



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV MANAGEMENTU

INSTITUTE OF MANAGEMENT

NÁVRH STRATEGIE ŠTÍHLÉHO VÝROBNÍHO PROCESU VE VÝROBNÍM PODNIKU

DESIGN OF A STRATEGY OF A LEAN PRODUCTION PROCESS IN A MANUFACTURING COMPANY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Simona Machová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. Marie Jurová, CSc.

BRNO 2022

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav managementu
Studentka: **Bc. Simona Machová** Ve-
doucí práce: **prof. Ing. Marie Jurová, CSc.**
Akademický rok: 2021/22
Studijní program: Strategický rozvoj podniku

Garant studijního programu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává diplomovou práci s názvem:

Návrh strategie štíhlého výrobního procesu ve výrobním podniku

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Vyhodnocení teoretického přístupu k tvorbě strategie
Popis současného stavu podnikání
Analýza současného podnikání
Návrh strategie nového uspořádání výrobního procesu
Podmínky realizace a přínosy
Závěr
Použitá literatura

Cíle, kterých má být dosaženo:

Tvorba návrhu layoutu vybrané části výrobního procesu na základě nového uspořádání výrobní linky a tím dosažení zkrácení času výrobních úkolů, které povedou k rozvoji podnikání.

Základní literární prameny:

JUROVÁ, M. a kol. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: GRADA Publishing, 2016, 256 s. ISBN 978-80-271-9330-1.

KAVAN, M. Výrobní a provozní management. Praha: GRADA Publishing, 2002, ISBN 80-247-0199-5.

KOŠTURIÁK, J., Z. FROLÍK, et al. 2006 Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa, ISBN 80-86851-38-9.

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

WILSON, L. How To Implement Lean Manufacturing. New York: McGraw - Hill copanies, Inc., 2009. ISBN 978-0-07-162508-1.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2021/22

V Brně dne 28.2.2022

L. S.

doc. Ing. Vít Chlebovský, Ph.D.
garant

doc. Ing. Vojtěch Bartoš, Ph.D.
děkan

Abstrakt

Táto diplomová práca sa zaoberá tvorbou návrhu layoutu vybranej časti výrobného procesu a na dosiahnutie skrátenia času výrobných úloh, ktoré povedú k rozvoji podniku. Analýza záverečnej práce obsahuje podrobný popis všetkých výrobných činností realizovaných na výrobnnej linke, vzťahov medzi pracoviskami a meranie práce. Na základe výsledkov analytickej časti boli predstavené návrhy na dosiahnutie cieľa vrátane nového usporiadania výrobnjej linky.

Kľúčové slová

výrobný proces, usporiadanie výroby, meranie vzdialenosti, meranie práce, špagetový diagram

Abstract

This diploma thesis focuses on design of a layout of selected part of the production process in order to achieve time reduction of production tasks that will lead to the development of business. The analytical part of the diploma thesis contains a detailed description of all production activities carried on the production line, the relationships between workplaces and the measurement of work. Based on the results of the analytical part, proposals were made to achieve the goal, including a new layout of the production line.

Key words

manufacturing process, production layout, distance measurement, work measurement, spaghetti diagram

Bibliografická citácia

MACHOVÁ, Simona. *Návrh strategie štíhlého výrobního procesu ve výrobním podniku*. Brno, 2022. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/141150>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav managementu. Vedoucí práce Marie Jurová.

Čestné prehlásenie

Prehlasujem, že predložená diplomová práca je pôvodná a spracovala som ju samostatne.
Prehlasujem, že citácia použitých prameňov je úplná, že som vo svojej práci neporušila autorské práva (v zmysle Zákona č. 121/2000 Sb. o právu autorskom a o právach súvisiacich s právom autorským).

V Brne dňa

.....

podpis autora

Pod'akovanie

Pod'akovanie patrí predovšetkým pani prof. Ing. Marii Jurovej, CSc. za jej ústretový prístup a cenné rady poskytnuté pri spracovávaní mojej diplomovej práce. Pod'akovanie náleží aj pracovníkom spoločnosti, v ktorej mi bolo umožnené záverečnú prácu vypracovať, za ich čas, poskytnutie informácií a potrebnej pomoci.

OBSAH

Úvod	10
1 Vymedzenie problému a cieľa práce	11
2 Teoretický prístup k tvorbe stratégie	12
2.1 Výroba a výrobný proces	12
2.1.1 Členenie.....	14
2.2 Štíhla výroba	15
2.2.1 Prvky štíhlej výroby	15
2.3 Postup tvorby návrhu nového layoutu.....	21
2.4 Plytvanie.....	23
2.5 Management úzkych miest.....	25
2.6 Zlepšovanie procesov	26
2.7 Pracovný systém REFA	26
2.8 Analýza a meranie práce	27
2.8.1 Nepriame meranie	27
2.8.2 Priame meranie.....	28
3 Popis súčasného stavu podnikania	32
3.1 Predstavenie podniku	32
3.2 História a súčasnosť	32
3.3 Organizačná štruktúra	34
3.4 Ekonomický stav	35
4 Analýza súčasného podnikania	37
4.1 Organizácia výroby	37
4.2 Výrobná linka	38
4.2.1 Layout	39
4.2.2 Výrobok.....	40
4.3 Výrobná dokumentácia	41

4.4	Príprava výrobného procesu.....	43
4.5	Výrobný proces	45
4.6	Vzťahy pracovísk	53
4.7	Meranie a analýza práce	55
4.7.1	Meranie práce.....	56
4.7.2	Analýza nameraných hodnôt.....	67
4.8	Zhrnutie a vyhodnotenie analýzy súčasného stavu podnikania.....	67
5	Návrh stratégie nového usporiadania výrobného procesu	70
5.1	Ohodnotenie vzťahov medzi pracoviskami.....	70
5.2	Tvorba návrhu	72
5.3	Nedostatok nového usporiadania	74
5.3.1	Riešenie	75
5.4	Elektrický box	76
5.5	Podmienky realizácie návrhov	77
5.5.1	Layout	77
5.5.2	Automatický robot	77
5.5.3	Elektrický box	78
5.6	Ekonomické zhodnotenie a prínosy návrhov	78
5.6.1	Layout	78
5.6.2	Automatický robot	80
5.6.3	Elektrický box	80
5.6.4	Návratnosť.....	80
	Záver	81
	Zoznam použitej literatúry	83
	Zoznam obrázkov	85
	Zoznam tabuliek	87

ÚVOD

Keďže doba každým dňom napreduje, je dôležité, aby si podniky udržiavali a zlepšovali svoju konkurencieschopnosť. Zákazníci čoraz viac zvyšujú svoje nároky, ako na kvalitu produktov, tak aj na služby s nimi spojené. Práve preto by analýza a optimalizácia procesov v súčasnej dobe mala byť prioritou pre každú spoločnosť, či už výrobného alebo nevýrobného charakteru.

Práve využitím štíhlej výroby je podnik schopný nájsť a odstrániť zbytočné kroky zavedené v procese výroby, vďaka čomu môže dosiahnuť zvýšenie produktivity práce, zníženie nákladov a tým sa stať flexibilnejšími.

Táto diplomová práca je zameraná na výrobný podnik produkujúci výkonové polovodičové moduly. Práca je rozdelená do teoretickej, analytickej a návrhovej časti. Teoretická časť obsahuje potrebné pojmy a ich vysvetlenie na spracovanie ďalších úsekov práce. Na začiatku analytickej časti je predstavená predmetná výrobná spoločnosť spolu s jej organizačnou štruktúrou a súčasným ekonomickým stavom. Následne je obsahom práce organizácia výroby a samotná výrobná linka, v rámci ktorej sú popísané všetky výrobné činnosti na nej realizované. Koniec analytickej časti obsahuje meranie vzdialenosti medzi pracoviskami a meranie práce, na základe ktorého boli testované potrebné hypotézy a vyvedené závery pre návrhovú časť. V samotnej návrhovej časti sú obsiahnuté jednotlivé návrhy spolu s ich podmienkami realizácie, ekonomickým zhodnotením a prínosmi.

1 VYMEDZENIE PROBLÉMU A CIEĽA PRÁCE

Hlavným cieľom diplomovej práce je navrhnúť riešenie pre skrátenie času výrobných úloh na konkrétnej výrobníj linke prostredníctvom tvorby layoutu pre vybranú časť výrobného procesu.

Čiastkové ciele diplomovej práce sú:

- vymedzenie teoretických východísk práce a pojmov súvisiacich s danou problematikou;
- predstavenie výrobníj spoločnosti SEMIKRON, s. r. o.;
- popis súčasného stavu výroby;
- analýza pracovísk na výrobníj linke SEMiX;
- meranie jednotlivých výrobných činností na pracoviskách výrobníj linky;
- analýza získaných údajov;
- vyhodnotenie analýzy;
- spracovanie návrhu stratégie usporiadania výrobného procesu.

Na analýzu súčasného stavu a zistenie nedostatkov sú potrebné dáta a informácie od spoločnosti, ktoré boli získané počas praxe vo výrobe priamo od zamestnancov.

Na meranie výrobných činností bude využité priame meranie prostredníctvom REFA formuláru, ktorý je v podniku štandardizovaný. Prostredníctvom výskumu budú vyhodnotené faktory pôsobiace na čas spracovania a na ich základe a základe výsledkov celej analýzy bude navrhnutý nový layout výrobníj linky.

2 TEORETICKÝ PRÍSTUP K TVORBE STRATÉGIE

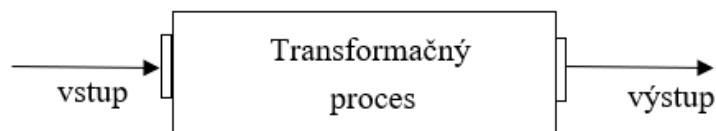
Táto kapitola diplomovej práce je zameraná na kľúčové pojmy a teoretické východiská potrebné pre jej spracovanie. Obsahuje definície základných pojmov, potrebné členenia pre pochopenie rozoberanej problematiky a metódy merania práce, ktoré budú využité v nasledujúcej kapitole.

2.1 Výroba a výrobný proces

Pojem „výroba“ má širokú škálu definícií, ktoré sú na základe jej autora vždy v niečom odlišné. Autori Wöhe a Kislingerová (2007) uvádzajú, že pojem „výroba“ charakterizuje akúkoľvek kombináciu výrobných faktorov, prostredníctvom ktorých vzniká produkt výrobného procesu. Ide o širokú definíciu, ktorá zahŕňa výkonnostný proces podniku v celom obsahu. Na základe tejto definície môžeme tvrdiť, že všetky činnosti realizované v rámci podniku môžeme označiť za spadajúce pod pojem „výroba“. Spadalo by sem investovanie, financovanie, samotná výroba, expedícia, odbyt a vedenie podniku (organizovanie, kontrola, plánovanie). Keďže každá zo spomínaných oblastí rieši konkrétne špecifické problémy, je potrebné pojem „výroba“ zúžiť na tvorbu podnikových výkonov.

Podľa Gustava Tomeka (2007) ide o riadenie, ktoré prebieha medzi nákupom a odbytom, o označenie hmotného tovaru a označenie oblasti hospodárstva. *„Výroba mění na základě předpokládaných výkonů objekty, které byly zajištěny nákupem a které jsou pomocí odbytu zprostředkovány odběrateli“* (Tomek, 2007).

Všeobecne môžeme tvrdiť, že výroba v rámci spoločnosti je sústredená na produkciu statkov, ktoré korešpondujú s tržným dopytom. Produkcia tovaru sa spája s konkrétnym výstupom, ktorý vzniká podrobením vstupných faktorov transformačnému procesu (Obrázok č. 1) (Tomek, 2007).



Obrázok č. 1: Princíp výrobného procesu
(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa Tomek, 2007)

Vstupy predstavujú celú škálu výrobných faktorov, ktoré je možné diferencovať do dvoch skupín (Tomek, 2007):

- **elementárne faktory** – tvoria fyzickú podstatu výrobného systému. Členia sa na:
 - **potencionálne** – spadá sem pracovná sila a výrobné prostriedky, ktoré sú využívané ako výkonový potenciál v transformačnom procese;
 - **spotrebné** - vo výrobnom procese sú opakovane spotrebovávané. Spadá sem materiál tvoriaci podstatnú časť výrobku (suroviny, produkty druho-výroby, polotovary, cudzie diely a výrobky, súčiastky a normované diely), materiály tvoriace nepodstatnú časť výrobku (pomocné materiály), pre-vádzkové – režijné materiály a obchodný tovar.
- **dispozitívne faktory** – je tvorený managementom výroby (riadiace zložky a ná-stroje).

Transformačný proces je realizovateľný kombináciou elementárnych a dispozitív-nych faktorov a dodržaním konkrétnych výrobných postupov (Tomek, 2007).

Výstupy výrobného systému členíme na materiálne a nemateriálne (Tomek, 2007).

Výrobný proces podľa jeho charakteru môžeme rozdeliť na (Košturiak, 2010):

- hlavné;
- riadiace;
- podporné.

Medzi hlavné procesy podniku sú radené predovšetkým výrobné procesy smerujúce ku zákazníkovi, ktoré vytvárajú úžitok alebo hodnotu pre spotrebiteľa a z ktorých hlav-ným výstupom je hotový produkt alebo služba. Ich predajom podnik následne získava tržbu. Medzi hlavné procesy je radená napríklad výroba, obchod, vývoj, marketing a ser-vis (Košturiak, 2010).

Funkciou podporných procesov je dopĺňanie hlavných procesov. Ich úlohou je za-istiť správu zdrojov v požadovanej kvalite a množstve za účelom efektívneho riadenia podniku. Spadá sem riadenie ľudských zdrojov, správa informačného systému, riadenie kvality a nákup materiálu (Košturiak, 2010).

Posledné podporné procesy vytvárajú produkt, ktorý slúži pre vnútropodnikové účely, teda má interného zákazníka. Týmto spôsobom sú vytvárané podmienky pre ús-pešné vykonávanie procesov pomocou dodávania potrebných produktov alebo služieb do týchto procesov. Podporné procesy nemusí podnik vždy vykonávať, ale môže využiť možnosť outsourcingu (Jurová, 2016).

2.1.1 Členenie

Pre členenie výroby je dôležitý vzťah spoločnosti s odberateľmi, čiže zákazníkmi. Ak je výrobný produkt špecifikovaný podľa požiadaviek zákazníka, môžeme výrobu označiť ako zákazkovú. Pokiaľ spoločnosť produkuje výrobky pre trhy a nepozná priamo požiadavky svojho konečného spotrebiteľa, označujeme túto výrobu ako výrobu na sklad (Jurová, 2013).

Výrobný proces je možné diferencovať z viacerých hľadísk. Autorka Jurová (2013) uvádza vo svojej publikácii nasledovné členenia:

- **Podľa typu výroby:**
 - **kusová výroba** – vyrába sa veľký počet rôznych druhov výrobkov v malých množstvách;
 - **sériová výroba** – opakuje sa výroba rovnakého druhu produktu v sériách, podľa objemu výroby série ich rozlišujeme malosériovú, strednosériovú a veľkosériovú výrobu;
 - **hromadná výroba** – výroba veľkého množstva jedného alebo malého počtu výrobkov.
- **Podľa miery plynulosti technologického procesu:**
 - **Plynulá výroba (kontinuálna)** – technologický proces sa vôbec neprerušuje a je spojený s manipulačnými procesmi. Zastavenie a následný rozbeh výroby je spojený so značnými nákladmi. Plynulá výroba poskytuje ideálne podmienky pre automatizáciu a spadá sem napríklad chemická výroba.
 - **Prerušovaná výroba (diskontinuálna)** – technologický proces je prerušovaný z dôvodu potreby vykonať viaceré netechnologické úkony – výmena nástroja, doprava materiálu, upnutie obrobku atď. Výroby tohto typu môžu byť prerušované a znova rozbehnuté bez značných nákladov. Podmienky pre automatizáciu tu nie sú ideálne. Operácie v tejto výrobe sú rôznorodejšie a počet druhov zároveň vyrábaných produktov tu je vysoký.
- **Podľa formy organizácie procesu:**
 - **Prúdová výroba** – je zariadená výrobnými linkami a vyrába jeden alebo niekoľko málo produktov.

- **Skupinová výroba** – po ekonomickej stránky nemôže byť výrobok vyrábaný na linke a prebieha tu výroba viacerých druhov produktov v menších množstvách.
- **Fázová výroba** – vyrába sa celá rada produktov v malom množstve u každého typu.

2.2 Štíhla výroba

Ako uvádza Wilson (2009), podľa populárnej definície je štíhla výroba komplexný súbor techník, ktoré pri správnom použití umožnia nájsť a odstrániť zbytočné kroky (plytvanie) v procese výroby, vďaka čomu dôjde k zvýšeniu produktivity, zníženiu nákladov a spoločnosť sa stane štíhlejšou a flexibilnejšou.

Štíhlu výrobu možno charakterizovať aj prostredníctvom nasledujúcich 5 bodov (Wilson, 2009):

1. zameriava sa na kontrolu kvality s cieľom znížiť náklady odstránením plytvania;
2. je postavená na pevných základoch kvality procesov a produktov;
3. je plne integrovaná;
4. neustále sa vyvíja;
5. je udržiavaná silnou a zdravou kultúrou, ktorá je riadená vedome, nepretržite a dôsledne.

Autori Košturiak a Frolík (2006) tvrdia, že hlavným cieľom štíhlej výroby by malo byť maximalizácia pridanej hodnoty pre zákazníka. Podnik by mal touto cestou vyrábať viac a zároveň znižovať režijné náklady a efektívnejšie využívať výrobných plôch a zdrojov. Štíhla výroba znamená úzke prepojenie s vývojom výrobku a technickou prípravou výroby, logistikou a administratívou v podniku.

2.2.1 Prvky štíhlej výroby

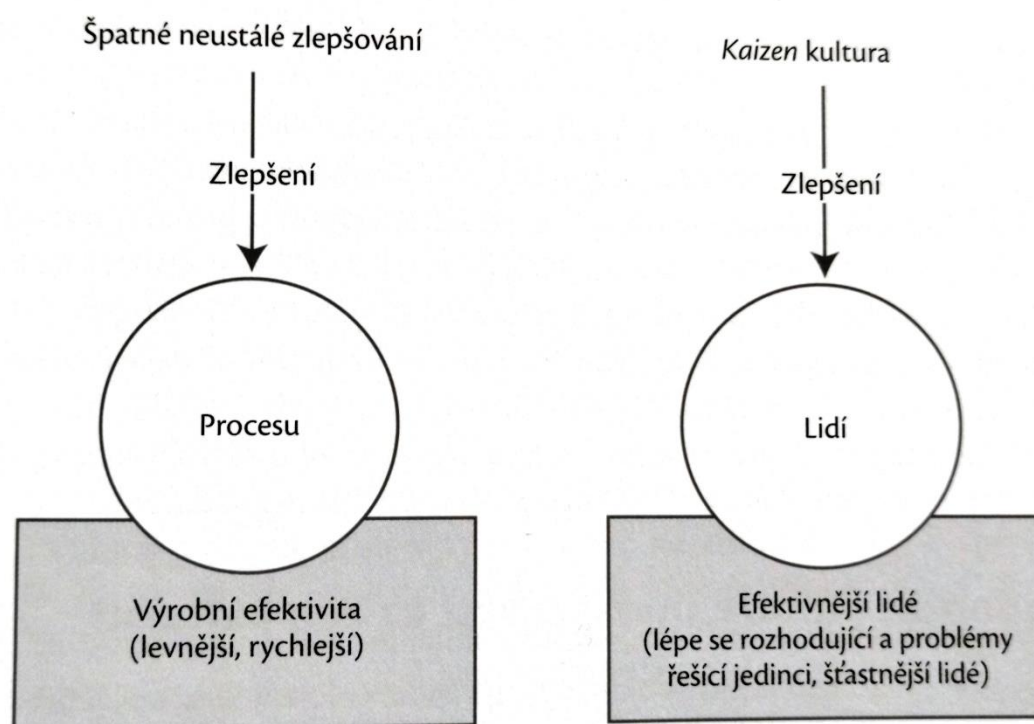
Košturiak (2006) uvádza, že do štíhlej výroby zaradíme viacero prvkov, a to konkrétne:

- kanban, pull, synchronizácia, vyvážený tok;
- kaizen;
- tímová práca;
- manažment toku hodnôt;

- štíhle pracoviško, vizualizácia;
- procesy kvality a štandardizovaná práca;
- štíhly layout, výrobné bunky;
- rýchle zmeny, redukcia dodávok.

2.2.1.1 Kaizen

Miller (2017) uvádza, že na svete sú dva typy zmien: zmena k lepšiemu a zmena k horšiemu. Kaizen charakterizuje zmenu k dobrému a taktiež aj neustále zlepšovanie. Podľa základnej a širokej definície je kaizen vedecký prístup zameraný na človeka s cieľom riešiť problémy s ohľadom na prospech pre spoločnosť.



Obrázok č. 2: Zameranie kaizen

(Zdroj: Miller, 2017)

Systém Kaizen je založený na viacerých princípoch, a to konkrétne (Košturiak, 2010):

- Zameranie na zlepšenie, ktoré vychádza zo skúseností a znalostí ľudí vo výrobe.
- Zapojenie pracovníkov do zlepšovania procesov za účelom zvýšenia ich uspokojenia z práce, rozvoji ich schopností a zlepšenia podnikovej kultúry.

- Zmeny „z vonka“ reagujú iba na vznikajúce problémy. Zmeny by sa nemali vykonávať bez prítomnosti výrobných operátorov, pretože ich potom ťažšie prijímajú.
- Od zamestnancov vo výrobe by malo byť vyžadované, aby venovali svoju pozornosť plytvaniu vo výrobe a možným zlepšeniam procesov, za čo by mali byť aj odmeňovaní.
- Kaizen by mal byť riadený proces, pretože optimalizovanie z jedného uhlu pohľadu nemusí byť zlepšenie pre celý podnik.

2.2.1.2 Štíhle pracovisko

Štíhle pracovisko v praxi znamená dodržiavanie systému 5S. Prvky tohto systému, ktoré je potrebné dodržiavať, sú vyobrazené v tabuľke č. 1 (Košturiak, 2006).

Tabuľka č. 1: Prvky metódy 5S
(Zdroj: Košturiak, 2006)

Japonsky	Slovensky	Popis
Seiri	Zoradiť, separovať	Definovať položky, ktoré sú na pracovisku potrebné a ktoré sa musia z pracoviska odstrániť
Seiton	Systematizovať	Definovať presné miesto pre položky na pracovisku
Seiso	Spoločne čistiť	Vyčistenie a usporiadanie pracoviska
Seiketsu	Štandardizovať	Štandardy usporiadania pracoviska
Shitsuke	Stále zlepšovať	Audity a zlepšovanie systému 5S

Hlavné ciele štíhleho pracoviska sú (Košturiak, 2006):

- zvýšenie výkonnosti,
- zníženie úrazovosti a zaťaženie organizmu,
- zvýšenie autonómnosti,
- zlepšenie kvality a stability procesu.

2.2.1.3 Štíhly layout

Štíhly layout znamená pre podnik úsporu plôch, na ktoré je možné umiestniť ďalší výrobný program. Uloženie výrobných zariadení a pracovných jednotiek ovplyvňuje predovšetkým materiálový tok. Pomocou adekvátneho rozvrhnutia a uloženia budov, strojov, skladov a jednotlivých pracovných úsekov je možné dosahovať šetrenie samotného materiálu, ale aj času a finančných prostriedkov (Jurová, 2016).

Štíhly layout má viaceré hlavné parametre, ktoré sú dôležité pre jeho efektívnosť. Spadá sem (Košturiak, 2006):

- priamy materiálový tok smerom k montážnej linke a expedícii;
- minimalizácia prepravných vzdialeností medzi operáciami;
- minimálne plochy na zásobníky a medzi sklady;
- dodávatelia čo najbližšie ku zákazníkom;
- priamočiare a krátke trasy;
- minimálne priebežné časy;
- sklady v mieste spotreby, vizuálne kontroly počtu dielov v prepravkách alebo na skladovacej ploche;
- odstránenie dvojnásobnej manipulácie;
- FIFO a ťahový systém , kanban;
- bunkové usporiadanie, segmentácia spine layout;
- flexibilita s ohľadom na variabilitu produktov, výrobné množstvo a zmeny výrobného layoutu;
- nízke náklady na inštaláciu.

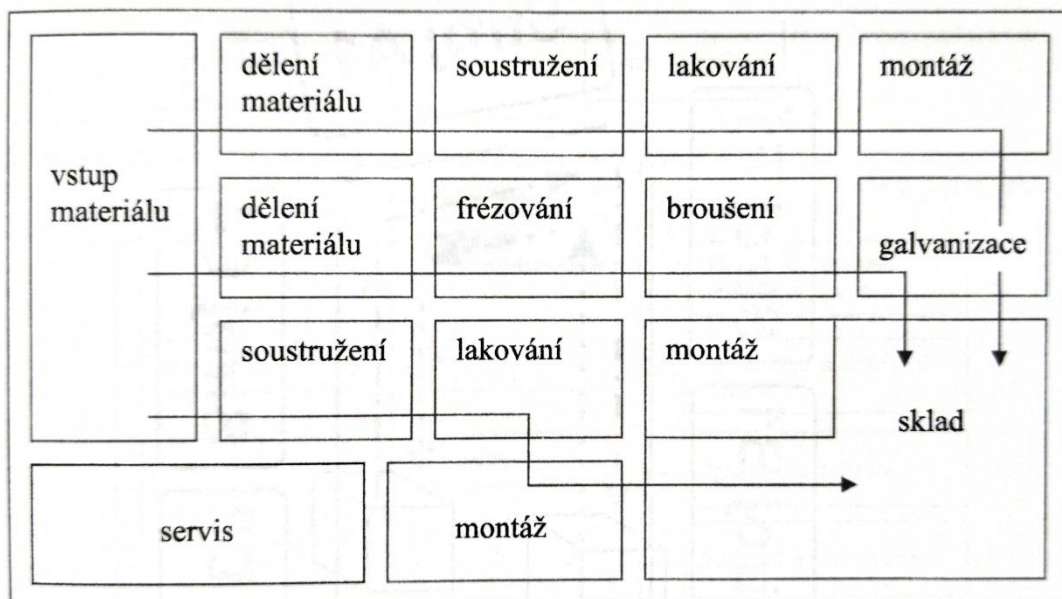
Medzi základné typy usporiadania výrobného procesu v celom svete patrí:

- predmetné usporiadanie;
- technologické usporiadanie;
- pevné usporiadanie.

V čistej podobe sa tieto usporiadania vyskytujú zriedka, častejšie sú využívané rôzne kombinácie.

Predmetné usporiadanie (product layout)

Je založené na maximálnej štandardizácii výrobkov a predovšetkým pracovných operácií. Jeho cieľom je dosiahnutie hladkého, rýchleho a mohutného toku výrobkov. Na výrobných položkách sú postupne za sebou vykonávané všetky potrebné technologické operácie (Kavan, 2002).

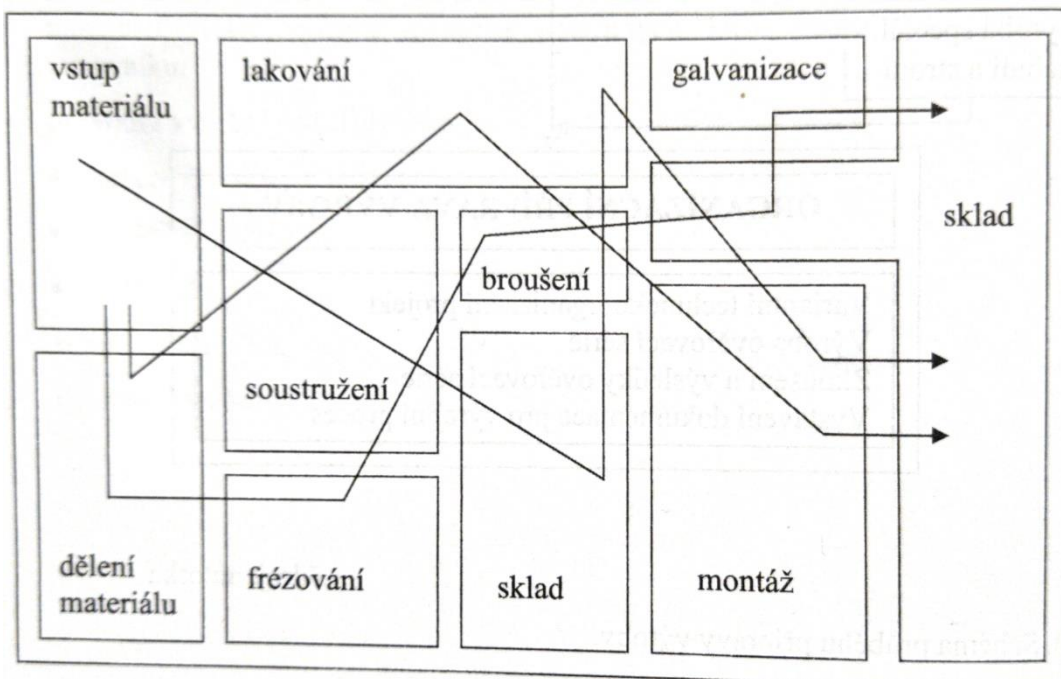


Obrázok č. 3: Predmetné usporiadanie

(Zdroj: Jurová, 2015)

Technologické usporiadanie (process layout)

Technologické usporiadanie je efektívnejšie pre rôznorodé výrobné požiadavky a umožňuje improvizáciu. Výrobný tok prechádza špecializovanými oddelenými pracoviskami, na ktorých sú realizované obdobné druhy procesov. Cesta výrobku výrobou sa môže meniť a je vyžadované, aby sa využívali transportné vozíky prepravujúce dávky výrobkov (Kavan, 2002).



Obrázok č. 4: Technologické usporiadanie

(Zdroj: Jurová, 2015)

Pevné usporiadanie (fixed-position layout)

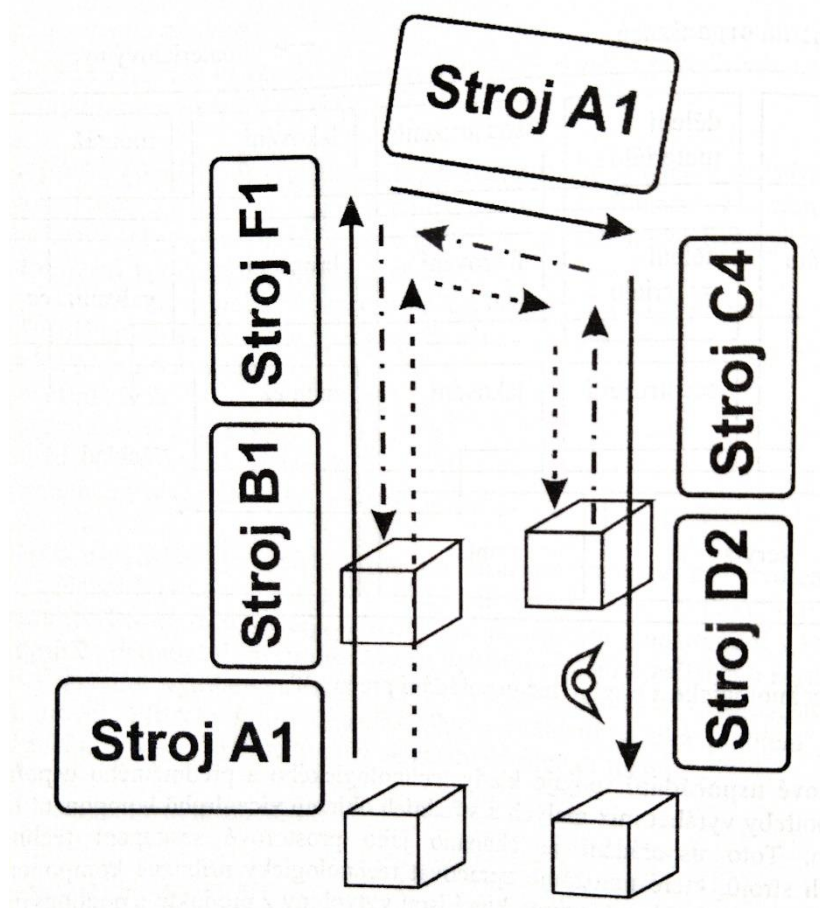
Ide o usporiadanie, ktoré sa využíva pri riadení náročnej prípravy a zábehu inovácie, riadenie zrodu novej podnikateľskej príležitosti.

Medzi **kombinované usporiadania** patrí (Kavan, 2002):

- bunková výroba;
- skupinová technológia;
- pružné výrobné systémy.

Bunková výroba (cellular manufacturing)

Ide o usporiadanie strojov do skupiniek (buniek) schopných produktívne vyrobiť položky s príbuznými výrobnými požiadavkami. Stroje sú usporiadané tak, aby vytvárali minimálne nároky na prepravu. Bunková výroba spája výhody technologického a predmetného usporiadania (Kavan, 2002).



Obrázok č. 5: Bunkové usporiadanie
(Zdroj: Jurová, 2015)

Skupinová technológia (group technology)

Skupinová technológia podporuje bunkové usporiadanie strojov. Jej princíp spočíva v typizácii výrobných položiek podobnej konštrukcie a podobných výrobných požiadaviek (Kavan, 2002).

Pružné výrobné systémy (flexible manufacturing systems)

Pružné výrobné systémy predstavujú automatizovanú verziu bunkovej výroby. Počítače riadia pohyb výrobku a zároveň aj začiatok práce každého stroja (Kavan, 2002).

2.3 Postup tvorby návrhu nového layoutu

Optimálny a efektívny návrh rozmiestnenia pracovísk je možné dosiahnuť viacerými spôsobmi. Autor Heragu (2016) uvádza postup obsahujúci 7 krokov, ktorý nazýva konštrukčným riešením. Uvádzaný postup má zjavný nedostatok, ktorým je jeho zdĺhavosť. Jednotlivé kroky spomínaného postupu sú:

1. identifikácia problému;
2. získanie potrebných dát;
3. formulovanie matematického modelu pre problém;
4. vývoj alebo výber algoritmu a jeho použitie na vyriešenie problému;
5. generovanie alternatív, ich vyhodnotenie a výber;
6. implementovanie vybranej alternatívy;
7. priebežná kontrola po implementácii.

Už pri prvom kroku je podstatné, aby človek vykonávajúci identifikáciu problému vedel rozoznať reálny problém a symptóm, ktorý zo samotného problému vyplýva. Napríklad manažér spozoruje neuspokojivé výsledky konkrétneho pracoviska a jeho prvým predpokladom môže byť, že daný problém vznikol kvôli nedostatočnej výkonnosti pracovníkov realizujúcich dané procesy. Pritom realita je, že výsledky sú podmienené neefektívnym usporiadaním pracoviska (Heragu, 2016).

Pri druhom kroku uvádzaného postupu je dôležité vedieť, na aké informácie a dáta je potrebné sa sústrediť. Podľa autora Heragu (2016) je významné sa sústrediť na analýzu produktu a analýzu zariadenia. Prostredníctvom analýzy produktu vieme pochopiť súvislosti a postup jeho výroby a presuny medzi jednotlivými výrobnými stanoviskami. Vďaka analýze zariadenia môžeme disponovať informáciami ohľadom toho, aké stroje máme sa pri daných činnostiach využívať a aké sú možnosti ich presunu.

Autori Reid a Sanders (2009) uvádzajú postup návrhu rozmiestnenia pracovísk v troch krokoch:

1. získanie informácií;
2. vypracovanie blokového alebo schematického plánu;
3. vypracovanie detailného layoutu.

Prvý krok sa skladá z viacerých čiastkových krokov. Podľa autorov je dôležité ako prvé zistiť potrebný priestor a to sústredením sa na väčšie celky, napríklad jednotlivé dielne a ich priestorové potreby dané rozmermi strojov, počtami potrebných zamestnancov na danom pracovisku a priestorom nutného na presun pri obsluhovaní daného pracoviska (Reid, Sanders, 2009).

Následne je dôležité zistiť dostupný priestor napríklad prostredníctvom pôdorysu plánovaného umiestnenia. V tejto časti je potrebné zistiť, či priestor spĺňa požiadavky opísané vyššie (Reid, Sanders, 2009).

Posledný čiastkovým krokom je zistiť mieru blízkosti. Týmto je možné určiť, ktoré pracoviská je významné mať v tesnej blízkosti, aby to malo pozitívny dopad na dosahované výsledky. Mieru blízkosti vieme určiť prostredníctvom dvoch metód (Reid, Sanders, 2009):

- **From-to matrix** – matica znázorňujúca počet presunov v oboch smeroch medzi každou dvojicou pracovísk. Tabuľka môže mať napríklad nasledujúcu podobu:

Tabuľka č. 2: From-to matrix

(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa Reid, Sanders, 2009)

	Počet presunov medzi pracoviskami			
Pracovisko	1.	2.	3.	4.
1.	X	0	19	39
2.	X	X	27	4
3.	X	X	X	11
4.	X	X	X	X

- **REL chart** – vzťahová tabuľka, ktorá prostredníctvom hodnôt, ktoré obsahuje, určuje silu vzťahu medzi jednotlivými pracoviskami na základe

určenej škály. Hodnoty sú určené na základe subjektívneho názoru osoby, ktorá tabuľku vytvára. Podoba vzťahovej tabuľky môže byť napríklad nasledovná:

Tabuľka č. 3: REL chart

(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa Reid, Sanders, 2009)

	Vzťahy medzi pracoviskami			
Pracovisko	1.	2.	3.	4.
1.	-	X	I	A
2.	-	-	E	U
3.	-	-	-	O
4.	-	-	-	-

Škála jednotlivých hodnôt:

- A – absolútne potrebné;
- E – veľmi významné;
- I – významné;
- O – bežná blízkosť;
- U – nevýznamné;
- X – nežiadúce.

2.4 Plytvanie

Pojem plytvanie je v spojení so štíhlou výrobou kľúčový. Plytvanie označuje všetko, prostredníctvom čoho sú zvyšované náklady výrobku alebo služby bez toho, aby to zároveň zvyšovalo ich hodnotu. Zákazník nie je ochotný za tieto náklady, ktoré nepri dávajú hodnotu, platiť (Liker, 2004).

V kontexte štíhlej výroby rozoznávame niekoľko základných foriem plytvania, ktoré sa do určitej miery vyskytujú v každom výrobnom systéme a ktoré možno prostredníctvom prvkov štíhlej výroby eliminovať (Jurová, 2016):

- **nadvýroba** – výroba väčšieho počtu produktov bez požiadavky zákazníka má za následok ohromné plytvanie. Týmto spôsobom vzniká zbytočná potreba väčších skladovacích priestorov a zvyšujú sa tak administratívne a dopravné náklady;

- **nadbytočná práca** – nadbytočné spracovania bývajú tam, kde sú použité pri spracovaní výrobku resp. služby nevhodné technológie, práca s toleranciou a kvalitou, ktorú zákazník nevyžaduje. V každom kroku nadobúda produkt pridanú hodnotu, kde je naďalej posielaný do ďalšieho procesu. Tento druh plytvania je výsledkom neschopnosti časovo zladit' jednotlivé procesy;
- **zbytočný pohyb** – akýkoľvek pohyb zamestnancov, ktorý neprináša pridanú hodnotu, je neproduktívny. Napríklad by malo byť z pracoviska odstránené zdvíhanie alebo nosenie ťažkých predmetov, to sa dá doceliť zmenou usporiadania pracoviska;
- **nadbytočné zásoby** – nadbytočné zásoby, ktoré nepridávajú žiadnu hodnotu a naopak zvyšujú prevádzkové náklady tým, že zaberajú miesto a vyžadujú využitie ďalších zariadení, ktoré stoja peniaze navyše. Sú považované za najväčší zdroj plytvania;
- **čakanie** – akékoľvek zastavenie z dôvodu nerovnováhy na výrobnnej linke, nedostatku súčiastok alebo poruchy stroja. S čakaním sa obsluha stretáva v každom procese, môže existovať vo forme sekúnd či minút, kedy v danej chvíli zamestnanci len pozorujú a čakajú, kým príde ďalší výrobok a tým strácajú čas a spôsobujú plytvanie;
- **nekvalita** – nepodarok je akákoľvek chyba, ktorá prerušuje výrobu a vyžaduje nákladné opravy. Je to v podstate chyba výrobku resp. služby, ktorá ich robí nepredajnou a pre zákazníka neprijateľnou. Výrobok sa často musí vyhodit', kvôli svojej kvalite sa nedá použiť a nikto ho nechce. Jedná sa o vady výrobku či chybné spracované dokumenty;
- **nevyužitie schopností pracovníkov** – nevyužitie ľudského potenciálu, kde sú preškolení a kvalifikovaní pracovníci nasadzovaní na zlú pracovnú pozíciu, ktorú môžu vykonávať bežní zamestnanci. Do druhu plytvania intelektom sa dá zaradiť aj neuposlúchnutie pripomienok či nápadu na zlepšovanie daného procesu.

V podniku nemusí existovať iba jeden spôsob plytvania, ale viaceré, ktoré sa vzájomne ovplyvňujú a často môže byť ťažké ich definovať. Obmedzenie plytvania v jednej oblasti má zväčša pozitívny dopad na plytvanie v ďalších oblastiach (Jurová, 2016).

2.5 Management úzkych miest

Úzke miesto alebo inak povedané obmedzenie je súčasťou každého systému, ktorému zabráňuje dosiahnuť vyššieho stupňa výkonnosti (Košturiak, 2006).

Obmedzenia rozdeľujeme do troch kategórií (Košturiak, 2006):

- **fyzická obmedzenia** – stroje, ľudia, hmotné zdroje, zariadenia;
- **obmedzenia v riadení (manažérska obmedzenia)** – nevhodná pravidlá a kritéria, ktorými sa riadi daná organizácia;
- **obmedzenie v správaní ľudí (paradigma)** – ide o domnienky, presvedčenia alebo predpoklady, ktoré spôsobujú a podmieňujú existenciu manažérskych obmedzení. Často bráni v identifikácii manažérskych obmedzení.

Dvomi z piatich úloh managementu úzkych miest je identifikácia úzkeho miesta a odstránenie obmedzenia (Košturiak, 2006).

Pri vykonávaní identifikácii úzkeho miesta je možné využiť nasledujúce techniky (Košturiak, 2006):

- **využitie nástroja teórie obmedzení** (Theory of Constraints – TOC) – pokiaľ nevieme, kde sa úzke miesto nachádza a podnik je negatívne ovplyvňovaný viacerými negatívnymi javmi je výhodné využiť tento nástroj;
- **vyhládanie úzkeho miesta podľa príznakov** – táto technika sa spolieha na kombináciu intuície a skúsenosti osoby vykonávajúcu identifikáciu úzkeho miesta. Metodickou pomôckou môže byť zaznamenávanie oneskorenia procesov a konštrukcia Paretovho diagramu oneskorených úloh pre jednotlivé zdroje;
- **kapacitné výpočty** – štatistické vyjadrenie vytťaženia úzkeho miesta za určitú časovú jednotku.
- Typické pre odstránenie úzkeho miesta je zvyšovanie jeho kapacity – viac strojov, viac ľudí, non-stop prevádzka, atď. Pri tejto úlohe platí, že musíme investovať, aby sme mohli získať viac peňazí. Pri zvyšovaní zdrojov je nutné brať do úvahy návratnosť takýchto investícií. Pokiaľ je návratnosť nízka, je lepšie v tomto prípade ponechať obmedzenie v pôvodnom stave (Košturiak, 2006).

2.6 Zlepšovanie procesov

Na optimalizáciu procesov sú využívané rôzne metódy a nástroje. Niektoré metódy sú určené predovšetkým na priebežné (kontinuálne) zlepšovanie, iné metódy sú určené na dramatické zmeny vo veľmi krátkom čase. Každá metóda je niečím špecifická a záleží predovšetkým na konkrétnej firme, aká metóda na zlepšovanie procesov je pre ňu vhodná. Záleží predovšetkým na priemyselnom odvetví, v ktorom firma pôsobí, jej veľkosti, kultúre, skúsenosti riadiacich pracovníkov či postoji firmy (Dlabač, 2015).

2.7 Pracovný systém REFA

Každému človeku sú najrôznejšie formy práce v priemysle, remeslách, službách alebo domáce práce známe z vlastných skúseností. Prostredníctvom práce sa produkujú materiálne statky a služby najrôznorodejšieho druhu. Preto sa považuje za podstatnú základňu zabezpečenia materiálnej existencie spoločenstva aj jednotlivca, napr. prostredníctvom daní a poplatkov a prostredníctvom príjmu. Taktiež je považovaná ako základ a prostriedok inovácie, napr. práca ako výskum a vývoj. Preto sú pre prácu dôležité tri aspekty (REFA, 2003):

1. spoločenský aspekt,
2. ekonomický aspekt,
3. individuálny aspekt.

Celkový charakter práce je rozhodujúci faktor pre docielenie vedecko-technických, ekonomických a sociálnych účinkov. Z tohto dôvodu by práca mala byť vytváraná systematicky, aby mohla dosahovať požadované výsledky (REFA, 2003).

Za všeobecne platný model práce sa považuje pracovný systém podľa REFA. Môžeme ho popísať definovaním systémových pojmov. Pracovné analýzy, resp. pracovné štúdie sú spôsoby postupov pre popis a hodnotenie pracovných systémov. Systém práce sú vo svojej funkcii podnikové výkonové jednotky a zároveň stavebné prvky procesov. Realizácia určitej zákazníkovej objednávky prebieha riadenou súhrou rôznych systémov prác, väčšinou cez rôzne podnikové oblasti (REFA, 2003).

Organizáciu práce chápe ako vytvorenie podmienok pre účelnú súhru pracovných systémov v podnikových procesoch prispôbeným potrebám človeka presahujúc rámec všetkých úrovní podniku a prevádzkových jednotiek (REFA, 2003).

2.8 Analýza a meranie práce

Zandin (2003) meranie práce definuje ako „*uplatňovanie techník určených na stanovenie času, ktorý potrebuje kvalifikovaný personál na vykonanie špecifikovanej práce za určitých technických a organizačných podmienok pri danej úrovni výkonu*“.

Štandardné techniky merania práce rozlišujeme (Štůsek, 2007):

- odhady
- priame metódy
- nepriame metódy

Najpoužívanjšou metódou časovej štúdie je samotné priame meranie, ktoré sa realizujú priamym meraním času pracovných úloh pomocou stopiek. Druhá skupina sú nepriame merania, ktoré sú stále dostatočne využívané. Ide o systém tzv. vopred definovaných časov, ktoré sú priradené k jednotlivým pohybom pracovníka a teda norma je určená nepriamym spôsobom (Dlabač, 2012).

2.8.1 Nepriame meranie

„*Cieľom nepriameho merania alebo tiež systémov vopred určených časov je rozbor jednotlivých úkonov na základné pohyby, ktorým je následne podľa náročnosti priradený index zodpovedajúci určitej spotrebe času*“ (Dlabač, 2012).

Existuje viacero výhod systému vopred určených časov oproti priamemu meraniu, a to napríklad:

- odpadnutie subjektivity pri stanovovaní stupňa výkonu (systémy vopred určených časov pracujú so stupňom výkonu 100 %);
- možnosť použitia pre stanovenie budúcich operácií;
- možnosť použitia pre racionalizáciu pracovného postupu, organizáciu a usporiadanie pracoviska (Dlabač, 2012).

Jedným z najznámejších systémov vopred určených časov je systém **MTM** (Methods Time Measurement). Ide o systém, ktorý sa vyznačuje svojou zložitosťou a tým, že je nutné poznať podrobne všetky detaily, čiže časovou náročnosťou. Hlavným problémom môžeme definovať aj to, že každý pracovník vykonáva pohyb vždy trochu odlišne (Dlabač, 2012).

Súčasne je najpoužívanejšou metódou metóda **MOST** (Maynard Operation Sequence Technique), a to najmä vďaka jej vysokej presnosti a využiteľnosti takmer vo všetkých odvetviach priemyslu. Jej využitie umožňuje značné zvýšenie produktivity vykonávanej analýzy a je možné ju použiť priamo pre výrobné operácie a taktiež aj pre podporné činnosti v podniku (Dlabač, 2012).

2.8.2 Priame meranie

Ako už bolo spomenuté, ide o stanovenie spotreby času za pomoci stopiek, potrebných formulárov a prípadne špecializovaného zariadenia či softwarového systému, ktoré v podstate nahrádzajú stopky, papierové formuláre a následné prepisovanie týchto údajov do elektronickej podoby. V oblasti priameho merania môžeme rozlišovať dva základné prístupy. Pokiaľ cieľom merania je sledovanie pracovníka, v tom prípade využívame snímku pracovného dňa. Ak je cieľom sledovanie a určenie časovej náročnosti operácie, potom ide o chronometráž (Dlabač, 2012).

„Chronometráž slúži k stanoveniu dĺžky trvania určitého pracovného deja (operácie) a stále patrí medzi najpoužívanejší spôsob stanovenia výkonovej normy“ (Dlabač, 2012).

Výhodou chronometráže, ktorá plynie z podrobného rozdelenia operácií na jednotlivé činnosti, je predovšetkým vylúčenie extrémnych hodnôt jednotlivých úkonov a zaisťovanie pomerne vysokej spoľahlivosti meraní a definovanie problematických úkonov (Dlabač, 2012).

Snímok pracovného dňa je technika nepretržitého pozorovania akejkoľvek spotreby času v priebehu pracovnej zmeny. Cieľom snímku je získať ucelený prehľad o spotrebe času, určiť pomer činností nepridávajúcich hodnotu, identifikovať plytvanie a prípadne navrhnúť novú formu organizácie práce, ktorá by bola vhodnejšia a efektívnejšia (Dlabač, 2012).

Pre tento typ zaznamenávania spotreby času možno použiť rôzne druhy snímok (Pavelka, 2009):

- snímok pracovného dňa jednotlivca, prípadne čaty;
- hromadný snímok pracovného dňa;
- vlastný snímok pracovného dňa.

Z hľadiska analýzy a merania rozpoznávame aj štandardy nemeckej **systematiky REFA** (Reichsausschuss für Arbeitszeitermittlung). Voľným prekladom sa dá skratka organizácie REFA chápať ako „ríšsky výbor pre stanovovanie časových snímok práce“. Systematika REFA sa v rámci merania pracovných operácií opiera o priame meranie a pozorovanie. Meranie sa vykonáva napríklad digitálnymi stopkami alebo prostredníctvom špeciálnej meracej dosky. Vykonáva sa kontinuálna časová štúdia, teda štúdia náročnosti času na výrobnú operáciu prostredníctvom sústavného a opakovaného merania. Výstupom môže byť celopodnikovo štandardizovaná časová štúdia vychádzajúca práve z nemeckej systematiky (REFA, 2003).

Časová snímka REFA sa skladá z dvoch stránok. Prvá stránka (obrázok č. 6) obsahuje viaceré informácie, a to konkrétne o:

- meranej pracovnej úlohe – názov, podrobný pracovný postup a pracovná metóda;
- spracovávanej výrobnej dávke – číslo objednávky, množstvo na začiatku, množstvo na konci;
- časových údajoch zberu dát;
- využitých pracovných predmetoch;
- zamestnancoch, ktorí vykonávajú sledovanú pracovnú úlohu;
- prevádzkových prostriedkoch;
- vplyvoch okolia a poznámky;
- osobe, ktorá časový snímok vykonávala.

Druhá stránka (obrázok č. 7) obsahuje nasledujúce informácie:

- názvy jednotlivých činností a posledný krok činnosti;
- vzťahné množstvo – počet spracovávaných kusov počas jednej činnosti;
- počet meraní;
- výkonnosť pracovníka v % (L);
- časové informácie;
- štatistické vyhodnotenie.

206F0016		REFA-Časový snímok			Evidenčné číslo: list z listov		 innovation+service	
----------	--	--------------------	--	--	-----------------------------------	--	---	--

Pracovná úloha									
Číslo objednávky:			Množstvo m objednávky			Oddelenie		Nákladové stredisko	
Dátum čas.snímku		Začiatok		Čas	Koniec		Čas	Trvanie	
				Množstvo			Množstvo		
				Skladba času na jednotku		čas v s		Pôvod	
				Základný čas t_g				0,00	
				Čas na oddych t_{er} pri $z_{er} =$		%		5 0,00	
				Pomerný čas t_v pri $z_v =$		%		10 0,00	
				Ostatné prirážky					
				Čas na jednotku t_{e1}					
				$t_{e1}/t_{e100}/t_{e1000}$ v min/h					
				Prípravný čas t_p v min/h					
Pracovný postup a pracovná metóda									
Pracovný predmet	Názov	Materiál		Stav pri zadaní		Číslo výkresu	Číslo materiálu	Rozmery, tvary, hmotnosti	
Človek	Meno	Osobné číslo		m	ž	Vek	Doba výcviku		
							podobné úlohy	skúmané úlohy	
Prevádzkový prostriedok	Názov, typ	Počet	Číslo prevádzk. prostriedku	Rok výroby	Technické údaje, stav				
Vplyvy okolia							Odmeňovanie		
Poznámky									
Kvalita výslednej práce									
Spracoval		Preskúšal		Dátum		Platí od		do	

Obrázok č. 6: Časová snímka REFA - predná strana
(Zdroj: REFA, 2003)

Vydanie: A

Cyklické
Postupné

[illegible]

t [sek]	0,0
t [min]	0,00
t [min/sek]	0min0sek

31

3 POPIS SÚČASNÉHO STAVU PODNIKANIA

V tejto kapitole diplomovej práce bude predstavený vybraný výrobný podnik, v ktorom bola záverečná práca spracovávaná. Obsahom je popis histórie spoločnosti a predstavenie jej produktového portfólia, popis organizačnej štruktúry spoločnosti a rozobratie jej aktuálneho ekonomického stavu. Na záver tejto kapitoly budú predstavení dodávatelia a zákazníci spoločnosti.

3.1 Predstavenie podniku

Identifikačné údaje spoločnosti:

Obchodné meno: SEMIKRON, s. r. o.

Sídlo: Šteruská 3, 922 03 Vrbové, Slovenská republika

IČO: 31 423 230

Deň zápisu: 23. 10. 1992

Právna forma: Spoločnosť s ručením obmedzeným

Predmet činnosti: nákup, predaj a veľkoobchodná činnosť s priemyselným tovarom, spotrebným tovarom, chemikáliami a surovinami, okrem tých, na ktoré je potrebné zvláštne povolenie, sprostredkovanie v obchode a zastupovanie obchodných spoločností, vývoj nových technologických postupov pre výrobu elektrotechnických súčiastok a zariadení, výroba elektrotechnických súčiastok a zariadení (Obchodný register, 2021).



Obrázok č. 8: Logo spoločnosti SEMIKRON, s.r.o.
(Zdroj: The SEMIKRON Story, 2022)

3.2 História a súčasnosť

Dr. Friedrich Josef Martin založil v roku 1951 spoločnosť s názvom SEMIKRON INTERNATIONAL GmbH, ktorá začala podnikáť v oblasti elektrotechnického priemyslu. Ide o materskú spoločnosť nášho analyzovaného podniku, ktorá sídli v nemeckom meste Norimberg a aktuálne má svoje dcérske spoločnosti lokalizované v 25 krajinách po celom

svete ako napríklad v USA, Číne, Brazílii, Južnej Afrike, Taliansku, atď. (SEMIKRON, 2021).

Ako už bolo spomenuté, jednou z dcérskych spoločností je aj nami rozoberaný podnik SEMIKRON, s. r. o. Jeho história sa datuje od roku 1992, kedy podnikal pod svojim historickým názvom DIOTEC MANUFACTURING, s. r. o. Tento podnik so sídlom v obci Radošina bol založený zakladateľskou listinou dňa 14. 9. 1992 a vznikol 23. 10. 1992. Svoje pôsobenie začal výrobou polovodičových diód (SEMIKRON, 2021).

V roku 2000 už spomínaná spoločnosť SEMIKRON INTERNATIONAL GmbH tento výrobný podnik odkúpila, a tak vznikol SEMIKRON, s. r. o. V rámci rozširovania technologického a výrobného portfólia sa spoločnosť musela presťahovať do obce Vrbové, kde sídli dodnes. Svoju výrobu počala produkciou polovodičových diód, ktorú v roku 2005 rozšírila o výrobu výkonových modulov. Na Slovensku sa ako prvý typ modulu začal vyrábať produkt s názvom SEMITRANS. Postupom času bola výroba rozširovaná a ako ďalší typ modulu bol pridaný výrobok SEMITRANS. V súčasnosti sa podnik primárne sústreďuje na produkciu výkonových polovodičových modulov na báze tyristorov, diód a IGBT a na vývoj nových výrobkov. Výrobu aktuálne tvoria moduly s názvom SEMITRANS, SEMIPACK, SEMiX, SEMiSTART a Capsule (Machová, 2020).

Produkty spoločnosti SEMIKRON aktuálne tvoria jadro moderných energetických účinných motorových pohonov a priemyselných automatizačných systémov. Medzi ďalšie oblasti využitia môžeme zahrnúť obnoviteľné zdroje ako veterná a solárna energia, ďalej skladovanie energie, trakčné, napájacie zdroje ako aj hybridné a elektrické úžitkové vozidlá, telekomunikácia, biela technika, audio techniky. Ich produkty umožňujú vyvíjať menšie a energeticky úspornejšie elektrické systémy (Machová, 2020).



Obrázok č. 9: Produkty - SEMiSTART a SEMITRANS
(Zdroj: Interná dokumentácia, 2022)

3.3 Organizačná štruktúra

Keďže spoločnosť SEMIKRON je spoločnosť s ručením obmedzeným, jej najvyšším orgánom je valné zhromaždenie. V prípade nami rozoberaného podniku tvorí valné zhromaždenie iba jeden spoločník, a to jeho materská spoločnosť SEMIKRON INTERNATIONAL GmbH. Osoba, ktorá je oprávnená konať v mene spoločnosti, čiže zastáva pozíciu štatutárneho zástupcu, je konateľ. Spoločnosť doposiaľ disponovala dvomi konateľmi. Jeden zastával funkciu ekonomického riaditeľa a druhý vykonával funkciu technického riaditeľa spoločnosti. Aktuálne v spoločnosti vystupuje už iba jeden konateľ, ktorý zastáva doterajšiu funkciu oboch riaditeľov – technického aj ekonomického. Štatutárny orgán súčasne splňa aj funkciu vedenia spoločnosti, ktoré má za úlohu riadiť jednotlivé organizačné zložky podniku, ktoré spolu tvoria jeho organizačnú štruktúru. Tá je znázornená na obrázku č. 10. Proces riadenia v podniku využíva formu priameho riadenia, ku ktorej neodmysliteľne patrí kontrola zabezpečujúca spätnú väzbu (Interná dokumentácia, 2022).



Obrázok č. 10: Organizačná štruktúra
(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa Interná dokumentácia, 2022)

Oddelenie Životného prostredia a bezpečnosti sa primárne sústreďuje na to, aby jednotlivé výrobné procesy, výrobné zariadenia a ich rozmiestnenie boli v takom nastavení, aby nebolo ohrozené životné prostredie a zdravie ľudí. Medzi ich ďalšie úlohy spadá napríklad kontrola dodržiavania BOZP pravidiel alebo aj neustále zlepšovanie systému environmentálneho manažérstva, aby si podnik bol schopný udržať certifikáciu ISO 14001 (Machová, 2020).

Ďalším časťou organizačnej štruktúry je Hospodárske stredisko Moduly, v rámci ktorého aj bola spracovávaná táto diplomová práca. Pod týmto strediskom je radené produktové inžinierstvo a produkciu modulov. Medzi výrobu produktov sa zaradzuje aj samotné plánovanie výroby a údržba (Machová, 2020).

Ako už vyplýva zo samotného názvu ďalšej časti, základnou činnosťou Oddelenia Riadenia kvality je zabezpečiť analýzu, riadenie a kontrolu kvality všetkých vstupných materiálov, modulov a aj dodávateľov. Úlohou tohto oddelenia je aj vykonávať analýzu porúch a ich dopadov (Machová, 2020).

Ďalšou dôležitou zložkou organizačnej štruktúry je Vývoj. Zaoberá sa samotným vývojom či už nových alebo aj aktuálnych produktov a ich výrobnými procesmi. Následne rieši aj riadenie zmien a produktový management. Pre podnik ide o významnú funkciu, pretože aj vďaka vývoju si spoločnosť vie udržiavať svoju konkurencieschopnosť (Machová, 2020).

Nasledujúca časť spoločnosti má pod sebou viaceré pracoviská. Pod Administratívu spadá nákup, ktorý rieši obstarávanie dlhodobého aj krátkodobého majetku. Ďalej sa sem zaradzuje riadenie ľudských zdrojov, ktoré má na starosti nábor nových zamestnancov a vzdelávanie. Nakoniec sem spadá aj finančné riadenie, kontroling, informačné technológie a správa registratúry (Machová, 2020).

Posledným oddelením organizačnej štruktúry spoločnosti SEMIKRON je Centrálna logistika. Medzi jej základné činnosti sa radí zásobovanie, logistika, predaj produktov zákazníkom a riadenie skladu vrátane prijímania vstupného materiálu, jeho uskladnenia, výdaja do výroby a následne aj vychystaním na distribúciu (Machová, 2020).

3.4 Ekonomický stav

Podľa aktuálnych údajov nachádzajúcich sa na stránke finstat.sk podnik v roku 2019 dosahoval najnižší zisk za posledných 10 rokov svojho pôsobenia. Príčinou tejto skutočnosti je, že v roku 2019 zákazníci zrušili približne 50 % svojich objednávok. Tento fakt mal negatívny vplyv aj na výšku materiálových zásob. Spoločnosť bola nútená od dodávateľov prevziať objednaný materiál, ktorý mal slúžiť na pokrytie zrušených objednávok a preto disponovala vyššími zásobami, ako bolo potrebné a viazala svoj kapitál (Interná dokumentácia, 2021).

Nasledujúcim rokom - 2020 spoločnosť SEMIKRON obdržala už vyššie množstvo zákazníckych objednávok a tým dokázala dosiahnuť vyššie výnosy a vďaka tomu zvýšiť svoj zisk až na hodnotu 3 137 768 €.

Tabuľka č. 4: Ekonomický stav spoločnosti za rok 2020
(Zdroj: SEMIKRON, s. r. o., 2022)

ROK 2020	
Celkové výnosy	121 422 513 €
Zisk	3 137 768 €
Aktíva	46 799 047 €
Vlastný kapitál	18 404 387 €
Celková zadlženosť	60,67 %
Hrubá marža	17,97 %

Zisk

SEMIKRON, s.r.o.



Obrázok č. 11: Vývoj zisku v rokoch 2011 – 2020
(Zdroj: SEMIKRON, s. r. o., 2022)

4 ANALÝZA SÚČASNÉHO PODNIKANIA

V tejto kapitole diplomovej práce bude pre lepšie pochopenie analýzy podrobnejšie popísaná organizácia výroby. Následne sa analýza bude venovať predmetnej výrobnéj linke, kde bude rozobraný jej aktuálny stav fungovania, súčasný layout, výrobná dokumentácia a detailnejšia charakteristika spracovávaných produktov na tejto linke. Po tejto časti bude nasledovať dôkladný opis jednotlivých pracovísk, na ktorých je potrebné, aby boli obsluhované operátormi, a činností realizovaných na týchto pracoviskách. Následne po tejto charakteristike je v kapitole obsiahnuté meranie a analýza práce. Záver analýzy súčasného podnikania sa sústreďuje už na samotné vyhodnotenie celej kapitoly a získaných poznatkov, ktoré bude slúžiť ako podklad na spracovanie návrhovej časti tejto diplomovej práce.

4.1 Organizácia výroby

Zamestnanci oddelenia plánovania výroby vypracovávajú dokument s názvom Production Plan Forecast, ktorý obsahuje informácie o pravdepodobnej výške budúceho dopytu na základe predpovedí budúcich zákazníckych objednávok na dobu 6 mesiacov. Pri vytváraní tohto plánu musia brať do úvahy historické a súčasné dáta a informácie, svoje skúsenosti, trendy a predovšetkým aj plán predaja výrobkov. Potrebné podklady k vyhotoveniu im poskytuje oddelenie predaja sídlia v materskej spoločnosti. Production Plan Forecast sa nachádza v programe Management Information Systems a oddelenie plánovania výroby ho aktualizuje minimálne 1-krát za mesiac na základe nových informácií od spomínaného oddelenia predaja (Machová, 2020).

Aktuálne spoločnosť SEMIKRON, s. r. o. disponuje 427 operátormi pracujúcimi vo výrobe. Organizáciu a rozmiestnenie operátorov majú na starosti trénerky, ktoré o tom rozhodujú na základe spomínaného Production Plan Forecast-u, podľa počtu objednávok a podľa aktuálnych zmien. Zmeny môžu byť 8-hodinové – ranná, denná a nočná, alebo 12-hodinové – denná a nočná. Na základe rozhodnutia trénerky sú operátori pridelení na konkrétnu výrobnú linku a na konkrétne pracovisko v rámci nej, kde zotrvávajú zväčša 2 – 3 dni, kým nie sú presunutí na ďalšiu výrobnú linku. Presúvaní sú z dôvodu, aby neustále nevykonávali rovnakú prácu, čiže kvôli monotónnosti, ale aj z ergonomických dôvodov.

Pokiaľ nastane počas výroby problém, ktorý operátor nevie sám odstrániť, je jeho povinnosť oboznámiť o tom trénerku. Pokiaľ nie je v kompetencii trénerky daný problém vyriešiť, informuje o tom majstrovú. Majstrová operatívne riadi viaceré výrobné procesy a má na starosti jednu výrobnú halu. V spoločnosti sa nachádzajú 3 výrobné haly, čiže počas výroby sa tam nachádzajú 3 majstrové.

Každé ráno prebieha stretnutie pracovníkov z oddelenia plánovania výroby spolu s majstrovými a trénerkami. Na týchto stretnutiach si predávajú informácie ohľadom aktuálneho stavu výroby – dodržiavanie výrobného plánu, poruchy a prestoje vo výrobe alebo iné situácie, ktoré je potrebné riešiť.

4.2 Výrobná linka

Ako už bolo spomínané, spoločnosť SEMIKRON, s. r. o. má aktuálne tri výrobné haly, kde prebieha výroba rôznych modulov ich produktového portfólia. Diplomová práca je zameraná na poloautomatizovanú výrobnú linku, ktorá sa nachádza v jednej zo spomínaných výrobných hál. Táto výrobná linka bola najskôr využívaná v materskej spoločnosti, ale neskôr sa výroba, na ktorú bola výrobná linka určená, presťahovala na Slovensko. V spoločnosti SEMIKRON, s. r. o. je aktuálne táto linka od roku 2009 a je tu spracovávaných 9 modulov z produktovej rodiny, ktorá nesie názov SEMiX.

Podnik má aktuálne naplánované túto výrobnú linku presunúť do druhej výrobnéj haly z dôvodu zavedenia novej výroby modulu na jej stávajúce miesto. Týmto sa spoločnosti ponúka možnosť analyzovať všetky procesy prebiehajúce v rámci jej fungovania a v možnom prípade nedostatkov nájsť ich príčinu a zaviesť efektívne riešenie na jeho odstránenie.

Už pri plánovaní samotného presťahovania linky, sa ukázal jej prvý nedostatok. Elektrické vedenie, cez ktoré výrobná linka využíva energiu, je vedené cez takzvanú lávku (Obrázok č. 12). Pri jej sťahovaní sa bude musieť objednávať nová lávka, ktorá bude robená na mieru budúceho umiestnenia výrobnéj linky. Pokiaľ sa bude linka znova musieť presunúť na iné miesto vo výrobnéj hale, tento postup sa bude stále opakovať. Pre podnik to je nevýhodné, pretože to predstavuje náklad, ktorý musí vynaložiť vždy, keď budú musieť linku presťahovať.



Obrázok č. 12: Elektrické vedenie výrobnéj linky SEMiX
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

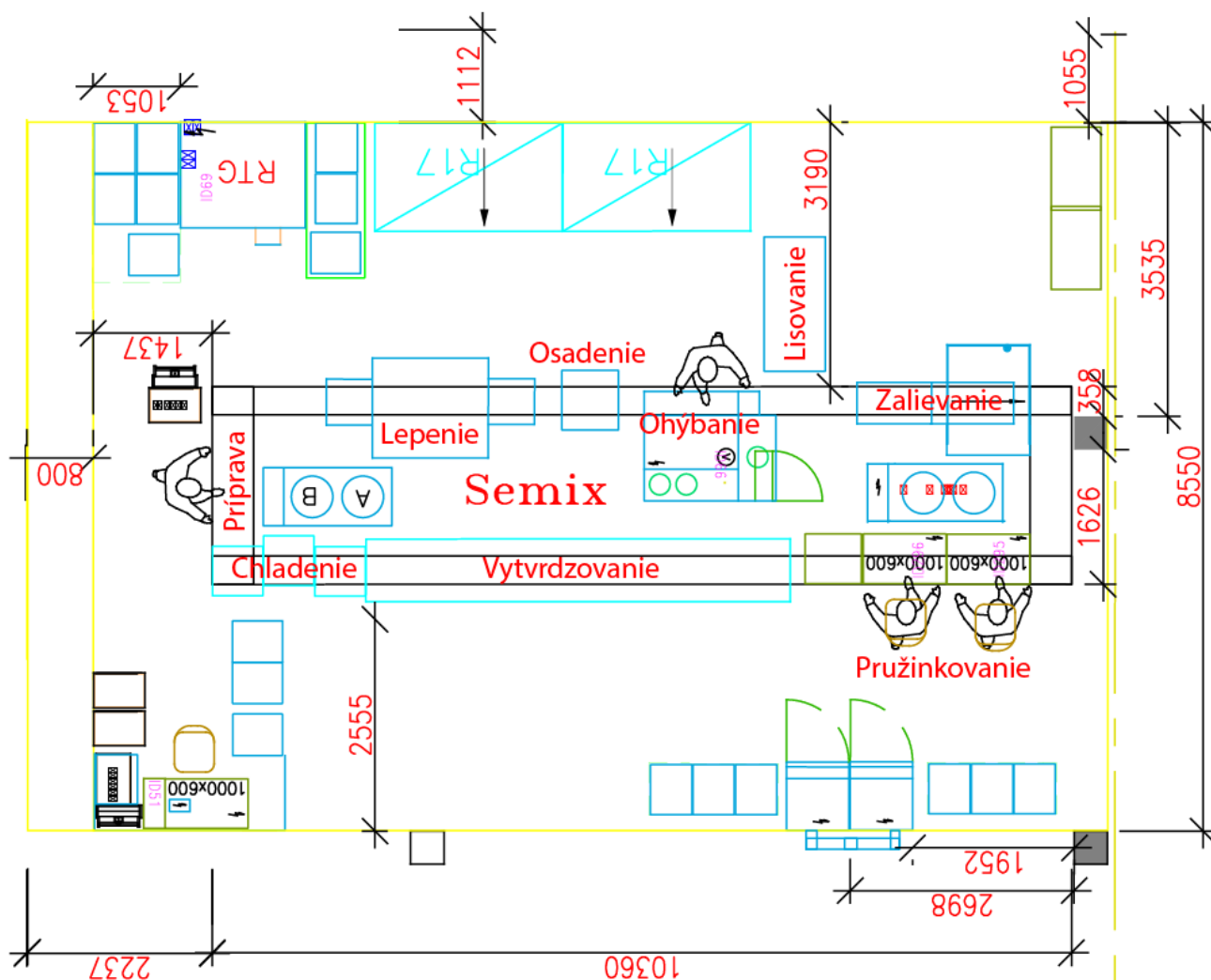
4.2.1 Layout

Layout výrobnéj linky (Obrázok č. 13) je aktuálne v tvare písmena O. Pri zavedení výroby modulov SEMiX mala výrobná linka tvar písmena I a všetky výrobné procesy a pracoviská nasledovali za sebou. Následne po analýze sa zistilo, že aktuálne písmeno O je efektívnejšie a pri sťahovaní výrobnéj linky sa navrhol a zaviedol nový layout, ktorý sa využíva dodnes.

Aktuálne sa tu nachádza 5 pracovísk, pri ktorých je nutné, aby boli obsluhované zamestnancom:

1. pracovisko – začiatok/koniec výrobnéj linky – nakladanie a vykladanie tórz;
2. pracovisko – nasádzanie puzdier;
3. pracovisko – ohýbanie;
4. pracovisko – lisovanie;
5. pracovisko – pružinkovanie.

Ako je znázornené aj na obrázku, optimálne množstvo operátorov priradených na túto výrobnú linku je 4. Popis ich práce a činností na jednotlivých pracoviskách bude obsiahnutý v kapitole Výrobný proces.



Obrázok č. 13: Aktuálny layout výrobnjej linky SEMiX
(Zdroj: Interná dokumentácia, 2022)

4.2.2 Výrobok

Výrobok, ktorý sa spracováva na výrobnjej linke, ktorá je predmetom tejto záverečnej práce, nesie názov SEMiX. Modulov produkovaných v rámci tejto rodiny je viacero typov, konkrétne to sú (Interná dokumentácia, 2022):

- SEMiX 1S
- SEMiX 1 Rectifier
- SEMiX 2
- SEMiX 2S
- SEMiX 2 Rectifier
- SEMiX 3
- SEMiX 3S
- SEMiX 3 Press-fit
- SEMiX 33c
- SEMiX 4
- SEMiX 4S
- SEMiX 6 Press-fit

- SEMiX 13

- SEMiX 13 Rectifier

Po prvýkrát bol modul predstavený na veľtrhu PCIM v roku 2003. Odvtedy sa ponuka rozrástla a v súčasnosti je v ponuke rodina týchto modulov s rôznymi veľkosťami a možnosťami aplikácií. V ponuke sú moduly v tyristorovo/ diódovom prevedení, v prevedení usmerňovačov (Rectifier modules) a v IGBT prevedení, ale vonkajší dizajn celej rodiny SEMiX je založený na rovnakom princípe a použitie strunkových kontaktov ponúka výhodu bezspájkového pripojenia riadiacej elektroniky. Avšak technológia kontaktov press-fit, predstavuje mnohé výhody oproti strunkovým kontaktom. Medzi najhlavnejšie výhody patrí zvýšenie spoľahlivosti, šetrenie času, a možnosť pripojiť k modulu riadiacu PCB dosku z oboch strán. Hlavne kvôli týmto výhodám sa už dnes prejavuje pokles dopytu modulov so strunkovými kontaktmi v prospech SEMiX press-fit modulov (Interná dokumentácia, 2022).

Až polovica všetkých modulov SEMiX sa používa na riadenie motorov. Medzi ďalšie oblasti, kde sa využívajú, patria napríklad záložné zdroje, solárne elektrárne, ovládanie výtťahov a mnoho ďalších (Interná dokumentácia, 2022).



Obrázok č. 14: Výrobky SEMiX 2S a SEMiX 13
(Zdroj: Interná dokumentácia, 2022)

4.3 Výrobná dokumentácia

Ku každej výrobnej dávke sa viaže výrobná dokumentácia – obežníkový list alebo tzv. obežník, ktorý sa pohybuje s danou dávkou skrz celý výrobný proces. Je veľmi dôležitá, pretože sa tam zaznamenávajú všetky procesy, ktoré sa vykonali na danej dávke a všetky potrebné informácie s nimi súvisiace.

Na obrázku č. 15 je možné vidieť prvé dve strany tejto dokumentácie obsahujúce chronologicky usporiadané procesy, ktoré je nutné vykonať na danej dávke. Procesy 07 Čistenie torza v ionizačnej komore – 12 Vytvrdzovanie sú činnosti, ktoré prebiehajú

na predmetnej výrobnjej linke SEMiX a ktorým sa budeme v tejto práci venovať. Nachádza sa tu aj informácia o počte kusov po každej činnosti, aby bolo prehľadne vidieť, kedy vznikli nepodarky. Každý operátor okrem počtu kusov tu zapisuje aj dátum vykonania danej operácie a podpisuje sa, aby bolo možné spätne zistiť, kto mal zodpovednosť za danú činnosť.

Obežníkový list 2111SK00139328 22. 4. 2022

MSO - Kod hlasenia: Date Code: 22150

Ag	ks	AS (ks)	AS CODE	Medizisus et (ks)	Datum-podpis
11 Montaz struniek u	300				
12 Vytvrdzovanie WV uE	300				
14 Kontrola 100% opticka kontrola	300				
16 Znacenie Lasera (posocny DMX-kod) u					
17 Meranie za tepla uE					
19 Meranie za studena uE					
21 Znacenie LASEROM u	300				
22 Opravy u					
23 QCF kontrola u	300				
24 Balenie u					
25 Expedicia urE	300				

Batch Number: 2111SK0013932801

Obrázok č. 15: Obežníkový list - zoznam procesov
(Zdroj: Interná dokumentácia, 2022)

V obežníkovom liste sa okrem zoznamu jednotlivých procesov nachádza aj materiállový list (obrázok č. 16), ktorý je využívaný na jednotlivých pracoviskách pri daných činnostiach. Operátori si na základe neho kontrolujú napríklad šarže potrebného materiálu a pripravujú si svoje pracoviská.

Ako ďalšie sa v obežníku nachádzajú výrobné testy, a to konkrétne:

- hmotnostný a vytvrdzovací test lepidla;
- hmotnostný a vytvrdzovací test gélu na začiatku zmeny alebo po servisnom zásahu;
- hmotnostný a vytvrdzovací test pre silikónový gél pre 1. zaliaty modul;
- optická kontrola zatavenia;
- kontrola merača rovinosti.

Po výrobných testoch sa v obežníku nachádza tabuľka pre hlásenie opráv, ktoré bolo potrebné na danej dávke vykonať. Zapisuje sa kód hlásenia, poznámka, počet kusov, meno pracovníka a dátum vykonanie opravy. Ako posledné je možné v obežníkovej dokumentácii nájsť podrobné výkresy typu modulu, s ktorým daná výrobná dokumentácia súvisí.

MATERIALLISTE2111SK0013932822. 4. 2022

Druckdatum: 13. 4.

Semix

Startmenge: 300 ks

BSK98060 SEMiX 2S

27891100 SEMiX402GB066HDs

Zapojenie

Napatie

Special

Pocet MP

GB

0600 V

STD

2

Prud

Typ cipu

Typ pruziniek

Cislo

400A

IGBT 3 600V Trench

lange

27891100 SEMiX402GB066HDs

Artikel	AN	Istmenge	Menge/Modul	Charge
32953000 SEMICOSIL 988 A BSK02070 Lepidlo	00	75.0000 G	0,25 G	
32953100 SEMICOSIL 988 B BSK02070 Lepidlo	00	75.0000 G	0,25 G	
33901880 Housing asm Semix 2s BSK15060 Puzdro Semix	12	300 ks	1,00 ks	20220217
				* 2 0 2 2 0 2 1 7 *
32312400 Hexagon nut - M6 BSK16020 DIN matica	02	1200.000 ks	4,00 ks	
35898378 SILICON-GEL KOMP.B (612 B) BSK02060 Silikonovy gel		1800.0000 G	6,00 G	
35898379 SILICON-GEL KOMP.A (612 A) BSK02060 Silikonovy gel		1800.0000 G	6,00 G	
34110300 Contact spring long BSK13010 Pomocny vodiv	14	3300 ks	11,00 ks	20220323
				* 2 0 2 2 0 3 2 3 *
32784000 Wellstanzverpackung für IGBT BSK030100 Baliace - Semix	03	50.0100 ks	0,17 ks	
41169350 Clamshell Semix 2 BSK030100 Baliace - Semix	01	50.0100 ks	0,17 ks	

Obrázok č. 16: Obežníkový list – materiálový list
(Zdroj: Interná dokumentácia, 2022)

4.4 Príprava výrobného procesu

Pred samotným začatím procesu sú operátori povinní pripraviť svoje pracoviská na spracovanie danej dávky. Keďže sa na výrobnéj linke spracúvajú viaceré typy modulov, je potrebné zabezpečiť, aby pred každou dávkou boli pracoviská prispôsobené danému typu.

Ako už bolo spomínané, operátor je povinný zapísať počet kusov, kedy bola činnosť vykonaná a podpísať sa. Slúži to na spätné zistenie zodpovednosti v prípade problémov s danou dávkou.

Podľa typu modulu musí operátor nastaviť program lepiaceho zariadenia K2570 a pri prvom nosiči je jeho povinnosťou skontrolovať správnosť a presnosť naniesenia stopy lepidla podľa príslušného obrázku v prílohe pracovnej inštrukcii, ktorá sa nachádza priamo na pracovisku.

Na pracovisku nasádzanie puzdier si musí operátor vždy podľa šarže uvedenej v obežníkovom liste pripraviť príslušné puzdra. Materiál s puzdrami sa nachádza oproti pracovisku na regáloch. Na layoute výrobnéj linky (obrázok č. 13) je tento regál znázornený ako R17. Tento materiál je dopĺňaný skladníkmi počas jednotlivých zmien pri ich kontrolách.

Následne operátor pripraví pracovisko ohýbania terminálov. Zariadenie slúžiace na ohýbanie zapne a do držiakov na otočnom stole umiestni správne nástavce pre ohýbanie typu modulu podľa výrobnéj dokumentácie. Je nutné, aby zamestnanec skontroloval aj čistotu zariadenia, aby pri jeho používaní nedošlo k poškodeniu modulu. Následne vymení aj ohýbacie nástroje a nástavec pre odklonenie terminálov. Ako posledné si operátor skontroluje, či má dostatok matíc v zariadení.

Pri ohýbaní modulov SEMiX 13 a SEMiX 13R je nutné po ohýbaní terminálov využívať aj ručné lisovacie zariadenie. Na začiatku je dôležité skontrolovať výšku nastavenia lisu pomocou kalibra.

Operátori, ktorí sú priradení k pracovisku pružinkovanie alebo vkladanie pružiniek, si musia pripraviť šablónu pre správne umiestňovanie pružiniek podľa typu modulu, na ktorom budú túto činnosť vykonávať. Túto šablónu musí skontrolovať trénerka, ktorá podpíše správnosť vybraného prípravku na základe príslušnej obežníkovej dokumentácie. Následne si zamestnanci musia pripraviť pružinky so správnou dĺžkou podľa materiálového listu. Ich ďalšou úlohou je pripraviť pracovisko zalievania silikónom, kde silikón taktiež musí byť skontrolovaný a odsúhlasený trénerkou.

Ako posledným pracoviskom modul prechádza vytvrdzovacou pecou. Pred začatím spracovania výrobkov, operátor zapne zariadenia a počká kým teplota na horných regulátoroch dosiahne nastavenú teplotu. Pred začiatkom každej zmeny je povinný vykonať skúšku vytvrdzenia a výsledok zapísať do výrobnéj dokumentácie.

4.5 Výrobný proces

V rámci tejto kapitoly diplomovej práce budú rozobrané a podrobne opísané všetky činnosti prebiehajúce na pracoviskách, na ktorých je potrebné, aby boli obsluhované operátormi a na ktorých bude prebiehať meranie práce.

Pracovisko č. 1

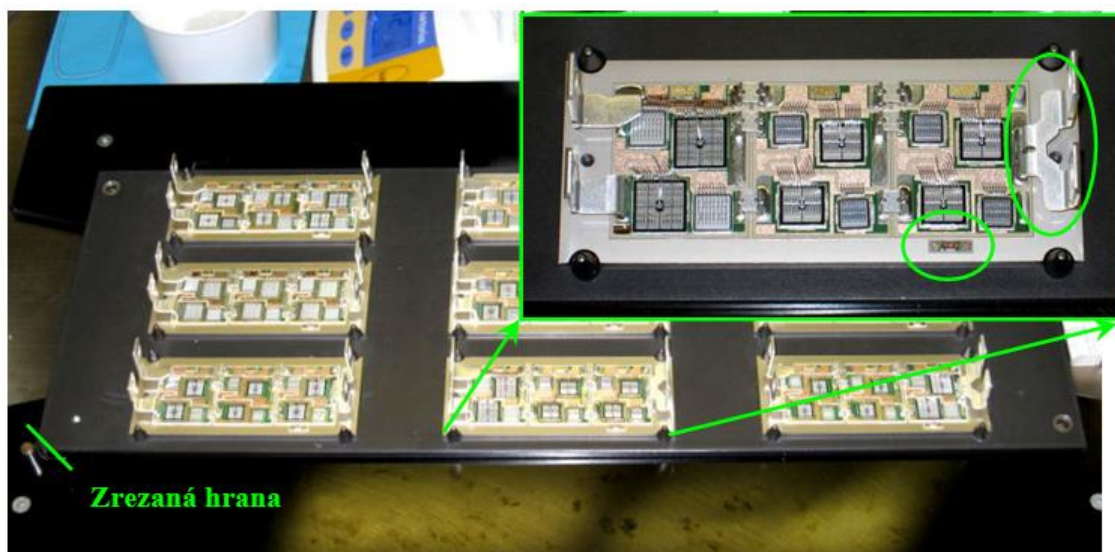
Ako už bolo spomínané, výrobná linka má tvar písmena O. To znamená, že celý výrobný proces začína a končí na jednom mieste – pracovisko č. 1 (Obrázok č. 17).



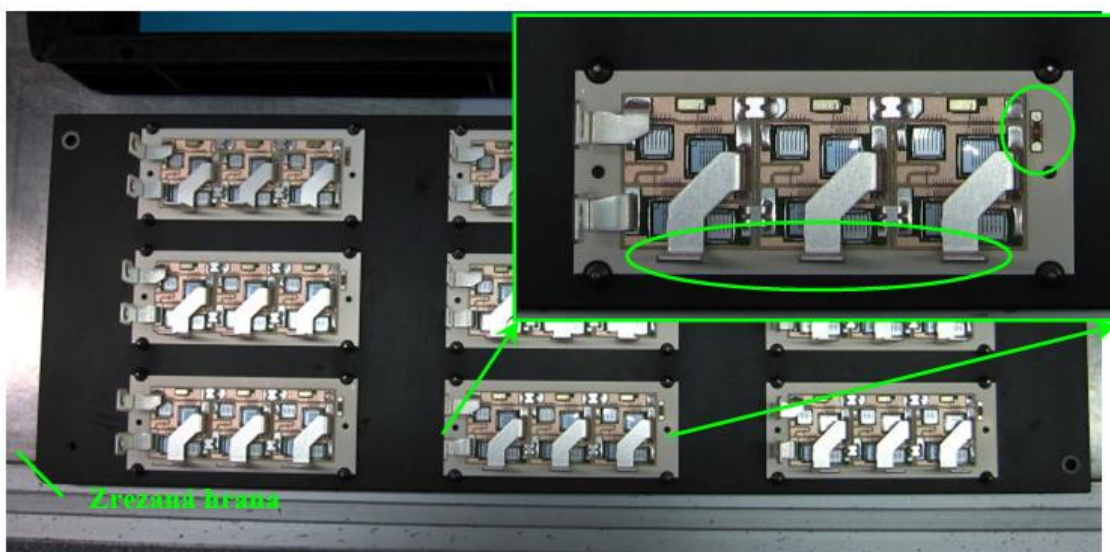
Obrázok č. 17: Pracovisko č. 1 – príprava torz
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Začiatok procesu začína tým, že operátor si musí prepravky s príslušnými torzami preložiť z transportného vozíka na zdvíhacie zariadenie. Toto zariadenie im uľahčuje prácu, pretože prepravky zdvíha do potrebnej výšky tak, aby sa operátor nemusel po torzá prehýnať. Následne si operátor na výrobnú linku položí nosič, ktorý je umiestnený na regály oproti pracovisku, prostredníctvom ktorého sa polotovar presúva po celej výrobnéj linke. Je potrebné, aby nosič bol uložený správnym smerom – zrezanou hranou nadol. Postupne začne pracovník presúvať torzá na nosič, pri čom aj tu svoju pozornosť musí

sústrediť na to, aby boli jednotlivé kusy správne a rovnako orientované. Uloženie záleží od druhu modulu, pričom musí byť striedavý prívod napravo a teplotný senzor nadol (Obrázok č. 18) alebo striedavé prívody nadol a teplotný senzor napravo (Obrázok č. 19).



Obrázok č. 18: Správne uloženie torza - striedavý prívod napravo a teplotný senzor nadol
(Zdroj: Interná dokumentácia, 2022)



Obrázok č. 19: Správne uloženie torza - striedavé prívody nadol a teplotný senzor napravo
(Zdroj: Interná dokumentácia, 2022)

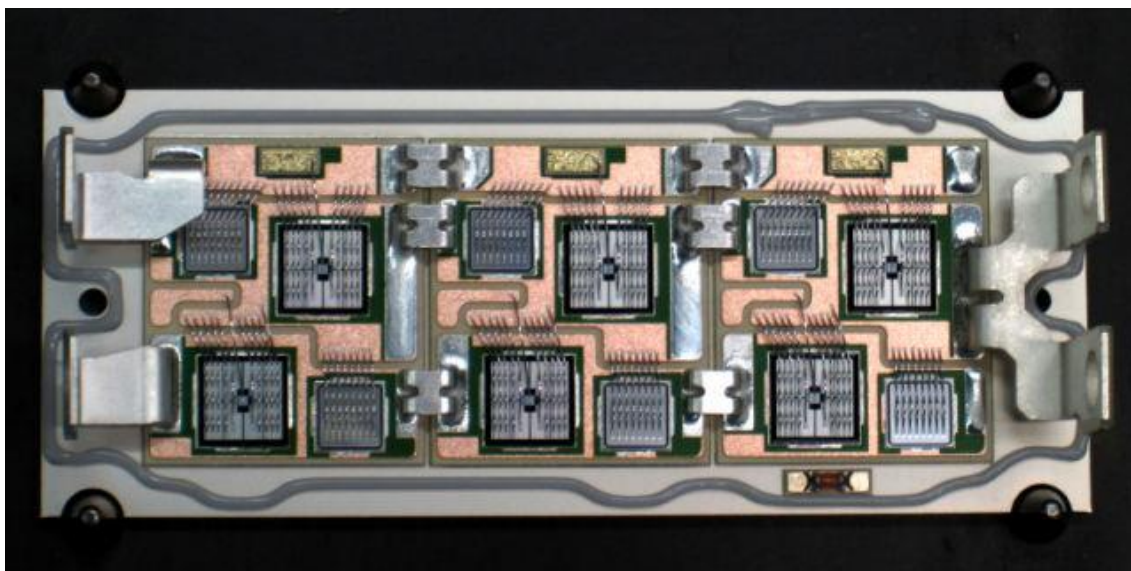
Po uložení torz na nosič je operátorka povinná pomocou šablóny príslušného modulu skontrolovať, či sú všetky prívody zarovnané. Následne môže nosič s pripravenými torzami poslať na dopravný pás.

Je dôležité poznamenať, že operátor si nemôže pripraviť nosiče so všetkými torzami a hneď ich aj poslať. Keďže do ionizačnej komory a do lepiaceho zariadenia môže ísť iba

jeden nosič v jednom okamihu, musí sa tomu prispôsobovať a počkať, kým sa uvoľní miesto v týchto zariadeniach. Operátor uvoľňuje nosiče stlačením tlačidla, ktoré sa na obrázku č. 17 nachádza vedľa červeného tlačidla. To, či je možné posunúť nosič s torzami na dopravný pás, je znázornené rozsvietením tlačidla prostredníctvom ktorým sa posúva ďalej.

Pracovisko č. 2

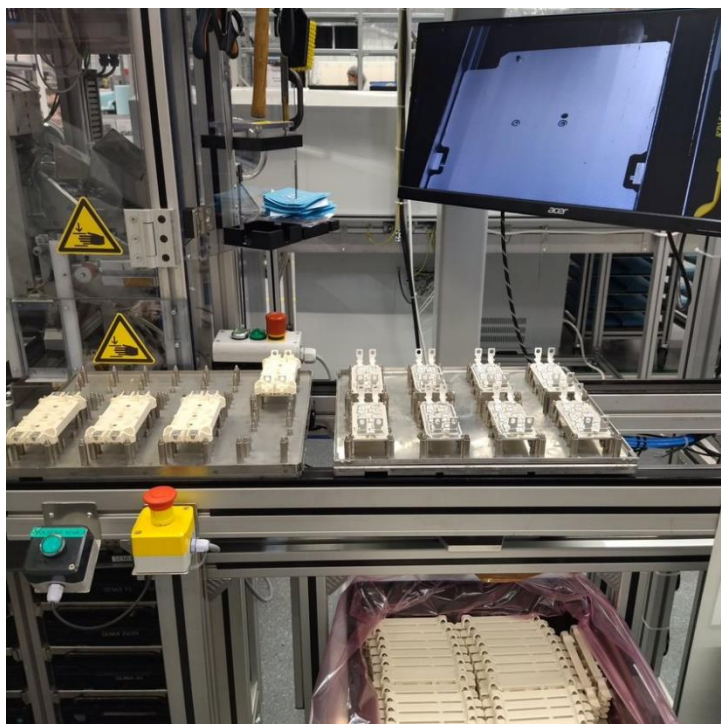
Následne je nosič prostredníctvom dopravného pásu presunutý do ionizačnej komory, kde prebieha proces ofuku. Po ukončení tohto procesu sa nosič posunie prostredníctvom pásu do lepiaceho zariadenia, kde prebieha proces nanášania lepidla na torzá. Ako už bolo spomenuté v predchádzajúcej kapitole, operátorka je povinná vizuálne skontrolovať správnosť a presnosť nanášania stopy lepidla pri prvom nosiči s torzami. Správne nanesené lepidlo na jeden z vybraných modulov je znázornené na obrázku č. 20.



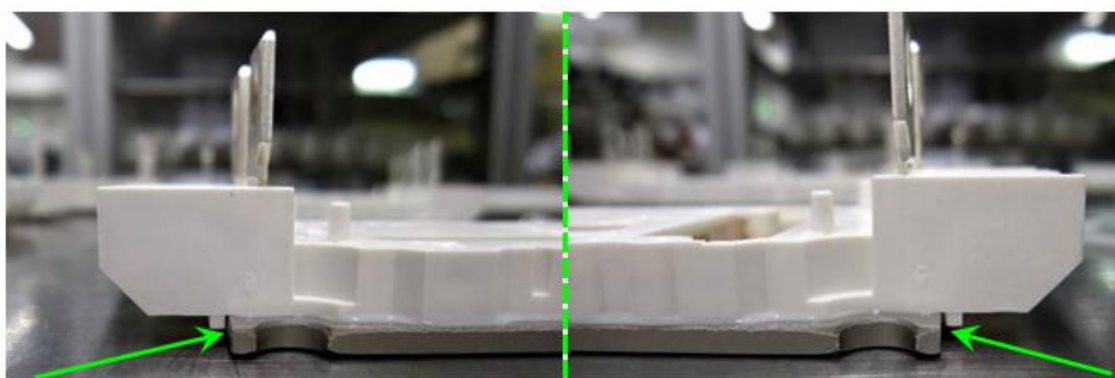
Obrázok č. 20: Správne nanesené lepidlo
(Zdroj: Interná dokumentácia, 2022)

Po nanesení lepidla je nosič s torzami presunutý na pracovisko nasádzania puzdier (Obrázok č. 21). Na tomto pracovisku operátor ručne nasádza puzdra tak, aby pevne sedeli na torze (Obrázok č. 22).

Toto pracovisko je obsluhované operátorom, ktorý zároveň obsluhuje aj pracovisko č. 3 ohýbanie prívodov a pracovisko č. 4 lisovanie.



Obrázok č. 21: Pracovisko č. 2 - nasádzanie puzdier
(Zdroj: Vlastné spracovanie)



Obrázok č. 22: Správne nasadené torzo na puzdre
(Zdroj: Interná dokumentácia, 2022)

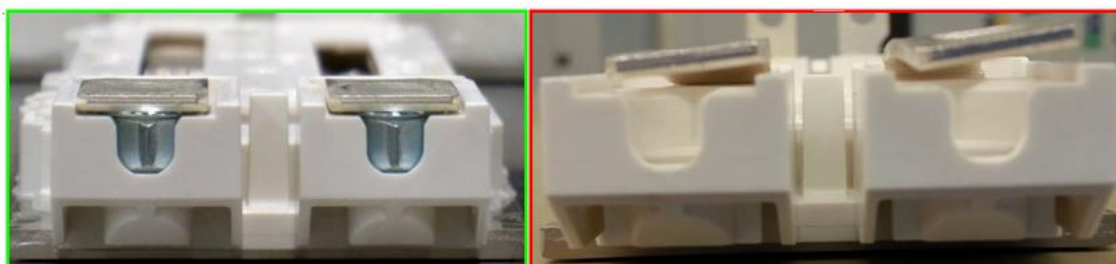
Pracovisko č. 3

Po nasadení puzdier výrobný proces pokračuje pracoviskom, na ktorom prebieha ohýbanie prívodov (Obrázok č. 23). Operátorka prekladá moduly z nosičov do držiakov na otočnom stole ohýbacieho zariadenia tak, aby boli čitateľné znaky a čísla. Otočný stôl sa uvoľňuje dotykovým tlačidlom, ktorý sa rozsvieti na zeleno. Po jeho „zatlačení“ je možné otočiť stôl smerom doprava (v protismere hodinových ručičiek) o jednu pozíciu.



Obrázok č. 23: Pracovisko č. 3 - ohýbanie prívodov
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Ak je modul v poriadku – vloženie všetkých maticiek, správne ohnutie terminálov (Obrázok č. 24), bez nečistôt a poškodenia, modul je možné posunúť na ďalšiu operáciu. V ostatných prípadoch je operátor povinný postupovať podľa tabuľky č. 5.



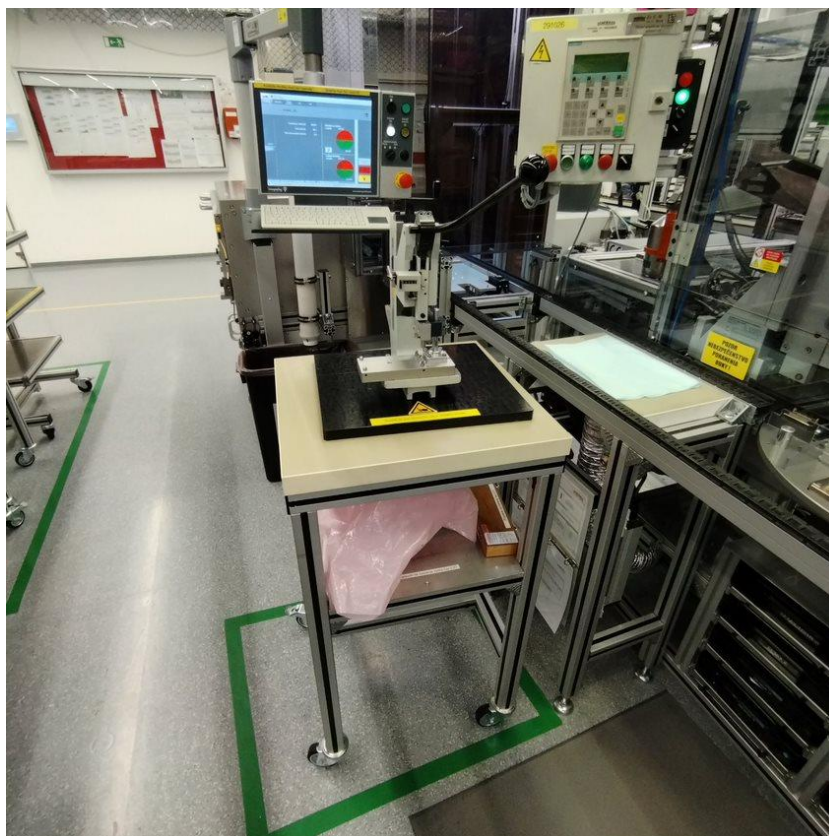
Obrázok č. 24: Správne a nesprávne ohnutie prívodov
(Zdroj: Interná dokumentácia, 2022)

Tabuľka č. 5: Postup pri kontrole matičiek
(Zdroj: Interná dokumentácia, 2022)

Matičky	Terminály	Postup
Všetky vložené	Správne ohnuté	Žiadna oprava
Všetky vložené	Slabo ohnuté	Ohnúť na ručnej ohýbačke
Všetky vložené	Deformované	Postup konzultovať s pracovníkom kvality
Všetky vložené	Vôbec neohnuté	Vysypať matičky do červenej krabčky, znova vložiť do ohýbacieho zariadenia a ohnúť
Nie všetky vložené	Deformované	Postup konzultovať s pracovníkom kvality
Nie všetky vložené	Slabo ohnuté	Ručne vložiť matičky, ohnúť na ručnej ohýbačke
Nie všetky vložené	Vôbec neohnuté	Vysypať matičky do červenej krabčky, znova vložiť do ohýbacieho zariadenia a ohnúť

Pracovisko č. 4

Pri jednom type modulov je operátor povinný po ohýbaní modulov ich ručne zalisovať na lisovacom zariadení (Obrázok č. 25). Toto lisovanie prebieha na rovnakom mieste ako ohýbanie prívodov. Pracovník má ručný lis umiestnený po svojej ľavej strane, aby nemusel robiť zbytočné pohyby navyše. Po vykonaní ručného lisovania prebehne vizuálna kontrola výsledku a modul je presunutý na nosič a prostredníctvom dopravného pásu je presunutý na ďalšiu časť výrobnéj linky – zalievanie.



Obrázok č. 25: Pracovisko č. 4 - ručné lisovanie
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

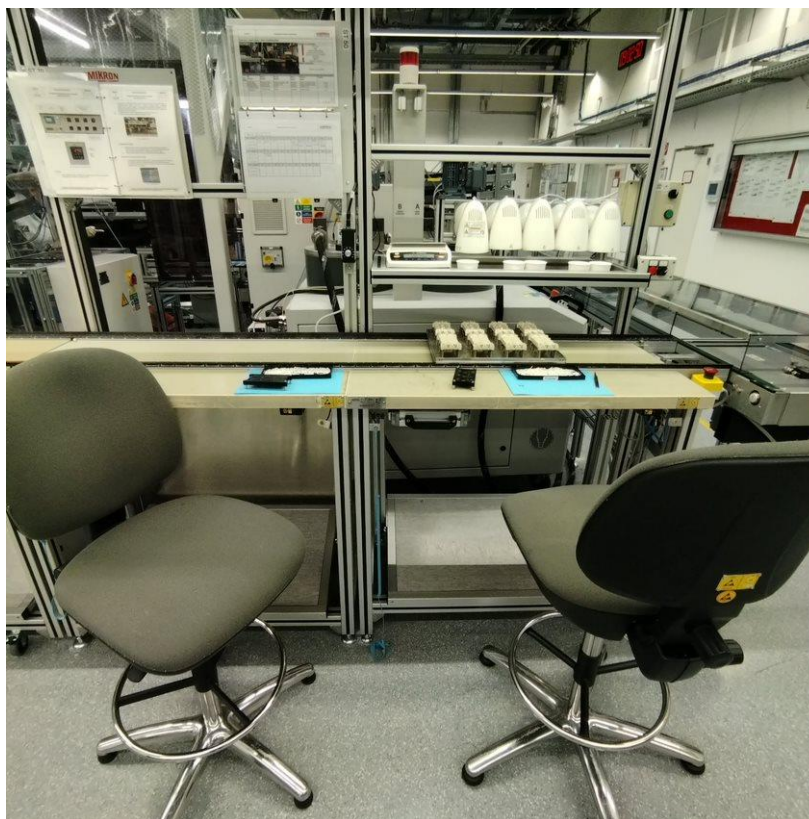
Pracovisko č. 5

Operátori, ktorí sa nachádzajú na tomto pracovisku, sa musia presúvať na pracovisko zalievania a sami si uvoľňovať nosiče do automatického zariadenia. Je to z dôvodu, že činnosti vykonávané na pracovisku vkladania pružiniek trvajú dlho a pokiaľ by sa im na páse hromadili nosiče so silikónom, mohlo by to mať negatívny dopad na daný výrobok. Je dôležité, aby pružinky boli do modulu vložené v čo najkratšom čase po zalievaní. Preto sa operátori z tohto pracoviska musia presúvať ku zalievaniu a sami si korigovať plynulosť v tejto časti výroby.

Po dokončení procesu zalievania je nosič po dopravnom páse presunutý na pracovisko vkladania pružiniek (Obrázok č. 26). Operátorka na tomto pracovisku musí mať na ruke nasadený antistatický ESD náramok, ktorý má pripojený ku stolu. Na stole má nachystanú nádobu s pružinkami príslušnej dĺžky a modrý papier, na ktorom realizuje proces vkladania pružiniek do modulov. Po presnutí modulov na toto pracovisko si operátorka vyloží jeden modul z nosiča na modrý papier a nasadí na neho šablónu pre správne umiestnenie pružiniek. Do všetkých otvorov v nasadenej šablóne vkladá pomocou

pinzety pružinky tak, aby ich hroty smerovali nadol. Následne skontroluje kompletnosť pružiniek, opatrne odoberie šablónu kolmo nahor a modul preloží naspäť na nosič. Po vložení pružiniek do všetkých modulov, ktoré sa nachádzajú na nosiči, ich operátor presunie na automatický pás, po ktorom sa po uplynutí stanoveného času posunú do vytvrdzovacej pece (Obrázok č. 27), kde prebieha vytvrdzovanie silikónového gélu. Nosič s modulmi následne prechádza do chladiacich zón (Obrázok č. 27), kde prebieha posledný proces výroby na výrobnéj linke. Nosič po dokončení procesu vyjde z chladiacej zóny a znova sa nachádza na pracovisku č. 1, kde celý proces začínal. Operátorkou sú jednotlivé moduly vizuálne kontrolované a preložené na transportný vozík a na prázdne nosiče sú dávane ďalšie torzá.

Nutné je spomenúť, že pokiaľ dané pracovisko nemá prideleného operátora z dôvodu ich nedostatku, je pravdepodobné, že môže nastať situácia, kedy sa dopravný pás na tomto pracovisku zaplní. V tomto prípade je na výrobnéj linke nainštalovaný alarm, ktorý na základe senzoru spozoruje tento stav a začne pípať, aby upozornil operátorov, že je potrebné, aby tomuto pracovisku venovali pozornosť.



Obrázok č. 26: Pracovisko č. 5 - vkladanie pružiniek
(Zdroj: Vlastné spracovanie)



Obrázok č. 27: Vytvrdzovacie pece a chladiace zóny
(Zdroj: Interná dokumentácia, 2022)

4.6 Vzťahy pracovísk

Z popisu výrobných činností vieme určiť prepojenie a vzťahy medzi jednotlivými pracoviskami. Pre lepšie pochopenie je pohyb pracovníkov znázornený prostredníctvom špagetového diagramu (Obrázok č. 28).

Z grafu nám vyplýva, že pokiaľ je na výrobnéj linke optimálny počet operátorov – 4, tak jediný pohyb tu vykonáva operátor pôsobiaci na pracovisku č. 5 – vkladanie pružiniek. Medzi jeho úlohy patrí aj uvoľňovanie nosičov do zariadenia, ktoré zalieva moduly silikónom, aby predišiel negatívnym dopadom na produkty spôsobeným dlhým čakaním na vloženie pružiniek.

Pokiaľ by na linku boli priradení dvaja alebo traja operátori, znamenalo by to, že operátor obsluhujúci pracovisko č. 2, 3 a 4 by musel zároveň obsluhovať aj pracovisko č. 1.

Vzdialenosť a čas strávený presunom medzi pracoviskami počas spracovávania jednej výrobnéj dávky, ktoré trvalo 114 minút, je uvedený v nasledujúcej tabuľke:

Tabuľka č. 6: Vzďialenosť a čas strávený presunom medzi pracoviskami
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Pracoviská	Vzdialenosť [m]	Čas [min]
Príprava - ohýbanie	9,25	4,85
Pružinkovanie - zalievanie	5,75	6,5

Z tabuľky nám vychádza, že čas strávený presunom medzi pracoviskami vkladania pružiniek a zalievania zaberie viac ako čas strávený presunom medzi prípravou torz a ohýbaním. Dôvodom je fakt, že prvú vzdialenosť musí operátor častejšie prechádzať pretože do zalievacieho zariadenia môže pustiť iba jeden nosič. Pri príprave torz si operátor môže nachystať naraz viac nosičov, čiže presun vykonáva menej-krát.

4.7 Meranie a analýza práce

Pre potreby analýzy prebehlo v decembri roku 2021 meranie práce všetkých vyše popísaných činností na jednotlivých pracoviskách v rámci výrobnéj linky SEMiX vo výrobnéj spoločnosti SEMIKRON, s. r. o.

Pre výskumný projekt bol zvolený kvantitatívny prístup vrátane testovania hypotéz vychádzajúcich z literárnej rešerše. Postupom bola dedukcia, pretože pri tvorení hypotéz bolo vychádzané z literárnej rešerše. Keďže, ako už bolo spomínané, ide o spoločnosť pochádzajúcu z Nemecka, využívajú systematiku REFA. Podnik v rámci svojej databázy disponuje časovými snímkami REFA výrobných liniek a aj preto bol zvolený kvantitatívny prístup s využitím tejto systematiky. Zber prebiehal pomocou stopiek a vopred pripraveného časového snímku REFA vo výrobnéj hale spoločnosti pri predmetnej výrobnéj linke. V podniku je zavedené pravidlo, ktoré hovorí, že pri spracovávaní časových snímkov musí byť hodnota ϵ nie viac ako 2,5 %. Toto pravidlo bolo pri zbere dát dodržané (Machová, 2022).

Meranie jednotlivých činností na výrobnéj linke prebehlo 15-krát, aby sa zabezpečila reliabilita dát a potrebné podklady na testovanie hypotéz (Machová, 2022). Pre potreby analýzy boli vybrané 3 operátorky, ktoré si počas svojej zmeny prešli všetkými piatimi pracoviskami. Dve z vybraných operátoriek pôsobia v spoločnosti už 12 rokov, čiže môžeme tvrdiť, že realizované výrobné procesy dobre poznajú a majú s nimi

dlhoročné a značné skúsenosti. Tretia operátorka pracuje v podniku ešte len 6 mesiacov a nie všetky činnosti sú jej dôverne známe. Tu sa nám naskytuje možnosť porovnať pôsobenie operátorov s odlišnými skúsenosťami s vykonávaním jednotlivých procesov realizovaných na výrobnnej linke na vykonávanú činnosť.

Meranie práce prebehlo na troch modeloch z produktovej rodiny SEMiX. Vďaka tomu sme následne mohli analyzovať, či faktor, ktorým modul výrobku je, pôsobí na čas spracovania výrobných dávok pri jednotlivých procesoch.

Pre analýzu dát bola využitá popisná štatistika vypracovaná prostredníctvom modulu analýzy dát v programe MS Excel (Machová, 2022).

Testovanie hypotéz prebehlo pomocou regresnej analýzy, pretože pri všetkých hypotézach sa testoval vplyv faktorov (Machová, 2022).

4.7.1 Meranie práce

V tejto časti kapitoly budú uvedené výsledky jednotlivých meraní. Pri každom pracovisku bude vyobrazená prvá strana časovej snímky REFA bez uvedenia mena operátoriek kvôli ochrane osobných údajov. Následne budú uvedené tri tabuľky, v ktorých budú vyobrazené namerané hodnoty. Prvé dve tabuľky pri každom pracovisku budú patriť operátorkám, ktoré majú dlhoročné skúsenosti a tretia bude patriť operátorky, ktorá pôsobí v podniku 6 mesiacov.

Pracovisko č. 1

206F0016		REFA-Časový snímok		Evidenčné číslo: SX216		SEMİKRON innovation+service	
				list 1	z 2	listov	

Pracovná úloha Príprava torz							
Číslo objednávky: 2111SK00142408		Množstvo m objednávky: 296		Oddelenie: 3300		Nákladové stredisko: 3361	
Dátum čas.snímku: 15.12.2021		Začiatok: Čas 7:30 Množstvo 120		Koniec: Čas 8:00 Množstvo 120		Trvanie: 30 min.	

	Skladba času na jednotku		čas v s	Pôvod
	Základný čas t_g			4.04
	Čas na oddych t_{er} pri $z_{er}=$ %		5	0.20
	Pomerný čas t_v pri $z_v=$ %		10	0.40
	Ostatné prirážky			
	Čas na jednotku t_{e1}			
$t_{e1}/t_{e100}/t_{e1000}$ v min/h				
Prípravný čas t_r v min/h				

Pracovný postup a pracovná metóda

Operátor uloží torzá na nosič, tak aby boli jednotlivé kusy správne a rovnako orientované. Následne po ich uložení pomocou šablóny príslušného modulu skontroluje, či sú všetky privody zarovnané. Po kontrole nosič pustí na dopravný pás.

Pracovný predmet	Názov	Materiál	Stav pri zadaní			Číslo výkresu	Číslo materiálu	Rozmery, tvary, hmotnosti

Človek	Meno	Osobné číslo	m	ž	Vek	Doba výcviku	
		9347		x	40	podobné úlohy	skúmané úlohy
						6 mesiacov	6 mesiacov

Prevádzkový prostriedok	Názov, typ	Počet	Číslo prevádzk. prostriedku	Rok výroby	Technické údaje, stav
	Nosič	1	1648	2009	stav dobrý
	Šablóna na kontrolu terminálov	1	3127	2009	stav dobrý

Vplyvy okolia		Odmeňovanie
monotonosť		
Poznámky		

Kvalita výslednej práce			
Spracoval: Machová Simona	Preskúšal	Dátum: 15.12.2021	Platí od: do

Obrázok č. 30: Predná strana REFA formuláru - pracovisko č. 1
(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa REFA, 2003)

Počet cyklov	15
Meranie	Postupné

Cyklické
Postupné

Č.	Úsek procesu a bod merania	Vzťažné množstvo	Cy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	ΣL	ΣL / n	t [sec]
		m ₀																	Σl _i	Σl _i / n	
1	Uloženie torz	8	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500.0	100.0	2.2
			ti	18	17	17	17	17	17	17	17	18	17	18	17	17	18	17	258.0	17.3	
	Uloženie posledného		F	18	35	52	69	86	103	120	137	155	172	190	207	224	242	259			
2	Kontrola termínátov	8	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500.0	100.0	1.9
			ti	15	15	14	15	15	15	15	14	15	15	14	15	15	15	15	222.0	14.8	
	Kontrola posledného		F	274	289	303	318	333	348	363	377	392	407	421	436	451	466	481			

ti a L, ktoré sú z formulára vymazané musia byť nahradené 0!

t [sek] 4.0

t [min] 0.07

t [min/sek] 0min4sek

všetky časy v sekundách

Osobitné činnosti:

Počet cyklov	15
Meranie	Postupné

Cyklické
Postupné

Č.	Úsek procesu a bod merania	Vzťažné množstvo	Cy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	ΣL	ΣL / n	t [sec]
		m ₀																	Σl _i	Σl _i / n	
1	Uloženie torz	8	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500.0	100.0	2.1
			ti	17	16	17	17	17	17	17	18	18	17	17	17	17	17	17	258.0	17.1	
	Uloženie posledného		F	17	33	50	67	84	101	118	136	154	171	188	205	222	239	256			
2	Kontrola termínátov	8	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500.0	100.0	1.8
			ti	15	15	15	14	14	14	15	14	14	14	14	15	15	14	14	216.0	14.4	
	Kontrola posledného		F	271	286	301	315	329	343	358	372	386	400	414	429	444	458	472			

ti a L, ktoré sú z formulára vymazané musia byť nahradené 0!

t [sek] 3.9

t [min] 0.07

t [min/sek] 0min4sek

všetky časy v sekundách

Osobitné činnosti:

Počet cyklov	15
Meranie	Postupné

Cyklické
Postupné

Č.	Úsek procesu a bod merania	Vzťažné množstvo	Cy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	ΣL	ΣL / n	t [sec]
		m ₀																	Σl _i	Σl _i / n	
1	Uloženie torz	8	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500.0	100.0	2.2
			ti	18	17	18	17	17	18	18	18	17	18	17	17	18	18	18	264.0	17.6	
	Uloženie posledného		F	18	35	53	70	87	105	123	141	159	176	194	211	228	246	264			
2	Kontrola termínátov	8	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500.0	100.0	1.9
			ti	15	15	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	224.0	14.9	
	Kontrola posledného		F	279	294	308	323	338	353	368	383	398	413	428	443	458	473	488			

ti a L, ktoré sú z formulára vymazané musia byť nahradené 0!

t [sek] 4.1

t [min] 0.07

t [min/sek] 0min4sek

všetky časy v sekundách

Osobitné činnosti:

g	2.5%
---	------

Štatistické vyhodnotenie			
s	v	g	g %
0.48	2.7%	0.26	1.5%
0.41	2.8%	0.24	1.8%

g	2.5%
---	------

Štatistické vyhodnotenie			
s	v	g	g %
0.48	2.7%	0.26	1.6%
0.51	3.5%	0.29	2.0%

g	2.5%
---	------

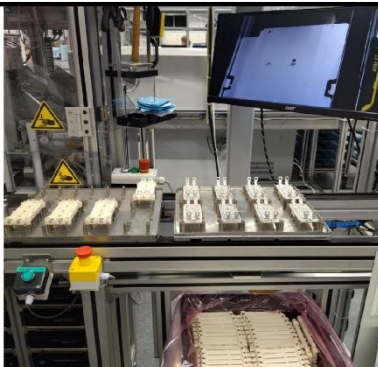
Štatistické vyhodnotenie			
s	v	g	g %
0.51	2.9%	0.29	1.7%
0.28	1.7%	0.15	1.0%

Obrázok č. 31: Výsledky merania na pracovisku č. 1
(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa REFA, 2003)

Pracovisko č. 2

206F0016		REFA-Časový snímok		Evidenčné číslo: SX495		SEMİKRON innovation+service	
				list 1	z 2	listov	

Pracovná úloha Nasádzanie puzdra							
Číslo objednávky: 2111SK00142408		Množstvo m objednávky 296		Oddelenie 3300		Nákladové stredisko 3361	
Dátum čas.snímku 15.12.2021		Začiatok		Čas 8:45	Koniec	Čas 9:15	Trvanie 30 min.
		Množstvo 120		Množstvo 120			

	Skladba času na jednotku		čas v s	Pôvod
	Základný čas tg			1.72
	Čas na oddych t_{er} pri $z_{er} =$		%	5
	Pomerčný čas t_v pri $z_v =$		%	10
	Ostatné prirážky			
	Čas na jednotku t_{e1}			
	$t_{e1}/t_{e100}/t_{e1000}$ v min/h			
Prípravný čas t_r v min/h				

Pracovný postup a pracovná metóda							
Operátor opatrne nasadí puzdro príslušného typu tak, aby pevne sedelo na torze.							

Pracovný predmet	Názov	Materiál	Stav pri zadaní			Číslo výkresu	Číslo materiálu	Rozmery, tvary, hmotnosti
	Puzdro	plast	stav dobrý			x	x	x

Človek	Meno	Osobné číslo	m	ž	Vek	Doba výcviku	
		9347		x	40	podobné úlohy	skúmané úlohy
						6 mesiacov	6 mesiacov

Prevádzkový prostriedok	Názov, typ	Počet	Číslo prevádzk. prostriedku	Rok výroby	Technické údaje, stav
	Nosič	1	1648	2009	stav dobrý

Vplyvy okolia		Odmeňovanie
monotónnosť		
Poznámky		
Kvalita výslednej práce		
Spracoval: Machová Simona	Preskúšal	Dátum 15.12.2021 Platí od do

Obrázok č. 32: Predná strana REFA formuláru - pracovisko č. 2
(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa REFA, 2003)

Počet cyklov	15
Meranie	Postupné

Cyklické
Postupné

			Cy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	ΣL	ΣL / n	t [sec]
Č.	Úsek procesu a bod merania	Vzťažné množstvo	m ₀																Σl	Σl / n	
1	Nasadenie puzdra	8	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500.0	100.0	1.7
			13	14	14	14	14	13	14	14	13	14	14	14	13	14	14	206.0	13.7		
	Nasadenie posledného		F	13	27	41	55	69	82	96	110	123	137	151	165	178	192	206			

ti a L, ktoré sú z formulára vymazané musia byť nahradené 0!

t [sek] 1.7

t [min] 0.03

t [min/sek] 0min2sek

všetky časy v sekundách

Osobitné činnosti:

Počet cyklov	15
Meranie	Postupné

Cyklické
Postupné

			Cy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	ΣL	ΣL / n	t [sec]
Č.	Úsek procesu a bod merania	Vzťažné množstvo	m ₀																Σt _i	Σt _i / n	
1	Nasadenie puzdra	8	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500.0	100.0	1.7
			t _i	13	14	14	14	14	14	14	13	13	14	14	14	14	13	206.0	13.7		
	Nasadenie posledného		F	13	27	41	55	69	83	97	110	123	137	151	165	179	193	206			

ti a L, ktoré sú z formulára vymazané musia byť nahradené 0!

t [sek] 1.7

t [min] 0.03

t [min/sek] 0min2sek

všetky časy v sekundách

Osobitné činnosti:

Počet cyklov	15
Meranie	Postupné

Cyklické
Postupné

			Cy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	ΣL	ΣL / n	t [sec]
Č.	Úsek procesu a bod merania	Vzťažné množstvo	m ₀																Σt _i	Σt _i / n	
1	Nasadenie puzdra	8	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500.0	100.0	1.7
	t _i		14	14	14	14	13	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	209.0	13.9		
	Nasadenie posledného		F	14	28	42	56	69	83	97	111	125	139	153	167	181	195	209			

ti a L, ktoré sú z formulára vymazané musia byť nahradené 0!

t [sek] 1.7

t [min] 0.03

t [min/sek] 0min2sek

všetky časy v sekundách

Osobitné činnosti:

s	2.5%
---	------

Štatistické vyhodnotenie			
s	v	s	s %
0.46	3.3%	0.26	1.9%

s	2.5%
---	------

Štatistické vyhodnotenie			
s	v	s	s %
0.46	3.3%	0.26	1.9%

s	2.5%
---	------

Štatistické vyhodnotenie			
s	v	s	s %
0.26	1.9%	0.15	1.1%

Obrázok č. 33: Výsledky merania na pracovisku č. 2
(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa REFA, 2003)

Pracovisko č. 3

206F0016		REFA – Časový snímok		Evidenčné číslo: SX973		SEMIKRON innovation+service	
				list 1	z 2	listov	

Pracovná úloha: Ohýbanie terminálov							
Číslo objednávky: 2111SK00076709		Množstvo m objednávky 89		Oddelenie 3300		Nákladové stredisko 3361	
Dátum čas.snímku 15.12.2021		Začiatok Čas 11:00		Koniec Čas 11:30		Trvanie 15 min.	
		Množstvo 15		Množstvo 15			
		Skladba času na jednotku		čas v s		Pôvod	
		Základný čas tg				9.00	
		Čas na oddych t_{er} pri $z_{er} =$		%		5 0.45	
		Pomerový čas t_v pri $z_v =$		%		10 0.90	
		Ostatné prírážky					
		Čas na jednotku t_{e1}					
		$t_{e1}/t_{e100}/t_{e1000}$ v min/h					
		Prípravný čas t_r v min/h					

Pracovný postup a pracovná metóda							
Operátor preloží modul z nosiča do držiakov na otočnom stole ohýbacieho zariadenia tak, aby boli čitateľné znaky a čísla. Otočný stolík uvoľňuje zatlačením tlačidla, ktorý sa rozsvieti na zeleno, smerom doprava (v protismere hodinových ručičiek) o jednu pozíciu. Následne operátor vizuálne skontroluje modul- vloženie všetkých matičiek, správne ohnutie terminálov, bez nečistôt a poškodenia. Pokiaľ je všetko v poriadku, modul preloží na ďalší nosič.							

Pracovný predmet	Názov	Materiál	Stav pri zadaní			Číslo výkresu	Číslo materiálu	Rozmery, tvary, hmotnosti

Človek	Meno	Osobné číslo	m	ž	Vek	Doba výcviku	
		9607		X	60	podobné úlohy 12 rokov	skúmané úlohy 2 roky

Prevádzkový prostriedok	Názov, typ	Počet	Číslo prevádzk. prostriedku	Rok výroby	Technické údaje, stav		
	Nosič	1	1648	2009	stav dobrý		
	Ohýbači poloautomat výkonových modulov	1	1437	2005	stav dobrý		

Vplyvy okolia		Odmeňovanie
monotónnosť		
Poznámky		

Kvalita výslednej práce			
Spracoval: Machová Simona	Preskúšal	Dátum 15.12.2021	Platí od do

Obrázok č. 34: Predná strana REFA formuláru - pracovisko č. 3
(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa REFA, 2003)

Počet cyklov	15
Meranie	Postupné

Cyklické
Postupné

		Vzťažné množstvo	Cy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	ΣL	ΣL / n	t [sec]
Č.	Úsek procesu a bod merania	m ₀																	Σl _i	Σl _i / n	
1	Preloženie modulu	1	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500.0	100.0	2.0
			l _i	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	30.0	2.0	
	Pustenie modulu		F	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30			
2	Otočenie stola	1	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500.0	100.0	3.0
			l _i	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	45.0	3.0	
	Pustenie stola		F	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75			
3	Preloženie modulu	1	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500.0	100.0	3.0
			l _i	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	45.0	3.0	
	Pustenie modulu		F	78	81	84	87	90	93	96	99	102	105	108	111	114	117	120			

ti a L, ktoré sú z formulára vymazané musia byť nahradené 0!

t [sek] 8.0

t [min] 0.13

t [min/sek] 0min8sek

všetky časy v sekundách

Osobitné činnosti:

Počet cyklov	15
Meranie	Postupné

Cyklické
Postupné

		Vzťažné množstvo	Cy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	ΣL	ΣL / n	t [sec]
Č.	Úsek procesu a bod merania	m ₀																	Σl _i	Σl _i / n	
1	Preloženie modulu	1	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500.0	100.0	2.0
			l _i	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	30.0	2.0	
	Pustenie modulu		F	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30			
2	Otočenie stola	1	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500.0	100.0	3.0
			l _i	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	45.0	3.0	
	Pustenie stola		F	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75			
3	Preloženie modulu	1	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500.0	100.0	3.0
			l _i	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	45.0	3.0	
	Pustenie modulu		F	78	81	84	87	90	93	96	99	102	105	108	111	114	117	120			

ti a L, ktoré sú z formulára vymazané musia byť nahradené 0!

t [sek] 8.0

t [min] 0.13

t [min/sek] 0min8sek

všetky časy v sekundách

Osobitné činnosti:

Počet cyklov	15
Meranie	Postupné

Cyklické
Postupné

		Vzťažné množstvo	Cy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	ΣL	ΣL / n	t [sec]
Č.	Úsek procesu a bod merania	m ₀																	Σl _i	Σl _i / n	
1	Preloženie modulu	1	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500.0	100.0	2.0
			l _i	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	30.0	2.0	
	Pustenie modulu		F	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30			
2	Otočenie stola	1	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500.0	100.0	3.0
			l _i	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	45.0	3.0	
	Pustenie stola		F	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75			
3	Preloženie modulu	1	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500.0	100.0	3.0
			l _i	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	45.0	3.0	
	Pustenie modulu		F	78	81	84	87	90	93	96	99	102	105	108	111	114	117	120			

ti a L, ktoré sú z formulára vymazané musia byť nahradené 0!

t [sek] 8.0

t [min] 0.13

t [min/sek] 0min8sek

všetky časy v sekundách

Osobitné činnosti:

Obrázok č. 35: Výsledky merania na pracovisku č. 3
(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa REFA, 2003)

Pracovisko č. 4

206F0016		REFA - Časový snímok		Evidenčné číslo: SX146		 innovation+service	
				list 1 z 2 listov			

Pracovná úloha: Lisovanie							
Číslo objednávky: 2111SK00076709		Množstvo m objednávky: 89		Oddelenie: 3300		Nákladové stredisko: 3361	
Dátum čas.snímku: 15.12.2021		Začiatok: 11:00		Koniec: 11:30		Trvanie: 30 min.	
		Množstvo: 15		Množstvo: 15			

	Skladba času na jednotku		čas v s	Pôvod
Základný čas t_g				9.00
Čas na oddych t_{er} pri $z_{er} =$		%	5	0.45
Pomerčný čas t_v pri $z_v =$		%	10	0.90
Ostatné prídávky				
Čas na jednotku t_{el}				
$t_{el}/t_{el100}/t_{el1000}$ v min/h				
Prípravný čas t_p v min/h				

Pracovný postup a pracovná metóda

Operátor osadí modul na lisovacie zariadenie a zalisuje ho. Následne vykoná vizuálnu kontrolu modulu. Skontroluje, či je povrch základovej dosky bez poškodenia a či sa nenachádza medzera medzi základovou doskou a puzdrom. Pokiaľ je všetko v poriadku, modul preloží naspäť na nosič.

Pracovný predmet	Názov	Materiál	Stav pri zadaní			Číslo výkresu	Číslo materiálu	Rozmery, tvary, hmotnosti

Človek	Meno	Osobné číslo	m	ž	Vek	Doba výcviku	
		9607		X	60	podobné úlohy	skúmané úlohy
						12 rokov	2 roky

Prevádzkový prostriedok	Názov, typ	Počet	Číslo prevádzk. prostriedku	Rok výroby	Technické údaje, stav
	Lisovacie zariadenie	1	683	2003	stav dobrý
	Nosič	1	1648	2009	stav dobrý

Vplyvy okolia		Odmeňovanie
monotónnosť		
Poznámky		

Kvalita výslednej práce			
Spracoval: Machová Simona	Preskúšal	Dátum: 15.12.2021	Platí od: do

Obrázok č. 36: Predná strana REFA formuláru - pracovisko č. 4
(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa REFA, 2003)

Počet cyklov	15
Meranie	Postupné

Cyklické
Postupné

			Cy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	ΣL	$\Sigma L / n$	t [sec]
Č.	Úsek procesu a bod merania	Vzťažné množstvo	m_t																ΣL	$\Sigma L / n$	
1	Presunutie modulu	1	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500.0	100.0	2.0
			li	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	30.0	2.0	
	Pustenie modulu		F	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30			
2	Lisovanie	1	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500.0	100.0	2.0
			li	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	30.0	2.0	
	Pustenie lisu		F	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60			
3	Presunutie modulu	1	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500.0	100.0	4.0
			li	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	60.0	4.0	
	Pustenie modulu		F	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100	104	108	112	116	120			

li a L, ktoré sú z formulára vymazané musia byť nahradené 0!

t [sek] 8.0

t [min] 0.13

t [min/sek] 0min8sek

všetky časy v sekundách

Osobitné činnosti:

Počet cyklov	15
Meranie	Postupné

Cyklické
Postupné

			Cy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	ΣL	$\Sigma L / n$	t [sec]
Č.	Úsek procesu a bod merania	Vzťažné množstvo	m_t																ΣL	$\Sigma L / n$	
1	Presunutie modulu	1	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500.0	100.0	2.0
			li	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	30.0	2.0	
	Pustenie modulu		F	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30			
2	Lisovanie	1	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500.0	100.0	2.0
			li	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	30.0	2.0	
	Pustenie lisu		F	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60			
3	Presunutie modulu	1	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500.0	100.0	4.0
			li	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	60.0	4.0	
	Pustenie modulu		F	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100	104	108	112	116	120			

li a L, ktoré sú z formulára vymazané musia byť nahradené 0!

t [sek] 8.0

t [min] 0.13

t [min/sek] 0min8sek

všetky časy v sekundách

Osobitné činnosti:

Počet cyklov	15
Meranie	Postupné

Cyklické
Postupné

			Cy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	ΣL	$\Sigma L / n$	t [sec]
Č.	Úsek procesu a bod merania	Vzťažné množstvo	m_t																ΣL	$\Sigma L / n$	
1	Presunutie modulu	1	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500.0	100.0	2.0
			li	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	30.0	2.0	
	Pustenie modulu		F	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30			
2	Lisovanie	1	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500.0	100.0	2.0
			li	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	30.0	2.0	
	Pustenie lisu		F	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60			
3	Presunutie modulu	1	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500.0	100.0	4.0
			li	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	60.0	4.0	
	Pustenie modulu		F	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100	104	108	112	116	120			

li a L, ktoré sú z formulára vymazané musia byť nahradené 0!

t [sek] 8.0

t [min] 0.13

t [min/sek] 0min8sek

všetky časy v sekundách

Osobitné činnosti:

c	2.5%
---	------

Štatistické vyhodnotenie			
s	v	s	s %
0.00	0.0%	0.00	0.0%
0.00	0.0%	0.00	0.0%
0.00	0.0%	0.00	0.0%

c	2.5%
---	------

Štatistické vyhodnotenie			
s	v	s	s %
0.00	0.0%	0.00	0.0%
0.00	0.0%	0.00	0.0%
0.00	0.0%	0.00	0.0%

c	2.5%
---	------

Štatistické vyhodnotenie			
s	v	s	s %
0.00	0.0%	0.00	0.0%
0.00	0.0%	0.00	0.0%
0.00	0.0%	0.00	0.0%

Obrázok č. 37: Výsledky merania na pracovisku č. 4
(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa REFA, 2003)

Pracovisko č. 5

206F0016		REFA-Časový snímok		Evidenčné číslo: SX466		 innovation+service	
				list 1 z 2 listov			

Pracovná úloha Vkládanie pružiniek							
Číslo objednávky: 2111SK00142408		Množstvo m objednávky 296		Oddelenie 3300		Nákladové stredisko 3361	
Dátum čas.snímku 15.12.2021		Začiatok		Čas 10:00	Koniec	Čas 10:15	Trvanie 15 min.
				Množstvo 120		Množstvo 120	
				Skladba času na jednotku		čas v s	Pôvod
				Základný čas t_g			7.34
				Čas na oddych t_{er} pri $z_{er} =$		%	5
				Pomerový čas t_v pri $z_v =$		%	10
				Ostatné prídávky			
				Čas na jednotku t_{el}			
				$t_{el}/t_{el100}/t_{el1000}$ v min/h			
				Prípravný čas t_v v min/h			

Pracovný postup a pracovná metóda							
Operátorka vyloží jeden modul z nosiča na modrý papier a nasadí na neho šablónu pre správne umiestnenie pružiniek. Do všetkých otvorov v nasadenej šablóne vkladá pomocou pinzety pružinky tak, aby ich hroty smerovali nadol. Následne skontroluje kompletnosť pružiniek, opatrne odoberie šablónu kolmo nahor a modul preloží naspäť na nosič.							

Pracovný predmet	Názov	Materiál	Stav pri zadaní			Číslo výkresu	Číslo materiálu	Rozmery, tvary, hmotnosti

Človek	Meno	Osobné číslo	m	ž	Vek	Doba výcviku	
		9347		x	40	podobné úlohy	skúmané úlohy
						6 mesiacov	6 mesiacov

Prevádzkový prostriedok	Názov, typ	Počet	Číslo prevádzk. prostriedku	Rok výroby	Technické údaje, stav
	Pinzeta	1	1279	2018	stav dobrý
	Šablóna pre správne umiestnenie pružiniek	1	543	2009	stav dobrý
	Nosič	1	1648	2009	stav dobrý

Vplyvy okolia		Odmeňovanie
monotónnosť		
Poznámky		

Kvalita výslednej práce			
Spracoval: Machová Simona	Preskúšal	Dátum 15.12.2021	Platí od do

Obrázok č. 38: Predná strana REFA formuláru - pracovisko č. 5
(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa REFA, 2003)

Počet cyklov	15
Meranie	Postupné

Cyklické
Postupné

			Cy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	ΣL	ΣL / n	t [sec]
Č.	Úsek procesu a bod merania	Vzťažné množstvo	m _c																Σl _i	Σl _i / n	
1	Nachystanie modulu	1	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500.0	100.0	3.0
	l _i		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	45.0	3.0	
	Pustenie modulu		F	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45			
2	Vkladanie pružniiek	1	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500.0	100.0	27.1
	l _i		27	27	28	27	27	27	28	27	28	27	27	27	28	27	28	27	406.0	27.1	
	Vloženie poslednej		F	72	99	125	152	179	206	234	261	289	316	343	370	398	425	451			
3	Preloženie modulu	1	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500.0	100.0	3.0
	l _i		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	45.0	3.0	
	Pustenie modulu		F	454	457	460	463	466	469	472	475	478	481	484	487	490	493	496			

ti a L, ktoré sú z formulára vymazané musia byť nahradené 0!

t [sek] 33.1

t [min] 0.55

t [min/sek] 0min33sek

všetky časy v sekundách

Osobitné činnosti:

Počet cyklov	15
Meranie	Postupné

Cyklické
Postupné

		Cy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	ΣL	ΣL / n	t [sec]	
Č.	Úsek procesu a bod merania	Vzážné množstvo m _c																Σl _i	Σl _i / n		
1	Nachystanie modulu	1	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500.0	100.0	3.0	
			<i>l_i</i>	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	45.0	3.0		
	Pustenie modulu		F	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45			
2	Vkladanie pružniiek	1	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500.0	100.0	27.0	
			<i>l_i</i>	27	26	27	27	26	27	27	27	28	27	27	27	27	26	27	27		405.0
	Vloženie poslednej		F	72	98	125	152	178	205	232	259	287	314	341	368	396	423	450	27.0		
3	Preloženie modulu	1	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500.0	100.0	3.0	
			<i>l_i</i>	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	45.0		
	Pustenie modulu		F	453	456	459	462	465	468	471	474	477	480	483	486	489	492	495	3.0		

ti a L, ktoré sú z formulára vymazané musia byť nahradené 0!

t [sek] 33.0

t [min] 0.55

t [min/sek] 0min33sek

všetky časy v sekundách

Osobitné činnosti:

Počet cyklov	15
Meranie	Postupné

Cyklické
Postupné

		Cy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	ΣL	ΣL / n	t [sec]	
Č.	Úsek procesu a bod merania	Vzťažné množstvo m _c																Σl _i	Σl _i / n		
1	Nachystanie modulu	1	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500.0	100.0	3.0	
			I	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	45.0	3.0		
	Pustenie modulu		F	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45			
2	Vkladanie pružniiek	1	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500.0	100.0	27.5	
			I	27	28	27	27	28	28	27	27	28	27	27	28	28	28	27	412.0		27.5
	Vloženie poslednej		F	72	100	127	154	182	210	237	264	292	319	346	374	402	430	457			
3	Preloženie modulu	1	L	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500.0	100.0	3.0	
			I	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	45.0	3.0		
	Pustenie modulu		F	460	463	466	469	472	475	478	481	484	487	490	493	496	499	502			

ti a L, ktoré sú z formulára vymazané musia byť nahradené 0!

t [sek] 33.5

t [min] 0.56

t [min/sek] 0min33sek

všetky časy v sekundách

Osobitné činnosti:

Obrázok č. 39: Výsledky merania na pracovisku č. 5

(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa REFA, 2003)

4.7.2 Analýza nameraných hodnôt

Prostredníctvom nameraných hodnôt časov jednotlivých činností na všetkých pracoviskách bolo následne zisťované pôsobenie dvoch faktorov, ktoré boli sformulované do dvoch hypotéz:

H1: Operátor ovplyvňuje dĺžku procesu.

Hypotéza 1 hovorí o tom, že na dĺžku procesu má vplyv operátor. Ako už bolo spomínané, pri zberu dát boli zámerne vybratí dve operátorky, ktoré pracujú v podniku viac ako 10 rokov, čiže majú skúsenosti s touto prácou. Tretia operátorka pracuje v spoločnosti 6 mesiacov, čiže jej skúsenosti s činnosťami realizovanými na výrobnéj linke sú značne menšie (Machová, 2022).

Po vykonaní regresnej analýzy sme zistili, že hodnota P je väčšia ako hladina významnosti Alfa (0,05), preto prijímame záver, že operátor neovplyvňuje dĺžku procesov (Machová, 2022).

H2: Model výrobku ovplyvňuje dĺžku procesu.

Hypotéza 2 vyjadruje, že model spracovávaného výrobku ovplyvňuje dĺžku procesu. Boli vybrané 2 modely z produktovej rodiny, ktorá sa spracováva na analyzovanej výrobnéj linke (Machová, 2022).

Výsledkom regresnej analýzy sme zistili, že aj v tomto prípade je hodnota P väčšia ako hladina významnosti Alfa (0,05) a preto sme prijali záver, že typ výrobku neovplyvňuje dĺžku procesov (Machová, 2022).

4.8 Zhrnutie a vyhodnotenie analýzy súčasného stavu podnikania

V časti analýzy súčasného stavu podnikania bola práca sústredená na predmetnú výrobnú linku. Ako už bolo spomínané na začiatku kapitoly, plánom spoločnosti SEMIKRON, s. r. o. je výrobnú linku SEMiX presťahovať do inej výrobnéj haly z dôvodu zavedenie novej výroby na jej aktuálne miesto. Prvým nedostatkom tejto linky sa ukázala byť lávka, cez ktorú je vedená elektrika. Jej nevýhoda spočíva v tom, že lávka je robená špeciálne na miesto, na ktorom sa linka aktuálne nachádza a nie je možné ju využiť po jej presunutí. To znamená, že pred jej presunom musí byť naplánované jej presné budúce rozostavenie na novom mieste, aby bolo možné zistiť potrebné špecifiká pre novú lávku a vytvoriť objednávku na vyrobenie novej. Pre podnik ide o náklad, ktorý musí byť

vynaložený pri každom sťahovaní linky. Keďže podnik sa snaží neustále zlepšovať proces výroby, s čím je spätý aj materiálový tok, je samozrejmé, že layout jednotlivých výrobných hál je potrebné meniť kvôli optimalizácii a zefektívňovaniu procesov. Presne z tohto dôvodu je možné tvrdiť, že súčasné riešenie vedenia elektriny je pre podnik veľmi nevýhodné.

Aktuálne je táto výrobná linka v tvare písmena O, kde sa nachádza 5 pracovísk, na ktorých je potrebné, aby boli obsluhované výrobnými operátormi. Optimálny počet pracovníkov umiestnených na linku počas jednej zmeny je 4. Ide o stav, pri ktorom by mohol byť potenciál linky využitý naplno, ale bohužiaľ to s aktuálnymi možnosťami spoločnosti nie je vždy možné. Prejavuje sa tu nedostatok operátorov a z tohto dôvodu môže občas nastať prípad, kedy je k linke pridelený menší počet zamestnancov, ako je potrebné. Bolo zistené, že v týchto prípadoch nastáva situácia, kedy je nutné, aby pracovník obsluhujúci pracovisko č. 2, 3 a 4 obsluhoval zároveň aj pracovisko č. 1. V takýchto prípadoch nie je možné efektívne spracovávať výrobné dávky alebo dosahovať požadovaných výsledkov a dôsledkom by mohlo byť strata kapacít na výrobnéj linke, čo by mohlo spôsobiť výpadok kapacít v ďalšom procese a nakoniec až zníženie celkovej kapacity výroby.

Pri opise jednotlivých pracovísk a činností na nich realizovaných bol zistený ďalší nedostatok aktuálneho rozloženia výrobnéj linky. Povinnosťou pracovníka obsluhujúceho pracovisko č. 5, vkladanie pružiniek, je uvoľňovať si nosiče do zariadenia, ktoré zalieva moduly silikónom a následne posúva na dopravný pás smerom k jeho pracovisku. Týmto si sám ovplyvňuje plynulosť výroby, aby moduly, ktoré už sú zaliate silikónom, dlho nečakali na vkladanie pružiniek a následné vytvrdzovanie, pretože by to mohlo mať negatívny dopad na kvalitu jednotlivých výrobkov.

V závere analýzy boli merané dĺžky trvania jednotlivých činností uskutočňovaných na výrobnéj linke. Na základe teoretického rámca, boli formulované dve hypotézy:

H1: Operátor ovplyvňuje dĺžku procesu.

H2: Model výroby ovplyvňuje dĺžku procesu.

Merané procesy boli realizované tromi rôznymi operátorkami, aby bolo možné posúdiť ich vplyv na dĺžku spracovania. V danej vzorke sa nachádzali dve operátorky, ktoré v podniku pôsobia 12 rokov, čiže majú dlhoročné skúsenosti s výrobným procesom a poznajú jeho priebeh. Tretia operátorka bola zamestnankyňa, ktorá v tom čase pracovala

v spoločnosti 6 mesiacov. V jednotlivých procesoch nebola ešte dôkladne zabehnutá a v porovnaní s predchádzajúcimi dvoma operátorkami má značne menšie skúsenosti s jednotlivými výrobnými procesmi. Okrem toho bolo predmetom analýzy zistiť aj vplyv typu modulu na danú činnosť. Z tohto dôvodu bolo rozlišované medzi dvomi typmi SEMiX-ov. Namerané hodnoty boli podrobené regresnej analýze, na základe čoho bolo dosiahnutých potrebných výsledkov. Bolo zistené, že operátor ani typ modulu štatisticky významne neovplyvujú na dĺžku spracovania, čiže ho neovplyvňujú. Pre podnik je významné tento fakt brať do úvahy pri analyzovaní daných činností a výrobnéj linky a pri plánovaní budúceho stavu.

Pozitívne môžeme ohodnotiť snahu spoločnosti, čo najviac uľahčiť a zjednodušiť vykonávanú prácu operátorov. Ako príklad môžeme uviesť spomínané zdvíhacie zariadenie umiestnené na pracovisku č. 1. Jeho účelom je znižovať záťaž na operátora vďaka tomu, že debničky s torzami dvíha do potrebnej výšky a pracovník sa po ne pri prekladaní nemusí prehýnať.

Na záver môžeme tvrdiť, že analýzou boli zistené určité nedostatky výrobnéj linky a priestor na zlepšenie. Tieto výsledky budú použité ako vstupné podklady na spracovanie návrhu stratégie nového usporiadania výrobného procesu.

5 NÁVRH STRATÉGIE NOVÉHO USPORIADANIA VÝROBNÉHO PROCESU

Ako už bolo viackrát spomínané, účelom návrhu stratégie nového usporiadania výrobného procesu je primárne zabezpečiť skrátenie časov výrobných procesov realizovaných na výrobnjej linke. Spoločnosť by vďaka tomu mala byť schopná vyrábať rovnaké množstvo produktov za kratší čas v porovnaní s aktuálnou situáciou. Po vykonaní analýzy aktuálneho stavu podnikania bolo zistené, že pre spoločnosť by bolo prínosné, pokiaľ by mohli znížiť optimálne množstvo priradených pracovníkov na predmetnú výrobnú linku z dôvodu nedostatku výrobných zamestnancov. Zámerom tejto kapitoly je teda vytvorenie optimálneho a efektívneho nového rozmiestnenia výrobného procesu, aby bolo možné dosiahnuť spomínané výsledky a odstrániť nedostatky aktuálneho stavu.

5.1 Ohodnotenie vzťahov medzi pracoviskami

Keďže pôsobenie operátorov vykonávajúcich činnosti na danej výrobnjej linke a pôsobenie výrobných modulov sme vyvrátili, tak pri tvorbe návrhu nového layoutu sa budeme sústreďovať predovšetkým na skrátenie vzdialeností medzi pracoviskami, aby sme dokázali dosiahnuť skrátenie času spracovania výrobných dávok.

Na základe výsledkov z vykonanej analýzy sme zistili, že vzťahy existujú medzi viacerými pracoviskami, a to konkrétne:

1. vkladanie pružiniek – zalievanie;
2. príprava torz – nasádzanie puzdier - ohýbanie / lisovanie.

Ako vyplýva aj z teoretického rámca, pre tvorbu návrhu nového usporiadania je dôležité pochopiť jednotlivé vzťahy medzi tými to pracoviskami. Z tohto dôvodu bola vytvorená REL chart, respektíve vzťahová tabuľka:

Tabuľka č. 7: Vzťahy pracovísk
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

	Vzťahy medzi pracoviskami				
Pracovisko	Príprava torz	Nasádzanie puzdier	Ohýbanie / lisovanie	Zalievanie	Vkladanie pružiniek
Príprava torz	-	B	B	X	X
Nasádzanie puzdier	-	-	A	X	X
Ohýbanie / lisovanie	-	-	-	X	X
Zalievanie	-	-	-	-	A
Vkladanie pružiniek	-	-	-	-	-

Legenda:

A – absolútne potrebné

B – významné

X – nevýznamné

Škála hodnôt využitých vo vzťahovej tabuľke bola definovaná tromi úrovňami: absolútne potrebné, významné a nevýznamné. Vzťahu medzi pracoviskami vkladania pružiniek a zalievania a zároveň vzťahu medzi pracoviskami nasádzania puzdier a ohýbania / lisovania je pridelená hodnota „absolútne potrebné“, pretože ide o pracoviská, medzi ktorými sa operátor pohybuje počas spracovávaní každej výrobnéj dávky bez ohľadu na počet pridelených operátorov k výrobnéj linke.

Pracoviská nasádzanie puzdier a ohýbanie / lisovanie sa už nachádzajú v bezprostrednej blízkosti, pretože to plyní z povahy realizovania jednotlivých činností daného výrobného procesu. Preto sa budeme sústreďovať predovšetkým na vzťah medzi pracoviskami vkladania pružiniek a zalievania.

Vzťahu medzi pracoviskami prípravy torza a nasádzania puzdier a vzťahu medzi pracoviskami prípravy torza a ohýbania / lisovania bola priradená hodnota „významné“.

Dôvodom tohto rozhodnutia je, že pohyb operátorov medzi týmito pracoviskami prebieha iba počas takého spracovávania výrobných dávok, kedy sú ku výrobným linkám priradení traja alebo dvaja operátori. Pokiaľ počet priradených operátorov je optimálny, čiže sú 4, vtedy pohyb medzi týmito pracoviskami nenastáva.

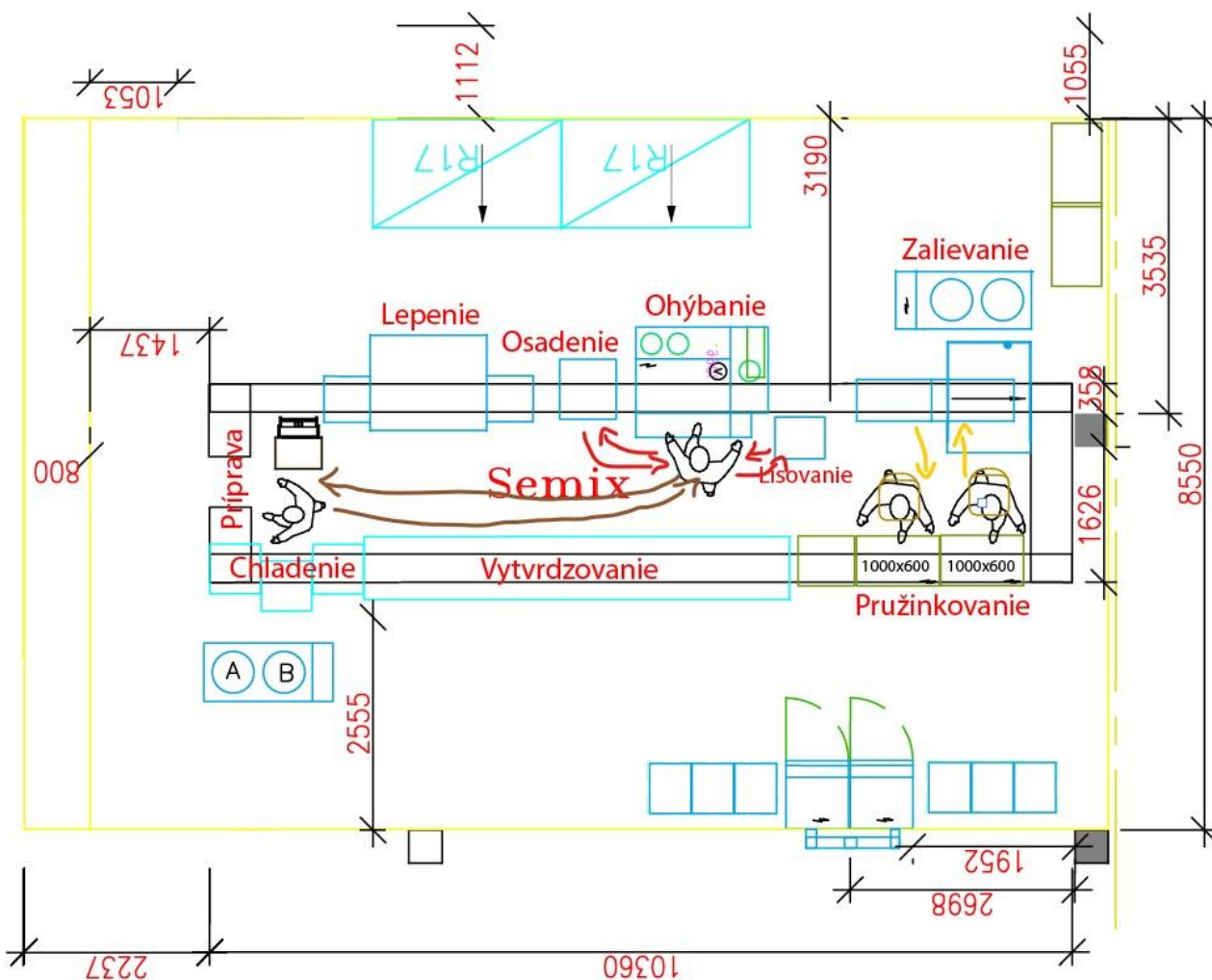
Zvyšné vzťahy, ktorým bol priradený vzťah X a teda zodpovedajúca hodnota „nevýznamné“, sú vzťahy, kde neprebieha pohyb operátorov medzi týmito pracoviskami, a teda nezáleží na tom, či sa ich vzdialenosť v navrhovanom usporiadaní výrobného procesu predĺži alebo skráti, pretože to neovplyvní čas spracovania jednotlivých výrobných dávok.

5.2 Tvorba návrhu

Pri tvorbe návrhu možnosti rozmiestnenia výrobného procesu sa brali do úvahy predovšetkým definované vzťahy medzi jednotlivými pracoviskami. V súčasnom stave pri rozložení výrobného procesu v tvare písmena O prebiehajú presuny medzi pracoviskami z vonkajšej strany. Naším cieľom je presuny operátorom uľahčiť, čiže skrátiť.

Na základe charakteristík spomínaných vzťahov a analýzy súčasného stavu podnikania sme došli k záveru, že optimálny tvar pre danú výrobnú linku je tvar písmena U. Do úvahy sme brali aj priestor, na ktorý bude výrobná linka presunutá a jeho možnosti. Hrubý návrh layoutu v navrhovanom tvare je znázornený na obrázku č. 40.

Pri navrhovanom rozmiestnení výrobného procesu sa nemení poradie jednotlivých pracovísk, pretože by to bolo nelogické. Ich aktuálne poradie je vytvorené v súlade s procesom a aj z hľadiska firmy je považované za najefektívnejšie.



Obrázok č. 41: Špagetový diagram navrhovaného usporiadania
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

5.3 Nedostatok nového usporiadania

Pri analýze návrhu sme dospeli k zjavnému nedostatku. Pracovisko č. 1, kde predtým výrobný proces začínal aj končil, sa v navrhnutom rozmiestnení rozdelí na dve pracoviská.

Výhodou aktuálneho layoutu výrobnjej linky SEMiX je to, že nosiče, ktoré vyjdú z chladiacich zón nie je potrebné presúvať. Úlohou operátora v súčasnej situácii je spracované moduly premiestniť z nosiča na transportný vozík a následne na prázdny nosič uložiť ďalšie torzá určené na spracovanie.

Pri rozložení linky do tvare písmena U vzniká problém, kedy by operátor musel prázdne nosiče samostatne presúvať z posledného pracoviska výrobnjej linky na jej začiatok, a teda prvé pracovisko. Prejavuje sa tu nedostatok toho, že dopravný pás by bol kratší

a teda alarm, ktorý upozorňuje na jeho zaplnenie, by pípal častejšie a operátor by sa častejšie musel presúvať medzi pracoviskami.

Síce by šlo o kratšiu vzdialenosť, ale pre operátora by tu vznikol nový pohyb navyše, ktorý predtým nemusel vykonávať. Zamestnanci by sa časom mohli začať sťažovať na tento úkon a možné zdravotné problémy, ktoré by mohol vytvárať, ako napríklad bolesti chrbta. Keďže, ako bolo spomínané v analýze, spoločnosť sa snaží operátorom zjednodušovať jednotlivé činnosti, ide o značný nedostatok nášho návrhu, na ktorý je potrebné sa sústrediť.



Obrázok č. 42: Rozdelenie pracoviska č. 1
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

5.3.1 Riešenie

Pri riešení daného nedostatku sa snažíme sústrediť na odstránenie novovzniknutého úkonu plynúceho z navrhovaného usporiadania výrobného procesu. V takomto prípade musíme rozmýšľať, aké máme možnosti nahradenia tohto pohybu. Do úvahy musíme brať aj fakt, že plocha medzi navrhovaným posledným a počiatočným pracoviskom musí byť prázdna, pretože ide o priestor prostredníctvom ktorého budú operátori prechádzať k svojim pracoviskám.

Možnosťou, ako vyriešiť tento problém, je obstaranie automatického robota, ktorý by bol schopný presunúť prázdne nosiče z bodu A (posledné pracovisko) do bodu B (počiatočné pracovisko). Operátori by týmto spôsobom boli odbremenení od vzniknutého úkonu a tým by sa odstránil nedostatok navrhovaného usporiadania jednotlivých pracovísk výrobného procesu.

5.4 Elektrický box

Zo zhrnutia a výsledkov analýzy nám vychádza jeden aktuálny nedostatok výrobnjej linky SEMiX, a to konkrétne elektrická lávka, ktorou je teraz riešené poskytovanie elektrickej energie výrobnjej linke. Jej nevýhodou je, že pri zmene umiestnenia výrobnjej linky je potrebné obstarat' novú lávku, ktorá bude vyrobená konkrétne na jej nové umiestnenie. Čiže pri každom presune je potrebné obstarávať elektrickú lávku a vynakladať na to financie.

Riešenie tohto problému je veľmi jednoduché, pretože podnik už začal zavádzať takzvané elektrické boxy (Obrázok č. 43) pri iných výrobných procesoch. Ide o boxy, ktoré je možné umiestniť vedľa alebo v dostatočnej blízkosti výrobnjej linky, napojiť na zdroj elektriny a prostredníctvom káblov linku s daný boxom prepojiť a tým by sa zabezpečila elektrika pre danú výrobu. Výhodou tohto boxu je, že pri presune je jednoducho možné káble odpojiť a elektrický box zobrať a premiestniť na nové umiestnenie výrobnjej linky. Nie je potrebné opakovane vynakladať peniaze na jeho obstaranie, čiže by išlo iba o jednorazovú investíciu.



Obrázok č. 43: Elektrický box
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Keďže spoločnosť už s danými boxami má skúsenosť a využíva ich pri viacerých výrobách, predpokladáme, že je s nimi spokojná a dané riešenie odstránenia nedostatku by jej vyhovovalo.

5.5 Podmienky realizácie návrhov

Obsahom nasledujúcej kapitoly diplomovej práce je určenie podmienok realizácie jednotlivých návrhov, a teda podmienok za akých je možné ich uskutočniť.

5.5.1 Layout

Hlavnou podmienkou realizácie je, aby presunutie výrobnéj linky odsúhlasili kompetentní ľudia. Keďže ale samotná potreba presťahovania výroby vznikla na základe zavedenia nového výrobného procesu na súčasné miesto výrobnéj linky SEMiX, danú podmienku je možné považovať za splnenú.

Ďalšou podmienkou je vytvorenie miesta pre daný layout, pretože súčasný priestor nemá dostatočné predpoklady, aby umožnil realizáciu navrhovaného layoutu. Spoločnosť SEMIKRON, s. r. o. aktuálne takýmto priestorom disponuje, keďže nedávno dokončil výstavbu novej výrobnéj haly.

Jednou z ďalších podmienok je odsúhlasenie nového usporiadania výrobného procesu. Táto podmienka je postavená na ekonomickom zhodnotení, ktoré sa nachádza v ďalšej časti tejto práce.

Po odsúhlasení návrhu a všetkých jeho náležitostí nasleduje vytvorenie časového plánu presťahovania linky. Väčšinou podobné presuny prebiehajú počas sviatkov, nočných zmien alebo víkendov, kedy sa vo výrobe nachádza menej operátorov z dôvodu nižšej produkcie. Samotný presun zaberie približne jeden deň a nasledujúci deň sa linka bude uvádzať do prevádzky a testovať. Na tretí deň by malo byť možné ju už plne využívať na výrobu modulov.

5.5.2 Automatický robot

Keďže ide v podstate o „doplňkový“ návrh, ktorého účelom je odstránenie nedostatku vzniknutého iným návrhom, základnou podmienkou realizácie je uskutočnenie prvotného návrhu.

Aj v tomto prípade je nutné, aby obstaranie daného automatického robota bolo odsúhlasené zodpovednými ľuďmi v závislosti od ekonomických prínosov a návratnosti tejto investície. Následne bude potrebné spraviť prieskum trhu a nájsť vhodného dodávateľa navrhovaného robota. Po splnení tejto podmienky a teda obstaraní robota ho spoločnosť implementuje do výroby a zaučí príslušných operátorov na vhodnú a správnu manipuláciu s ním.

5.5.3 Elektrický box

Návrh obstarania elektrického boxu slúži ako riešenie súčasného nedostatku výrobnéj linky, čiže jeho realizácia nie je podmienená zavedením predchádzajúcich návrhov. V podstate aj v tomto prípade sa opakuje podmienka odsúhlasenia obstarania oprávnenými osobami. Ale keďže, ako už bolo spomínané, ide o elektrické boxy, ktoré sa vo výrobe už dlhšie využívajú vo viacerých jej častiach a spoločnosť je s nimi spokojná, považujeme tento návrh obstarania nového boxu s vysokou pravdepodobnosťou za realizovateľný.

Nevzniká tu potreba nájdenia a oslovenia nového dodávateľa, keďže s týmto obstaraním, ako je spomínané vyššie, spoločnosť už má skúsenosti ako aj s následným zavedením daného boxu.

5.6 Ekonomické zhodnotenie a prínosy návrhov

Druhou časťou tejto kapitoly je ekonomické zhodnotenie, kde budú vyčíslené približné náklady súvisiace s realizáciou navrhovaných zmien. V rámci ekonomického zhodnotenia budú určené aj výnosy alebo šetrenie vyvolané danými zmenami

5.6.1 Layout

Navrhnutým rozmiestnením výrobného procesu spoločnosť skráti vzdialenosti medzi pracoviskami, kde to je potrebné a kde sa nachádza úzke miesto procesu. Odhadované nové vzdialenosti sú uvedené v nasledujúcej tabuľke. Nový čas bol vypočítaný využitím predpokladanej novej vzdialenosti a simuláciou spracovania výrobnéj dávky, ktorá bola meraná v analytickej časti pri zisťovaní aktuálnej časovej náročnosti.

Tabuľka č. 8: Prínosy nového rozmiestnenia
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Pracoviská	Pôvodná vzdialenosť [m]	Pôvodný čas [min]	Nová Vzdialenosť [m]	Nový čas [min]	Rozdiel vo vzdialenosti [m]	Rozdiel v čase [min]
Príprava – ohýbanie	9,25	4,85	5,7	2,99	- 3,55	- 1,86
Pružinkovanie – zalievanie	5,75	6,5	1,7	1,92	- 4,05	- 4,58
Spolu	15	11,35	7,4	4,91	- 7,6	- 6,44

Na tomto konkrétnom prípade môžeme vidieť ušetrenie času získaného navrhovaným rozmiestnením výrobného procesu. Úspora samozrejme záleží od viacerých aspektov, ako je napríklad objem dávky a počet operátorov. Podnik usúdil, že by bolo pre neho výhodné zmeniť optimálne množstvo operátorov z aktuálnych 4 na 3. Keďže na výrobnéj linke sa nepracuje každú zmenu z dôvodu nízkych objednávok, budeme rátať s ušetrením dvoch operátorov za jeden deň. V ďalšej tabuľke je znázornený prepočet nákladov na dvoch operátora za jeden rok. Ako hrubá mzda bola využitá priemerná mzda operátora v spoločnosti a odvody boli vypočítané ako 35,2 % z hrubej mzdy (25,2 % sociálne poistenie + 10 % zdravotné poistenie).

Tabuľka č. 9: Prepočet nákladov na operátorov
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Počet operátorov	Hrubá mzda [€]	Odvody [€]	Mesačné náklady podniku [€]	Ročné náklady podniku [€]
1	1 000	352	1 352	16 224
2	2 000	704	2 704	32 448

Podľa tabuľky č. 9 vieme povedať, že podnik je prostredníctvom zmeny layoutu výrobnéj linky a následným znížením optimálneho počtu operátorov schopný ušetriť približne 32 448 € ročne.

Spoločnosť sa rozhodla, že zníženie počtu operátorov je pre ňu výhodnejšie ako zvýšenie kapacity výroby, keďže, ako bolo spomínané, objednávok na modul SEMiX nie

je dostatočné množstvo, aby výroba aktuálne vôbec prebiehala v plnej trojzmennej prevádzke.

5.6.2 Automatický robot

Pri realizovaní návrhu kúpy automatického robota musíme počítať s nákladmi, ktoré sú spojené s jeho obstaraním. Spoločnosť už obdobnými automatickými robotmi disponuje a teda podobný nákup už vykonávala. Odhad nákladov na daného automatického robota, ktorý by prenášal váhu max. 5 kg, sama vyčíslila na približne 50 000 €.

5.6.3 Elektrický box

Pri každom sťahovaní výrobnéj linky sú vynaložené náklady na obstaranie elektrickej lávky, ktorá je vždy robená na mieru na nové miesto a pre konkrétne usporiadanie pracovísk. Náklady na obstaranie lávky sú približne vo výške 250 €.

Ako bolo spomenuté na začiatku návrhovej časti, v podniku sa využívajú tzv. elektrické boxy, ktorých výhoda je v tom, že je možné ich pre presťahovať spolu s výrobnou linkou. Inak povedané, ide o jednorazový náklad vo výške približne 500 €.

5.6.4 Návratnosť

Celkové náklady navrhovaných riešení sú vyčíslené približne na 50 500 €. Prínos z daných návrhov je spolu v hodnote 32 698 €. Na základe týchto údajov sme schopní zistiť, že návratnosť daných návrhov je približne 1,5 kalendárneho roka.

Podnik má samozrejme možnosť navrhovaného automatického robota neobstarať, a teda návratnosť by bola takmer okamžitá. V tomto prípade by mala aj možnosť pozorovať efektívnosť navrhnutého usporiadania výrobného procesu a správnosť našich prepočtov, čo by bolo rozumnejšie. Následne by sa sama mohla rozhodnúť, či je obstaranie automatického robota potrebné.

ZÁVER

Cieľom diplomovej práce bola tvorba návrhu layoutu vybranej časti výrobného procesu na základe nového usporiadania výrobnjej linky a tým dosiahnutie skrátenia času výrobných úloh, ktoré povedú k rozvoji podnikania.

Ako prvé boli v teoretickej časti vytýčené potrebné pojmy a ich charakteristiky z oblasti štíhlej výroby, úzkych miest, zlepšovania procesov, pracovného systému REFA a analýzy a merania práce pre pochopenie problematiky záverečnej práce.

Obsahom analytickej časti bolo predstavenie podniku a následne popis organizácie výroby a výrobnjej linky. Konkrétne tu boli popísané všetky výrobné činnosti realizované na predmetnej výrobnjej linke. Následne prebehlo meranie vzdialeností a meranie času, ktoré bolo podkladom na vyhodnotenie stanovených hypotéz pre posúdenie faktorov (ne)vplyvujúcich na čas výrobných úloh. Zhrnutie a vyhodnotenie analytickej časti bolo brané ako podklad pre tvorbu poslednej kapitoly.

V návrhovej časti záverečnej práce sú obsiahnuté jednotlivé návrhy na vylepšenie súčasného stavu. Prvým návrhom je samotné usporiadanie výrobného procesu, ktoré bolo zhotovené na základe vzťahov medzi jednotlivými pracoviskami. Aktuálny tvar výrobnjej linky má podobu písmena O, čo nie je najefektívnejšie riešenie. Bolo dokázané, že reorganizovaním layoutu do podoby písmena U bude pre podnik efektívnejšie, pretože to povedie ku skráteniu vzdialeností medzi pracoviskami, ktoré operátor musí prechádzať, a tým pádom aj ku celkovému skráteniu priebežnej doby výroby.

V práci bol identifikovaný aj nedostatok navrhovaného rozmiestnenia a to rozdelenie pracoviska č. 1 na dve časti – počiatočné a konečné miesto výrobnjej linky. Operátor by musel nosiče, ktoré z linky vyšli, ručne presúvať na jej začiatok a tým vykonávať úkon navyše. Preto bolo navrhnuté riešenie obstarania automatického robota, ktorý by túto činnosť vedel vykonávať namiesto pracovníka.

Posledný návrh mal eliminovať aktuálny nedostatok výrobnjej linky zistený počas analýzy. Ide o elektrickú lávku, ktorú je potrebné pri presune linky vždy obstaráť, pretože je vyrobená na mieru daného umiestnenia. Navrhnutým riešením je elektrický box, ktorého koncept sa vo výrobe pomaly zavádza a jeho výhodou je, že je možné ho pri sťahovaní presunúť spolu s linkou.

Podnik sa na základe analýzy a návrhov rozhodol, že je pre neho výhodnejšie znížiť optimálny počet operátorov na výrobnéj linke, a tak bol prínos návrhu vyčíslený prostredníctvom ušetrenia mzdových nákladov.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

DLABAČ, J. *Analýza a měření práce*. E-api.cz [online]. 2015 [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace>.

DLABAČ, J., *Zlepšujete procesy? Vyberte správnou metodu!* [online]. 2015 [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/25762nzlepsujete-procesy-vyberte-spravnou-metodu>.

HERAGU, S. 2016. Facilities design. Fourth edition. Boca Raton : CRC Press, Taylor & Francis Group, 2016. ISBN 9781498732895.

Interná dokumentácia SEMIKRON, s. r. o., 2022

JUROVÁ, M. a kol. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: GRADA Publishing, 2016. ISBN 978-80-271-9330-1.

JUROVÁ, M. a kol. *Výrobní procesy řízené logistikou*. 1. vyd. Brno: BizBooks, 2013, ISBN 978-802-6500-599.

JUROVÁ, M. *Organizace přípravy výroby*. 2. vyd. prepracované a doplnené, Brno CERM, akademické nakladatelství 2015, 123 s, ISBN 978-80-214-5247-3.

KAVAN, M. *Výrobní a provozní management*. Praha: GRADA Publishing, 2002. ISBN 80-247-0199-5.

KOŠTURIÁK, J. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno Computer Press 2010. ISBN 978-80-251-2349-2.

KOŠTURIÁK, J., Z. FROLÍK et al., 2006. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa. ISBN 80-86851-38-9.

LIKER, Jeffrey K, 2004. *The Toyota way: 14 management principles from the worlds greatest manufacturer*. New York: McGraw-Hill, 330 s. ISBN 00-713-9231-9.

MACHOVÁ, S. Logistika nákupu a řízení zásob [online]. Brno, 2020. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/125598>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav managementu. Vedoucí práce Pavel Juřica.

MACHOVÁ, S. (2022). Zhodnotenie úzkeho miesta formou merania činností realizovaných na výrobníj linke v spoločnosti. *Podnikání a management v kontextu 21. století*:

Vybrané research papers studentů magisterského studijního programu Strategický rozvoj podniku. (IN PRESS).

MILLER, J., a kol. *Kultura kaizen*. 1. vyd. Brno: BizBooks, 2017, ISBN 978-80-265-0618-8.

PAVELKA, M., 2009. *Časové studie - nástroj průmyslového inženýrství*. E-api.cz [online]. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z : <http://www.e-api.cz/68428casove-studie-nastroj-prumysloveho-inzenyrstvi>.

REFA Bundesverband e. V., 2003. *Pracovní systém REFA*.

REID, R.; SANDERS, R. 2010. *Operations Management: An Integrated Approach*. New York : John Wiley, 2010. 978-0-470-52458-9

SEMIKRON, s. r. o., FinStat [online]. 2022 [cit. 2022-01-21]. Dostupné z: <https://www.finstat.sk/31423230>.

ŠTŮSEK, Jaromír. *Řízení provozu v logistických řetězcích*. Praha: C.H. Beck pro praxi, 2007, ISBN 978-80- 7179-534-6.

TOMEK, G., V. VÁVROVÁ. *Řízení výroby a nákupu*. Praha: Grada. 2007, ISBN 978-80-247-1479-0.

WILSON, L. *How To Implement Lean Manufacturing*. New York: McGraw - Hill companies, Inc., 2009. ISBN 978-0-07-162508-1.

WÖHE, G., KISLINGEROVÁ, E. *Úvod do podnikového hospodářství*. Praha C.H. Beck 2007, 928s. ISBN 978-80-7179-897-2.

ZANDIN, Kjell B. *MOST –Work Measurement Systems*. Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2003. ISBN 978-0-42-917765-1.

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok č. 1: Princíp výrobného procesu.....	12
Obrázok č. 2: Zameranie kaizen	16
Obrázok č. 3: Predmetné usporiadanie	19
Obrázok č. 4: Technologické usporiadanie.....	19
Obrázok č. 5: Bunkové usporiadanie	20
Obrázok č. 6: Časová snímka REFA - predná strana	30
Obrázok č. 7: Časová snímka REFA - zadná strana	31
Obrázok č. 8: Logo spoločnosti SEMIKRON, s.r.o.	32
Obrázok č. 9: Produkty - SEMiSTART a SEMITRANS	33
Obrázok č. 10: Organizačná štruktúra	34
Obrázok č. 11: Vývoj zisku v rokoch 2011 – 2020	36
Obrázok č. 12: Elektrické vedenie výrobnéj linky SEMiX	39
Obrázok č. 13: Aktuálny layout výrobnéj linky SEMiX	40
Obrázok č. 14: Výrobky SEMIX 2S a SEMiX 13	41
Obrázok č. 15: Obežníkový list - zoznam procesov	42
Obrázok č. 16: Obežníkový list – materiálový list	43
Obrázok č. 17: Pracovisko č. 1 – príprava torz.....	45
Obrázok č. 18: Správne uloženie torza - striedavé privody nadol a teplotný senzor napravo	46
Obrázok č. 19: Správne uloženie torza - striedavý privod napravo a teplotný senzor nadol	46
Obrázok č. 20: Správne nanesené lepidlo	47
Obrázok č. 21: Správne nasadené torzo na puzdre	48
Obrázok č. 22: Pracovisko č. 2 - nasádzanie puzdier	48
Obrázok č. 23: Pracovisko č. 3 - ohýbanie privodov	49
Obrázok č. 24: Správne a nesprávne ohnutie privodov	49
Obrázok č. 25: Pracovisko č. 4 - ručné lisovanie.....	51

Obrázok č. 26: Pracovisko č. 5 - vkladanie pružiniek	52
Obrázok č. 27: Vytvrdzovacie pece a chladiace zóny	53
Obrázok č. 28: Prepojenie pracovísk	54
Obrázok č. 29: Špagetový diagram pôvodného layoutu	54
Obrázok č. 30: Predná strana REFA formuláru - pracovisko č. 1	57
Obrázok č. 31: Výsledky merania na pracovisku č. 1	58
Obrázok č. 32: Predná strana REFA formuláru - pracovisko č. 2	59
Obrázok č. 33: Výsledky merania na pracovisku č. 2	60
Obrázok č. 34: Predná strana REFA formuláru - pracovisko č. 3	61
Obrázok č. 35: Výsledky merania na pracovisku č. 3	62
Obrázok č. 36: Predná strana REFA formuláru - pracovisko č. 4	63
Obrázok č. 37: Výsledky merania na pracovisku č. 4	64
Obrázok č. 38: Predná strana REFA formuláru - pracovisko č. 5	65
Obrázok č. 39: Výsledky merania na pracovisku č. 5	66
Obrázok č. 40: Navrhované usporiadanie výrobného procesu	73
Obrázok č. 41: Špagetový diagram navrhovaného usporiadania.....	74
Obrázok č. 42: Rozdelenie pracoviska č. 1	75
Obrázok č. 43: Elektrický box	76

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka č. 1: Prvky metódy 5S	17
Tabuľka č. 2: From-to matrix	22
Tabuľka č. 3: REL chart	23
Tabuľka č. 4: Ekonomický stav spoločnosti za rok 2020	36
Tabuľka č. 5: Postup pri kontrole matičiek	50
Tabuľka č. 6: Vzdialenosť a čas strávený presunom medzi pracoviskami.....	55
Tabuľka č. 7: Vzťahy pracovísk	71
Tabuľka č. 8: Prínosy nového rozmiestnenia.....	79
Tabuľka č. 9: Prepočet nákladov na operátorov	79