajšie procesy od usporiadania IT kancelárie po dohody interkontinentálnych dodávateľských systémov. Ako prvé je potrebné zistiť kde sa úniky nachádzajú a potom sa môže rozmyšľať nad tým, čo a ako upraviť, aby to fungovalo stále lepšie a lepšie. Veľmi dôležité je, že samotná filozofia priemyselného inžinierstva vylučuje otázku či je niečo vôbec treba zlepšovať. Je to nekonečný proces a priemyselný inžinier nepozná slovo „dokonalosť.“ (Zlepšovanie podnikových procesov, 2007)

3 VYBRANÉ METÓDY PRIEMYSELNÉHO INŽINIERSTVA

Priemyselné inžinierstvo používa obrovské množstvo metód, ktoré sú určené na analýzu súčasného stavu, odstraňovanie plytvania a optimalizáciu jednotlivých častí výrobných, administratívnych, logistických a ďalších procesov v spoločnosti. Táto kapitola zhrňa metódy použité v tomto projekte.

3.1 Analytické metódy

Pred tým ako môžeme niečo zlepšovať treba zistiť kde sa problém nachádza, resp. čo je v súčasnej situácii najvhodnejším miestom na zlepšenie.

3.1.1 Meranie časov

Existuje množstvo dôvodov prečo chciet' vedieť časovú náročnosť vykonávaných operácií. Môže ísť o operácie vykonávané vo výrobe ľuďmi, strojmi, či o rôzne administratívne úkony. Niekedy sa môže jednať čisto o zvedavosť, ale pokiaľ sa jedná o podnikateľské prostredie, je to hlavne troch dôvodov. Prvým z nich je schopnosť činnosti plánovať a urobiť svoje pôsobenie predvídateľnejším. Druhým z dôvodov je schopnosť určiť výkonnosť systému, teda ide o vedomosť, ktorá určuje hranice, čo si môžeme dovoliť, čo nie, prípadne, čo vykonať aby sme si mohli dovoliť viac. Posledným je možnosť jednoznačnej definície určiť náklady uskutočnených výkonov. Poznanie časových náročností umožňuje manažérom dosiahnuť a starať sa o vysoké využitie personálu, materiálu a zariadení. Výsledkom je celková efektívnosť, ktorá zaručí rast spoločnosti. (Zandin, 2003, s. 1-2)

3.1.2 Časové štúdie práce – snímok pracovného dňa

Jedným z nástrojov metód priemyselného inžinierstva sú časové štúdie práce. Môžu slúžiť na normovanie práce, no tiež ako podklad k optimalizácii či definovanie neefektívnych činností. Výstupy z týchto analýz rozdeľujú činnosti a ich trvanie na tie, ktoré produktu hodnotu pridávajú alebo nepridávajú. Snímok pracovného dňa patrí medzi priame merania pracovných činností a prebieha v reálnom čase. Poskytuje detailný pohľad na skladbu vykonávaných činností počas celého dňa, resp. zmeny. Jeho uskutočnenie je však časovo náročné, vyžaduje si dlho trvajúce pozorovanie, prípravu na toto pozorovanie a v niektorých prípadoch so sebou nesie aj psychickú záťaž na strane pozorujúceho aj pozorovaného. Výsledkom je však hodný týchto „nákladov“, pretože poskytuje celkový pohľad na pracovný

deň a vykresľuje rôzne formy plytvania. (Pavelka, 2005; Szombathyová, 2010; Lhotský, 2005)

Druhy snímokov:

- Snímok pracovného dňa jednotlivca
- Snímok pracovného dňa čaty
- Hromadný snímok pracovného dňa
- Vlastný snímok pracovného dňa

Pri zostavovaní snímku pracovného dňa treba vybrať pracovníka a pracovisko. Dôvodom výberu pracoviska môže byť plánovaná zmena alebo fakt, že pracovisko je úzkym miestom a je potrebné identifikovať plytvanie. V tomto projekte je cieľom snímku pracovného dňa jednotlivca namerať výrobné časy a presne určiť plytvanie, ktoré sa v procese vyskytuje s cieľmi vybalansovať linku, zmeniť layout a v neposlednom rade skrátiť výrobné časy.

3.1.3 MOST

Metóda MOST (Maynard Operation Sequence Technique) je určená na výpočet časovej náročnosti ľudských činností či jednotlivých pohybov. Vyvíjala sa postupne odkedy Frederick Taylor začal s meraním trvania výrobných operácií. Základom pre vytvorenie tejto metódy sa stal fakt, že ľudia dokázali už vtedy odlíšiť pohyby potrebné a zbytočné pri vykonávaní práce. Neskôr prišli Frank a Lilien Gilbrethoví so zistením, že manuálna práca sa skladá z kombinácie základných pohybových zložiek. Tieto zložky sa im podarilo izolovať a identifikovať, takže sa metóda dala logicky vysvetliť a ďalej vylepšovať. Hlavným dôvodom ich práce bolo rovnako ako u Taylora odstránenie nepotrebných pohybov z pracovných činností, ktoré mali mať za následok zrýchlenie práce a tým pádom zvýšenie výkonnosti. Po spojení práce Taylora a Gilbrethovcov, teda časovej a pohybovej analýzy vznikol systém dopredu určených časov – PMTS (Predetermined Motion Time System). Prvým verejne publikovaným systémom bol MTM (Methods Time Measurements) a vyvinuli ho v roku 1948 Harold B. Maynard, G. J. Stegemerten a J. L. Schwab. Pre svoju detailnosť a skoro dokonalú presnosť je tento systém celosvetovo uznávaný. Jeho presnosť so sebou však prináša aj komplikovanosť, takže bol ďalej vyvíjaný až pokiaľ nebol v roku 1972 vo Švédsku uvedený systém BasicMOST. Zatiaľ čo BasicMOST je najvyužívanejším systémom v rôznych výrobách, boli k nemu vyvinuté aj ďalšie rozširujúce verzie. Ide o MiniMOST, ktorý sa zameriava na krátke a často opakované operácie, MaxiMOST, ktorý

vznikol v lodeniach, kde bolo potrebné pracovať s dlhými operáciami a nakoniec AdminMOST (pôvodne ClericalMOST), ktorý sa sústreďuje na administratívne úkony. (Zandin, 2003, s. 2-5)

Výhody poznania časových náročností potrebných úkonov a pohybov všeobecne spočívajú v tom, že dokážeme napríklad určiť časovú potrebu na výrobu nového produktu, ktorý ešte nemohol byť nameraný alebo tiež na hodnotenie výkonov pracovníkov. MOST je výborným pomocníkom pri tvorení časových noriem výroby.

3.1.4 Maticový diagram – technologická matica výrobkov

Ak chceme zistiť súvislosti medzi veľkým množstvom údajov, je vhodné použiť maticový diagram. Existujú rôzne typy porovnávajúce rôzny počet súborov dát ako napríklad diagram Y, ktorý porovnáva 3 skupiny údajov, diagram X, ktorý dokáže zviditeľniť súvislosti až medzi štyrmi súbormi údajov alebo diagram T, ktorý definuje súvislosti dvoch dátových skupín oproti tretej. Základným a najčastejšie používaným je jednoduchá matica, ktorá sa zaoberá dvoma súbormi rôznych informácií. (Salvendy, 2001)

Túto maticu je vhodné použiť pri analýze technologických postupov rôznych výrobkov, teda ak chceme zistiť variabilitu výroby, počet potrebných pretypovaní pri zmene vyrábaného sortimentu. Na jednej ose sa nachádzajú produkty, teda skladba výroby a na druhej ose sú jednotlivé operácie pracovného postupu. Postupným vyplňaním spoločných polí znakmi symbolizujúcimi zhodu sa takto vyplní celá matica. Znak môže byť jednoduchý krížik, ak chceme analyzovať detailnejšie, môžeme do polí vpisovať priamo trvanie danej operácie pri každom produkte. Výsledkom je tabuľka, ktorej riadky sa usporiadajú podľa spoločných operácií a vytvoria sa technologické skupiny výrobkov s rovnakým alebo veľmi podobným pracovným postupom. Podobne môžeme analyzovať aj využívané zariadenia, potrebné nástroje či materiálové nároky výrobkov.

Niekedy je skladba výroby natoľko jednoduchá, že ju nie je potrebné analyzovať týmto spôsobom. Ak sa však vo výrobe nachádza veľké množstvo rôznych produktov je vhodné zamerať pri optimalizácii na jeden typ s najväčším zastúpením a technologická matica dokáže rozšíriť efekt zlepšenia tým, že určí, ktoré všetky ďalšie výrobky je možné k hlavnému A produktu priradiť.

3.2 Optimalizačné metódy

Po zbere dát a identifikácii únikov je potrebné vykonať optimalizačné opatrenia. Niekedy ide o malé, postupné zlepšenia, niekedy o razantné, skokové zmeny. V nasledujúcich riadkoch je ponúknutých pár vybraných metód, ktoré napomáhajú zmene k lepšiemu.

3.2.1 Balansovanie liniek

Balansovanie práce a liniek je efektívnym nástrojom na zvyšovanie priechodnosti liniek a buniek, ktorý zároveň znižuje nároky na ľudskú pracovnú silu a redukuje náklady. (Introduction of Line Balancing, 2013)

Balansovanie montážnych liniek sa zaoberá priradovaním jednotlivých výrobných operácií pracoviskám tak, aby to z určitého hľadiska dávalo zmysel. Odkedy zaviedol Henry Ford výrobné linky bolo vybalansovanie operácií optimalizačným problémom s veľkou dôležitosťou, pretože rozdiel medzi vyváženou a nevyváženou výrobou sa vo väčších výrobách rovná miliónom dolárov ročne. Ak máme daný súbor operácií s rôznou dobou trvania, ktoré treba vykonať, súbor obmedzení, ktoré vykonávanie týchto operácií ovplyvňuje a počet pracovísk, ktoré sú na výkon potrebné, je potrebné priradiť tieto operácie k pracoviskám tak, aby sa neporušilo žiadne obmedzenie a priradenie bolo optimálne. Kritérium optimality ponúka dve možnosti. Buď máme daný potrebný cyklový čas, ktorý nesmie byť prekročený a je potrebné minimalizovať počet pracovísk alebo je daný pevný počet pracovísk a je potrebné minimalizovať cyklový čas určený najväčším súčtom trvania operácií, ktoré sú priradené k jednému pracovisku. (Falkenauer, nedatované)

3.2.2 Kanban

Japonské slovo kanban sa stalo synonymom ťahového systému výroby. V preklade však znamená niečo ako „tabuľa so znameniami (alebo signálmi)“ (signboard po anglicky). Jeho vznik sa datuje na koniec štyridsiatych rokov 20. storočia, keď sa pomocou kanbanov snažil Taiichi Ohno zaviesť JIT v Toyote. Podarilo sa mu tým viditeľne znížiť hladinu rozpracovanej výroby medzi operáciami a usporiť tak náklady spojené s držaním zásob. Navyše využíval kanban, ktorý mimochodom používal pri zásobovaní princíp amerických supermarketov, na neustále zlepšovanie a hľadanie medzier vo výrobe. To je trochu ku vzniku, avšak čo je to vlastne presne kanban? Kanban je systém zadávania požiadaviek na výrobu založený na vizuálnych signáloch, ktoré riadia samotní operátori a ovplyvňujú nimi koľko treba vyrobiť, kedy treba prestať a kedy treba zmeniť výrobu. Pravidlá kanbanu tiež určujú

čo robiť keď nastane problém a s kým tento problém riešiť. Dobre nastavený a vizualizovaný kanban dáva navyše vedúcim pracovníkom možnosť vidieť stav celej výroby jednoducho a výstižne. (Gross a McInnis, 2003, s. 1-2)

Prínosy kanbanu:

- Zlepšuje tok materiálu a výrobkov
- Znižuje zásoby
- Zabraňuje nadvýrobe
- Posúva riadenie na úroveň operátorov
- Vytvára vizuálne riadenie a plánovanie
- Zvyšuje schopnosť riadiť zásobovací reťazec
- Eliminuje zastarávanie zásob (dodržiava princíp FIFO)
- Zvyšuje schopnosť reagovať správne a včas na zmeny v objednávkach

Aby bolo možné dosiahnuť všetky tieto zlepšenia, je potrebné dať si záväzok zabudnúť na súčasný stav a urobiť zmenu. Vo väčšine prípadov ide aj o prekonanie nechuti k zmene a vytvorenie plánu, ktorý treba dodržať. Tento plán by mal obsahovať týchto sedem krokov:

- Zber dát
- Vypočítanie veľkosti dávok
- Návrh kanbanu (ako bude fungovať, aké budú signály, pravidlá)
- Tréning zamestnancov
- Naštartovanie kanbanu
- Auditovanie systému
- Zlepšovanie (neustále)

3.2.3 Ganttove diagramy a plánovanie

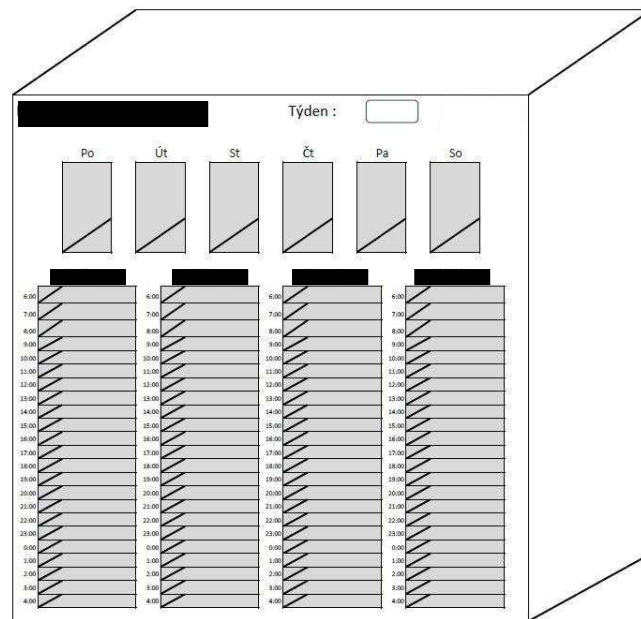
Plánovanie výroby je pre hladký beh veľmi kritické. V súčasnosti robí množstvo spoločností to, že má nejakú vypočítanú kapacitu výroby na určité obdobie, nahádže do nej zákaznicke objednávky a nechá výrobu, aby si to vyriešila sama – veď na to má kapacitu a sami najlepšie vedia ako to robiť. Lenže nevedia. Využívanie tohto systému, neuvedomujúc si jeho negatíva, tak spôsobuje iba to, že výroba nestíha, je v nej chaos a všetko na koniec skončí tým, že na vine sú pomalí a leniví pracovníci. Pre perfektné plánovanie je samozrejme potrebná aj podpora zo samotnej výroby. Nemyslí sa tým podpora výrobných

pracovníkov ako taká, ale vedomosti o výrobe a systém prechodu produktu. Nevyvážený tok operácií s rôznymi cyklovými časmi láka k dávkovej výrobe, ktorá potom spôsobuje, že plánovanie prebieha tak, ako bolo popísané. Výsledkom sú drahé nadčasy, niekedy až astronomicky dlhé dodacie termíny a riadiaci pracovníci, ktorí ani nevedia, čo sa momentálne v ich vlastnej výrobe deje, čo sa od nej dá očakávať a sú bez odpovede na otázku: „Kedy to bude hotové?“ Plánovať sa dá aj dávková výroba, ale budeme vychádzať z predpokladu, že sú splnené teoretické predpoklady popísané v predchádzajúcich kapitolách, teda, že tok výroby je vyvážený, plynulý a je zabezpečené kvalitné zásobovanie. V tomto prípade ide o pomerne jednoduchú záležitosť a plánovanie založené na tzv. Ganttových grafoch. Ak totiž vieme presne určiť interval, v ktorom vychádza zo systému určitý počet (ideálne 1 kus, samozrejme je to ovplyvnené typom výroby) hotových výrobkov, ktoré sú vyrábané rýchlo, teda po vstupe do výrobného systému sú pripravené na export v čo najkratšom čase, stačí jednotlivé zákazky zoradiť za sebou a vďaka jednoduchej matematike presne určiť kedy sa majú začať vyrábať a kedy budú hotové. (Jacobs, 2011, s. 274-283)

Tabuľka 1 Ganttov diagram [vlastné spracovanie]

| | Ranná zmena | | | | | | | |
|--------------|-------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Hodina | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Produkt 1ABC | | | | | | | | |
| Produkt 2ACC | | | | | | | | |
| Produkt 3DAB | | | | | | | | |

Úspech tejto metódy plánovania je v jej zviditeľnení pre všetkých zúčastnených. To znamená pre vedúcich, výrobných a manipulačných pracovníkov. Tak aby každý vedel v predstihu čo, kedy a v akom množstve vyrábať. Skvelým pomocníkom na dosiahnutie tohto stavu sú monitory vo výrobe, ktoré prenášajú informácie priamo z elektronického systému. Nie každá výroba však takýmto systémom a vybavením disponuje takže je potrebné poradiť si inak. Napríklad plánovacou tabuľkou, ktorá simuluje Ganttové grafy. Obsahuje určitý počet priehradok, ktoré symbolizujú časové úseky. Tie môžu byť rôzne, podľa potrieb výroby. Plánovanie potom prebieha vkladáním výrobných príkazov do prepážok podľa vypočítaných časov.



Obrázok 3 Plánovacia tabuľa [vlastné spracovanie]

3.2.4 Kaizen

Veľmi jednoduchou definíciou kaizenu je neustále zlepšovanie. K tomuto tvrdeniu je však veľmi dôležité doplniť pár informácií. Kaizen nie je len tak hocijaký nápad na zmenu (aj keď môže byť jeho súčasťou). Podstatou je, že sa jedná o neustále systematické zlepšovanie, do ktorého je zapojený každý, koho sa to týka, takže jeho rozsah je od najvyššieho manažmentu až po samotných výrobných pracovníkov. Kaizen je filozofia, nie byrokratický systém, ktorý usiluje o to, aby každý pracovník podal určitý počet zlepšovateľských návrhov. Kaizen hovorí o snahe urobiť zajtrajšok lepší ako dnešok. (Košturiak, 2010, s.3)

Zavedenie Kaizenu nie je predmetom tohto projektu, preto je spomenutý len krátko, no projekt a zmeny, ktoré navrhuje sa snaží dokázať, že má zmysel sa neustále zaoberať vecami, ktoré robíme a robiť ich stále lepšie. Lepšie ako ich vieme robiť teraz a lepšie ako to vedia robiť ostatní. Ak chce byť spoločnosť najlepšia, nesmie zaspať ani na chvíľu. Preto je potrebné v zlepšovaní pokračovať aj keď sa dosiahnu priaznivé výsledky a naopak, neúspech nesmie odradiť, ale poučiť.

II. PRAKTICKÁ ČASŤ

4 PREDSTAVENIE SPOLOČNOSTI XY

4.1 História spoločnosti

Spoločnosť XY bola založená v roku [REDAKOVANÉ] bez jediného zamestnanca. Výroba súčiastok bola zabezpečovaná dodávateľsky až do roku 1996 a bola určená len na export, hlavne do USA. V roku '96 bolo otvorené ďalšie výrobné a obchodné stredisko a spoločnosť začala predaj aj v Českej republike. Významným zlomom v histórii spoločnosti bol predaj väčšinového podielu nemeckej holdingovej spoločnosti, ktorý v roku 2002 vyvrcholil odpredajom zvyšného podielu. Spoločnosť XY sa týmto krokom stala súčasťou nadnárodnej korporácie, v rámci ktorej si neustále buduje svoju pozíciu a je nútená podávať profesionálne výkony.

4.2 Súčasnosť

Spoločnosť XY patrí medzi popredných svetových dodávateľov na [REDAKOVANÉ]. Vyrába a predáva spotrebné a náhradné diely [REDAKOVANÉ] metódami A a B (takto budú rozlišované v celej práci). Výrobný závod s približne 200 zamestnancami sa nachádza v Českej republike, no spoločnosť má svoje strediská po celom svete. V Európe to sú predajné pobočky v [REDAKOVANÉ]. Dcérske spoločnosti sa nachádzajú vo Francúzsku, Brazílii a USA. Pobočka v USA zabezpečuje trhy severnej Ameriky, južnú Ameriku majú na starosti pobočky v Brazílii a Mexiku s vlastnými skladmi a montážnymi pracoviskami. Nedávno bola založená pobočka [REDAKOVANÉ] a distribúcia do Austrálie, Ázie, Afriky a na blízky východ je realizovaná pomocou dlhodobých partnerstiev s kľúčovými zástupcami a distribútormi v tomto odvetví.

4.3 Certifikácia

Spoločnosť zaviedla certifikát ISO 9001 a úspešne dodržiava systém manažmentu kvality podľa požiadaviek ČSN EN ISO 9001:2009.

4.4 Ciele spoločnosti

Hlavným cieľom spoločnosti je stať sa jednotkou medzi svetovými výrobcami [REDAKOVANÉ].

5 ZÁKLADNÉ INFORMÁCIE O VÝROBNOM PROCESE

Popis spoločnosti uvádza širokú škálu produktov, ktoré firma vyrába. Tento projekt bol realizovaný na pracoviskách montáže káblov (ďalej len dielňa č. 1), ktorých výstupom je hotový výrobok – kompletný kábel na [REDACTED] metódou A alebo B s [REDACTED]om a zástrčkou. To je hlavný výstup, vo výrobe sa však nachádzajú rôzne modifikácie tohto produktu. Samozrejme okrem rôznych typov a dĺžok vyrábaných káblov ide zjednodušene o to, či sú vyrábané s alebo bez zástrčky, resp. či to nie sú káblové polotovary (bez kompletácie, bez montáže [REDACTED]a a zástrčky).

5.1 Charakteristika výroby

Výroba káblov [REDACTED] prebieha v jednej budove, ktorá obsahuje ako výrobné a montážne pracoviská, tak aj skladovacie priestory pre túto výrobu. Až na malé výnimky, ktoré budú počas projektu spomenuté to takto platí. To znamená, že v jednej výrobnjej hale sa nachádza vstupný sklad materiálu, výroba a montáž, a tiež expedičný sklad.

Samotná výroba a montáž prebieha v niekoľkých následných krokoch, pri ktorých vznikajú rôzne polotovary. Ešte pred tým ako sa k nim dostaneme, by som rozdelil výrobu na dva typy, ktoré sa od seba dost' líšia. Typ výroby, na ktorú je projekt zameraný je výroba káblov [REDACTED] metódou A. Druhým vyrábaným typom sú káble [REDACTED] metódou B. V druhej spomínanej výrobe sa montujú tiež niektoré typy káblov [REDACTED] metódou C, čo ešte viac rozširuje jej aj tak dost' rozsiahly sortiment.

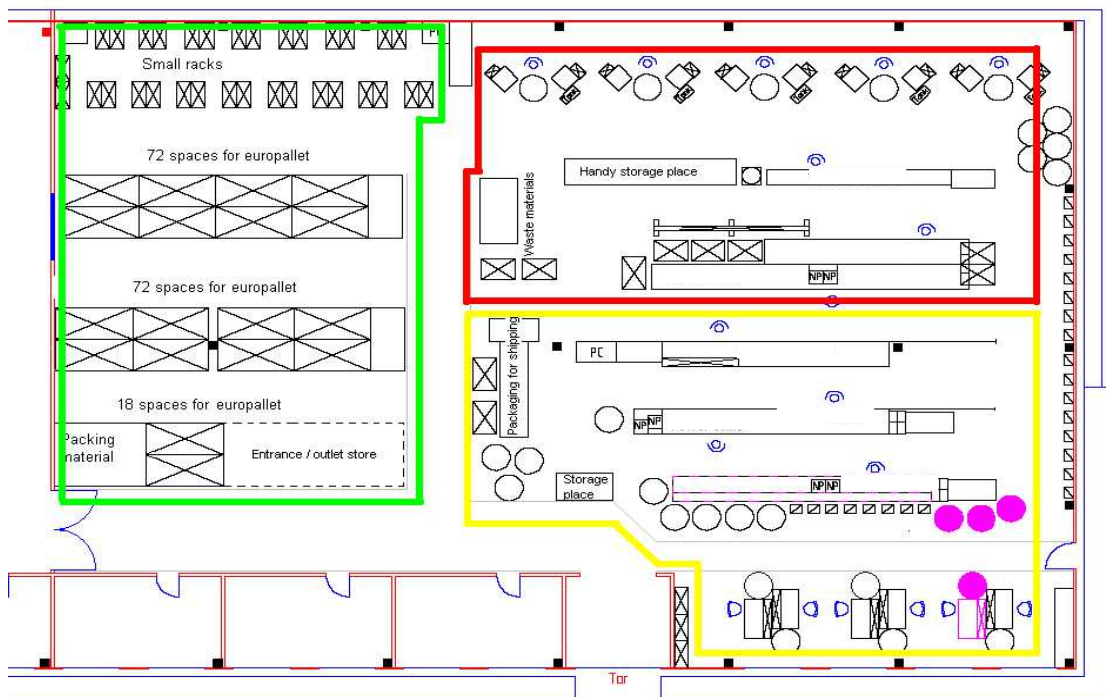
Vo výrobe prevažuje manuálna práca, takže je výrazne ovplyvnená ľudským faktorom. Všetky zariadenia, teda výrobné aj testovacie, sú tiež závislé na ľudskej obsluhu. Výroba prebieha v troch štádiách. Prvým je výroba polotovarov na káble. Ide o polotovary pozostávajúce z hadíc, kontaktov, prípadne medených laniiek. Na tomto stupni je najvýraznejší rozdiel medzi výrobami A a B. Zatiaľ čo do ďalšieho procesu vo výrobe A vstupujú dva polotovary, vo výrobe B iba jeden. Nasledujúcim krokom je navliekanie káblov, teda navlečenie obalového plášťa na vyrobené polotovary a ďalší materiál. Posledným výrobným krokom je finálna montáž [REDACTED]a zástrčky. Tento krok budeme deliť aj osobitne na montáž [REDACTED] na jednej strane kábla a montáž zástrčky na strane druhej.

Vzhľadom na charakter výroby, ktorý ovplyvňuje fakt, že sa káble navliekajú (komponenty sa navliekajú na alebo vsúvajú do iných vo viacerých vrstvách), sú pre prvé dve z troch výrobných štádií (výroba polotovarov do káblov a navliekanie káblov) potrebné stoly

v minimálnej dĺžke najdlhšieho navliekaného výrobku. Pre výrobu A to je 5m a pre výrobu B to je až 8m. Stoly sú však s ďalším príslušenstvom a zariadeniami oveľa dlhšie, čo výrazne ovplyvňuje možnosť rozmiestnenia pracovísk. Uvedené dĺžky sú najdlhšími štandardnými produktmi, vyrábajú sa aj špeciálne káble s dĺžkou až 36m.

5.1.1 Súčasný layout výrobnjej haly

Nasledujúci obrázok zobrazuje rozostavenie výrobnjej haly a zároveň ju rozdeľuje na tri časti. Zelenou farbou je vyznačený skladovací priestor. Obsahuje 162 regálových paletových miest a 28 regálov na drobný materiál. V súčasnosti je tento priestor nedostačujúci, dovezený materiál a tiež výrobky určené na export sa ukladajú aj na miesta, ktoré na to nie sú určené. Červená farba vyznačuje výrobu A. V súčasnosti pozostáva z troch výrobných stolov na káble a ich komponenty, piatich montážnych pracovísk na [redacted], piatich montážnych pracovísk na zástrčku a niekoľkých medziskladov. Výroba B je vyznačená žltou farbou. Podobne ako výroba A využíva výroba B tri stoly na navliekanie, ale už iba šesť montážnych pracovísk pre montáž [redacted] aj zástrčky dokopy. Na obrázku je zvýraznené aj balenie, to však zabezpečuje aj balenie hotových výrobkov výroby A.



Obrázok 4 Súčasný layout výrobnjej haly – sklad, výroba A ,výroba B a kancelárie [vlastné spracovanie]

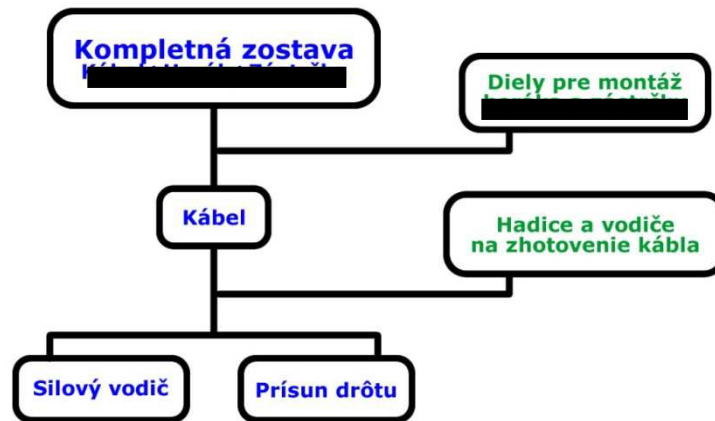
5.1.2 Výroba produktů pro ██████████ metodou A

Ako už bolo spomenuté medzi výrobami A a B sú isté rozdiely. Tie základné rozoberiem v nasledujúcich riadkoch, podrobnejšie sa im budem venovať v analýze súčasného stavu.

Výroba káblov pre ██████████ metodou A začína výrobou silového vodiča a prísunu drôtu. Oba polotovary tvoria vstup pre ďalšiu operáciu – zhotovenie (navlečenie) kábla, ktorý následne putuje na finálnu montáž ██████████. Silový vodič je časť, ktorou preteká elektrický prúd potrebný pre ██████████ a pozostáva z medeného lanka, hadice, do ktorej sa lanko nasunie a kontaktov, ktoré sa nalisujú na konce navlečeného vodiča. Prísun drôtu zabezpečuje v kábli prívod prídavného ██████████ materiálu, teda drôtu, ktorý je automaticky vedený káblom a pri ██████████ tavený do pokladaného zvaru. Polotovary „prísun drôtu“ je prázdna hadica, ktorá má na oboch stranách nalisované koncovky na uchytenie k ██████████ a zástrčke.

Po výrobe komponentov sa po pridaní ďalšieho materiálu navlečie kábel. Proces začína prípravou vonkajšej hadice (plášťa), ktorá sa nareže na požadovanú dĺžku a navlečie sa na pomocnú navliekaciu tyč. Keď je plášť nasunutý na tyči upevnia sa na ňu ďalšie komponenty – vyrobené polotovary silový vodič s prísunom drôtu a pribudne ovládací vodič (pre ovládanie ██████████ rukoväťou), vodná hadica (na obeh chladiaceho média) a plynová hadica (pre vedenie ochranného plynu). Navlečený kábel sa odpojí od tyče a po nalepení kĺbu, ktorý zabezpečuje ohýbanie rukoväte pri ██████████, sa zavesí na mobilný stojan, ktorý putuje na finálnu montáž.

Kusy zavesené na stojane sa kompletujú na pracoviskách finálnej montáže. Jedno finálne pracovisko zahŕňa dva pracovné stoly. Na jednom sa montuje zástrčka, resp. koniec, ktorý sa zapája do agregátu. Na druhom stole sa montuje ██████████ s rukoväťou. Dve rôzne pracoviská si vyžaduje technologický postup, nakoľko zástrčka aj ██████████ musia byť počas montáže upnuté v špeciálnych držiakoch. Materiál vstupujúci do finálnej montáže rozoberiem neskôr, pretože napríklad reprezentačný výrobok obsahuje 35 rôznych dielov. Medzi hlavné a funkčné diely však patrí hrdlo ██████████, rukoväť, spínač a na druhej strane kábla to je centrálna zástrčka s maticou. Pracovisko finálnej montáže zabezpečuje aj testovanie hotových zostáv, ktoré prebieha poloautomaticky počas montáže ďalších kusov. Obrázok č. 5 zobrazuje zjednodušenú štruktúru hotového výrobku. Modré položky v hlavnej vetve predstavujú vyrábané polotovary, zelené vo vedľajšej znázorňujú materiál, ktorý je počas procesu k polotovarom pridávaný.



Obrázok 5 Štruktúra výrobkov pre [redacted] metódou A [vlastné spracovanie]

5.1.3 Výroba produktov pre [redacted] metódou B

Výroba B funguje veľmi podobne ako výroba A s jedným rozdielom – v prvej fáze sa vyrába len silový vodič, prísun drôtu nie je potrebný. Pri [redacted] metódou B sa totiž nepridáva do zvaru materiál interne cez kábel, ale externe (ručne alebo strojovo). Výroba silového vodiča prebieha rovnako ako vo výrobe A. Na ten sa následne s ďalšími komponentmi navlečie plášť a kábel sa na finálnej montáži doplní o pripojenie k agregátu a [redacted].

Pracoviskom finálnej montáže je v tejto výrobe len jeden stôl, na ktorom sa montuje jedna aj druhá strana kábla podľa potreby. Vo výrobe B je totiž škála výrobkov veľmi široká a vyrába sa v malých dávkach, čo znamená, že pracoviská musia zvládať rôzne typy montáží s rôznymi komponentmi a nástrojmi. Charakter montáže dovoľuje použitie jedného stola, pretože na rozdiel od montáže A nie je potrebné permanentné upevnenie montovaných častí.

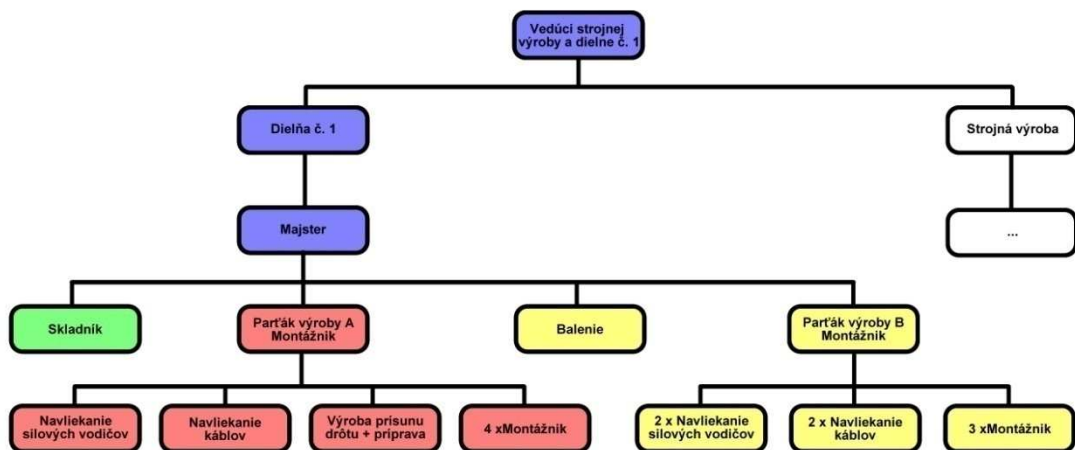


Obrázok 6 Štruktúra výrobkov pre [redacted] metódou B
[vlastné spracovanie]

5.2 Zamestnanci a pracovná doba

Montáž káblov beží na dve osemhodinové zmeny. Každá zmena má polhodinovú prestávku, takže pracovná doba je 7,5 hodiny na zmenu, 15 hodín na deň. Pracuje sa 5 dní v týždni, nočné zmeny sa nevyužívajú vôbec, v prípade potreby sa vyrába aj cez víkend. Na čele dielne č. 1 je vedúci výroby, ktorý je zároveň zodpovedný za ďalšiu strojnú výrobu, ktorá sa projektu netýka. Pod ním sa nachádza majster, ktorý je už zodpovedný priamo za výrobu v dielni č. 1. Tú sme už rozdelili na tri oblasti a teda sklad, výrobu A a výrobu B + C. Sklad má na starosti 1 skladník na každej zmene. Ten zabezpečuje prijímanie dovezeného materiálu, export hotových výrobkov, objednávky materiálu, vychystávanie materiálu na výrobné príkazy a tiež aj zásobovanie pracovísk. Vo výrobe A pracuje 8 pracovníkov na každej zmene – 1 pracovník na navliekanie silových vodičov, 1 na navliekanie káblov, 1 na výrobu prísunov drôtu a ďalších pomocných prác a 5 pracovníčok finálnej montáže. V súčasnosti vyrábajú všetky pracoviská okrem finálnej montáže počas celej pracovnej doby, teda 7,5 hodiny. Montážne pracoviská vyrábajú 6,5 hodiny a zvyšnú hodinu majú vyčlenenú na doplnenie materiálu a prípravu dielov na montáž pre nasledujúcu zmenu. Zjednodušene, to, čo pri výrobe spotrebujú doplnia na konci zmeny zase naspäť. Vo výrobe B pôsobí na zmene tiež 8 pracovníkov. Dvaja navliekajú silové vodiče, dvaja navliekajú káble a na finálnej montáži pracujú 4 pracovníčky. Vzhľadom na charakter výroby B a jeho malé výrobné série nie sú montážne pracoviská vybavené skoro žiadnym materiálom okrem niekoľkých (takmer) univerzálnych častí. Výroba teda prebieha na všetkých pracoviskách plných 7,5 hodiny a materiál je vychystávaný osobitne na každú zákazku.

Obidve výroby majú na každej zmene zavedenú pozíciu tzv. „partáka“. Je to vždy jedna z pracovníčok finálnej montáže (vo výrobe A aj B), ktorá má na starosti organizáciu, riešenie problémov a kontrolu kvality vo svojej časti výroby. Táto pozícia sa blíži pozícii tím lídra, no nie je to presné pomenovanie, keďže pracovníci nefungujú ako jeden tím. Balenie vo výrobe zabezpečuje 1 pracovníčka a pracuje 1 zmenu denne. Aj keď je pracovisko balenia v súčasnosti spoločné pre obe výroby, budem ho počas projektu zaradovať do výroby B. Obrázok č. 7 zobrazuje organizačnú štruktúru výroby v dielni č. 1.



Obrázok 7 Organizačná štruktúra výroby v dielni č. 1 [vlastné spracovanie]

6 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU

Skúmanie súčasného stavu výroby prebiehalo v dvoch fázach. Prvotná analýza bola vytvorená ešte pred určením konkrétnych cieľov projektu a mala za úlohu zistiť najzávažnejšie nedostatky a určiť hranice, v ktorých sa pri formovaní cieľov môžeme pohybovať. Následne boli definované ciele projektu, ktoré obsahovali požiadavky na výrobnú kapacitu, úsporu priestoru, zvýšenie flexibility a zlepšenie organizácie práce. Po určení cieľov projektu prebehla podrobná analýza všetkých výrobných, logistických a prípravných procesov, ktorá tvorila základ pre vypracovanie projektu.

6.1 Primárna analýza

Predbežný obraz o tom ako vyzerá výroba sme si urobili ešte pred zadaním cieľov projektu. Na základe doterajších firemných znalostí boli vybraní reprezentanti, teda najčastejšie vyrábané produkty z oboch typov výroby, ku ktorým existuje čo najväčší počet podobných výrobkov.

6.1.1 Námery časov

Ako prvé prebehli námery výrobných časov a snímkovanie pracovníkov. Uskutočnené námery boli zároveň porovnané so súčasnými normami. Nasledujúce tabuľky zobrazujú časovú náročnosť výroby jednotlivých komponentov a kompletácie finálneho produktu, ktoré zároveň porovnávajú so súčasnými normami. Časy v tabuľkách sú súčtami námerov jednotlivých činností vykonávaných v uvedených ucelených štádiách výroby. Na rôznych pracovníkoch prebehli námery týchto činností pri výrobe 10 – 15 kusov výrobkov, ukážku podrobných tabuliek s námermi obsahuje príloha P I.

Normy obsahujú aj prípravné časy, ktoré boli tiež predmetom námerov. Jedná sa o činnosti, ktoré sú vykonávané pred začatím výroby každej dávky. Veľkosť výrobných dávky je 10 alebo 15 kusov podľa dĺžky vyrábanej zostavy, na ktorej závisí kapacita mobilného stojanu používaného na prepravu medzi pracoviskami. Údaje v tabuľkách sa vzťahujú k výrobe dávky 10 ks.

Tabuľka 2 Porovnanie námerov výrobných časov s normami výroby A [vlastné spracovanie]

| Pracovisko | Výrobok | Námery [min] | Norma [min] | Rozdiel [min] | Rozdiel [%] |
|----------------|---------|--------------|-------------|---------------|-------------|
| Silový vodič | A | ■ | ■ | -0,97 | -39 % |
| | B | ■ | | -0,57 | -23 % |
| Prísun drôtu | | ■ | ■ | -0,53 | -37 % |
| Kábel | A | ■ | ■ | -1,28 | -39 % |
| | B | ■ | | -1,45 | -44 % |
| Finálna montáž | A | ■ | ■ | -2,17 | -13 % |
| | B | ■ | | -5,47 | -34 % |

Tabuľka 3 Porovnanie námerov výrobných časov s normami výroby B [vlastné spracovanie]

| Pracovisko | Námery [min] | Norma [min] | Rozdiel [min] | Rozdiel [%] |
|----------------|--------------|-------------|---------------|-------------|
| Silový vodič | ■ | ■ | -0,27 | -14 % |
| Kábel | ■ | ■ | +1,56 | + 48,9 % |
| Finálna montáž | ■ | ■ | -7,98 | -37,7 % |

Tabuľka 4 Porovnanie námerov prípravných časov s normami výroby A [vlastné spracovanie]

| Pracovisko | Námery [min] | Norma [min] | Rozdiel [min] | Rozdiel [%] |
|----------------|--------------|-------------|---------------|-------------|
| Silový vodič | ■ | ■ | -2,27 | -76 % |
| Prísun drôtu | ■ | ■ | -2,84 | -95 % |
| Kábel | ■ | ■ | -0,14 | -5 % |
| Finálna montáž | ■ | ■ | +2,2 | +44 % |

Námer označený hviezdíčkou nezahŕňa všetky prípravné činnosti potrebné pre uskutočnenie finálnej montáže. Sú v ňom obsiahnuté len činnosti vykonávané bezprostredne pred montážou. Príprava pre finálnu montáž však zahŕňa ďalšie činnosti, ktoré sa vykonávajú hromadne do zásoby na dlhší časový úsek. Detailnejšie sa im bude venovať následná podrobná analýza.

Tabuľka 5 Porovnanie námerov prípravných časov s normami výroby B [vlastné spracovanie]

| Pracovisko | Námery [min] | Norma [min] | Rozdiel [min] | Rozdiel [%] |
|----------------|--------------|-------------|---------------|-------------|
| Silový vodič | ■ | ■ | -0,82 | -27 % |
| Kábel | ■ | ■ | +3,34 | +111 % |
| Finálna montáž | ■ | ■ | +7,97 | +159 % |

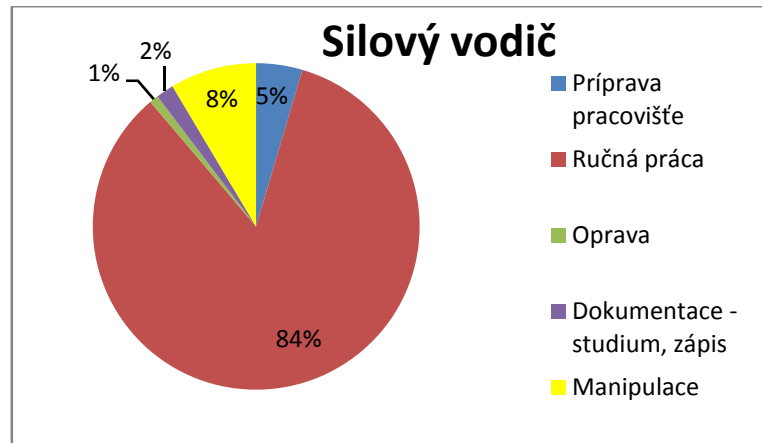
Vo výrobe B sa dopredu nepripravujú žiadne položky. Ako už bolo spomenuté, materiál sa vychystáva na konkrétne zákazky, takže položky, ktoré by bolo v hromadnejšej výrobe výhodnejšie pre montáž pripravovať sa montujú a pripravujú pred alebo počas výkonu samotnej montáže.

6.1.2 Snímky pracovného dňa

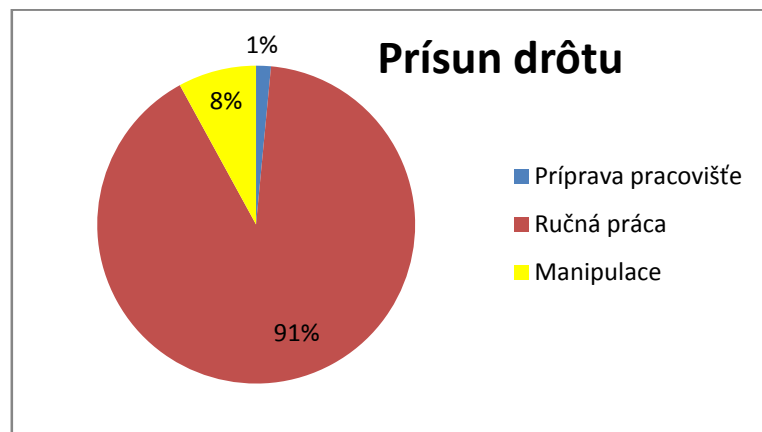
Na základe porovnania námerov časov s normami je vidieť, že vo výrobe je potenciál na zlepšenie. Reálna produkcia výroby A, ktorá je plánovaná na týždennej báze a na základe určených normových časov, sa pohybuje na hranici určenej normou a vzniknuté sklzy sa dohŕňajú cez víkendy. V každom prípade je zrejmé, že vo výrobných procesoch je veľké množstvo činností, ktoré nepridávajú produktu žiadnu hodnotu. Kvôli tomu bolo potrebné zistiť ako vyzerá výrobný proces a čo všetko je jeho súčasťou. Snímky pracovníkov sú v prílohe P II a každý zobrazuje priebeh celej zmeny a náplň práce jedného pracovníka. Grafy č. 1, 2, 3 a 4 zobrazujú analýzu výroby jednotlivých komponentov. Zameriavajú sa teda už na úkony, ktoré sú súčasťou pracovného postupu.

Potenciál na zvýšenie kapacity výroby sa nachádza aj v samotnom výrobnom postupe. Ako je vidieť na grafoch, pracovný postup výroby dlhých komponentov v sebe skrýva značné množstvo činností nepridávajúcich hodnotu, hlavne manipulácie s výrobkom a prípravou

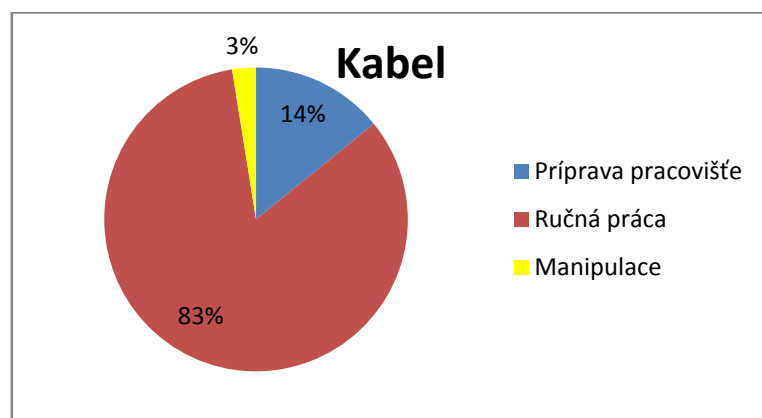
pracoviska, prípadne materiálu potrebného na začatie výroby. Tieto kapacity by sa dali využiť na maximálnu podporu finálnej montáže.



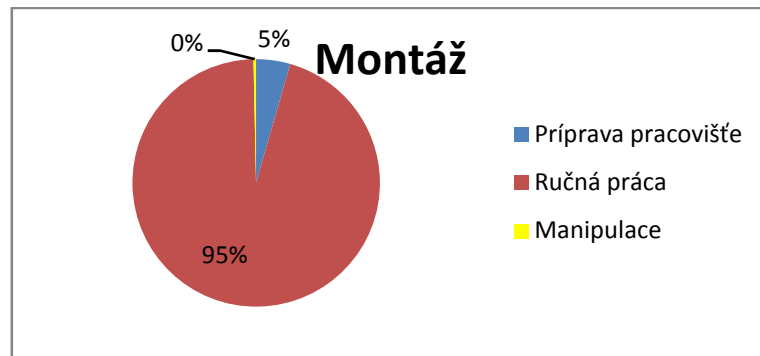
Graf 1 Snímok výroby 10 ks silových vodičov [vlastné spracovanie]



Graf 2 Snímok výroby 20 ks prísunov drôtu [vlastné spracovanie]



Graf 3 Snímok výroby 10 ks káblov [vlastné spracovanie]



Graf 4 Snímok finálnej montáže 10 ks zváracích zostáv
[vlastné spracovanie]

6.1.3 Plytvanie vo výrobe

Na základe pozorovania a snímkovania výroby boli definované najväčšie problémy. Pracovníci často nedodržiavajú jednotný predpísaný pracovný postup. To spôsobuje rozdiely vo výrobných časoch. Materiál si na svojich pracoviskách tiež dopĺňajú sami pracovníci. Ak sa nejedná o nadrozmerný materiál, ktorý rozváža skladník, je materiál odoberaný z medziskladov podľa aktuálnej potreby. Na pracovisku sa hromadí rozpracovaná výroba, tok materiálu a polotovarov nie je vyvážený. Pracovníci nemajú jasne danú náplň pracovného dňa, presúvajú sa na pracoviskách podľa potreby. Výrobné stoly zaberajú zbytočne veľa miesta a je ich nadpočet. Zaznamenané plytvanie je nasledovné:

- Stojany s rozpracovanou výrobou
 - Zaberajú približne 37 m² z 840 m²
 - Vo výrobe sa nachádza 24 pevných a 46 mobilných stojanov s podstavou s priemerom 0,9 m
 - Rozpracovaná výroba v dobe snímkovania predstavovala 830 kusov káblov v rôznom štádiu výroby
- Rozsiahle pracoviská
 - Je potrebné, aby boli stoly kabeláže dlhé, no každý z nich je široký 1 m aj keď sa na ňom navliekajú výrobky o priemere 1-5 cm, slúžia teda skôr ako medzisklady rozpracovanej výroby
- Nadpočet pracovísk
 - Na finálnej montáži výroby A má každý pracovník 2 montážne stoly, približne polovicu času využíva jeden, druhú polovicu pracovného času druhý

- Pracoviská navliekania káblov a výroby prísunu drôtu vo výrobe A môžu byť zlúčené do jedného, čím sa odbúra značné množstvo nadbytočnej manipulácie a navyše sa urýchlí samotná výroba týchto polotovarov
- Vo výrobe B sa na navliekanie silových vodičov a káblov používajú 3 stoly, na ktorých sú 2 pracoviská jedného typu a 2 druhého. Vytvorením 2 obojstranných pracovísk by sa ušetril priestor a znížila manipulácia
- Nevyvážený tok výrobku
 - Rozdielne trvanie výroby komponentov a improvizácia v organizovaní výroby spôsobuje už spomínané hromadenie rozpracovaných výrobkov
- Nedodržiavanie pracovného postupu
 - Jednotný pracovný postup tvorí základ pre vybalansovanie nadväzujúcich operácií, preto je potrebné zaviesť štandard a dbať na jeho dodržiavanie
- Výrobní pracovníci si sami dopĺňajú materiál
 - Využívanie schopných výrobných pracovníkov na dopĺňanie materiálu narušuje plynulosť výroby, znižuje jej kapacitu a tiež znásobuje veľkosť strátových časov

6.2 Vymedzenie projektu

6.2.1 Ciele projektu

Po uskutočnení predbežnej analýzy sme mohli definovať konkrétne ciele projektu. Všeobecným cieľom je prehľadnenie výroby a zlepšenie organizácie práce a plánovania. Kvôli očakávanému zvýšeniu zákazníckych požiadaviek sa určil cieľ zvýšiť kapacitu výroby o 20% , pokiaľ možno so súčasným počtom zamestnancov. Ďalej kvôli rozširovaniu výroby v ďalších častiach firmy je potrebné usporiť miesto tak, aby bolo možné k výrobe presťahovať z vedľajšej haly ďalšie montážne pracovisko výroby C. Približná rozloha presúvaného pracoviska je 80 m² čo predstavuje 9,5% využiteľného priestoru a zároveň požadovanú úsporu miesta pri reorganizácii súčasnej výroby. Ciele projektu sú nasledovné:

- Zvýšenie kapacity výroby o 20%
- Úspora priestoru 9,5%
- Optimalizácia toku materiálu a výrobkov
- Zlepšenie plánovania a organizácie práce
- Zvýšenie flexibility výroby

6.2.2 Riziká projektu

Najväčším rizikom projektu je ľudský faktor, ktorý vo veľkej miere ovplyvní fázu implementácie a dobu bezprostredne po nej. Nejedná sa len o výrobných pracovníkov, ktorí svojim prístupom ovplyvnia rozbeh novej výroby najviac, ale tiež o pracovníkov vedúcich. Ich úlohou je vhodne informovať zamestnancov o prebiehajúcich zmenách. Ďalšie riziko predstavuje vývoj na trhu. Jedným z cieľov projektu je zvýšenie kapacity, čo je dané avizovanými požiadavkami zákazníkov a súčasným vývojom na trhu, ktorý sa môže rýchlo zmeniť.

Riziká projektu:

- Ľudský faktor
- Vývoj na trhu hotových výrobkov

6.2.3 Časový harmonogram

Časový harmonogram projektu môžete vidieť v tabuľke č. 6.

Tabuľka 6 Časový harmonogram projektu [vlastné spracovanie]

| | Týždeň | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| Predbežná analýza | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Detailná analýza výroby A | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | ■ | ■ | | | | | |
| Workshop+optimalizácia výroby A | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | |
| Detailná analýza výroby B+C | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | |
| Workshop (výroba B)-koniec analýz | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | |
| Koncept nového layoutu dielne č. 1 | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | |
| Analýza materiálových potrieb | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | |
| Workshop - zásobovanie | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | |
| Návrh prerozdelenia činností | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | |
| Návrh systému zásobovania | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | | | |
| Návrh úprav pracovísk | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | |
| Detailný návrh layoutu dielne č. 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ |

6.3 Podrobná analýza súčasného stavu

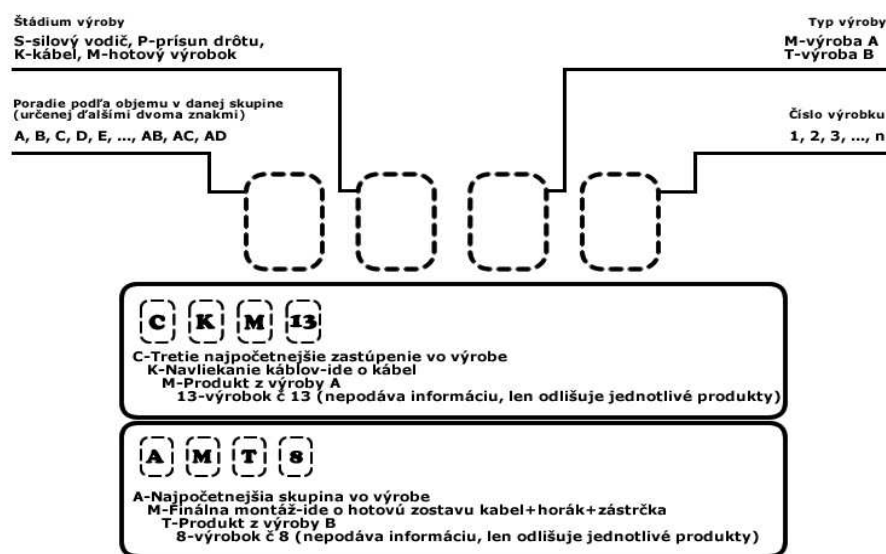
Prvým krokom analýzy súčasného stavu bolo detailné oboznámenie s výrobným postupom a hľadanie spoločných a rozdielnych krokov výroby. Bolo potrebné vytvoriť technologické skupiny výrobkov. Po zbežnom prehliadnutí portfólia výroby bolo hneď jasné, že vo výrobe A bude možné tento krok vykonať oveľa jednoduchšie ako vo výrobe B. Na základe konzultácií so zamestnancami boli vytvorené predbežné technologické skupiny a následne prebehlo na ich zástupcoch meranie časov výrobných operácií a porovnanie ich výrobných

postupov. Výsledkom boli tabuľky, ktoré obsahovali všetky vyrábané polotovary a výrobky a zaznamenávali vykonávané operácie pri ich výrobe. Tabuľky sa nachádzajú v prílohe P III.

6.3.1 Technologické skupiny produktov

Všetky výrobky na [REDACTED] metódou A sa vyrábajú rovnakým spôsobom, prechádzajú rovnakými štádiami výroby a rozdiely medzi nimi sú tvorené rôznymi verziami použitého materiálu a rozdielne náročnou prípravou výroby. Dôležité však je, že následnosť výrobných operácií je pri každom výrobku rovnaká, čo uľahčuje zavedenie plynulej výroby, napríklad aj toku jedného kusu. Menšie rozdiely vo výrobnom postupe rozdelili produkciu na 5 hlavných skupín finálnych výrobkov, 4 skupiny káblov, 2 skupiny prísunov drôtu a 2 skupiny silových vodičov. V tabuľke č. 7 je ukážka týchto skupín pre finálnu montáž aj s požadovaným objemom výroby na ďalší rok, tabuľky ostatných polotovarov a výrobkov sa nachádzajú v prílohe P IV.

Tieto skupiny a výrobky sú označené kódom, ktorý budem používať v celej práci. Skladá sa zo štyroch znakov, prvým je písmeno od začiatku abecedy a označuje kategóriu podľa počtu predaných kusov (A – najviac, ...), druhým znakom je písmeno, ktoré vyjadruje o aký polotovar ide (K – kábel, S – silový vodič, ...), tretím je posledné písmeno, ktoré rozlišuje výrobu na M – výroba A a T – výroba B. Štvrtým znakom je číslo, ktoré len rozlišuje rôzne výrobky v jednej skupine a ak to nebude potrebné nebudem ho ani používať.



Obrázok 8 Systém kódovania výrobkov dielne č. 1 v celej práci
[vlastné spracovanie]

Tabuľka 7 Požadovaná kapacita finálnej montáže výroby A [vlastné spracovanie]

| | Označenie skupiny | Potrebná kapacita pre technologicky rovnaké výrobky dohromady | % podiel skupiny výrobkov na celkovej kapacite |
|---------------------------------|-------------------|---|--|
| Kompletné zostavy Skupina A | AMM | ██████ | 53% |
| Kompletné zostavy Skupina B | BMM | ██████ | 27% |
| Kompletné zostavy Skupina C | CMM | ██████ | 3% |
| Kompletné zostavy Skupina D | DMM | ██████ | 1% |
| Kompletné zostavy Skupina E | EMM | ██████ | 10% |
| Nezaradené špeciály a prvovzory | | ██████ | 6% |
| Spolu | | ██████ | 100% |

V tabuľke si môžeme všimnúť, že posledná skupina EMM predstavuje až 10% celkovej produkcie. Prvé 4 skupiny sa však vyrábajú veľmi podobným spôsobom, sú to samostatné výrobkové rady, no postup výroby je až na malé detaily, spôsobené využívaním rozdielnych komponentov, takmer identický. Technologický postup výroby ██████ov skupiny EMM sa od nich líši vo viacerých smeroch, preto je táto skupina postavená na posledné miesto.

Analýza prebehla aj vo výrobe B. Tá však nefunguje až tak jednoducho ako výroba A. Vo výrobe B sa často vyrábajú malé série 10 alebo 20 kusov. Vyskytujú sa aj väčšie, ale tie sa týkajú väčšinou káblových komponentov. Z necelých 300 vyrábaných finálnych položiek bolo po namáhavej analýze zostavených 34 skupín a ďalších 31 položiek zostalo nezaradených. Rôznorodosť výroby B je viditeľná aj na nižších štádiách. Už navliekanie silového vodiča prebieha rôznymi spôsobmi závislými na ôsmich rôznych priemeroch medených laniiek, im zodpovedajúcim priemerom hadíc z dvoch rôznych materiálov a lisovaných kontaktov. Taktiež je potrebná častejšia zmena nastavenia lisu. Navliekanie kábla následne závisí na vyrobených silových vodičoch a navyše existujú varianty, ktoré sa líšia prídavnými komponentmi. Výroba tých, kde sa pridáva viac hadíc alebo elektrických káblov trvajú samozrejme dlhšie. Hlavné rozdiely môžeme uzavrieť tým, že niektoré káble sa dodávajú s koženým plášťom pred rukoväťou, čo znamená dodatočné lepenie, nahrievanie, spá-

anie a navliekanie. Prehľad technologických skupín finálnej montáže výroby B sa nachádza v prílohe P V.

Po skončení analýz výrob A aj B prebehli workshopy s vedením spoločnosti, vedením výroby, technologom, majstrom a výrobnými pracovníkmi. Výsledkom workshopu ohľadom výroby A bol návrh nových pracovných postupov, ktoré vychádzali z vybalansovania finálnej montáže, spojenia jej súčasných pracovísk do linky a spojenia pracovísk navliekania kábla a výroby silového vodiča. Workshop ohľadom výroby B potvrdil jej komplikovanosť. Výsledkom bola úspora miesta spojením pracovísk navliekania silových vodičov a káblov, čo zníži počet dlhých stolov z 3 na 2 a posunutie reorganizácie výroby B do budúcnosti.

Aj keď sa niektoré analýzy týkajú aj výroby B, v práci ju už nebudem rozoberať. V tejto fáze reorganizácie sa dohodlo, že výroba bude zatiaľ fungovať tak ako doteraz a vzhľadom na potenciál výroby A sa projekt zameria na jej maximálne zefektívnenie.

6.3.2 Kapacita a takt výroby A

Projekt zadáva požiadavku zvýšenia kapacity výroby o 20%. Cieľ vychádzal z analýzy minuloročných exportov a zákazníckych objednávok, zároveň uvažoval s očakávaným nárastom zákazníckych požiadaviek. Vypočítané množstvá potrebnej kapacity výroby finálnych zostáv sú uvedené v tabuľke č. 7, kompletne kapacitné požiadavky na výrobky a polotovary sú uvedené v prílohe P IV. Výpočet zákazníckeho takt time-u vychádza zo sumárneho počtu 53 483 kusov hotových výrobkov.

Prevádzka je dvojzmenná, dĺžka zmeny je 8 hodín. Súčasťou zmeny je 30 minútová prestávka, takže pracovná doba je 7,5 hodiny. 15 minút na zmenu je potrebných na upratanie pracoviska a vyplnenie dokumentácie. Výpočet disponibilného časového fondu uvažuje 250 pracovných dní v roku, takže:

$$D\check{C}F = ((8 \times 60 \text{ min}) - 30 \text{ min} - 15 \text{ min}) \times 2 \times 250$$

$$D\check{C}F = 217500 \text{ min/rok}$$

Výpočet zákazníckeho takt time-u:

$$Potrebná \text{ kapacita} = 53483 \text{ ks}$$

$$TT_{Z\check{A}K.} = 217500 \text{ min}/53483 \text{ ks}$$

$$TT_{Z\check{A}K.} = 4,1 \text{ min/ks}$$

Výroba je založená z drvivej väčšiny na ručnej práci, kvôli čomu sú cyklové časy vykonávaných operácií výrazne ovplyvnené ľudským faktorom. Pri vyvažovaní pracovných činností sme sa preto rozhodli pre prirážku až 15% a skrátili sme požadovaný takt time na 3,5 min.

$$TT_{85\%} = 4,1 \text{ min/ks} \times (1 - 0,15)$$

$$TT_{85\%} = 3,5 \text{ min/ks}$$

6.3.3 Štandardy pracovných postupov

Zamestnanci nemajú vytvorený návyk dodržiavania predpísaného postupu a každý má svoj postup upravený tak, ako sa mu vyrába lepšie. To spôsobuje výkyvy v cyklových časoch, preto prebehlo porovnanie výrobných postupov. Ukážka rozdielov v pracovných postupoch je v tabuľke č. 8. Tabuľky č.9 a 10 zhrňajú priemerné hodnoty námerov výroby reprezentantov všetkých skupín výrobkov pre [redacted] metódou A.

Je veľmi dôležité, aby sa pri vyvažovaní jednotlivých operácií eliminovalo čo najviac faktorov, ktoré spôsobujú výkyvy vo výrobných časoch. Preto bude veľmi dôležité zjednotiť rôzne postupy a vytvoriť štandard, teda súčasnú najrýchlejšiu možnú variantu, ktorá dbá na technologické požiadavky výroby a požadovanú kvalitu.

Tabuľka 8 Rozdiely v pracovnom postupe rôznych pracovníčok montáže výroby A [vlastné spracovanie]

| Operácia | Prac. 1 | Prac. 2 | Dôvod rozdielu |
|---|---------|---------|--|
| Navlečenie krúžku a našrubovanie [redacted] u k prísunu drôtu | 45,2 s | 19,5 s | P1 si najprv upne [redacted], narazí číslo, vyberie ho a potom ho namontuje, P2 naráža číslo 1 úderom, kde už má kladivo v ruke po úprave [redacted] -P1 zbytočne uchytáva a uvoľňuje [redacted], zároveň berie počas celej montáže kladivo do ruky 3x |
| Skrátenie hadičiek a skrátenie vodiča drôtu | 25,7 s | 14,1 s | P1 navyše našrubováva [redacted], zatiaľ čo P2 to vykoná v rámci prípravy |
| Narazenie [redacted] | 5,3 s | 3,58 s | P1 berie kladivo, [redacted] a naráža ju zatiaľ čo P2 ju narazí po tom, čo narazí číslo-P2 počas celej montáže vezme kladivo do ruky iba 1x |

Tabuľka 9 Nábery výrobných časov finálnej montáže výroby A [vlastné spracovanie]

| Finálna montáž | | |
|----------------|----------|--|
| Skupina | Zástrčka | |
| AMM | | |
| BMM | | |
| CMM | | |
| DMM | | |
| EMM | | |

Tabuľka 10 Nábery výrobných časov káblových polotovarov pre [redacted] metódou A [vlastné spracovanie]

| Technologická skupina | 3m | 4m | 4,5m | 5m |
|------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Navliekanie káblov | | | | |
| AKM | [redacted] min | [redacted] min | x | [redacted] min |
| BKM | [redacted] min | [redacted] min | x | [redacted] min |
| CKM | [redacted] min | [redacted] min | x | [redacted] min |
| DKM | [redacted] min | x | [redacted] min | x |
| Výroba prísunov drôtu | | | | |
| APM | [redacted] min | [redacted] min | x | [redacted] min |
| BPM | [redacted] min | x | [redacted] min | x |
| Navliekanie silových vodičov | | | | |
| ASM | [redacted] min | [redacted] min | [redacted] min | [redacted] min |
| BSM | [redacted] min | [redacted] min | x | [redacted] min |

Pracovné postupy boli porovnané aj medzi jednotlivými skupinami. Výroba oboch skupín silových vodičov prebieha rovnakým spôsobom, líšia sa používaným materiálom. Skupiny prísunov drôtu sa líšia používaným materiálom a zároveň spôsobom lisovania kontaktov. Káble sú už zložitejšie. Okrem toho, že do nich vstupujú rôzne kombinácie dvoch polotovarov a tiež rôzne typy ostatných komponentov, vznikajú aj rozdiely pri nalepovaní kĺbov. Skupina BKM používa dopredu narezané hadice s nalisovaným kĺbom, na ostatné skupiny sa reže vonkajší plášť na mieru a kĺb sa lepí pred alebo po navlečení kábla. Finálna montáž je ešte komplikovanejšia. Aj keď je logika výroby a postupnosť krokov rovnaká pri všetkých výrobkoch, výrobné postupy sa líšia početnými detailmi. Pre rozsah údajov sú tabuľky s porovnaním vložené do prílohy VI.

6.3.4 Potreby pracovných nástrojov

Pri analýze pracovných postupov sa zaznamenali aj nároky jednotlivých operácií na vybavenie pracoviska. Tabuľka č. 11 zaznamenáva pracovný postup a potrebné vybavenia pracoviska finálnej montáže zástrčky, ostatné pracoviská nepoužívajú žiadne špeciálne nástroje. Pracovisko navliekania silových vodičov potrebuje 2 lisy, rovnako ako pracovisko výroby prísunu drôtu.

Tabuľka 11 Pracovný postup a potrebné nástroje finálnej montáže zástrčky vo výrobe A
[vlastné spracovanie]

| # | Operácia | Potrebné nástroje | Potrebné upnutie súčiastky |
|----|----------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1 | | vzduchová pištoľ, kombinačky | x |
| 2 | | x | x |
| 3 | | x | x |
| 4 | | x | x |
| 5 | | tryska so sil. olejom | x |
| 6 | | otvorený kľúč ... | prípravok na upnutie zástrčky |
| 7 | | otvorený kľúč, momentový kľúč | prípravok na upnutie zástrčky |
| 8 | | štikacie kliešte | prípravok na upnutie zástrčky |
| 9 | | x | prípravok na upnutie zástrčky |
| 10 | | kombinačky | prípravok na upnutie zástrčky |
| 11 | | prevodové kliešte | prípravok na upnutie zástrčky |
| 12 | | plastové kladivo | prípravok na upnutie zástrčky |
| 13 | | plochý šrubovák | prípravok na upnutie zástrčky |
| 14 | | x | prípravok na upnutie zástrčky |
| 15 | | x | prípravok na upnutie zástrčky |
| 16 | | štikacie kliešte | prípravok na upnutie zástrčky |
| 17 | | tryska so sil. olejom | prípravok na upnutie zástrčky |
| 18 | | ručný lis | prípravok na upnutie zástrčky |

6.3.5 Analýza materiálových potrieb pracovísk

Dostupnosť materiálu na pracoviskách je v niektorých prípadoch nevyhovujúca. Napríklad na pracovisku navliekania káblov musí obísť pracovisko dookola, aby si mohol doniesť materiál. Rezanie plášťov na navliekanie káblov prebieha mimo pracoviska a pracovník musí obchádzať ďalší stôl dookola, aby si mohol pripraviť materiál na výrobu. Vzhľadom na to, že sa nejedná o úpravu jedného pracoviska, ale o reorganizáciu celej výroby, nebol analyzovaný súčasný stav rozmiestnenia materiálu. Pristúpilo sa priamo k analýze materiálových potrieb jednotlivých pracovísk. Po spojení kusovníkov výrobkov z každej kategórie vznikli tabuľky sumarizujúce potreby materiálu pre jednotlivé pracoviská. V tabuľke č. 12 je ukážka potreby materiálu pracoviska prísunu drôtu, ostatné tabuľky sa nachádzajú v prílohe P VII.

Tabuľka 12 Potreba materiálu pre prísun drôtu [vlastné spracovanie]

| Skupina | APM | | BPM | Názov | Množstvo dielov | |
|-------------------------------------|----------|----------|-----|-------|-----------------|----|
| | AMM, CMM | BMM, DMM | EMM | | | |
| Výroba pre skupinu finálnej montáže | x | x | | | 3/4/5 | m |
| | x | x | | | 1 | ks |
| | x | x | | | 1 | ks |
| | x | x | | | 2 | ks |
| | x | | | | 1 | ks |
| | | x | | | 1 | ks |
| | | | x | | 2 | ks |
| | | | x | | 2,78/4,28 | m |
| | | | x | | 2 | ks |

7 NÁVRHY NA ZVÝŠENIE EFEKTIVITY

7.1 Pracovný postup

7.1.1 Štandard pracovného postupu

Základom pre zefektívňovanie výroby je jednotný pracovný postup, pretože ak vznikajú veľké časové rozdiely pri rovnakých činnostiach vykonávanými rôznymi pracovníkmi nie je možné vyvažovať tok výrobkov a materiálu. Preto je veľmi dôležité vypracovať štandard pracovného postupu, teda súčasný najlepší známy výrobný postup. Po jeho vytvorení je potrebné dbať na to, aby ho dodržiavali všetci výrobní pracovníci. Len tak je možné zabezpečiť čo najmenšie výkyvy v cyklových časoch a zároveň znížiť počet chýb (respektíve úplne ich eliminovať) pri montáži, ktoré vznikajú vynechaním určitých operácií.

7.1.2 Zmena pracovných postupov

Výroba dlhometrážnych výrobkov si vyžaduje veľké množstvo chôdze na pracoviskách, čo nie je prestoj, ale je to činnosť, ktorá výrobku nepridáva žiadnu hodnotu. Veľké množstvo chôdze je potrebné hlavne pri rezaní hadíc a medených laniiek, takže sa týka pracovísk navliekania silového vodiča, výroby prísunu drôtu a navliekania kábla. Nasledujúce návrhy zmien sa snažia pri aj tak nevyhnutnej chôdzi pri výrobe spojiť čo najviac činností, ktoré je možné pri prechode z jednej strany na druhú vykonať.

Navliekanie silových vodičov prebieha v súčasnosti tak, že pracovník si najskôr nastrihá 10 ks hadíc, do ktorých sa vsúvajú medené lanká. To znamená, že pri strihaní každého kusu prejde podľa typu výrobku 2 x 3, 4 alebo 5 metrov (2x pretože musí hadicu odvinúť, vrátiť sa späť a odstrihnúť). Pri výrobe reprezentačného výrobku, ktorý je dlhý 4m to je teda:

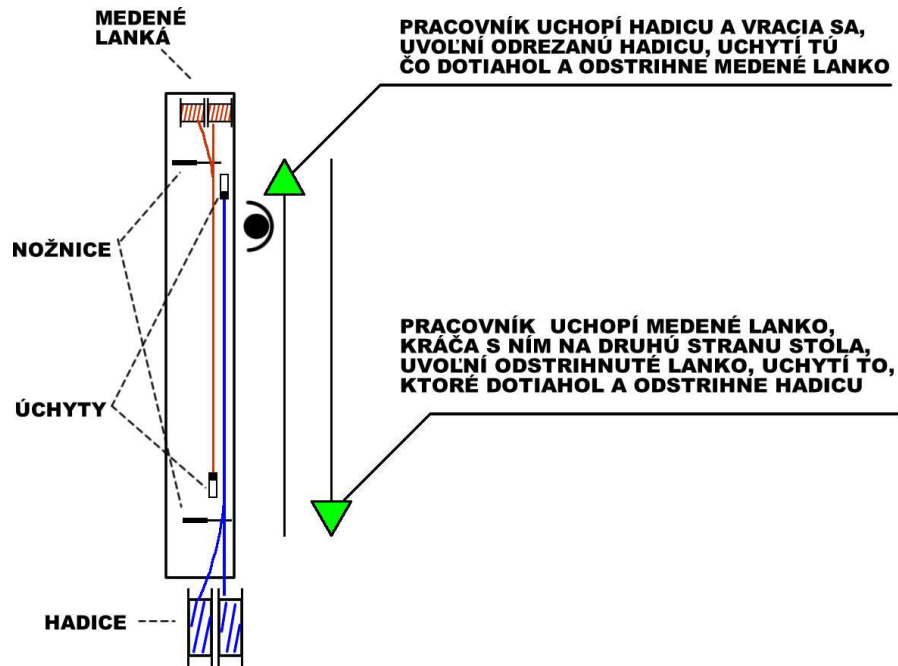
$$\text{Chôdza pri rezaní 10 ks hadíc} = 10 \times 2 \times 4m = 80m$$

Následne si nastrihá medené lanká, ktoré do nich bude vsúvať. Tie sa odvíjajú z dvoch cievok, takže nastrihanie 10 ks medených laniiek pre reprezentačný výrobok vyžaduje chôdzu:

$$\text{Chôdza pri rezaní 10 ks laniiek} = 5 \times 2 \times 4m = 40m$$

Dokopy teda pri výrobe 10 ks silových vodičov pracovník nachodí 120m, teda 12 m na každý 1 kus.

Navrhovaná zmena pracovného postupu spája činnosti rezania hadíc a laniek. K súbežnému odvíjaniu dvoch medených laniek je potrebné pridať tiež odvíjanie dvoch hadíc. Pracovný postup by potom vyzeral nasledovne:



Obrázok 9 Návrh zmeny pracovného postupu navliekania silového vodiča vo výrobe A (tiež vo výrobe B) [vlastné spracovanie]



Obrázok 10 Pracovisko navliekania silového vodiča vo výrobe A [vlastné spracovanie]

Hlavnou ideou zmeny je odstránenie chôdze potrebnej na návrat k východzímu bodu. To znamená, že namiesto toho, aby pracovník najprv odvinul materiál a potom sa vrátil, berie

pri návrate druhý typ materiálu z druhého konca stola. Potreba chôdze pri výrobe 10 ks by vyzerala nasledovne:

$$\text{Chôdza pri výrobe 10 ks} = 5 \times 4m + 5 \times 4m = 40m$$

Časová úspora na 10 a tiež 1 ks vypočítaná metódou MOST je nasledovná (Obrázok č. 11):

| Popis operace | Sekvence | | | | | | A - Návrat | Frekvence | TMU | Sekundy na 10 ks | Sekundy na 1 ks | | | | | | | | |
|---|----------|--------------|----|---|--------------------------|---|------------|-----------|-----------------------|------------------|-----------------|---|---|---|---|-------|------|-------------|------|
| | OP | ABG - Ziskat | | | ABP - Položit | | | | | | | | | | | | | | |
| OP - obecné přemístění | OP | ABG - Ziskat | | | ABP - Položit | | | | | | | | | | | | | | |
| ŘP - řízené přemístění (Č - Procesní čas) | ŘP | ABG - Ziskat | | | MXI - Přemístění/Spustit | | | | | | | | | | | | | | |
| N - Použití nástroje | N | ABG - Ziskat | | | ABP - Položit | | | Nástroj | ABP - Položit stranou | | | | | | | | | | |
| J - Jeřáb | J | ATK - Ziskat | | | FVL - Položit | | | | VPT - Položit stranou | | | | | | | | | | |
| Prechod 4m (navrhovaný postup) | OP | A | 10 | B | 0 | G | 0 | A | 0 | B | 0 | P | 0 | A | 0 | 10,00 | 1000 | 36,0 | 3,6 |
| | | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | | | | | |
| Prechod 12m (súčasný postup) | OP | A | 24 | B | 0 | G | 0 | A | 0 | B | 0 | P | 0 | A | 0 | 10,00 | 2400 | 86,3 | 8,6 |
| | | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Rozdiel [s] | -5,0 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Rozdiel [%] | -58% |

Obrázok 11 MOST-Časový rozdiel medzi súčasným a navrhovaným pracovným postupom navliekania silového vodiča [vlastné spracovanie]

Zmenou pracovného postupu môžeme dosiahnuť úsporu 5 sekúnd na 1 kus. Pri priemernom trvaní výroby 4m silového vodiča 72 sekúnd to je skrátenie cyklového času o 6,9% a rovnaké navýšenie kapacity pracoviska.

$$5 \div 72 = 0,069 = 6,9\%$$

Zmena pracovného postupu pri výrobe káblov a prísunov drôtu si vyžaduje rozsiahlejšiu úpravu pracovísk. Návrh ráta so spojením obidvoch pracovísk do jedného. V súčasnosti sa na pracovisku prísunu drôtu režu a lisujú prísuny drôtu, ktoré sa následne prenášajú na pracovisko navliekania káblov a tiež sa tam režu hadice (plášte), ktoré sa tiež prenášajú na to isté pracovisko. Najlepším riešením by teda bolo tieto pracoviská spojiť, čo je možné.



*Obrázok 12 Pracovisko navliekania kábla vo výrobe A
[vlastné spracovanie]*

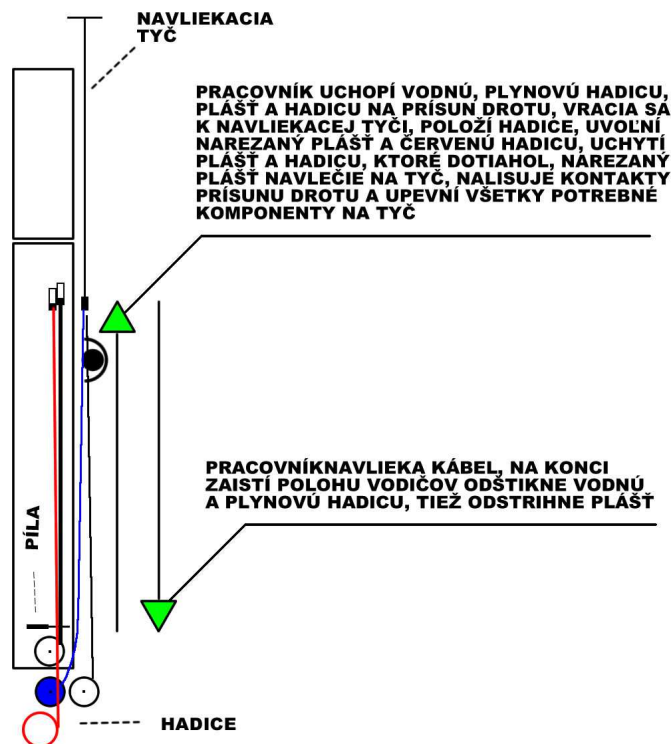


*Obrázok 13 Pracovisko výroby prísunu drôtu vo výrobe A
[vlastné spracovanie]*

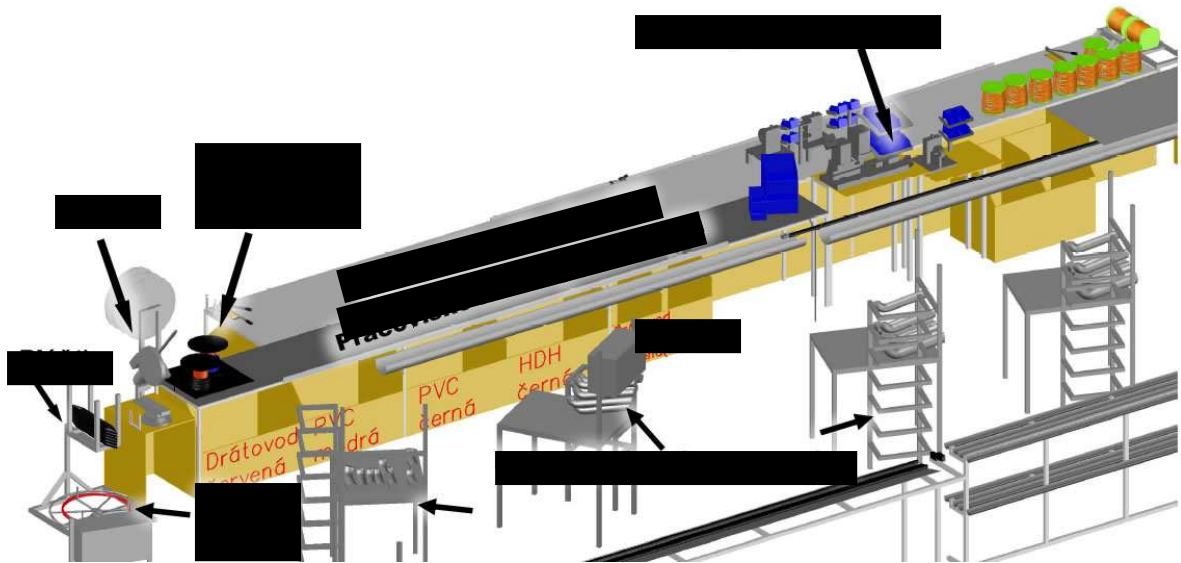
Spojením pracovísk by odpadla všetka manipulácia potrebná na zásobovanie pracoviska navliekania káblov z pracoviska výroby prísunu drôtu. Zo snímku pracovného dňa v prílohe P II je vidieť, že manipulácia s materiálom a polotovarmi zaberie pracovníkovi navlie-

kania 7,5% celej zmeny, čo predstavuje $0,075 \times 450min = 34min$. Pri trvaní výroby jedného kábla 2 min to je stratených 17 ks na zmenu.

Výroba prísunov drôtu v súčasnosti prebieha tak, že sa najskôr nastrihá 20 ks hadíc (rovnako ako pri silových vodičoch, teda odvinutie a následný návrat „naprázdno“) a potom sa na nich lisujú koncovky. Na navliekanie káblov je tiež najprv potrebné nastrihať vonkajšie plášte na mieru (zase rovnakým spôsobom ako všetky silové vodiče a prísuny drôtu), preniest' ich a tiež pripravené prísuny drôtu na pracovisko navliekania a následne navliecť plášť na všetky potrebné komponenty. Navliekanie prebieha systémom: navlečenie a návrat „naprázdno“, čo je ďalší stratový čas. Proces ako celok vyzerá zložito a neefektívne, pričom riešenie je jednoduché a zobrazuje ho náčrt na obrázku č. 14. Obrázok č. 15 zobrazuje návrh nového zlúčeného pracoviska pre potreby nového pracovného postupu.



Obrázok 14 Návrh zmeny pracovného postupu navliekania kábla [vlastné spracovanie]



Obrázok 15 Návrh úpravy pracoviska navliekania kábla a výroby prísunu drôtu [vlastné spracovanie]

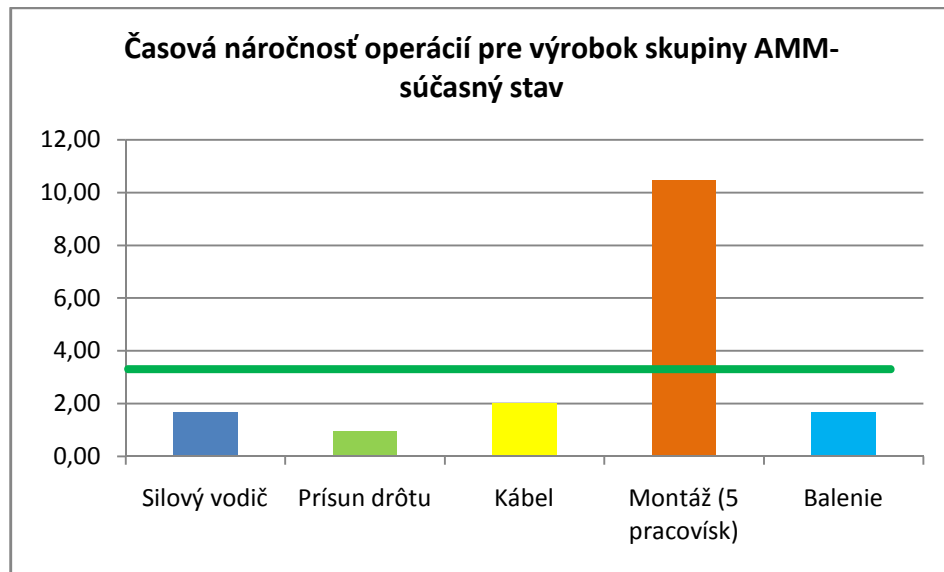
Podľa navrhovaného postupu by pracovník odvíjal aj rezal naraz obidve potrebné hadice. Zároveň by na tom istom pracovisku lisoval koncovky prísunu drôtu a následne by navliekol kábel. Spojenie rezania a navliekania má ďalšiu výhodu – odstránenie nepotrebných chôdze, keďže jedna cesta by predstavovala odvinutie hadíc a po lisovaní koncoviek a uchytení komponentov k navliekacej tyči by cesta naspäť k odvíjaniu predstavovala navlečenie kábla. Úspora je teda 1 cesta potrebná na odvinutie hadice (plášť a prísun drôtu sa odvíjajú naraz) a 3 cesty potrebné na návrat po odvinutí/navlečení (2x pri rezaní hadíc a 1x pri návrate po navlečení hotového kábla. V metroch to pre 1 ks 4m reprezentanta robí:

$$\text{Chôdza pri súčasnom postupe} = 2 \times 4m + 2 \times 4m + 2 \times 4m = 24m$$

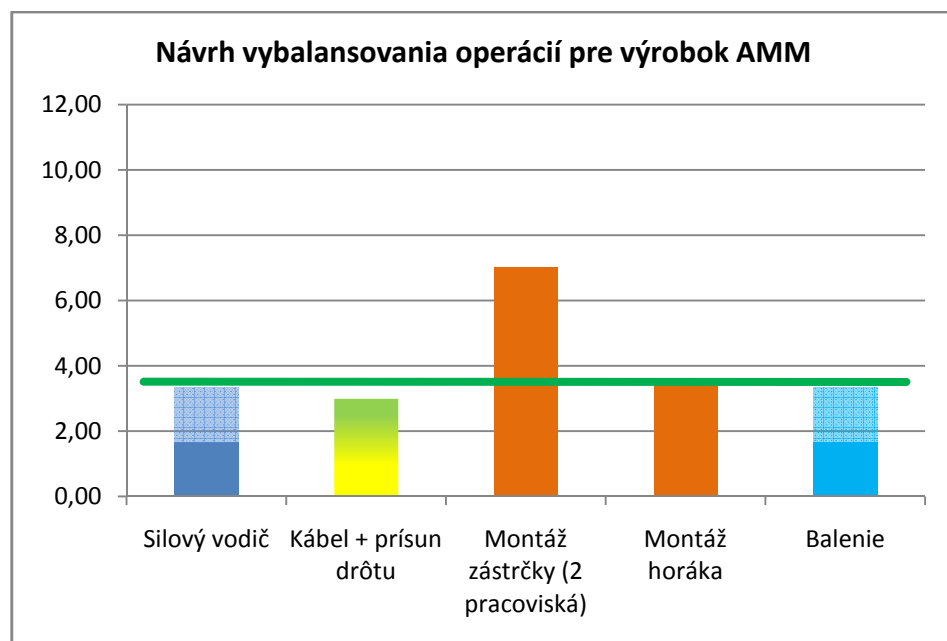
$$\text{Chôdza pri navrhovanom postupe} = 2 \times 4m = 8m$$

$$\text{Úspora chôdze} = 24m - 8m = 16m$$

Úspora času na 1 vyrobený kus vypočítaná metódou MOST je na nasledujúcom obrázku č. 16.



Graf 5 Časová náročnosť operácií pre výrobok AMM [vlastné spracovanie]



Graf 6 Návrh balansovania operácií pre skupinu výrobkov AMM [vlastné spracovanie]

Pracovisko navliekania silového vodiča je podstatne rýchlejšie ako ostatné, nie je to však problém. Silový vodič sa totiž vyrába tiež ako hotový výrobok – náhradný diel. Priemerná požiadavka na výrobu náhradných silových vodičov je 80 ks na deň a treba ich aj zabaliť. Balia sa do plastových sáčkov, ktoré sa zatavia a vložia do gitterboxu. Vzhľadom na rozmery a polohu pracovísk navliekania silových vodičov a káblov je na nich dosť priestoru

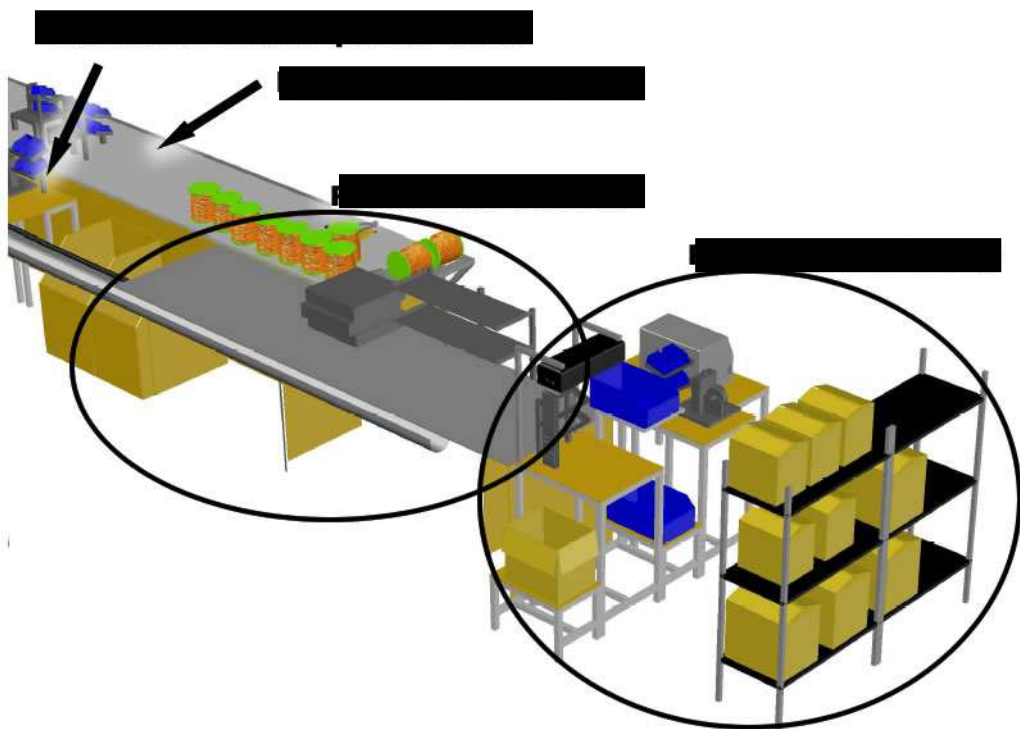
pre vytváranie medzizásoby silových vodičov, ktoré by sa vyrábali aj naďalej v dávkach. Medzi jednotlivými dávkami by sa vyrábali a balili silové vodiče – náhradné diely.

Výroba prísunov drôtu a navliekanie káblov je v grafe navrhovaného stavu spojená do jedného celku tak ako bola popísaná pri zmene pracovného postupu. Vzhľadom na to, že sa zmenou pracovného postupu dosiahlo väčšie ako potrebné zníženie cyklového času bude pracovník schopný vyrobiť ešte dodatočných potrebných 25 ks prísunov drôtu denne, ktoré sa tiež vyrábajú ako náhradné diely. Tým, že pracovníci prvých dvoch pracovísk budú schopní vyrobiť aj dodatočné polotovary vzniká možnosť odstránenia súčasného pracoviska výroby prísunu drôtu, z čoho plynie úspora priestoru vo výrobe.

Po zhotovení káblu putuje produkt na finálnu montáž, kde sa naňho namontuje samotný ■■■ s rukoväťou a zástrčka do agregátu. Súčasná podoba finálnej montáže už bola viackrát popísaná: dve pracoviská (jedno špecializované na montáž ■■■u, druhé na montáž zástrčky) pre jedného pracovníka, ktorý dokončuje celý výrobok. Takýchto „dvojitých buniek“ sa vo výrobe nachádza 5. Takže v súčasnosti pracuje na finálnej montáži 5 pracovníkov. Náplňou ich práce je však veľké množstvo činností, ktoré nepridávajú hodnotu – sami si zabezpečujú prípravu a dopĺňajú si materiál. Potrebné prípravné činnosti koordinuje parťák (kvázi tím líder), ktorý je zároveň montážnikom. Okrem toho, že musí venovať čas organizovaniu práce, ktorá by mohla byť pevne daná a naplánovaná musí riešiť aj ďalšie problémy, ktoré sa vyskytnú vo výrobe. Keď sa pozrieme na priame námery časov zistíme, že montáž reprezentačného výrobku zo skupiny AMM aj so zapojením a odpojením zostavy od testovacieho zariadenia trvá 10,48 minúty. Pri požadovanom takt time 3,5 minúty vychádza potrebný počet pracovníkov presne 3. To je o dvoch pracovníkov menej ako v súčasnosti. Samozrejme nesmieme zabúdať na potrebnú prípravu a dopĺňanie materiálu na pracoviskách, na čo by mal byť vyčlenený samostatný pracovník, tzv. manipulant. Vráťme sa ale k balansovaniu finálnej montáže. Pri prerozdeľovaní činností na 3 potrebné pracoviská tak, aby bolo možné zaviesť tok jedného kusu sme narazili na problém. Ide o technológiu montáže, keďže montovanie zástrčky aj ■■■a si vyžaduje aby tieto časti boli upnuté v špeciálnych prípravkoch (nie súčasne, buď ■■■ alebo zástrčka, samozrejme súbežné upnutie sa nevylučuje). Pri montáži sa vyskytujú aj činnosti, pri ktorých upnutie nie je potrebné, no aj tak ich následnosť a potreby montáže neumožňujú rozdelenie na 3 na seba nadväzujúce časti. Avšak práve tieto „voľné“ operácie umožnili montáž rozdeliť na časti 2 a dodržať zákaznícky takt. Je to kompromis medzi zavedením toku jedného kusu a úsporou miesta. Ak totiž dokážeme oddeliť montáž ■■■a od montáže zástrčky, je mož-

né usporiť na montáži miesto tým, že montážne pracovisko nebude pozostávať z dvoch, ale iba jedného pracovného stola. Prerozdelenie operácií vytvorilo 2 rovnaké pracoviská montáže zástrčky s vykonávaním „voľných“ operácií a pracovisko montáže [redacted] a s testom. Cyklový čas prvého pracoviska je 7 minút a teda je dvojnásobný oproti zákazníkemu takt time-u, čo je dôvodom, prečo sú tieto pracoviská 2 (avšak 2 ako 2 pracovné stoly, nie ako 2 pracovné bunky obsahujúce 2 stoly v súčasnosti). Pracovisko montáže [redacted] a má cyklový čas rovnajúci sa potrebnému taktu – 3,5 min. Grafické znázornenie je v grafe č. 6.

V záujme čo najväčšej úspory miesta je vhodné neskladovať hotové zostavy na stojanoch pred spoločným balením hotových výrobkov pre výroby A a B. Pracovník, ktorý je potrebný na prípravu a manipuláciu môže zabezpečovať aj balenie. Na zlúčenie týchto činností je potrebné vytvoriť pracovisko prípravy a situovať ho čo najbližšie k pracovisku balenia. Návrh rozloženia týchto dvoch pracovísk je na obrázku č. 17.



Obrázok 17 Návrh nových pracovísk balenia a prípravy [vlastné spracovanie]

Vzhľadom na fyzicky náročné operácie na pracovisku montáže [redacted] a je potrebné zaviesť rotáciu na pracoviskách počas zmeny. Na tomto pracovisku je náročné doťahovanie šrubovaných spojov, ktoré musí byť precízne kvôli tesnosti. [redacted] om totiž preteká chladiaca kvapalina a kvôli zlej dostupnosti nie je možné použiť elektrické alebo pneumatické nástroje. Zmena organizácie práce a tok jedného kusu tiež zmenil samostatné pracoviská na

výrobnú linku a tým aj prácu na tímovú. Následnosť operácií a absencia bezpečnostných zásobníkov spôsobí, že zastavenie jedného pracovníka zastaví celú linku. Kvôli týmto dôvodom je potrebné mať jedného pracovníka v zálohe, ktorý by sa zúčastňoval na rotácii, a zároveň by striedal pracovníkov pri osobných prestávkach. Tiež je potrebné organizovať ľudí pri práci a vykonávať administratívne úkony ako odpisovanie výrobných príkazov. Na tieto činnosti je vhodná pozícia tím lídra a podobná pozícia už existuje vo forme súčasného parťáka, ktorý je zároveň montážnym pracovníkom. Ostali by mu teda rovnaké úkony ako doteraz, teda starať sa o výrobu A, akurát by už nebol výrobným, ale vedúcim pracovníkom, ktorý zabezpečuje, že sa linka nezastaví.

Nasledujúce riadky zhŕňajú potrebu pracovníkov výroby A.

Výpočet potreby pracovníkov montáže:

$$\text{Počet pracovníkov montáže} = \text{Cyklový čas} / TT_{ZÁK}$$

$$\text{Počet pracovníkov montáže} = \frac{10,48 \text{ min}}{3,5 \text{ min}} = 3$$

Celková potreba výrobných pracovníkov:

$$\text{Celkový počet pracovníkov} = (1,3 + 0,9 + 2 + 10,48) \text{ min} / 3,5 \text{ min} = 4,2 \doteq 5$$

Ako vidíme výpočet potrebného počtu výrobných pracovníkov potvrdzuje počet navrhnutý vybalansovaním výrobného procesu. 1 na výrobe silových vodičov, 1 na výrobe káblov a 3 na finálnej montáži. Voľná výrobná kapacita ($5 - 4,2 = 0,8$ pracovníka) je využitá na výrobu a balenie náhradných káblových dielov. 1 pracovník je potrebný na balenie kompletných ■■■■■ových zostáv, prípravu a manipuláciu. Ďalším pracovníkom je tím líder, ktorý sa stará o plynulú výrobu, organizačné a administratívne záležitosti. V súčasnosti je vo výrobe A 8 pracovníkov na zmene plus pracovník balenia pre obe výroby, takže môžeme povedať 8,5 pracovníka. Potreba pracovníkov po organizačných zmenách a zmenách pracovného postupu je $1 + 1 + 3 + 1 + 1 = 7$, takže úspora predstavuje 1 a pol pracovníka. Príloha P VIII obsahuje tabuľky s presným rozdelením činností, využitím pracovníkov na jednotlivých pozíciách a počty pracovísk nielen pre naplánovaný objem produkcie, ale taktiež obsahuje variantu, ktorá pri výkyve produkcie pokryje zvýšenú potrebu.

7.3 Dostupnosť materiálu a systém zásobovania

Niektoré druhy materiálu sú uskladnené ďaleko od pracoviska, na ktorom sú využívané. V návrhu nového pracoviska navliekania káblov na obrázku č. 15 si môžete všimnúť pozície

pre materiál pod pracovným stolom. V súčasnosti sa tieto pozície nachádzajú pod pracoviskom navliekania silových vodičov, takže pracovník si musí pre hadice chodiť okolo celého pracoviska. Takýchto prípadov je vo výrobe oveľa viac – niektoré prípravné operácie finálnej montáže dokonca prebiehajú priamo v sklade, kde si musia montážne pracovníčky dôjsť pre materiál a vzhľadom k nevyhradenému priestoru na prípravné činnosti ich vykonávať priamo v sklade alebo na momentálne voľnom pracovisku. Vytvára to veľké množstvo stratových časov spôsobených zbytočnou manipuláciou s materiálom, hľadaním správneho materiálu, hľadaním vhodného pracoviska, prípadne na uvoľnenie pracoviska. Čo je najhoršie, tieto práce vykonávajú kvalifikovaní výrobní pracovníci, čo znižuje výkon výroby. V organizácii zásobovania a správneho prerozdelenia materiálu spočíva obrovský potenciál na zefektívnenie výroby a tým aj požadované zvýšenie kapacity.

Zásobovanie pracovísk materiálom je potrebné zorganizovať, určiť presné pravidlá a zaviesť do systému pravidelnosť. Pre tento účel boli vytvorené materiálové skupiny s pravidlami navážania materiálu. Ukážka jednej materiálovej skupiny s definíciou a pravidlami je v tabuľke č. 13, celá tabuľka a tiež ukážková tabuľka rozdelenia materiálu je v prílohe P IX.

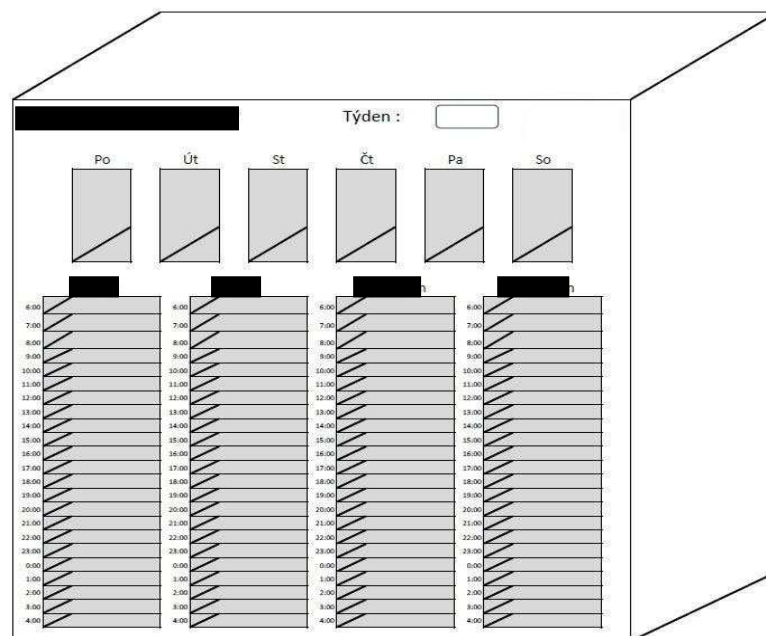
Tabuľka 13 Ukážka navrhovaných pravidiel zásobovania [vlastné spracovanie]

| Skupina | Signál na doplnenie materiálu | Termín doplnenia | Pravidlá zásobovania | | |
|-----------|--|-------------------|----------------------|--|--|
| A1 | BEZ SIGNÁLU-pravidelne každú zmenu | Pred koncom zmeny | 1 | Materiál má pevne dané 2 rotujúce balenia (prepravky, bedničky, ...) | |
| | Popis materiálu: Materiál, ktorý sa používa na všetky typy výrobkov a vo výrobe sa odoberá z bedničiek Popis formy zásobovania: Rotácia 2 balení v pravidelných intervaloch Spotreba: Pravidelná, univerzálna | | | 2 | Materiál sa vychystáva počas danej zmeny pre nasledujúcu zmenu a musí byť vychystaný najneskôr 15 min pred koncom danej zmeny |
| | | | | 3 | Vždy pred koncom zmeny sa vymení pripravené balenie za použité (aj v prípade, že použité balenie NIE JE prázdne!) |
| | | | | 4 | Do použitého balenia (prázdne alebo nevyčerpané) sa doplní počas nasledujúcej zmeny požadované množstvo tak, aby bolo na jej konci pripravené na výmenu (bod 3.) |
| | | | | 5 | Dopĺňanie materiálu: Nespotrebované kusy sa spočítajú a zapíšu, následne sa balenie doplní na požadovaný počet ks |
| | | | | 6 | Materiál nikdy nedopĺňame na pracovisku, teda nikdy nedopĺňame balenie, ktoré sa v danej zmene používa. |

7.4 Plánovanie výroby

Súčasnú plánovanie prebieha na týždennej báze, kde sa určí výroba na týždeň a priority jednotlivých objednávok. Majster spolu s partákmi následne operatívne, počas prevádzky určuje čo sa má vyrábať v danej chvíli. To je tiež jeden z dôvodov, kvôli ktorému vznikajú medzi pracoviskami zásoby rozpracovanej výroby. Kvôli dlhej priebežnej dobe výroby sa pri presunutí zákaziek nechá rozpracovaná výroba stáť a pracuje sa na urgovanej namiesto toho aby sa začatá dokončila. Kvôli neaktuálnym informáciám sa tiež stáva, že uprostred zákazky dôjde materiál, alebo sa začne „predvyrábať“ z toho, čo momentálne na sklade je. Vychystávanie materiálu je tiež chaotické, pretože sa stáva, že skladník dostane počas určitej činnosti informáciu, že je potrebné pripraviť materiál na inú výrobu.

Riešením tohto problému je prenesenie operatívneho plánovania na strategické, čo bude pri navrhnutom systéme oveľa jednoduchšie ako v súčasnosti. Vyváženosť operácií umožní plánovať výrobu produktov ako celku a nie ako jednotlivé položky vstupujúce do kompletnej finálnej montáže. Zároveň bude možné určiť presný čas trvania výroby jednotlivých zákaziek. Pre tento účel je vhodné zavedenie plánovacej tabule, návrh je na obrázku č. 18.



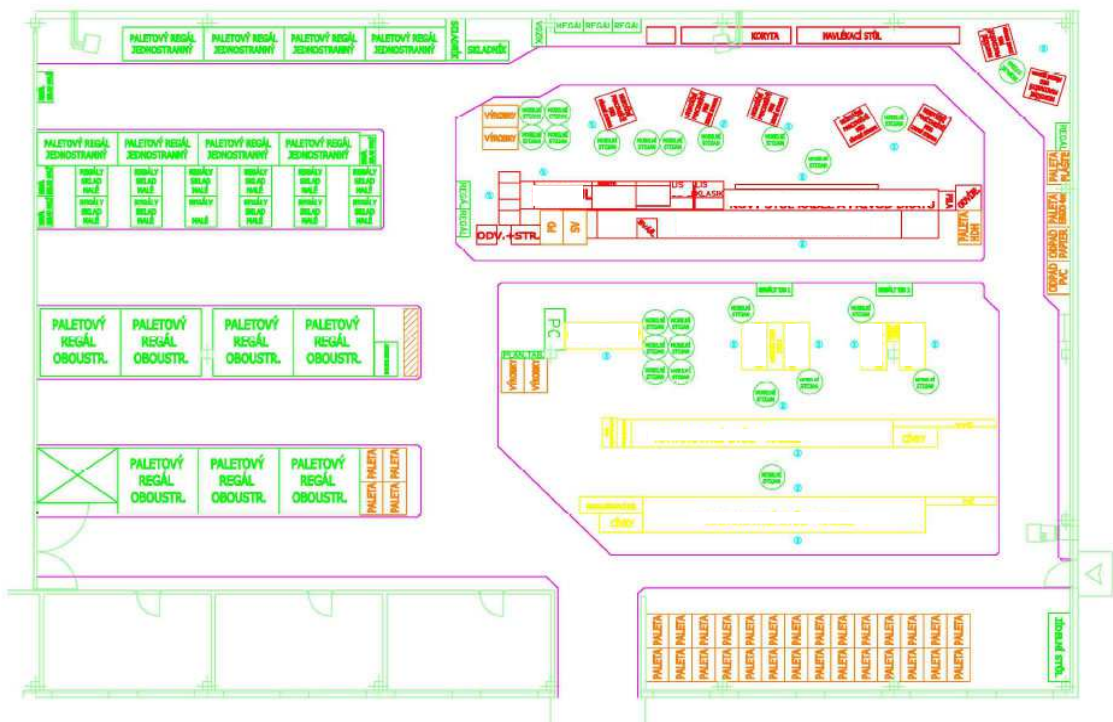
Obrázok 18 Návrh plánovacej tabule pre dielňu č. 1 [vlastné spracovanie]

Ako vidíme na obrázku tabuľa obsahuje priehradky, ktoré sú v hornej časti rozdelené na dni a v spodnej časti sú 4 stĺpce, ktoré sú rozdelené na hodiny. Princíp plánovania spočíva v tom, že na základe informácií o časovej náročnosti jednotlivých zákaziek sa týždenný plán rozdelí do jednotlivých dní, čo síce pridá oddeleniu plánovania prácu navyše, avšak minimálnu s veľkým prínosom pre celú výrobu. Následne rozdelí majster v spolupráci s tím lídrami jednotlivé zákazky do hodinových priehradiek, vždy s predstihom 1 zmeny. To zaručí, že skladník bude mať informáciu o potrebe materiálu 1 zmenu pred tým, ako sa začne vyrábať a keď na zákazku nebude materiál proste sa do výroby nepustí vôbec a začne sa s nasledujúcou, ktorá sa „preplánuje“ posunutím z jednej priehradky do druhej. Informáciu dopredu bude mať tiež prípravné pracovisko, ktoré musí zabezpečiť diely pre montáž, takže sa nemôže stať, že sa výroba zastaví. Tabuľa je tiež výborným vizuálnym pomocníkom. Dá sa z nej hneď určiť ako je na tom výroba, či je v sklze, alebo vyrába podľa plánu. Ak sa výrobné príkazy nachádzajú aj v priehradkách pred aktuálnou hodinou je jasné, že ide o sklz. Rozdelenie spodnej časti tabule na 4 stĺpce je dané výrobou – 2 stĺpce pre výrobu A a 2 pre výrobu B. Výroba B potrebuje plánovanie osobitne na finálnu montáž a navliekanie káblov. Výroba A zase plánovanie pre linku a plánovanie špeciálnych výrobkov.

7.5 Návrh nového layoutu výrobnej haly

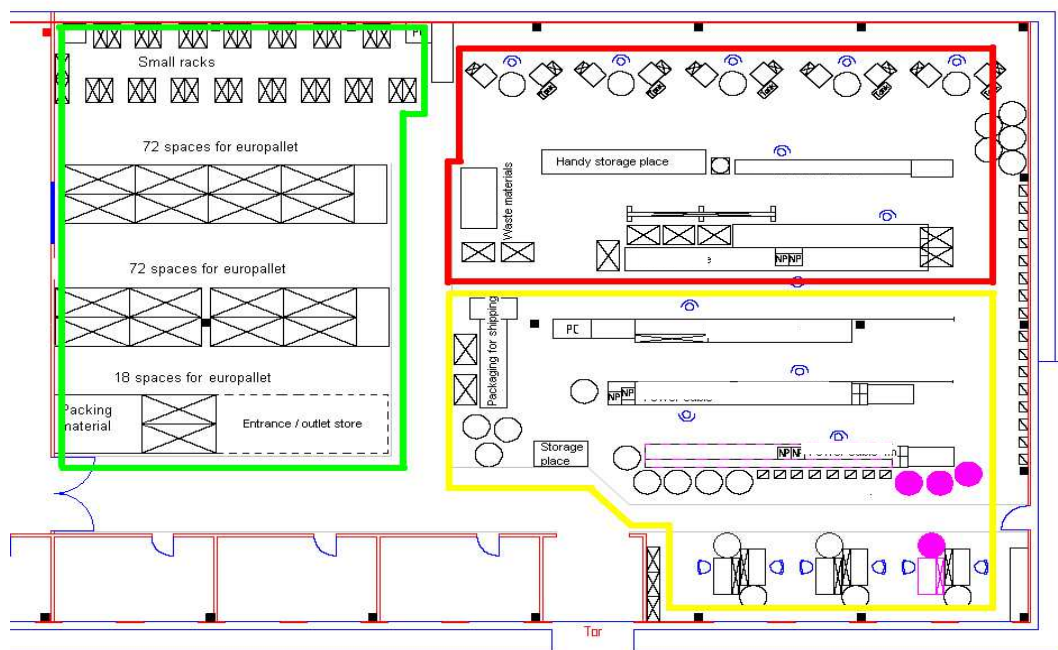
Pri návrhu nového layoutu treba brať do úvahy navrhované úpravy pracovísk a tiež fakt, že zadaním projektu je vytvorenie miesta pre ďalšiu výrobu. Je potrebné vytvoriť zásobovacie cesty a okruhy, vhodne umiestniť skladovacie priestory a vniesť logiku do usporiadania pracovísk podľa ich náväznosti. Tiež je potrebné brať ohľad na určené potreby priestoru pre vykonávanie práce.

Vypracovaniu finálnej verzie layoutu predchádzalo približne 60 rôznych variant. Zároveň sa pri skladaní jednotlivých súčastí zistilo, že ak budeme chcieť mať vo výrobe všetky paletové pozície, aj napriek celkom veľkej úspore miesta tam nedostaneme presúvanú výrobu. Preto padlo rozhodnutie, že radšej ponecháme v hale len súčasnú výrobu a presunieme tam všetky potrebné skladovacie pozície.



Obrázok 19 Návrh nového layoutu dielne č. 1 [vlastné spracovanie]

Rozmiestnenie jednotlivých častí výroby, teda skladu, výroby A a výroby B, zostalo nezmenené. Zmenilo sa usporiadanie jednotlivých pracovísk, ktoré boli tiež zredukované na potrebný počet. Pre porovnanie je na nasledujúcom obrázku súčasný layout.



Obrázok 20 Súčasný layout dielne č. 1 [vlastné spracovanie]

Zmenou rozmiestnenia skladových regálov sa získalo 36 nových paletových miest, ktoré spolu s ušporeným priestorom vo výrobe (palety v pravom dolnom rohu) poskytnú potrebný priestor 50-60 paletových miest pre vyvážené výrobky a dovážaný materiál. Doteraz sa nepostačujúca kapacita riešila improvizovane rozmiestnením paliet na aktuálne voľné miesta a tiež využívaním skladových pozícií v iných výrobných halách.

Vo výrobe B (žltá farba) sa udiali zmeny v rozložení pracovísk, ktoré boli zároveň zredukované. Na tieto zmeny nebola potrebná žiadna hĺbková analýza, sú čisto logické. Zo šiestich montážnych pracovísk sa využívajú len 4, takže odstránenie 2 prebytočných stolov je okamžitá úspora miesta. Tiež bol odstránený jeden navliekací stôl. Ako si môžeme všimnúť na súčasnom layoute, vo výrobe sú 3 dlhé stoly, no pri nich sú len 4 pracovníci. Dva zo stolov sa totiž v súčasnosti využívajú len jednostranne. Vytvorením dvoch obojstranných pracovísk vzniká voľný priestor spolu s redukciou montážnych pracovísk vzniká priestor pre už spomínané paletové pozície.

Najväčšie zmeny nastali vo výrobe A (červená farba). Prvou je spojenie pracovísk prísunu drôtu („wire feed tubes“ v starom layoute) a navliekania kábla (cable) čím bolo možné odstrániť pôvodné pracovisko výroby prísunu drôtu. Tri pracoviská finálnej montáže potrebné pre výrobu hlavných výrobkov sa mohli vďaka zmenám v procese výroby prerobiť z dvojítých buniek na samostatné nadväzujúce jednotky, čím vznikla úspora troch montážnych stolov. V pravom hornom rohu sa nachádza pracovisko pre výrobky skupiny EMM, ktorá sa od ostatných technologicky líši. Vo výrobe sa nachádza ešte jedno pôvodné pracovisko. To je ponechané ako rezervné pri prípadných problémoch s výrobou v prvých štádiách implementácie – aj keď je potrebné aby pracovníci získali návyk na zmeny, ktoré nie sú malého rozsahu, v niektorých prípadoch je potrebné uspokojiť požiadavky zákazníka za každú cenu. Vo výrobe tiež pribudli pracoviská prípravy a balenia. Na prípravné práce doteraz nebol vyhradený priestor a pre úspešné fungovanie nového systému je potrebné prípravu dobre plánovať a zabezpečiť aby nedostatok komponentov nezastavil všetky pracoviská. Baliace pracovisko je tiež nutnosťou a nielen z dôvodu zabezpečenia plynulého toku výrobku. Redukcia rozpracovanej výroby a zrýchlenie prechodu výrobou by spôsobila enormné hromadenie hotových výrobkov na súčasnom pracovisku balenia, ktoré je spoločné pre výroby A a B. Poslednou zmenou je odstránenie medziskladu, z ktorého si pracovníci montáže odoberali sami materiál, čo bolo možné kvôli nastaveniu systému zásobovania a vytvorenia pozície manipulanta.

Sumár uskutočnených zmien:

- Odstránenie dlhého stolu na výrobu prísunu drôtu vo výrobe A
- Odstránenie troch z desiatich montážnych stolov vo výrobe A
- Odstránenie medziskladu finálnej montáže vo výrobe A
- Vytvorenie nového pracoviska balenia pre výrobu A
- Vytvorenie nového prípravného pracoviska pre výrobu A
- Odstránenie navliekacieho stola vo výrobe B
- Odstránenie dvoch montážnych pracovísk výroby B
- Vytvorenie dodatočných 54 regálových a 28 voľných paletových miest

8 PROJEKT IMPLEMENTÁCIE NAVRHOVANÝCH ZMIEN

Postupnosť zavádzania navrhovaných zmien je kľúčová pre úspech celého projektu. Vzhľadom na ich rozsah sa projekt blíži reengineeringu, čo podporuje aj fakt, že pohľad na výrobné, zásobovacie a plánovacie procesy sa diametrálne líši od pôvodného. Počiatočné časti zavádzania už prebehli, takže budú v projektovej časti spomenuté.

8.1 Simulácia nových pracovných postupov

„Vaše teorie je hezká, ale pojd'te si to vyzkoušet sám“ je asi najčastejšie používaná veta výrobných pracovníkov. Niekedy to možné je a niekedy kvôli nárokom na kvalitu, dohľadateľnosť príčiny chyby, atd. to možné nie je. V jednom, ale pravdu majú. Ak sa takto rozsiahla zmena dobre nepripraví môže urobiť viac škody ako úžitku. Preto je dobré vyskúšať všetko čo sa vyskúšať dá.

Prvým krokom pri zavádzaní zmien, ktoré sa týkajú technológie výroby a pracovných postupov je simulácia pre porovnanie teoretických čísel a reality. Tá prebehla najprv na finálnej montáži a čiastočne (v rozsahu, aký dovolili súčasné podmienky) aj na spojenom pracovisku prísunu drôtu a navliekania kábla.

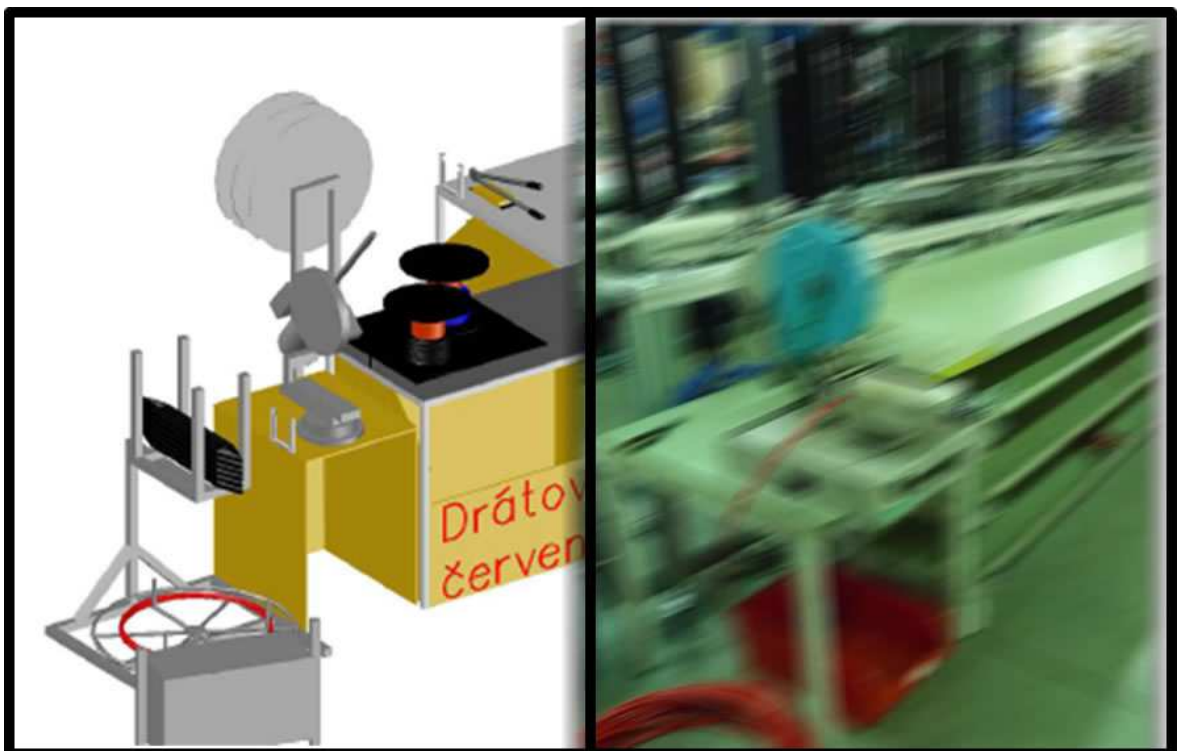
Finálna montáž bola simulovaná počas jednej celej zmeny. Pracovníčky na troch pracoviskách vyrábali podľa nového pracovného postupu. Dve montovali zástrčku s pridanými operáciami navyše a tretia dokončovala [REDAKOVANÉ]. Cieľom simulácie nebolo ani tak overiť cyklové časy, ako zistiť, či nebudú vznikať problémy a či sa nebudú na niektorom z pracovísk hromadiť rozpracované výrobky. Pri zmene pracovného postupu sa ráta s drobnými úpravami pracovísk, ktoré pri simulovaní neboli dostupné. Simulácia dopadla dobre, operácie na seba nadväzovali a výrobky sa nehromadili. V cyklových časoch nastávali výkyvy, hlavne kvôli zvyku na iný pracovný postup no pri odstránení extrémnych hodnôt (našli sa aj extrémne nízke, nie len vysoké cyklové časy) vyzerá porovnanie navrhovaných a simulovaných postupov takto:

Tabuľka 14 Porovnanie predpokladaných a reálnych časov upraveného postupu [vlastné spracovanie]

| | Predpoklad | Simulácia |
|--|--------------|-----------|
| Montáž zástrčky (1. a 2. pracovisko) | [REDAKOVANÉ] | 7,63 min |
| Montáž [REDAKOVANÉ] a test (3. pracovisko) | [REDAKOVANÉ] | 3,58 min |

Výsledné cyklové časy sú dlhšie ako plánované, no keď vezmeme do úvahy fakt, že pracovníčky takto pracovali po prvý krát a aj tak neprekročili zákaznícky takt time 4,1 minúty (takt time 3,5 minúty rátať s 15% prirážkou) je výsledok uspokojujúci a dovoľuje pokračovanie v projekte. Výrobky sa medzi pracoviskami nehromadili a zároveň posledné pracovisko na výrobok nikdy nečakalo. Pracoviskom montáže [redacted] a prejde dvojnásobné množstvo výrobkov oproti predchádzajúcim dvom pracoviskám a vykonávajú sa na ňom fyzicky náročnejšie operácie, preto je aj napriek systému rotácie v kratších intervaloch vhodné ponechať pracovníkovi priestor na oddych.

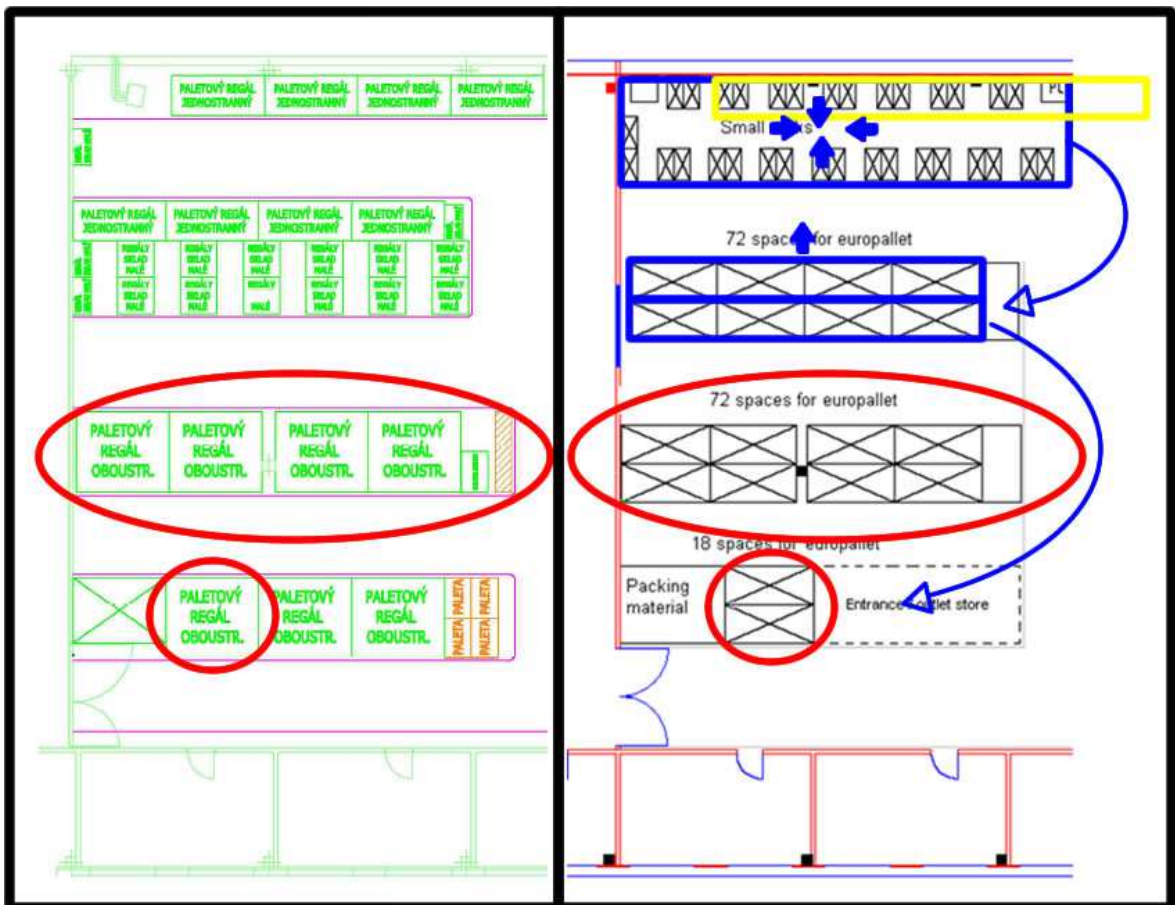
Simulácia na spojenom pracovisku prebehla len čiastočne, pretože na nový pracovný postup je potrebná rozsiahla úprava. Bolo však potrebné zistiť či nebude problém s odvíjaním a rezaním dvoch hadíc naraz. Simulovanie tohto úkonu nebolo potrebné realizovať počas dlhšieho časového úseku, takže prebehlo na vzorke 10 ks. So zmenou nebol žiadny problém, navyše bude nové pracovisko vybavené špeciálnym odvíjaním a vodiacimi kladkami, čo by malo proces ešte viac uľahčiť.



Obrázok 21 Vľavo návrh odvíjania a rezania hadíc, vpravo súčasné pracovisko
[vlastné spracovanie]

8.2 Prestavba skladu

Presun skladových regálov a tiež montáž dodatočných, ktoré je možné po reorganizácii skladovacieho priestoru previezť z doteraz využívaných hál sa dá uskutočniť nezávisle na ostatných zmenách vo výrobe. Zvýšenie skladovacej kapacity má navyše okamžitý účinok, v podobe vyčistenia priestoru vo výrobe používaného na improvizované rozloženie materiálu a hotových výrobkov. Prestavba skladu nie je ani zložitá. Je navrhnutá tak, aby bolo nutné hýbať s čo najmenej regálmi. Pred začatím prestavby sa môže zadať objednávka na výrobu potrebných dielov pre úpravu pracovísk. Postup presunu skladu je na nasledujúcom obrázku.



Obrázok 22 Navrhovaný postup presunu skladových regálov [vlastné spracovanie]

Pôvodný layout nie je nakreslený v mierke, takže medzi obrázkami sú určité rozdiely. Červeno vyznačené regály však netreba presúvať vôbec – ostávajú na svojich pôvodných pozíciách. Najskôr je potrebné presunúť spodný rad modro vyznačených regálov, potom posunúť približne o 1 meter horný rad modro vyznačených regálov a následne presunúť a

spojiť malé regály na drobný materiál. Po ukončení prestavby sa môžu do haly doviesť žlté vyznačené dodatočné regály.

8.3 Zavedenie plánovacej tabule a školenie zamestnancov

Zmeny vo výrobe treba zavádzať postupne a treba na nich pripraviť hlavne zamestnancov. Zmena zadávania zákaziek do výroby pomocou novej plánovacej tabule je ideálnym začiatkom, aby si postupne zvykali na nové zmeny. Navyše používanie tabule je jednoduché a prácu zamestnancom uľahčí. Doteraz sa po dohode majstra s partákom a na základe priority uvoľnil výrobný príkaz pred začatím výroby. Plánovacia tabuľa zabezpečí pravidelné plánovanie v predstihu, takže už nebude vykonávané podľa potreby, ale v presne stanovenej dobe s predstihom jednej zmeny. Aj bez zavedenia ostatných zmien vo výrobe vylúči absenciu dovážaného a prípravného materiálu.

Zamestnancov treba preškoliť aj na ostatné zmeny vo výrobe. Je im potrebné podať informácie o nových pravidlách, postupnosti výroby a obmedzeniach množstva rozpracovanej výroby. Počas celého projektu sa so zamestnancami spolupracovalo, navyše prebehli aj simulácie navrhovaných postupov, takže to nebude veľký problém. Je ale potrebné zdôrazniť dodržiavanie pracovného postupu a nastavených pravidiel.

8.4 Spojenie pracovísk výroby kábla a prísunu drôtu vo výrobe A

Premiestnenie zvyšku výrobných pracovísk je podmienené spojením pracovísk navliekania kábla a výroby prísunu drôtu. Ako už bolo spomenuté pri prestavbe skladu, objednávky na nové potrebné časti pracoviska môžu byť zadané na začiatku realizácie prestavby haly – urýchlili sa tak jej priebeh. Potrebné úpravy zahŕňajú tieto položky:

- Regál na materiál pracoviska silového vodiča
- 2x regál na materiál nového spojeného pracoviska
- 2x podstava pre lisu na prísun drôtu
- Odvíjanie na hadice
- Vyvýšený diel na odvíjanie vodnej a plynovej hadice
- Vodiaca kladka na odvíjané hadice
- Boxy na materiál pod výrobným pracoviskom

Vzhľadom na rozsah zmien nebudem prikladať presné výkresy, kompletný 3D model nového rozloženia a úpravy pracovísk je vložený na konci príloh.

Výroba je po upravení pracoviska schopná fungovať aj bez ďalších úprav a kým budú tieto dokončené, je potrebné zabehnúť, zhodnotiť, prípadne upraviť nový pracovný postup výroby káblov.

8.5 Vytvorenie pracovísk balenia a prípravy

Pred úpravou montážnych pracovísk treba zaistiť, aby mali zabezpečený prísun materiálu a odber zabalených hotových výrobkov. V projekte je preto potrebné pokračovať vytvorením nových pracovísk navrhnutých na prípravu a balenie. Na pracovisko balenia je možné použiť segmenty zo zrušeného stola prísunu drôtu. Diely, ktoré je potrebné vyrobiť sú nasledovné:

- 2x pracovný stôl prípravy
- Nízky stolík (na ukladanie krabíc s materiálom)
- Nízky stolík s poličkou (pripravené položky + materiál)
- Regál na samolepky pre rukoväte
- Regál na drobný materiál
- Regál na dokumentáciu (balenie)

Všetky položky sú tiež nakreslené v layoute na konci príloh.

8.6 Úprava a presun montážnych pracovísk

Pracoviská finálnej montáže musia tiež prejsť úpravami, aby bolo možné ich začlenenie do výrobnéj linky. Na tieto zmeny je možné použiť vybavenie pracovísk, ktoré budú zrušené.

Zmeny na pracoviskách montáže zástrčky:

- Doplnenie pracoviska o upínku na [REDACTED]
- Doplnenie pracoviska o regál na materiál
- Odpojenie testovacieho zariadenia (v súčasnosti je testovacie zariadenie na pracovisku montáže [REDACTED]a, no pripojenie na zostavu sa nachádza na pracovisku montáže zástrčky)

Zmena na pracovisku montáže [REDACTED]a:

- Doplnenie o prípojku testovacieho zariadenia a jej napojenie na test

Upravené pracoviská môžu byť presunuté na svoje pozície čím je prestavba výroby A dokončená.

8.7 Zmena systému zásobovania

Po dokončení úprav pracovísk treba zaškoliť pracovníkov na nastavený zásobovací systém. V súčasnosti sú zvyknutí dopĺňať si materiál z väčšej časti sami z medziskladov. Toto všetko bude teraz zabezpečovať skladník a manipulant, takže výrobní pracovníci potrebujú akurát vedieť ako signalizovať potrebu materiálu.

Skladník a manipulant musia pochopiť nový systém dokonale. Je potrebné vysvetliť zloženie materiálových skupín, veľkosti a frekvenciu dovážaných dávok. Do ich práce je potrebné vnieť pravidelnosť, aby nenastávali výpadky vo výrobe, ktorá bude závislá na kvalitnom zásobovaní materiálom.

8.8 Úprava a presun pracovísk výroby B

Posledným krokom reorganizácie je úprava a premiestnenie pracovísk výroby B. Tento krok je voliteľný, výroba môže pracovať v súčasnom rozložení. Zmeny, ktoré boli navrhnuté majú za výsledok úsporu miesta, ktorá umožní skladovanie všetkých potrebných výrobkov a materiálu. Ako prvé je potrebné spojiť dva navliekacie stoly, to znamená rozšíriť jeden zo stolov o 30 cm a premiestniť naňho 2 lisy na výrobu silových vodičov. Následne sa môžu stoly a montážne pracoviská presunúť na určené miesto.

8.9 Auditovanie vykonaných zmien a neustále zlepšovanie

Zmena vo výrobe je pomerne rozsiahla. Celkovo mení už dlho zažitý systém výroby, na čo si nebude ľahké zvyknúť a nebude to trvať krátko. Pri množstve analyzovaných informácií a optimalizačných opatrení môže dôjsť k ich deformácii, kvôli novo vzniknutým podmienkam a problémom. Preto je veľmi dôležité sledovať a vyhodnocovať výkonnosť systému a spolupracovať pri tom so všetkými zamestnancami. Okrem vykonávania miniauditov treba riešiť problémy (či zlepšenia) na pravidelných stretnutiach so zastúpením ako výrobných, tak aj vedúcich pracovníkov.

8.10 Časový harmonogram implementácie

Nasledujúca tabuľka obsahuje predpokladaný časový rámec, v ktorom by bolo možné uskutočniť reorganizáciu výroby podľa navrhnutého postupu.

9 PRÍNOSY PROJEKTU

Pred vyhodnotením dosiahnutých prínosov si pripomeňme ciele projektu:

- Zvýšenie kapacity výroby o 20%
- Úspora priestoru 10%
- Optimalizácia toku materiálu a výrobkov
- Zlepšenie plánovania a organizácie práce
- Zvýšenie flexibility výroby

Zmeny, ktoré projekt navrhuje vytvárajú základ pre štíhlu výrobu. Snaží sa zmeniť nevyváženú dávkovú výrobu na plynulú v menších dávkach s budúcim konečným cieľom toku jedného kusu, čo zabezpečuje rýchlejší prechod produktu výrobným procesom a tým zvyšuje jeho flexibilitu – schopnosť rýchlo reagovať na požiadavky zákazníkov. Štandardizácia práce, zlepšenie ergonómie a jednoznačné definovanie a prerozdelenie pracovných činností vytvára priaznivé prostredie na zvýšenie výkonnosti a efektivity. Vylepšené plánovanie, ktoré sa projekt snaží povýšiť z operatívneho na strategické a jasne definované zásobovanie pracovísk zabezpečujú väčšiu spoľahlivosť a tým zvyšujú aj predvídateľnosť výrobného systému. Usporený priestor vo výrobe sa využil na zabezpečenie všetkých paletových pozícií pre výrobu v dielni č. 1. Navýšenie výrobnéj kapacity sa uskutočnilo v požadovanej miere, pretože od začiatku projektu sa počítalo s navýšeným výrobným množstvom. V číslach sa dajú prínosy zhrnúť nasledovne:

- Zvýšenie kapacity - 20% (od začiatku projektu sa počítalo s firmou určenými objemami výroby, ktoré boli navýšené o 20% oproti minuloročným výkonom)
- Úspora priestoru – 8,3%
- Zvýšenie kapacity regálových pozícií – 33%
- Úspora 1,5 pracovníka – cca 200 000 Kč/rok

Výpočet úspory priestoru vychádza zo zníženia plochy, ktorá je potrebná na výrobu a využije sa ako skladovací priestor. Úspora nezahŕňa novo vzniknuté pracoviská prípravy, balenia a miesta určeného na ukladanie hotových výrobkov po zabalení.

$$\text{Úspora priestoru} = \frac{62m^2(\text{úspora})}{745,2m^2(\text{celková rozloha})} \times 100 = 8,3\%$$

Skladová kapacita sa zvýšila zo súčasných 162 paletových miest na 216. Tiež vznikli ďalšie voľné priestory, určené hlavne k manipulácii s dovezeným materiálom a exportovanými výrobkami. Vo výpočte je zahrnutá len pevná regálová kapacita, takže:

$$\text{Navýšenie kapacity skladu} = \frac{216 - 162}{162} \times 100 = 33\%$$

Náklady na realizáciu projektu sú približne 200 000 Kč. Tie však už rátajú aj s konštrukciou dopravníku, ktorý by mal v budúcnosti nahradiť používané mobilné stojany. Návravnosť investície sa teda predpokladá do 1 roka.

ZÁVER

Cieľom spoločnosti, v ktorej bol projekt realizovaný je stať sa číslom jeden v oblasti dodávania komponentov pre [REDACTED] a [REDACTED]. Dosiahnuť a udržať si tento status v dnešnej dobe nie je vôbec jednoduché. Zákazník je stále náročnejší, konkurencia je veľká, firmy si už nemôžu kvôli zisku nadhadzovať ceny. V boji o vedúce postavenie rozhoduje kvalita, schopnosť reagovať skôr ako konkurent a v neposlednom rade nízka cena. Šťihly podnik a jeho neustále zlepšovanie je správnu cestou ako dosiahnuť prvenstvo vo vymenovaných cieľoch.

Spoločnosť sa chce venovať zlepšovaniu svojich procesov. Že to myslí vážne potvrdzuje aj realizovaný projekt. Jeho cieľom síce bola aj úspora priestoru a zvýšenie kapacity, no hlavne išlo o vybudovanie základu pre ďalšie zlepšovacie nápady. Zníženie hladiny zásob a rozpracovanej výroby, vyváženie toku produktu, štandardizácia práce, zmena organizácie práce a celkovo pohľadu na výrobný proces, určenie jasných pravidiel zásobovania a zlepšenie a zjednodušenie plánovania – to je to hlavné, čo sa dosiahlo a bude prinášať výsledky. Určite nie dnes, ani zajtra, ani o týždeň či mesiac, no ak bude snaha pracovať ďalej budú stále lepšie aj výsledky. Tak rozsiahlu zmenu musia pracovníci a spoločnosť samotná najprv vstrebať, pochopiť o čo vlastne ide a následne z toho vytážiť všetko čo sa dá. Potenciál na zlepšovanie vo výrobe je enormný. Projekt je ešte len prvým štádiom v ceste k perfektne fungujúcemu celku. Niektoré ďalšie štádiá si už vieme predstaviť, ďalšie prídu postupom času, no pracovať na sebe treba stále.

Implementácia projektu sa už začala a prvým viditeľným prínosom je zvýšenie kapacity a sprehľadnenie skladu, keďže ten už bol premiestnený podľa plánu. V najbližšej dobe sa začne najkritickejšia časť zmeny, ktorou je prestavba, presun a vytvorenie nových pracovísk výroby A. Ciele projektu boli takmer všetky splnené. Výnimkou je úspora miesta, kde sa kvôli vytvoreniu nových pracovísk prípravy a balenia vo výrobe A podarilo znížiť priestorové nároky výrobnej časti dielne č. 1 len o 8,3% oproti plánovaným 9,5%. Rozdiel medzi plánom a výsledkom je však len 9 m².

Medzi prvotné ciele projektu patrili aj presun výroby C, ktorá sídli vo vedľajšej výrobnej hale. Okolnosti nás však prinútili tento cieľ zmeniť ešte počas projektu a usporené miesto sa využilo ako skladovacie priestory pre importovaný materiál a hotové výrobky, ktoré boli dodnes skladované improvizovane vo výrobe, či ďalších častiach firmy.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- [1] BAUER, Miroslav, 2012. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks. 193 s. ISBN 978-80-265-0029-2.
- [2] BEEK, Paul van a Hans Otto GÜNTHER, 2003. *Advanced planning and scheduling solutions in process industry*. Berlin: Springer. VI, 426 s. ISBN 3540002227.
- [3] FALKENAUER, Emanuel, s.a. Line Balancing in the Real World. In: *International Conference on Product Lifecycle Management* [online]. [cit. 2013-04-20]. Dostupné z: http://www.mbamasters.in/public_question/1288673484_3_9.pdf
- [4] FOTR, Jiří, 2012. *Tvorba strategie a strategické plánování: teorie a praxe*. Praha: Grada. 381 s. ISBN 978-80-247-3985-4.
- [5] GROSS, John M a Kenneth R MCINNIS, c2003. *Kanban made simple: demystifying and applying Toyota's legendary manufacturing process*. New York: AMACOM. VIII, 259 s. ISBN 0814407633.
- [6] Introduction of Line Balancing, 2013. In: *Introduction of Line Balancing* [online]. [cit. 2013-04-20]. Dostupné z: <http://www.scribd.com/doc/7699063/Introduction-of-Line-Balancing>
- [7] JACOBS, F., 2011. *Manufacturing planning and control for supply chain management*. New York, NY: McGraw-Hill/Irwin. XVI, 480 s. ISBN 978-0-07-337782-7.
- [8] KOŠTURIÁK, Ján, 2000. *Projektovanie výrobných systémov pre 21. storočie*. Žilina : Žilinská univerzita. 397 s. ISBN 8071005533.
- [9] KOŠTURIÁK, Ján, 2010. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press. V, 234 s. ISBN 978-80-251-2349-2.
- [10] KOŠTURIÁK, Ján a FROLÍK, Zbyněk, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Alfa Publishing. s. r. o.. 237 s. ISBN 80-86851-38-9.
- [11] LHOTSKÝ, Oldřich, 2005. *Organizace a normování práce v podniku*. Praha: ASPI. 104 s. ISBN 80-7357-095-5.
- [12] MYERSON, Paul, 2012. *Lean supply chain and logistics management*. New York: McGraw-Hill. XVIII, 270 s. ISBN 978-0-07-176626-5.

- [13] PAVELKA, Marcel, ©2005 - 2012. Časové studie: nástroj průmyslového inženýrství. In: *PI - Akademie produktivity a inovací, s.r.o.* [online]. [cit. 2013-04-24]. Dostupné z: <http://e-api.cz/article/68428.casove-studie-8211-nastroj-prumysloveho-inzenyrstvi/>
- [14] Priemyselné inžinierstvo. ©2013. In: *IPA Slovakia* [online]. [cit. 2013-04-24]. Dostupné z: http://ipaservis.sk/slovník_view.aspx?id_s=12
- [15] SALVENDY, Gavriel, 2001. *Handbook of industrial engineering*. New York: Wiley. 3 sv. ISBN 978-0-470-24182-0.
- [16] SZOMBATHYOVÁ, Edita, 2010. Využitie snímky pracovného dňa pri analýze pracovnej činnosti. In: *The 13th International Scientific Conference Trends and Innovative Approaches in Business Processes "2010"* [online]. [cit. 2013-04-24]. Dostupné z: <http://www.sjf.tuke.sk/kmae/TaIPvPP/2010/index.files/clanky%20PDF/SZOMBATHYOVA.pdf>
- [17] VIŠŇANSKÝ, Matúš, ©2012. Zvyšování produktivity stroje, linky, člověka. In: *Zvyšování produktivity stroje, linky, člověka - IPA Czech* [online]. [cit. 2013-04-20]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/cz/poradenstvi/zvysovani-vykonnosti-procesu/zvysovani-produktivity-stroje-linky-cloveka>
- [18] ZANDIN, Kjell B, c2003. *MOST: work measurement systems*. New York: Marcel Dekker. XXIV, 519 s. ISBN 978-0-8247-09532.
- [19] Zlepšovanie podnikových procesov, © 2007 – 2011. In: *SLOVENSKE CENTRUM STRATEGICKÝCH ŠTÚDIÍ* [online]. [cit. 2013-04-20]. Dostupné z: http://www.scss.sk/smpmcd/files/semestralne_projekty1/strategicky%20manazment%20ako%20proces/sem.projekt.pdf

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK

DČF Disponibilný časový fond

JIT Just in Time

TT_{85%} 85% zákaznického takt time-u (15% prirážka kvôli ľudskému faktoru)

TT_{ZÁK} Zákaznícky takt time

XYZ# Kódovanie výrobkov (schéma je vysvetlená v analytickej časti)

ZOZNAM OBRÁZKOV

| | |
|--|----|
| <i>Obrázok 1 Vývoj pohľadu na výrobu</i> | 13 |
| <i>Obrázok 2 Postavenie priemyselného inžiniera v spoločnosti.....</i> | 13 |
| <i>Obrázok 3 Plánovacia tabuľa</i> | 24 |
| <i>Obrázok 4 Súčasný layout výrobnéj haly – sklad, výroba A ,výroba B a kancelárie</i> | 28 |
| <i>Obrázok 5 Štruktúra výrobkov pre zváranie metódou A.....</i> | 30 |
| <i>Obrázok 6 Štruktúra výrobkov pre zváranie metódou B.....</i> | 31 |
| <i>Obrázok 7 Organizačná štruktúra výroby v dielni č. 1.....</i> | 32 |
| <i>Obrázok 8 Systém kódovania výrobkov dielne č. 1 v celej práci</i> | 40 |
| <i>Obrázok 9 Návrh zmeny pracovného postupu navliekania silového vodiča vo výrobe A (tiež vo výrobe B)</i> | 48 |
| <i>Obrázok 10 Pracovisko navliekania silového vodiča vo výrobe A.....</i> | 48 |
| <i>Obrázok 11 MOST-Časový rozdiel medzi súčasným a navrhovaným pracovným postupom navliekania silového vodiča.....</i> | 49 |
| <i>Obrázok 12 Pracovisko navliekania kábla vo výrobe A.....</i> | 50 |
| <i>Obrázok 13 Pracovisko výroby prísunu drôtu vo výrobe A.....</i> | 50 |
| <i>Obrázok 14 Návrh zmeny pracovného postupu navliekania kábla.....</i> | 51 |
| <i>Obrázok 15 Návrh úpravy pracoviska navliekania kábla a výroby prísunu drôtu.....</i> | 52 |
| <i>Obrázok 16 MOST-Časový rozdiel medzi súčasným a navrhovaným pracovným postupom navliekania kábla.....</i> | 53 |
| <i>Obrázok 17 Návrh nových pracovísk balenia a prípravy</i> | 56 |
| <i>Obrázok 18 Návrh plánovacej tabule pre dielňu č. 1</i> | 59 |
| <i>Obrázok 19 Návrh nového layoutu dielne č. 1.....</i> | 61 |
| <i>Obrázok 20 Súčasný layout dielne č. 1</i> | 61 |
| <i>Obrázok 21 Vľavo návrh odvíjania a rezania hadíc, vpravo súčasné pracovisko</i> | 65 |
| <i>Obrázok 22 Navrhovaný postup presunu skladových regálov.....</i> | 66 |

ZOZNAM TABULIEK

| | |
|--|-----------|
| <i>Tabuľka 1 Ganttov diagram.....</i> | <i>23</i> |
| <i>Tabuľka 2 Porovnanie námerov výrobných časov s normami výroby A</i> | <i>34</i> |
| <i>Tabuľka 3 Porovnanie námerov výrobných časov s normami výroby B</i> | <i>34</i> |
| <i>Tabuľka 4 Porovnanie námerov prípravných časov s normami výroby A</i> | <i>34</i> |
| <i>Tabuľka 5 Porovnanie námerov prípravných časov s normami výroby B</i> | <i>35</i> |
| <i>Tabuľka 6 Časový harmonogram projektu</i> | <i>39</i> |
| <i>Tabuľka 7 Požadovaná kapacita finálnej montáže výroby A.....</i> | <i>41</i> |
| <i>Tabuľka 8 Rozdiely v pracovnom postupe rôznych pracovníčok montáže výroby A</i> | <i>43</i> |
| <i>Tabuľka 9 Náмеры výrobných časov finálnej montáže výroby A.....</i> | <i>44</i> |
| <i>Tabuľka 10 Náмеры výrobných časov káblových polotovarov</i> | <i>44</i> |
| <i>Tabuľka 11 Pracovný postup a potrebné nástroje finálnej montáže zástrčky vo výrobe A.....</i> | <i>45</i> |
| <i>Tabuľka 12 Potreba materiálu pre prísun drôtu</i> | <i>46</i> |
| <i>Tabuľka 13 Ukážka navrhovaných pravidiel zásobovania</i> | <i>58</i> |
| <i>Tabuľka 14 Porovnanie predpokladaných a reálnych časov upraveného postupu.....</i> | <i>64</i> |
| <i>Tabuľka 15 Časový harmonogram implementácie</i> | <i>70</i> |

ZOZNAM GRAFOV

| | |
|--|-----------|
| <i>Graf 1 Snímok výroby 10 ks silových vodičov</i> | <i>36</i> |
| <i>Graf 2 Snímok výroby 20 ks prísunov drôtu</i> | <i>36</i> |
| <i>Graf 3 Snímok výroby 10 ks káblov</i> | <i>36</i> |
| <i>Graf 4 Snímok finálnej montáže 10 ks zvaracích zostáv.....</i> | <i>37</i> |
| <i>Graf 5 Časová náročnosť operácií pre výrobok AMM.....</i> | <i>54</i> |
| <i>Graf 6 Návrh balansovania operácií pre skupinu výrobkov AMM</i> | <i>54</i> |

ZOZNAM PRÍLOH

PRÍLOHA P I: NÁMERY VÝROBNÝCH ČASOV

PRÍLOHA P II: SNÍMKY PRACOVNÉHO DŇA

PRÍLOHA P III: TECHNOLOGICKÉ MATICE VÝROBY A

PRÍLOHA P IV: SKUPINY POLOTOVAROV A VÝROBKOV A

PRÍLOHA P V: SKUPINY HOTOVÝCH VÝROBKOV B

PRÍLOHA P VI: POROVNANIE PRACOVNÝCH POSTUPOV MONTÁŽE A

PRÍLOHA P VII: MATERIÁLOVÉ POTREBY PRACOVÍSK A

PRÍLOHA P VIII: ROZDELENIE VYKONÁVANÝCH ČINNOSTÍ

PRÍLOHA P IX: MATERIÁLOVÉ SKUPINY

3D NÁVRH LAYOUTU

PRÍLOHA P I/I: NÁMERY VÝROBNÝCH ČASOV

| Silový vodič | PRIEMER |
|--|---------|
| Strihanie hadice | ■ |
| Strihanie lanka | ■ |
| Nastriekanie ■ oleja | ■ |
| Nasunutie lanka do hadice | ■ |
| Lisovanie dutiniek 1. strana | ■ |
| Lisovanie krúžku 1. strana | ■ |
| Lisovanie dutinky 2. strana | ■ |
| Nasadenie a uchytenie krúžku 2. strana | ■ |
| Lisovanie krúžku 2. strana | ■ |
| Spolu | ■ |
| | ■ |

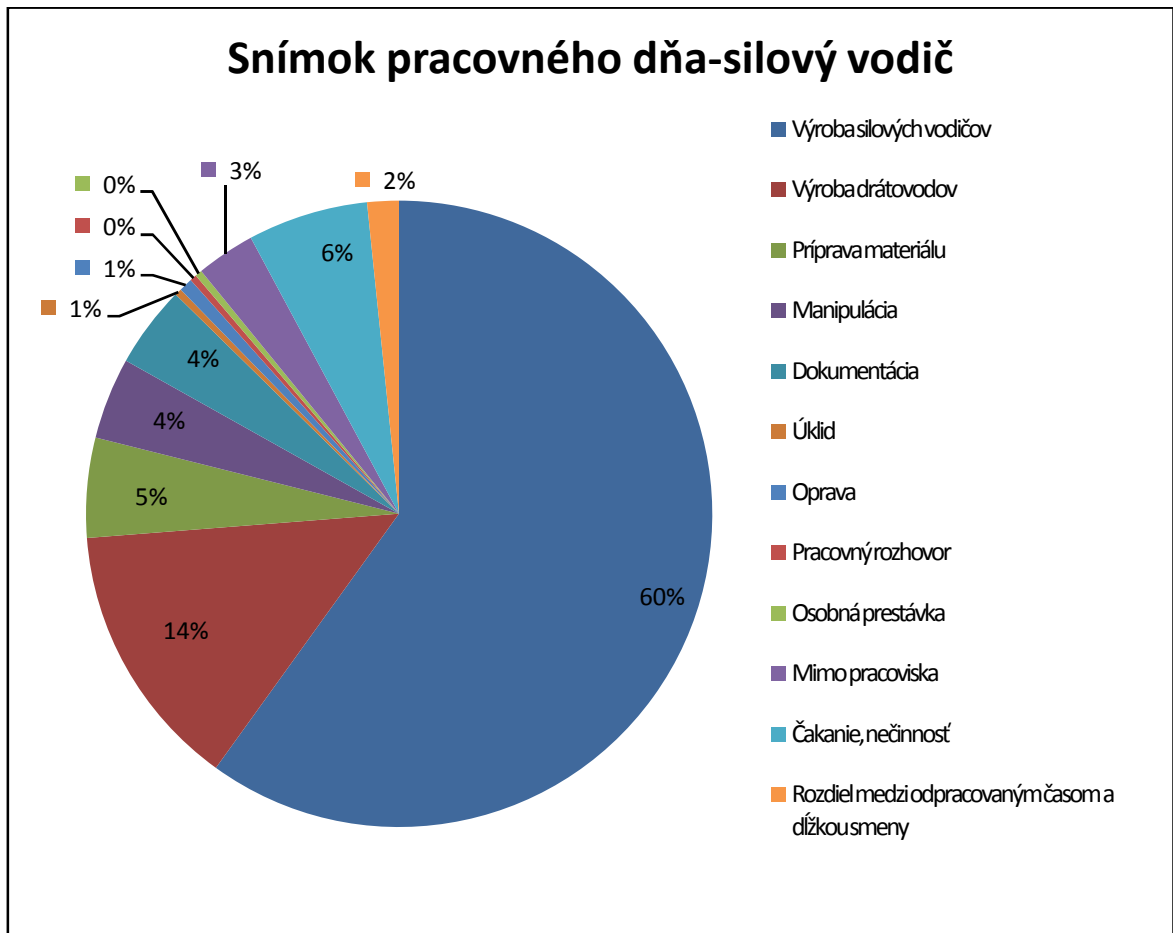
| Prísun drôtu | PRIEMER |
|-------------------------|---------|
| Rezanie červenej hadice | ■ |
| Lisovanie 1.strana | ■ |
| Lisovanie 2. strana | ■ |
| Príprava ■ s ■ (10x) | ■ |
| Spolu | ■ |
| | ■ |

| Kábel | PRIEMER |
|-----------------------------------|---------|
| Rezanie pláštá | ■ |
| Navliekanie | ■ |
| Nasadenie guľových kĺbov (10x) | ■ |
| Nasadenie vnútorného krúžku (10x) | ■ |
| Nanesenie lepidla (10x) | ■ |
| Dotlačenie lepených spojov (10x) | ■ |
| Spolu | ■ |
| | ■ |

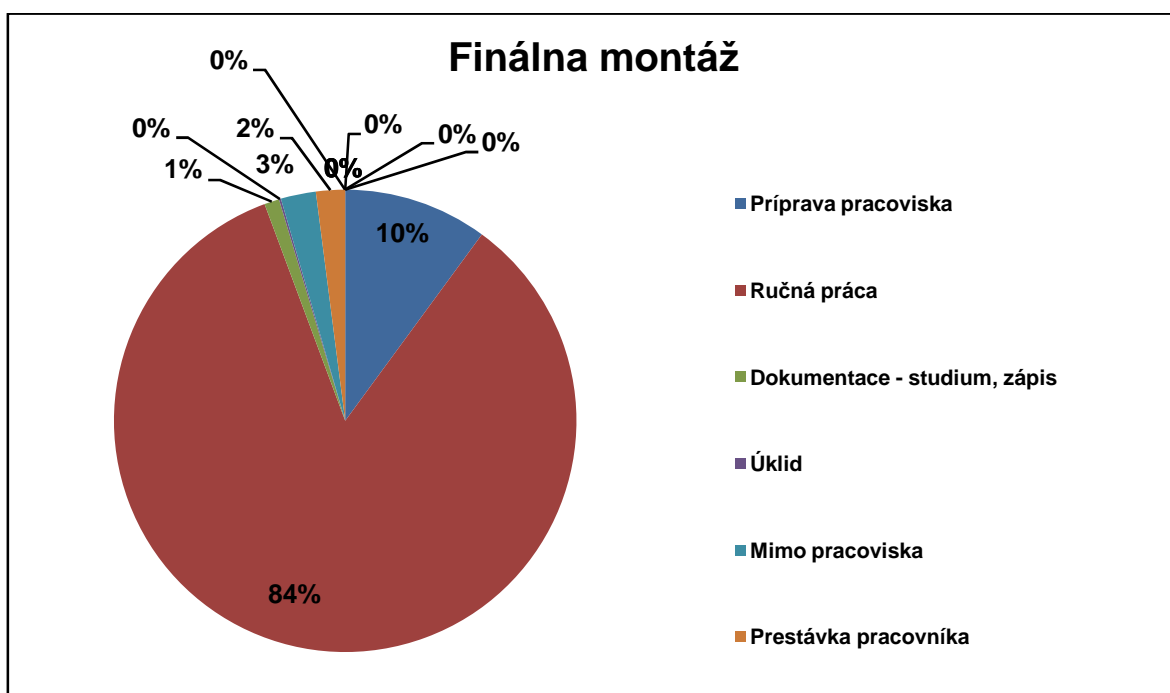
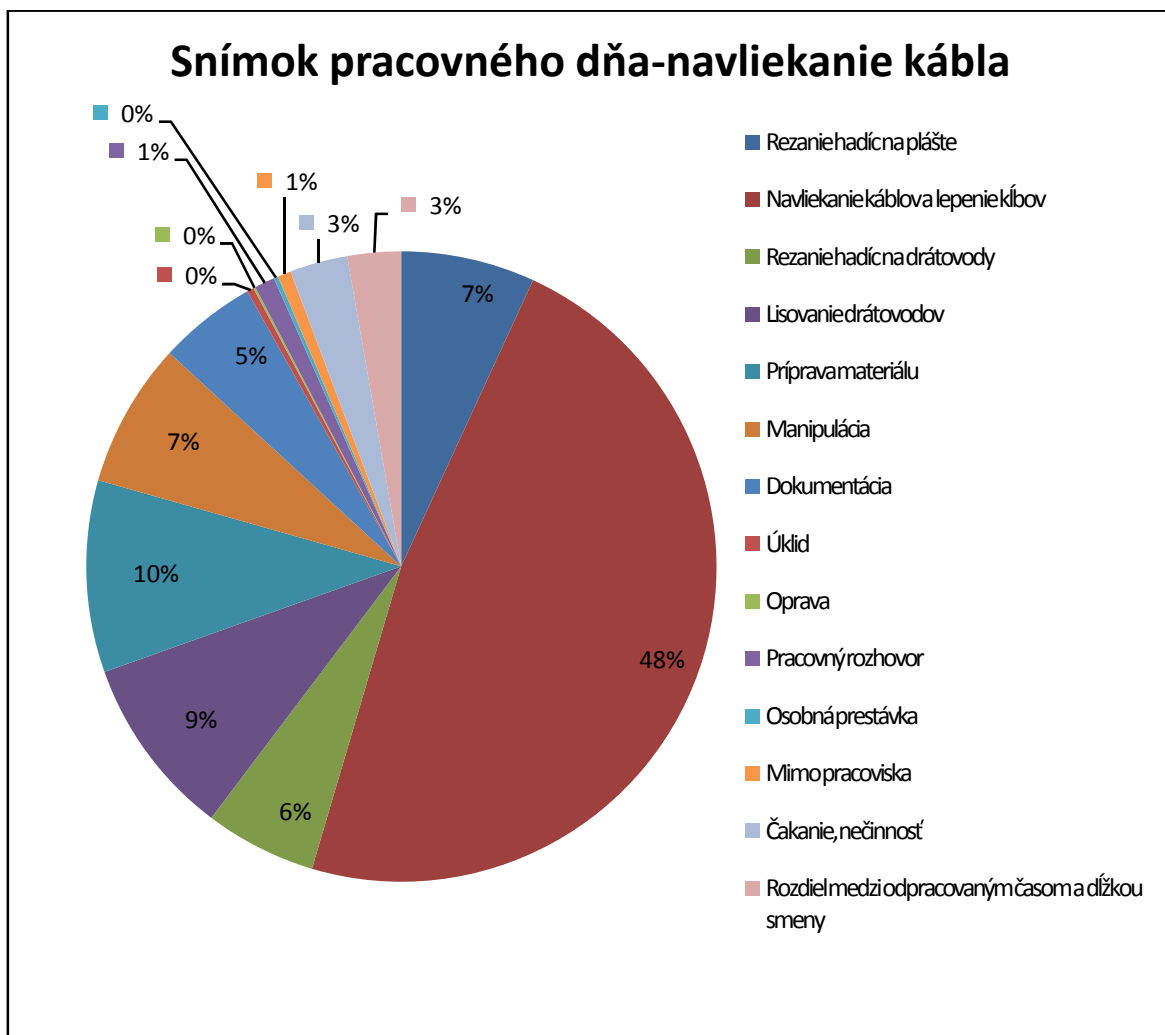
PRÍLOHA P I/II: NÁMERY VÝROBNÝCH ČASOV

| Finálna montáž | PRIEMER |
|--|---------|
| Vyhýbanie vývodov | ■ |
| Prečistenie vzduchom | ■ |
| Nasadenie pružiny, krúžkov a 1. časti krytu | ■ |
| Našrubovanie prísunu drôtu | ■ |
| Nasunutie vodiča drôtu | ■ |
| Našrubovanie zástrčky na prípravok, dotiahnutie PD a našrubovanie SV | ■ |
| Skrátenie hadičky, nasadenie a upevnenie svorky | ■ |
| Nasadenie svorky na vodnú hadicu, pripevnenie k zástrčke, uprava polohy kladivom | ■ |
| Uzavretie a prišrubovanie 1. časti krytu | ■ |
| Zapojenie a vloženie ■ | ■ |
| Navlečenie záslepek, skrátenie vodnej hadice, navlečenie veloru a lisovanie rýchlospojky | ■ |
| Uzavretie 2. časti krytu | ■ |
| Vyhýbanie vývodov | ■ |
| Prečistenie vzduchom | ■ |
| Navlečenie krúžku, našrubovanie ■ k prísunu drôtu | ■ |
| Našrubovanie silového vodiča, vyrovnanie vyvodov | ■ |
| Skrátenie hadičiek a vodiča drotu | ■ |
| Nasrubovanie ■ | ■ |
| Nasunutie ■ na hadičky, upevnenie na vyvody, uprava kladivom | ■ |
| Narazenie ■ | ■ |
| Zapojenie spínača | ■ |
| Vloženie ■ a uzavretie | ■ |
| Zapojenie zostavy na test | ■ |
| Spolu | ■ |
| | ■ |

PRÍLOHA P II/I: SNÍMKY PRACOVNÉHO DŇA



PRÍLOHA P II/II: SNÍMKY PRACOVNÉHO DŇA



PRÍLOHA P III/I: TECHNOLOGICKÉ MATICE VÝROBY A

| | | Silový vodič | | | | | | | | | |
|-----------------|---|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Název položky 1 | Potrebné kapečite pro delší rok (v ks) ve 2 směnách | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| BSM1 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| BSM2 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| BSM3 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| BSM4 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| BSM5 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| BSM6 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| BSM7 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| BSM8 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| BSM9 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| BSM10 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| ASM1 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| ASM2 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| ASM3 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| ASM4 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| ASM5 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| ASM6 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| ASM7 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| ASMB | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| ASM9 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| ASM10 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| ASM11 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| ASM12 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Special 1 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Special 2 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |

| | | Prisun drôtu | | | |
|-----------------|--|--------------|---|---|---|
| Název položky 1 | | | | | |
| | | | | | |
| BPM1 | | X | X | X | X |
| BPM2 | | X | X | X | X |
| APM1 | | X | X | X | X |
| APM2 | | X | X | X | X |
| APM3 | | X | X | X | X |
| APM4 | | X | X | X | X |
| APM5 | | X | X | X | X |
| APM6 | | X | X | X | X |
| APM7 | | X | X | X | X |
| APM8 | | X | X | X | X |
| APM9 | | X | X | X | X |
| APM10 | | X | X | X | X |
| APM11 | | X | X | X | X |

PRÍLOHA P III/III: TECHNOLOGICKÉ MATICE VÝROBY A

| Finálna montáž (BMM11-Special 12) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|---|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
| | | Zástrčka-operácia číslo: | | | | | | | | | | Hořák-operácia číslo: | | | | | | | | | | | | |
| Název položky 1 | Potřebná kapacita pro následující rok (v tis.) ve 2 směších | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| | | BMM11 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | |
| BMM12 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | | X | X |
| BMM13 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | | X | X |
| BMM14 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | | X | X |
| BMM15 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | | X | X |
| BMM16 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | | X | X |
| BMM17 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | | X | X |
| BMM18 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | | X | X |
| BMM19 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | | X | X |
| BMM20 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | | X | X |
| CMM1 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | | X | X |
| CMM2 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | | X | X |
| CMM3 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | | X | X |
| CMM4 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | | X | X |
| CMM5 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | | X | X |
| CMM6 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | | X | X |
| DMM1 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | | X | X |
| DMM2 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | | X | X |
| DMM3 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | | X | X |
| EVM1 | | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | | X | X | | | X | X | X | | X | X |
| EVM2 | | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | | X | X | | | X | X | X | | X | X |
| EVM3 | | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | | X | X | | | X | X | X | | X | X |
| EVM4 | | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | | X | X | | | X | X | X | | X | X |
| Special 1 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | | X | X |
| Special 2 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | | X | X |
| Special 3 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | | X | X |
| Special 4 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | | X | X |
| Special 5 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | | X | X |
| Special 6 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | | X | X |
| Special 7 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | | X | X |
| Special 8 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | | X | X |
| Special 9 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | | X | X |
| Special 10 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | | X | X |
| Special 11 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | | X | X |
| Special 12 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | | X | X |

PRÍLOHA P IV: SKUPINY POLOTOVAROV A VÝROBKOV A

| Silový vodič | | |
|-----------------------|---|--|
| Označenie skupiny | Potrebná kapacita pre technologicky rovnaké výrobky dohromady | % podiel skupiny výrobkov na celkovej kapacite |
| ASM | | 63,0% |
| BSM | | 36,8% |
| Special | | 0,2% |
| Spolu | | 100% |
| Prísun drôtu | | |
| Označenie skupiny | Potrebná kapacita pre technologicky rovnaké výrobky dohromady | % podiel skupiny výrobkov na celkovej kapacite |
| APM | | 92% |
| BPM | | 8% |
| Spolu | | 100% |
| Kábel | | |
| Označenie skupiny | Potrebná kapacita pre technologicky rovnaké výrobky dohromady | % podiel skupiny výrobkov na celkovej kapacite |
| AKM | | 58% |
| BKM | | 31% |
| CKM | | 2% |
| DKM | | 9% |
| Spolu | | 100% |
| Finálna montáž | | |
| Označenie skupiny | Potrebná kapacita pre technologicky rovnaké výrobky dohromady | % podiel skupiny výrobkov na celkovej kapacite |
| AMM | | 53% |
| BMM | | 27% |
| CMM | | 3% |
| DMM | | 1% |
| EMM | | 10% |
| Špeciály | | 6% |
| Spolu | | 100% |

PRÍLOHA P V: SKUPINY HOTOVÝCH VÝROBKOV B

| Označenie skupiny | Potrebná kapacita pre technologicky rovnaké výrobky dohromady | % podiel skupiny výrobkov na celkovej kapacite |
|-------------------|---|--|
| AMT | █ | 12,2% |
| BMT | █ | 7,2% |
| CMT | █ | 13,4% |
| DMT | █ | 1,4% |
| EMT | █ | 7,6% |
| FMT | █ | 7,0% |
| GMT | █ | 5,6% |
| HMT | █ | 5,0% |
| IMT | █ | 4,8% |
| JMT | █ | 2,9% |
| KMT | █ | 1,1% |
| LMT | █ | 3,5% |
| MMT | █ | 1,0% |
| NMT | █ | 1,8% |
| OMT | █ | 2,5% |
| PMT | █ | 2,1% |
| QMT | █ | 1,8% |
| RMT | █ | 1,7% |
| SMT | █ | 1,4% |
| TMT | █ | 1,3% |
| UMT | █ | 1,2% |
| VMT | █ | 0,9% |
| WMT | █ | 0,8% |
| XMT | █ | 0,8% |
| YMT | █ | 0,8% |
| ZMT | █ | 0,5% |
| AAMT | █ | 0,7% |
| ABMT | █ | 0,5% |
| ACMT | █ | 0,4% |
| ADMT | █ | 0,4% |
| AEMT | █ | 0,6% |
| AFMT | █ | 0,2% |
| AGMT | █ | 0,2% |
| AHMT | █ | 0,2% |
| AIMT | █ | 0,2% |
| AJMT | █ | 0,2% |
| AKMT | █ | 0,1% |
| ALMT | █ | 0,1% |
| Nezaradené | █ | 5,8% |
| Spolu | █ | 100% |

PRÍLOHA P VI/I: POROVNANIE PRACOVNÝCH POSTUPOV MONTÁŽE A

| Popis operácie | Hodín | | | | | | | | | | Popis operácie | |
|----------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---|-----------------------------------|
| | BM | | | | | AM | | | | | | EM |
| | Používané nástroje | Trvanie [s] | Č. operácie | Trvanie [s] | Č. operácie | Trvanie [s] | Č. operácie | Trvanie [s] | Č. operácie | Trvanie [s] | Č. operácie | Používané nástroje |
| [Redacted] | X | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | X |
| | X | 11 | 2 | 10 | 2 | 13 | 2 | 16 | 2 | 16 | 2 | X |
| | otvorený kľúč ... | 4 | 3 | 10 | 3 | 15 | 3 | 11 | 3 | 11 | 3 | otvorený kľúč 13/17, 14/15 |
| | X | 4 | 4 | 4 | 4 | 7 | 4 | 10 | 4 | 4 | 4 | X |
| | Zv otvorený kľúč ... | 23 | 5 | 30 | 5 | 23 | 4 | 31 | 6 | 31 | 6 | šrubovák-imbús 3,0 |
| | | | | | | | | | 40 | 7 | | štvorcové kľúč #1 |
| | | | | | | | | | | 8 | | prevodové kľúč |
| | štvorcové kľúč #1 | 8 | 6 | 16 | 6 | 9 | 5 | | | | | |
| | X | 8 | 7 | 9 | 9 | 5 | 11 | | | | | |
| | štvorcové kľúč #2 | 4 | 8 | 4 | 7 | 5 | | | | | | |
| | prevodové kľúč | 32 | 9 | 28 | 8 | 44 | 6 | 27 | 9 | | | prevodové kľúč, štvorcové kľúč #1 |
| | Kombinačný | | | | | 7 | 7 | | | | | |
| | plastové kľúč | 9 | 10 | 9 | 10 | 7 | 8 | | | | | |
| | | | | | | | | 18 | 10 | | | X |
| | pneumatikový šrubovák, T kľúč na špičku | 9 | 11 | 11 | 11 | 15 | 12 | | | | | |
| plastové kľúč | 6 | 12 | 7 | 12 | 5 | 13 | | | | | | |
| Kombinačný | 20 | 13 | 21 | 13 | 26 | 9 | 27 | 11 | | | Kombinačný | |
| | | | | | | | 17 | 12 | | | prípravok na úpravu podšívky, plastové kľúč | |
| | | | | | | | | 4 | 13 | | štvorcové kľúč #2 | |
| | | | | | | | | 27 | 14 | | pneumatikový šrubovák, otvorený kľúč 10, T kľúč na špičku | |
| | | | | | | | 13 | 15 | | | X | |
| | | | | | | | 43 | 16 | | | X | |
| akú šrubovák | 14 | 14 | | 14 | 20 | 14 | | | 17 | | testovací prístroj #2 | |
| | | | | | | | | | | | štvorcové kľúč | |
| X | 16 | 15 | 21 | 15 | 15 | 15 | 20 | 19 | | | X | |
| X | 5 | 16 | 10 | 17 | 15 | 17 | | | | | | |
| akú šrubovák | 13 | 17 | 27 | 16 | 18 | 16 | 32 | 20 | | | akú šrubovák | |
| | | | | | | | 18 | 21 | | | plastové kľúč | |
| | | | | | | | | | | | testovací prístroj #1 | |
| | | | | | | | | | | | testovací prístroj #1 | |
| | | | | | | | | | | | lepacia páska | |
| Spolu | 193 | 17 | 229 | 17 | 249 | 17 | 377 | 21 | | | Spolu | |

PRÍLOHA P VI/II: POROVNANIE PRACOVNÝCH POSTUPOV MONTÁŽE A

| ENM | | | | KAEK (AMM, BMN, CMM, DMM) | | | |
|-------------|----------------|------------------------|------------|---------------------------|-------------------------------------|----------------|-------------|
| Zaštricha | | Zaštricha | | Zaštricha | | Zaštricha | |
| Č. operácie | Popis operácie | Používané nástroje | Trvanie | Trvanie [s] | Používané nástroje | Popis operácie | Č. operácie |
| 1 | | X | 43 | 40 | X | | 1 |
| 2 | | X | 13 | 20 | X | | 2 |
| | | | | 30 | X | | 3 |
| 3 | | otvorený kľúč | 13 | 10 | otvorený kľúč | | 4 |
| 4 | | X | 4 | | | | |
| 5 | | X | 22 | | | | |
| 6 | | Zdvorený kľúč... | 37 | 32 | Zdvorený kľúč... | | 5 |
| | | | | 19 | šŕikacie kliešte, prevodové kliešte | | 6 |
| 7 | | prevodové kliešte | 36 | 34 | prevodové kliešte | | 7 |
| 8 | | plastové kladivo | 5 | 6 | plastové kladivo | | 8 |
| 9 | | X | 40 | | | | |
| 10 | | šrubovák, kombináčny | 30 | 33 | šrubovák, kombináčny | | 9 |
| | | | | 38 | X | | 10 |
| 11 | | X | 33 | 27 | | | 11 |
| 12 | | šŕikacie kliešte | 16 | 15 | šŕikacie kliešte | | 12 |
| 13 | | ručný šs, (kombináčny) | 21 | 28 | ručný šs, (kombináčny) | | 13 |
| 14 | | raztko, kladivo | 13 | | | | |
| 14 | Spolu | | 326 | 332 | | Spolu | 13 |

PRÍLOHA P VII/I: MATERIÁLOVÉ POTREBY PRACOVÍSK A

| Silový vodič | | | | | |
|----------------------|-----|-------------------|------------|-----------|----|
| ASM pre finály A-DMM | BSM | ASM pre finál EMM | Název | Množ.dílů | |
| x | x | x | [REDACTED] | 0,64 | kg |
| x | x | x | [REDACTED] | 2 | ks |
| x | x | x | [REDACTED] | 1 | ks |
| x | x | | [REDACTED] | 1 | ks |
| x | | | [REDACTED] | 3,94 | m |
| | x | x | [REDACTED] | 3,94 | m |
| | | x | [REDACTED] | 1 | ks |

| Prísun drôtu | | | | | | |
|--------------------------|-------------------|-----|-------------------|------------|-----------|----|
| APM pre finály AMM a CMM | APM pre finál DMM | BPM | APM pre finál BMM | Název | Množ.dílů | |
| x | x | | x | [REDACTED] | 4,00 | m |
| x | x | | x | [REDACTED] | 1 | ks |
| x | x | | x | [REDACTED] | 1 | ks |
| x | x | | x | [REDACTED] | 2 | ks |
| x | | | | [REDACTED] | 1 | ks |
| | x | | x | [REDACTED] | 1 | ks |
| | | x | | [REDACTED] | 2 | ks |
| | | x | | [REDACTED] | 4,285 | m |
| | | x | | [REDACTED] | 2 | ks |

PRÍLOHA P VII/II: MATERIÁLOVÉ POTREBY PRACOVÍSK A

| Kábel | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|-----|-----|-----|------------|-----------|----|
| AKM s polo- tovarom ASM | AKM s polo- tovarom BSM | CKM | DKM | BKM | Název | Množ.dílů | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ██████████ | | ks |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ██████████ | | ks |
| x | x | x | x | | ██████████ | 3,82 | m |
| x | x | x | | x | ██████████ | 4,00 | m |
| x | x | x | | | ██████████ | 1 | ks |
| x | x | x | | | ██████████ | 1 | ks |
| x | x | | | | ██████████ | 1 | ks |
| x | | x | | x | ██████████ | 4,50 | m |
| | x | | | | ██████████ | 4,50 | m |
| | | x | | | ██████████ | | ks |
| | | x | | | ██████████ | 1 | ks |
| | | x | | | ██████████ | 1 | ks |
| | | x | | | ██████████ | 1 | ks |
| | | | x | | ██████████ | 4,80 | m |
| | | | x | | ██████████ | 1 | ks |
| | | | x | | ██████████ | 1 | ks |
| | | | x | | ██████████ | 1 | ks |
| | | | | x | ██████████ | 1 | ks |
| | | | | x | ██████████ | 1 | ks |
| | | | | x | ██████████ | 1 | ks |

PRÍLOHA P VIII/I: ROZDELENIE VYKONÁVANÝCH ČINNOSTÍ

| Dispoz. časový Fond/DEN | | | 870 min | varianta pre 6 ľudí | OBJEM VÝROBY | LINKA | SV GB | PD GB | EMM |
|-------------------------|-------------|-----|---------|---------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| Voľná kapacita | 181% | 2,1 | 32200 s | bez navl. stola | | 212 ks | 80 ks | 25 ks | 16 ks |

| Pozícia 1 (1 pracovník) | | | | | | | | Počet pracovníků | |
|-----------------------------------|-------|------------------|---------|-----------|---------------------------------------|-------------------|---------------------|------------------|---|
| Operácia | Dĺžka | Počet pracovníků | C/T (s) | T/T (min) | vyťaženie operácie /cel% ^o | celkové vyťaženie | Zvyšný čas | | |
| 1 Výroba silových vodičov | 4 | 1 | 100 | 233,3 | 41% | 87% | -17 min -0,3 hod | 3 | Navliekací stół 1 (pre SV) Balenie do GB (svätočka) Montážne pracovište EMM |
| 2 Výroba silových vodičov pre EMM | 4 | 1 | 100 | 26,7 | 3% | | | | |
| 3 Výroba silových vodičov do GB | 4 | 1 | 100 | 133,3 | 15% | | | | |
| 4 Balenie silových vodičov do GB | | 1 | 30 | 40 | 3% | | | | |
| 5 Balenie privodu arótu do GB | | 1 | 30 | 12,5 | 1% | | | | |
| 6 Montáž EMM | | 1 | 716 | 190,9 | 22% | | | | |
| 7 Lepenie klbov CKM | | | | | | | | | |

| Pozícia 2 (1 pracovník, 1 pracovište) | | | | | | | | Počet pracovníků | |
|---------------------------------------|-------|------------------|---------|-----------|---------------------------------------|-------------------|--------------------|------------------|-------------------------------|
| Operácia | Dĺžka | Počet pracovníků | C/T (s) | T/T (min) | vyťaženie operácie /cel% ^o | celkové vyťaženie | Zvyšný čas | | |
| 1 Výroba PDKABEL | 4 | 1 | 170 | 600,7 | 69% | 79% | -51 min 0,9 hod | 1 | Navliekací stół 2 (pre káble) |
| 2 Výroba PD | 4 | 1 | 37 | 23,8 | 3% | | | | |
| 3 Výroba PDKABEL EMM | 4,5 | 1 | 240 | 64,0 | 7% | | | | |

| Pozícia 3 a 4 (2 pracovníci, 2 pracovišťa) | | | | | | | | Počet pracovníků | |
|--|-----|------------------|---------|-----------|---------------------------------------|-------------------|--------------------|------------------|--------------------------------|
| Operácia | TVP | Počet pracovníků | C/T (s) | T/T (min) | vyťaženie operácie /cel% ^o | celkové vyťaženie | Zvyšný čas | | |
| 1 Montáž A-DMM | G | 2 | 422 | 745,3 | 86% | 86% | -6 min -0,1 hod | 2x1 | Montážne pracovišťa 1 a 2 (WZ) |

| Pozícia 5 (1 pracovník, 1 pracovište) | | | | | | | | Počet pracovníků | |
|---------------------------------------|-----|------------------|---------|-----------|---------------------------------------|-------------------|------------------|------------------|--------------------------------------|
| Operácia | TVP | Počet pracovníků | C/T (s) | T/T (min) | vyťaženie operácie /cel% ^o | celkové vyťaženie | Zvyšný čas | | |
| 1 Montáž A-DMM | G | 1 | 207 | 721,4 | 84% | 84% | 8 min 0,1 hod | 1 | Montážne pracovište 3 (horák a test) |

| Pozícia 6 (1 pracovník) | | | | | | | | Počet pracovníků | |
|---|-------|------------------|---------|-----------|---------------------------------------|-------------------|---------------------|------------------|--|
| Operácia | TVP | Počet pracovníků | C/T (s) | T/T (min) | vyťaženie operácie /cel% ^o | celkové vyťaženie | Zvyšný čas | | |
| 1 Výroba vstřtných vodičnch hrdíc | | 1 | 26 | 98,8 | 11% | 78% | -64 min -1,1 hod | 3+ | Pracovišťa striženie Pracovišťa balenia Pracovišťa prípravy bez pracoviska-manipulácie bez pracoviska-vstupné kontroľa elektriky |
| 2 Príprava rukovetí | A-DMM | 1 | 22 | 77,7 | 3% | | | | |
| 3 Balenie komplet | | 1 | 100 | 380,0 | 44% | | | | |
| 4 Triedenie elektriky-vizualne | | - | - | 10 | 1% | | | | |
| 5 Manipulácie | | X | X | 33,8 | 4% | | | | |
| 6 Oslušne strižnečky pre výrobu Plazma | | 1 | | 30 | 3% | | | | |
| 7 Oslušne strižnečky pre výrobu MKA-MIG | | 1 | | 33 | 4% | | | | |
| 8 Skladenie centrálných zástróbk | | | 2,8 | 9,9 | 1% | | | | |

| Pozícia 7 (1 pracovník) | | | | | | | | Počet pracovníků | |
|-------------------------|-----|------------------|---------|-----------|---------------------------------------|-------------------|---------------------|------------------|--|
| Operácia | TVP | Počet pracovníků | C/T (s) | T/T (min) | vyťaženie operácie /cel% ^o | celkové vyťaženie | Zvyšný čas | | |
| 1 | | | | | 0% | 0% | 740 min 12,3 hod | 0 | |
| 2 | | | | | 0% | 0% | | | |

| Pozícia 8 (1 pracovník) | | | | | | | | Počet pracovníků | |
|-------------------------|-----|------------------|---------|-----------|---------------------------------------|-------------------|---------------------|------------------|--|
| Operácia | TVP | Počet pracovníků | C/T (s) | T/T (min) | vyťaženie operácie /cel% ^o | celkové vyťaženie | Zvyšný čas | | |
| 1 | | | | | 0% | 0% | 740 min 12,3 hod | 0 | |
| 2 | | | | | 0% | 0% | | | |

PRÍLOHA P VIII/II: ROZDELENIE VYKONÁVANÝCH ČINNOSTÍ

| | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------|-----|---------|---------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| Dispon. časový Fond/DEV | | | 870 min | varianta pre 7 ľudí | OBJEM VÝROBY | LINKA | SV GB | PD GB | EMM | EXTRA VÝROBA |
| Voľná kapacita | 116% | 1,4 | 52200 s | s navl. stolom | 212 ks | 80 ks | 25 ks | 16 ks | 30 ks | |

| Pozícia 1 (1 pracovník) | | | | | | | Počet pracovníků | 2 | Zvyšný čas na vykonávané činnosti | 124 min 2,1 hod | Nevliekač stôl 1 (pre SV) Balenie do GB (vzáťažka) |
|---|-------|-------------------|---------|-----------|----------------------------|-------------------|------------------|-----|-----------------------------------|---------------------|---|
| Operácia | D/ĽKA | Počet pracovníkov | C/T (s) | T/T (min) | vyťaženie operácie (del/%) | celkové vyťaženie | | | | | |
| 1 Výroba silových vodičov | 4 | 1 | 100 | 233,3 | 44% | 71% | | | | | |
| 2 Výroba silových vodičov pre EMM | 4 | 1 | 100 | 26,7 | 3% | | | | | | |
| 3 Výroba silových vodičov GB | 4 | 1 | 100 | 133,3 | 15% | | | | | | |
| 4 Výroba silových vodičov pre nevliekač stroj | 4 | 1 | 100 | 50 | 6% | | | | | | |
| 5 Balenie silových vodičov do GB | | 1 | 30 | 40 | 5% | | | | | | |
| 6 Balenie prívodu orútu do GB | | 1 | 30 | 12,5 | 1% | | | | | | |
| 7 Lepenie kľobov COM | | | | | | | | | | | |
| Pozícia 2 (1 pracovník, 1 pracovisko) | | | | | | | Počet pracovníků | 1 | Zvyšný čas | 1 min 0,1 hod | Nevliekač stôl 2 (pre káble) |
| Operácia | D/ĽKA | Počet pracovníkov | C/T (s) | T/T (min) | vyťaženie operácie (del/%) | celkové vyťaženie | | | | | |
| 1 Výroba PDKABEL | 4 | 1 | 170 | 600,7 | 69% | 84% | | | | | |
| 2 Výroba PD | 4 | 1 | 57 | 23,8 | 3% | | | | | | |
| 3 Výroba PDKABEL EMM | 4,5 | 1 | 240 | 64,0 | 7% | | | | | | |
| 4 Výroba PD+rezanie plášťov+lepenie kľobov | | | 93 | 47 | 5% | | | | | | |
| Pozícia 3 a 4 (2 pracovníci, 2 pracoviská) | | | | | | | Počet pracovníků | 2x1 | Zvyšný čas | 4 min 0,1 hod | Montážne pracovisko 1 a 2 (VZ) |
| Operácia | TYP | Počet pracovníkov | C/T (s) | T/T (min) | vyťaženie operácie (del/%) | celkové vyťaženie | | | | | |
| 1 Montáž A-DMM | G | 2 | 422 | 743,5 | 86% | B6% | | | | | |
| Pozícia 5 (1 pracovník, 1 pracovisko) | | | | | | | Počet pracovníků | 1 | Zvyšný čas | 8 min 0,1 hod | Montážne pracovisko 3 (horák a test) |
| Operácia | TYP | Počet pracovníkov | C/T (s) | T/T (min) | vyťaženie operácie (del/%) | celkové vyťaženie | | | | | |
| 1 Montáž A-DMM | G | 1 | 207 | 731,4 | 84% | B4% | | | | | |
| Pozícia 6 (1 pracovník) | | | | | | | Počet pracovníků | 2+ | Zvyšný čas na vykonávané činnosti | 24 min 0,3 hod | Pracovisko balenie Pracovisko prípravy bez pracoviska-manipulácie T=ustupná kontrola elektriky |
| Operácia | TYP | Počet pracovníkov | C/T (s) | T/T (min) | vyťaženie operácie (del/%) | celkové vyťaženie | | | | | |
| 1 Výroba vretených vodičov hadíc | | 1 | 26 | 111,8 | 13% | 79% | | | | | |
| 2 Príprava rukovätí A-DMM | G | 1 | 22 | 88,7 | 10% | | | | | | |
| 3 Balenie komplet | | 1 | 100 | 430,0 | 49% | | | | | | |
| 4 Triedenie elektriky-vizuálne | | - | X | 10 | 1% | | | | | | |
| 5 Manipulácie | | - | X | 33,8 | 4% | | | | | | |
| 6 Skladenie WZ | | - | 2,8 | 11,3 | 1% | | | | | | |
| Pozícia 7 (1 pracovník) | | | | | | | Počet pracovníků | 4 | Zvyšný čas | 91 min 1,5 hod | Montážne pracovisko ESAB Nevliekač stroj Montážne pracovisko EXTRA Pracovisko strihanie |
| Operácia | TYP | Počet pracovníkov | C/T (s) | T/T (min) | vyťaženie operácie (del/%) | celkové vyťaženie | | | | | |
| 1 Montáž ESAB | | 1 | 191 | 191 | 22% | 75% | | | | | |
| 2 Strojní navlekanie | | 1 | 146 | 73 | 8% | | | | | | |
| 3 Montáž A-DMM | G | 1 | 619 | 314,5 | 36% | | | | | | |
| 4 Obsluha strihačky pre výrobu Plazma | | 1 | 30 | 30 | 3% | | | | | | |
| 5 Obsluha strihačky pre výrobu MKA-MIG | | 1 | 40 | 40 | 3% | | | | | | |
| Pozícia 8 (1 pracovník) | | | | | | | Počet pracovníků | 0 | Zvyšný čas | 740 min 12,3 hod | |
| Operácia | TYP | Počet pracovníkov | C/T (s) | T/T (min) | vyťaženie operácie (del/%) | celkové vyťaženie | | | | | |
| 1 | | | | | 0% | 0% | | | | | |
| 2 | | | | | 0% | | | | | | |

PRÍLOHA P IX/I: MATERIÁLOVÉ SKUPINY

| Skupina | Signál na doplnenie materiálu | Termín doplnenia | Pravidlá zásobovania | |
|-----------|---|-------------------|----------------------|--|
| A1 | BEZ SIGNÁLU- pravidelne každú zmenu | Pred koncom zmeny | 1 | Materiál má pevne dané 2 rotujúce balenia (prepravky, bedničky, ...) |
| | | | 2 | Materiál sa vychystáva počas danej zmeny pre nasledujúcu zmenu a musí byť vychystaný najneskôr 15 min pred koncom danej zmeny |
| | | | 3 | Vždy pred koncom zmeny sa vymení pripravené balenie za použité (aj v prípade, že použité balenie NIE JE prázdne!) |
| | | | 4 | Do použitého balenia (prázdne alebo nevyčerpané) sa doplní počas nasledujúcej zmeny požadované množstvo tak, aby bolo na jej konci pripravené na výmenu (bod 3.) |
| | | | 5 | Dopĺňanie materiálu: Nespotrebované kusy sa spočítajú a zapíšu, následne sa balenie doplní na požadovaný počet ks |
| | | | 6 | Materiál nikdy nedopĺňame na pracovisku, teda nikdy nedopĺňame balenie, ktoré sa v danej zmene používa. |
| A2 | BEZ SIGNÁLU- pravidelne každú zmenu | Pred koncom zmeny | 1 | Materiál je uložený v pojazdnom medzisklade |
| | | | 2 | Materiál sa dopĺňa do zabudovaných zásobníkov na pracoviskách na konci danej zmeny pre nasledujúcu zmenu |
| | | | 3 | Množstvo doplneného materiálu je obmedzené vyznačenou hladinou (v niektorých prípadoch presným počtom kusov) |
| | | | 4 | Materiál je možné doplniť aj počas pracovnej činnosti, dopĺňanie nie je dôvodom na zastavenie chodu linky |
| | | | | |
| Skupina | Signál na doplnenie materiálu | Termín doplnenia | Pravidlá zásobovania | |

| | | | | |
|----------|--|---|----------------------|--|
| B | Prázdny obal, KANBAN karta | Podľa signálu, kontrola zberného miesta podľa rozpisu | 1 | Materiál má bud': 1.) pevne dané 2 rotujúce balenia (prepravky, bedničky, ...) alebo: 2.) na pracovisku pevné miesto, ktoré sa dopĺňa |
| | Popis materiálu: Materiál, ktorý je pri každom type výrobku rozdielny, ale má svoje nemenné (pevné) miesto na pracovisku (s možnosťou vyňatia alebo zabudované) | | 2 | Materiál sa dopĺňa na základe signálu , ktorý predstavuje prázdny obal s popisom alebo KANBAN karta s potrebnými údajmi na určenom zbernom mieste |
| | Popis formy zásobovania: Dopĺňanie zásobníkov, resp. výmena balenia na základe určeného signálu | | | |
| | Spotreba: Nepravidelná, podľa typu výrobku | | | |
| Skupina | Signál na doplnenie materiálu | Termín doplnenia | Pravidlá zásobovania | |
| C | Výrobný príkaz, plánovacia tabuľa | Pri zmene výroby | 1 | Materiál sa vychystáva 1 zmenu pred začatím danej výroby (podľa plánovacej tabule) |
| | Popis materiálu: Materiál, ktorý je pri každom type výrobku rozdielny, ale na pracovisku je len jedno miesto, na ktorom sa materiál podľa typu výrobku mení | | 2 | Pri zmene vyrábaného produktu sa vymenia balenia na vyznačených pozíciách |
| | Popis formy zásobovania: Výmena materiálu pri zmene výroby | | | |
| | Spotreba: Nepravidelná, podľa typu výrobku | | | |
| Skupina | Signál na doplnenie materiálu | Termín doplnenia | Pravidlá zásobovania | |
| D | Výrobný príkaz | Podľa plánu | 1 | Materiál sa vychystáva v presnom množstve na konkrétnu zákazku |
| | Popis materiálu: Materiál pre špeciálnu a nepravidelnú výrobu | | | |
| | Popis formy zásobovania: Vychystaný materiál sa dovezie na pracovisko pred začatím plánovanej výroby (plánovacia tabuľa) | | | |
| | Spotreba: Podľa objednávky zákazníka | | | |

Skupina A

| Pracovisko | Nazov položky | Počet vychystávaných balení | Počet ks v balení | Typ balenia | Umiestnenie materiálu na pracovisku | Umiestnenie materiálu v sklade | Frekvencia dopĺňania | Termín doplnenia | Časová náročnosť- vychystanie | Časová náročnosť- rozvoz | |
|------------|---------------|-----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------------------|--------------------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|-----|
| 1 | | 1 | 400 | S | regál pri lisoch | | 2/D | 15 min pred koncom smeny | 240 | 35 | |
| 1 | | 1 | 200 | M | regál pri lisoch | | 2/D | 15 min pred koncom smeny | 240 | 35 | |
| 1 | | 1 | 200 | M | regál pri lisoch | | 2/D | 15 min pred koncom smeny | 240 | 35 | |
| 2 | | 1 | 150 | S | regál pri lise klasik | | 2/D | 15 min pred koncom smeny | 240 | 35 | |
| 2 | | 1 | 150 | S | regál pri lise klasik | | 2/D | 15 min pred koncom smeny | 240 | 35 | |
| 2 | | 1 | 300 | S | regál pri lise klasik | | 2/D | 15 min pred koncom smeny | 240 | 35 | |
| 3 a 4 | | 2 | 60 | L | bočný regál na pracovisku | | 2/D | 15 min pred koncom smeny | 360 | 70 | |
| 3 a 4 | | 2 | 40 | prepravka s lištami | prepravka pod trubicami | | 3/D | 15 min pred koncom smeny | P | 70 | |
| 3 a 4 | | 2 | 60 | L | bočný regál na pracovisku | | 2/D | 15 min pred koncom smeny | 360 | 70 | |
| 3 a 4 | | 2 | 60 | L | bočný regál na pracovisku | | 2/D | 15 min pred koncom smeny | 360 | 70 | |
| 3 a 4 | | 2 | 60 | M | na stole/nová polička | | 2/D | 15 min pred koncom smeny | 360 | 70 | |
| 6 | | 2 | 100 | zatavený štos | polica na pracovisku | | 2/D | 15 min pred koncom smeny | 60 | 35 | |
| 6 | | 1 | 200 | zatavený štos | polica na pracovisku | | 2/D | 15 min pred koncom smeny | 60 | 35 | |
| 7 | | 1 | 140 | - | regál na nálepky | | 2/D | 15 min pred koncom smeny | | 35 | |
| 7 | | 1 | 140 | - | regál na nálepky | | 2/D | 15 min pred koncom smeny | | 35 | |
| 7 | | 1 | 130 | S | regál pri lise na hadice | | 2/D | 15 min pred koncom smeny | 240 | 35 | |
| 7 | | 1 | 130 | S | regál pri lise na hadice | | 2/D | 15 min pred koncom smeny | 240 | 35 | |
| Spolu | | | | | | | | | 3480 | 770 | 5 |
| | | | | | | | | | 58 | 12,8 | min |

PRÍLOHA P IX/II: MATERIÁLOVÉ SKUPINY

