

Racionalizace výrobních procesů v automobilovém průmyslu

Bc. Lukáš Knap, MBA

Diplomová práce
2025



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta logistiky a krizového řízení

Ústav krizového řízení

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Bc. Lukáš Knap, MBA
Osobní číslo:	L23021
Studijní program:	N1032A020002 Bezpečnost společnosti
Specializace:	Rizikové inženýrství
Forma studia:	Kombinovaná
Téma práce:	Racionalizace výrobních procesů v automobilovém průmyslu

Zásady pro vypracování

- Zpracujte teoretická východiska vztahující se k názvu diplomové práce.
- Provedte analýzu výrobního procesu a definujte rizika a úzká místa.
- Zpracujte projekt racionalizace výrobního procesu.
- Projekt vyhodnoťte ve vztahu k bezpečnosti procesu a přínosům pro daný podnik.

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**
Jazyk zpracování: **Slovenština**

Seznam doporučené literatury:

1. BAUDIN, Michel a NETLAND, Torbjorn H. *Introduction of Manufacturing: An Industrial Engineering and Management Perspective*. Online. New York: Routledge. 2023. ISBN 9781351110310.
2. BURDUK, Anna; BATAKO, Andre; MACHADO, José; WYCZÓŁKOWSKI, Ryszard; ANTOSZ, Katarzyna et al. *Advances in Production: Intelligent Systems in Production Engineering and Maintenance*. Online. Springer. 2023. ISBN 978-3-031-45021-1.
3. DUPAL, Andrej. *Manažment výroby*. Bratislava: Sprint 2. 2019. ISBN 978-80-89710-50-8.
4. HELMOND, Marc. *Lean Management and Kaizen: Fundamentals from Cases and Examples in Operations and Supply Chain Management*. Online. Springer. 2020. ISBN 978-3-030-46981-8.
5. HORMANN, Martin. *A Holistic Approach to Process Optimisation: Tools and Practical Examples Create Efficient Workflows*. Online. Wiesbaden: Springer. 2021. ISBN 978-3-658-34097-1.
6. KUMAR, Ajay; SINGH, Hari; KUMAR, Parveen a ALMANGOUR, Bandar. *Handbook of Smart Manufacturing: Forecasting the Future of Industry 4.0*. Online. Raton: CRC Press. 2023. ISBN 978-1-003-33376-0.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucí diplomové práce.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Romana Heinzová, Ph.D.**
Ústav logistiky

Datum zadání diplomové práce: **2. prosince 2024**
Termín odevzdání diplomové práce: **25. dubna 2025**

L.S.

prof. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.
děkanka

Ing. et Ing. Jiří Konečný, Ph.D.
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 2. prosince 2024

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení diplomové práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou práci – nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá; neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji, že

- jsem na diplomové práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

V Uherském Hradišti, dne 25.04.2025

.....
podpis autora

ABSTRAKT

Táto práca sa zaoberá návrhom riešení na zvýšenie výrobnéj kapacity konkrétnej výrobnéj linky so zameraním na dosiahnutie cieľovej úrovne produkcie 3 600 kusov týždenne. Východiskom bola analýza aktuálneho stavu procesu, vykonaná pomocou metódy MTM a chronometráže, ktoré umožnili identifikovať neefektívne činnosti a oblasti s vysokou mierou plytvania. Na základe výsledkov z metód SIPOC a Ishikawa diagramu boli odhalené potenciálne riziká ohrozujúce stabilné zvýšenie výkonu, ktoré boli následne spracované cez nápravné opatrenia v rámci FMEA analýzy. Práca porovnáva dve alternatívy riešenia – organizačný variant navýšenia zmien a investičný variant technického rozšírenia kapacity. Hoci sa na prvý pohľad javil ako výhodnejší menej investične náročný variant A, po hlbšej finančnej analýze sa ukázalo, že variant B prináša v dlhodobom horizonte výrazne vyšší čistý prínos, a to o viac ako 7,5 milióna eur. Spoločnosť sa napokon rozhodla pre investičné riešenie, ktoré v retrospektíve hodnotí ako správne rozhodnutie, prinášajúce vyššiu efektivitu, stabilitu a racionalizáciu celého výrobného procesu.

Kľúčové slova: racionalizácia výroby, produktivita, MTM, SIPOC, FMEA, optimalizácia procesu, zvýšenie kapacity

ABSTRACT

This thesis focuses on designing solutions to increase the production capacity of a specific production line, aiming to achieve a weekly output of 3,600 units. The current state of the process was analyzed using MTM and time study methods to identify inefficiencies and waste. SIPOC and Ishikawa diagram analyses helped uncover potential risks, which were addressed through corrective actions using the FMEA method. Two solution variants were compared – an organizational approach with additional shifts and a technical approach involving capacity expansion. Although Variant A initially seemed more favorable due to lower investment, financial analysis showed that Variant B brings a higher long-term benefit of over 7.5 million euros. The company ultimately chose the investment-based solution, which proved to be the right decision, leading to improved efficiency, stability, and overall process rationalization.

Keywords: production rationalization, productivity, MTM, SIPOC, FMEA, process optimization, capacity increase.

Pod'akovanie

Úprimné pod'akovanie patrí môjmu školiteľovi diplomovej práce, p. Ing. Romane Heinzovej, Ph.D. za cenné rady, odborné vedenie a čas ktorý mi venovala nie len pri vypracovaní mojej diplomovej práce ale aj počas celého môjho štúdia na FLKŘ.

Zvláštne pod'akovanie patrí mojej manželke Kataríne a našim dcéram za ich lásku, podporu a trpezlivosť počas celého môjho štúdia.

„Nič mi nebolo nemožné, lebo som chcel.“

Milan Rastislav Štefánik

OBSAH

ÚVOD.....	13
CIELE A METÓDY	14
I TEORETICKÁ ČÁST	15
1 RACIONALIZÁCIA.....	16
1.1 RACIONALIZÁCIA VÝROBY	17
1.2 RACIONALIZAČNÉ ÚLOHY V RÁMCI RIADENIA VÝROBY	18
2 PRODUKTIVITA	20
2.1 JEDNOFAKTOROVÁ PRODUKTIVITA.....	20
2.2 MULTIFAKTOROVÁ PRODUKTIVITA	21
2.3 FAKTORY PRODUKTIVITY PRÁCE	21
2.4 ZÁKLADNÉ PRVKY FORMUJÚCE PRODUKTIVITU PRÁCE.....	21
2.5 ZISŤOVANIE PRODUKTIVITY	22
2.5.1 Prestoj.....	22
2.5.2 Normovaný čas.....	23
2.5.3 Tempo	24
2.5.4 Produkčný čas	24
2.5.5 Produkcia.....	24
2.5.6 Plán produkcie.....	24
2.5.7 Plnenie plánu	24
2.5.8 Layout výrobnéj linky	25
2.5.9 Kapacita layoutu výrobnéj linky	25
2.6 CELKOVÁ (KOMPLEXNÁ) PRODUKTIVITA.....	25
2.7 PRIDANÁ HODNOTA	26
3 PLYTVANIE	27
3.1 PRÍČINY PLYTVANIA	28
3.2 DÔSLEDKY PLYTVANIA	29
3.3 3M – MUDA (無駄), MURI (無理), MURA (斑).....	30
3.4 MURA (NEROVNOMERNOSŤ).....	31
3.5 MURI (NADMERNÉ ZATAŽENIE)	32
3.6 MUDA (PLYTVANIE)	33
3.6.1 Defects – Chyby v procese.....	34
3.6.2 Over-processing – Nadvýroba.....	35
3.6.3 Waiting – Čakanie	35
3.6.4 Non-Utilized Talent – Plytvanie nevyužitého talentu	35
3.6.5 Transportation – Preprava	35
3.6.6 Inventory – Zásoby	36
3.6.7 Motion – Pohyby	36
3.6.8 Extra processing - Nadmerné spracovanie	36

3.7	KLASIFIKÁCIA ČINNOSTÍ (V, N, W)	36
3.8	YAMAZUMI (山積み)	37
4	VYBRANÉ METÓDY ZLEPŠOVANIA.....	39
4.1	PDCA CYKLUS	39
4.2	KAIZEN (改善)	41
4.3	KAIKAKU (改革)	42
4.4	KAKUSHIN (革新)	43
4.5	MTM (METHODS TIME MEASUREMENT)	43
4.6	CHRONOMETRÁŽ	46
4.7	ŠTANDARDIZÁCIA.....	46
4.8	SIPOC ANALÝZA.....	47
4.9	DIAGRAM PRÍČIN A NÁSLEDKOV	48
II	PRAKTICKÁ ČASŤ	49
5	PREDSTAVENIE SPOLOČNOSTI SUPRE GLOBAL S.P.A	50
5.1	HISTORICKÉ MÍLNIKY SPOLOČNOSTI SUPRE GLOBAL S.P.A.	50
5.2	POSLANIE SPOLOČNOSTI	51
5.3	VÍZIE SPOLOČNOSTI	52
5.4	STRATÉGIE A CIELE SPOLOČNOSTI	52
5.4.1	Stratégia spoločnosti.....	52
5.4.2	Ciele spoločnosti	53
5.5	PREDSTAVENIE SPOLOČNOSTI SUPRE GLOBAL S.P.A. SLOVAKIA	54
6	ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU	57
6.1	PROCESNÝ MODEL ORGANIZÁCIE.....	57
6.2	POPIS VÝROBNEJ LINKY	58
6.2.1	Opal'ovanie	58
6.2.2	Penenie	59
6.2.3	Kamerová kontrola	60
6.2.4	Vysekávanie	62
6.2.5	Frézovanie	63
6.2.6	Infračervené zváranie	65
6.2.7	Ultrazvukové zváranie.....	66
6.2.8	Automatické robotické klipovanie	67
6.2.9	Výstupná kontrola	69
6.3	SÚČASNÝ LAYOUT VÝROBNEJ LINKY	70
6.3.1	Kapacita výrobnnej linky – súčasný stav	71
6.3.2	Podiel pridanej hodnoty a plytvania – súčasný stav	72
6.4	CHARAKTERISTIKA PROJEKTU B16 A JEHO PLÁNOVANÁ VÝROBNÁ KAPACITA	73
6.4.1	Hlas Zákazníka	75

6.4.2	Kritické parametre kvality (CQP)	76
6.5	SIPOC ANALÝZA	76
6.6	DIAGRAM PRÍČIN A NÁSLEDKOV	78
6.7	NÁVRH OPTIMALIZAČNÝCH OPATRENÍ NA ZÁKLADE ANALÝZY PROCESOV	79
7	NÁVRH RIEŠENÍ PRE DOSIAHNUTIE VÝROBNEJ KAPACITY	82
7.1	VARIANT A: OPTIMALIZÁCIA VÝROBNÝCH ZDROJOV – 4 ZMENNÝ MODEL	82
7.1.1	Výhody štvorzmennej výroby	82
7.1.2	Nevýhody štvorzmennej výroby	82
7.1.3	Finančné náklady štvorzmennej výroby.....	83
7.2	VARIANT B: IMPLEMENTÁCIA ZARIADENIA PRE NAVÝŠENIE PRODUKCIE	84
7.2.1	Návrh budúceho usporiadania výrobnéj linky B16.....	84
7.2.2	Finančné náklady implementácie nového zariadenia.....	87
8	EKONOMICKÉ VYHODNOTENIE NAVRHOVANÝCH RIEŠENÍ.....	88
8.1	VARIANT A – ŠTVORZMENNÁ PREVÁDZKA (BEZ INVESTÍCIE DO ZARIADENIA)	88
8.2	VARIANT B – IMPLEMENTÁCIA ZARIADENIA PRE NAVÝŠENIE PRODUKCIE.....	89
8.3	POROVNANIE VARIANTOV A A B PODĽA KĹÚČOVÝCH KRITÉRIÍ	90
8.4	FINANČNÉ POROVNANIE VARIANTOV A VS. B (NA 8 ROKOV).....	91
ZÁVER		92
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATURY		94
ZOZNAM OBRÁZKOV		96
ZOZNAM TABULIEK		97
ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A ZKRATEK.....		98
ZOZNAM PRÍLOH.....		99

ÚVOD

V súčasnosti sa výrobné podniky stretávajú s čoraz väčšími požiadavkami na zvyšovanie kapacity a produktivity pri súčasnom zachovaní vysokej úrovne kvality, stability a bezpečnosti výrobných procesov. Vzhľadom na rastúce nároky zákazníkov a konkurenčný tlak je nevyhnutné, aby výrobné procesy boli čo najefektívnejšie a najúspornejšie. K tomu je potrebné dôkladne analyzovať súčasný stav výroby, identifikovať riziká a problémy, ktoré bránia dosiahnutiu požadovanej kapacity a následne implementovať nápravné riešenia na ich minimalizáciu. V rámci tejto práce sa zameriavame na návrh opatrení na požiadavku koncového zákazníka v podobe navýšenia výrobnéj kapacity t. j. 2700 kusov týždenne na požadovanú produkciu až 3 600 kusov týždenne, a to pri súčasnom zachovaní kvality produktu a stability výrobného procesu. Kľúčovým cieľom je nájsť riešenie, ktoré umožní dosiahnuť požiadavky na kapacitu bez negatívneho dopadu na kvalitu a bezpečnosť výroby, pričom sa bude klásť dôraz na minimalizáciu finančných nákladov spojených s implementáciou navýšenia produkcie.

Aby sa dosiahli tieto ciele, je nevyhnutné vykonať detailnú analýzu výrobných procesov, identifikovať oblasti s potenciálom na zlepšenie a následne implementovať metódy a nástroje, ktoré vedú k eliminácii plytvania a zlepšeniu efektivity. K tomu sme použili vybrané metodiky zlepšovania, ako sú MTM, chronometráž, SIPOC analýza, diagram príčin a následkov, ktoré nám umožnia presne identifikovať slabé miesta v procese a navrhnúť účinné opatrenia spracované pomocou metódy FMEA.

Po implementovaní nápravných opatrení, ktoré by mohli ohroziť plánované navýšenie produkcie je potrebné sa sústrediť na proces a vyhľadávanie rôznych možností, ktoré povedú k dosiahnutiu zákazníckej požiadavky na výrobu 3 600 kusov týždenne, a to pri zachovaní optimálnych podmienok kvality, bezpečnosti a stability procesu.

V závere práce sa pokúsime vyhodnotiť finančné dopady na implementáciu jednotlivých riešení pre spoločnosť. Dôležité bude zohľadniť nielen krátkodobé náklady, ale aj dlhodobé výhody, ktoré tieto riešenia prinesú.

CIELE A METÓDY

Cieľom tejto práce je identifikovať a implementovať opatrenia na zvýšenie výrobnnej kapacity konkrétnej linky na 3 600 kusov týždenne. Dôležité je, aby tento nárast neovplyvnil negatívne kvalitu, stabilitu ani bezpečnosť výrobného procesu a zároveň bol ekonomicky efektívny. Na naplnenie hlavného cieľa bolo potrebné stanoviť aj viacero parciálnych cieľov.

Prvým menším cieľom bolo vykonanie detailnej analýzy súčasného stavu výroby, identifikácia úzkych miest a oblastí s potenciálom na zlepšenie.

Rovnako dôležitým pod cieľom bolo odhalenie a eliminácia plytvania – odstránenie neefektívnych činností, ktoré nepridávajú hodnotu, s cieľom zvýšiť produktivitu a efektivitu.

Hlavným cieľom bolo nájsť spôsob ako zabezpečiť požadované navýšenie výrobnnej kapacity na linke bez negatívneho dopadu na kvalitu a bezpečnosť procesu a celkovej výroby.

Na analýzu boli použité rôzne metodiky. Chronometráž umožnila zmerať časové nároky operácií a odhaliť prestoje. Metóda MTM pomohla identifikovať možnosti úspor času v pohyboch a činnostiach. Metóda SIPOC poskytla prehľad o procese výroby a jeho vstupoch/výstupoch. Pomocou diagramu príčin a následkov sa identifikovali potenciálne riziká, ktoré boli ďalej spracované pomocou FMEA s návrhom preventívnych opatrení.

Záverečná analýza sa zamerala na ekonomickú efektívnosť navrhnutých riešení. Porovnaním investičných a prevádzkových nákladov s očakávanými prínosmi sa vybralo najefektívnejšie riešenie z pohľadu nákladov a návratnosti, ktoré zároveň zabezpečuje dlhodobú udržateľnosť a ekonomickú prosperitu spoločnosti.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 RACIONALIZÁCIA

Racionalizácia je odvodená od slova „racionálny“ čiže rozumný, používajúci logiku a porozumenie. Pri racionalizácii sa neefektívne a staré výrobné metódy nahrádzujú novými modernými a vedeckými prístupmi, ktoré nám pomáhajú minimalizovať prípadne eliminovať náklady na jednotku produktu.

Racionalizácia sa prvýkrát začala uplatňovať v Nemecku po obnovení priemyslu po prvej svetovej vojne. Tento proces priniesol významné zmeny v spôsobe výroby a prispel tak k rýchlej modernizácii. Vo veľmi krátkom čase sa táto metóda ukázala ako veľmi úspešná a postupne sa začala rozširovať do iných krajín a stala sa tak bežnou praxou. Racionalizácia tak priniesla nielen zlepšenie efektivity výroby, ale aj zníženie nákladov a zvýšenie konkurencieschopnosti. (Rationalization in Production Industries, 2023).

Medzi najčastejšie možné príčiny plytvania môžeme zaradiť:

- nedostatočné zaškolený personál,
- výroba nepodarkov,
- nad zásoba, poruchy zariadení,
- nevyhovujúci layout výrobnej linky
- nevyhovujúce usporiadanie materiálu na pracovných staniciach,
- prípadne neorganizované pracovné procesy a podprocesy,
- iné ďalšie faktory.

Tieto faktory majú za následok stratu času, materiálu, energie a môžu mať významy dopad na finančný dopad spoločnosti a jeho konkurencie schopnosť na trhu práce (Borovský, 2009).

Inými slovami, môžeme povedať že racionalizácia je proces, v ktorom sa staré a neefektívne alebo nevedecké metódy nahrádzajú modernými vedeckými technikami. Tento prístup tak vedie k efektívnejšiemu využívaniu času, práce a kapitálových zdrojov spoločnosti.

V modernom podniku tak racionalizácia môže zahŕňať rôzne aspekty, ako napríklad:

- Použitie vedeckých metód na zlepšenie výrobných procesov t. j. štatistická analýza procesu a pohybu s dôrazom na identifikáciu oblasti s potencionálnym zvýšením efektívnosti procesu,
- Zavádzanie nových technológií, čo pomôže efektívnejšie využiť obslužný personál, alebo môže dôjsť k jeho úplnému zrušeniu pracovného miesta.
- Reorganizácia procesov za účelom zvýšenia efektivity môže mať za následok konsolidáciu jednotlivých zariadení alebo procesov (Rationalization in Production Industries, 2023).

Kľúčovým aspektom tejto metódy je zameranie sa na elimináciu prípadne minimalizáciu plytvania čiže neefektívnosť samotného výrobného procesu.

1.1 Racionalizácia výroby

Hlavným cieľom racionalizácie výroby je dosiahnuť vyvážený a efektívny výrobný proces, ktorý spĺňa požiadavky koncového zákazníka ale zároveň minimalizuje zbytočné straty.

Racionalizácia výroby sa prejavuje organizovaním a zefektívňovaním faktorov, ktoré ovplyvňujú najmä:

- spotreba nakupovaných surovín a materiálu,
- kvalita produktu a celkovej výroby,
- objem celkovej výroby
- skladbu výrobného programu

Potreba racionalizácie výroby vzniká prioritne z dôvodu, že:

- potrebná činnosť je účinná, ale nespĺňa svoju funkciu
- potrebná činnosť plní požadovanú funkciu ale je finančne nákladná,
- činnosť nespĺňa svoju funkciu a zároveň je finančne nákladná (Borovský, 2009)

Existuje nespočetné množstvo dôvodov, prečo by sa organizácia mala systematicky venovať racionalizácii výrobných procesov.

Medzi najdôležitejšie dôvody patria napríklad :

- Zníženie nákladov
- Maximalizovať zisk
- Šetriť zdroje
- Uvoľniť hodnotu pre akcionárov
- Zlepšenie transparentnosti a riadenia
- Zjednodušenie obchodného modelu
- Odstrániť nepotrebné produkty a nevyužité kapacity
- Aktualizovať staré stroje a iné obchodné procesy (Kenton, 2022)

Cieľom racionalizácie je optimalizovať využitie dostupných zdrojov a prispôbiť sa aktuálnym trhovým podmienkam.

1.2 Racionalizačné úlohy v rámci riadenia výroby

Racionalizačné úlohy sú procesy, ktoré sa zameriavajú za zvýšenie efektívnosti a optimalizáciu výrobného alebo organizačného procesu. Cieľom racionalizačných úloh je primárne dosiahnuť vyššiu produktivitu a zároveň znížiť náklady pri zachovaní kvality produktu.

Preto sa racionalizačné úlohy primárne zameriavajú na:

- Organizácia práca
- Príprava výroby
- Výrobný cyklus
- Rozpracovanosť výroby
- Rovnomernosť výroby
- Kvalita výroby
- Odstraňovanie úzkych miest

- Spotreba surovín a materiálov

Racionalizačné úlohy riadenia výroby sa uplatňujú v situáciách, keď výrobný proces neplní predom zadefinované ciele a nevedie tak k očakávaným výsledkom. Napríklad, ak nie je dosiahnutý požadovaný objem výroby alebo ak je narušená rovnomernosť výrobného toku, alebo dochádza k nadmernej spotrebe surovín či materiálov, čo zvyšuje náklady a znižuje produktivitu. V takýchto prípadoch je úlohou racionalizácie identifikovať koreňové príčiny týchto problémov a navrhnúť opatrenia, ktoré vedú k ich odstráneniu. Tieto opatrenia môžu zahŕňať optimalizáciu pracovných postupov, zavádzanie nových technológií alebo zlepšenie organizácie práce. Výsledkom je primárne zvýšenie konkurencieschopnosti podniku a jeho schopnosť lepšie reagovať na požiadavky trhu. (Borovský, 2009).

2 PRODUKTIVITA

Produktivita je rozhodujícím faktorem, ktorý priamo ovplyvňuje krivku výnosov a strát, a slúži na hodnotenie výkonnosti procesov. V operačnom manažmente je meranie produktivity považované za základný nástroj na posúdenie efektívnosti produkčnej kapacity organizácie v určitom časovom období a v porovnaní s konkurenciou. Ak sú výstupy vysoké a vstupy nízke, systém sa považuje za efektívny a produktívny (Fekete, 2018).

$$Produktivita = \frac{Výstup}{Vstup}$$

kde:

Vstup – je všeobecne zadefinovaný ako priemerný počet zamestnancov, prípadne ako celkový počet odpracovaných hodín.

Výstup – sú zadefinované ako výnos, príjem, pridaná hodnota, a podobne.

Produktivitu môžeme rozdeliť na:

- Jednofaktorová produktivita
- Multifaktorová produktivita

Produktivita nám teda vyjadruje efektívnosť a účinnosť výroby produktov alebo poskytovania služieb, ktoré sú žiadané koncovými užívateľmi. Jej podstatou je, že sa meria buď v naturálnych jednotkách (množstvo), alebo v ekonomických (peňažných) hodnotách (Malega, 2011).

2.1 Jednofaktorová produktivita

Jednofaktorová produktivita je taká produktivita, ktorá využíva iba jeden vstup pre výpočet.

Príklad č.1 - Výpočet jednofaktorovej produktivity.

Firma vyprodukuje 10 000 ks výrobku na ktoré potrebuje 250 hodín práce.

$$Produktivita = \frac{10\,000}{250} = 4 \text{ ks/hodina}$$

Spoločnosť vyprodukuje 4 ks výrobku na 1 hodinu práce.

2.2 Multifaktorová produktivita

Multifaktorová alebo viacfaktorová produktivita, je produktivita ktorá využíva všetky vstupy napr. pracovnú silu, financie, materiál, investície do technológií atď. (Fekete, 2018)

$$\text{Multifaktorová Produktivita} = \frac{\text{Celkový výstup}}{\text{Celkové vynaložené vstupné zdroje}}$$

Multifaktorová produktivita poskytuje komplexnejší pohľad na výkonnosť produkčného procesu.

2.3 Faktory produktivity práce

Produktivita je ovplyvňovaná rôznymi faktormi, ktoré na ňu môžu pôsobiť ako z vonku, tak aj z vnútra podniku. Medzi tieto faktory patria napríklad pracovné postupy pre pracovníkov, používané metódy, kvalita produktu, kvalita zariadení, schopnosť efektívne využívania kapitálu, firemná kultúra a systém hodnotenia a odmeňovania zamestnancov.

Existuje však množstvo iných faktorov, ktoré vieme zadefinovať do dvoch hlavných kategórií, a to sú:

- Fyzikálne - technologické aspekty, využívanie dostupného času, materiálové aspekty a kapitál.
- Psychologické - správanie sa zamestnancov, ktoré majú na produktivitu rovnaký ak nie ešte výraznejší vplyv ako faktory fyzikálne.

2.4 Základné prvky formujúce produktivitu práce

Medzi základné prvky, ktoré priamo formujú produktivitu práce sú:

- Náročnosť produkcie – to znamená, že ak náročnosť/prácnosť produkcie klesá, naopak samotná produktivita bude stúpať. Zjednodušiť náročnosť výroby vieme docieľiť pomocou využitia nových technológií, postupov a metód práce.
- Zmena produktu výroby – zameranie sa na produkty, ktoré vyžadujú menšie materiálové, časové alebo finančné zdroje na prácu.

- Efektívne využitie pracovného času – napríklad neskoré príchody na pracovisko, skoré odchody z pracoviska, nedodržiavanie presnej dĺžky prestávok zamestnancami ma priamy vplyv na dostupný pracovný čas.
- Zlepšenie organizácie práce – eliminácia neproduktívnych časových strát a plytvaní.
- Zvyšovanie kvality pracovnej sily – zlepšovanie kvalifikácie operátorov pomocou tréningu a zavedenie efektívneho motivačného systému pre zvýšenie polyvalencie.
- Zlepšenie štruktúry investičného majetku – používanie modernejších technológií a technických zariadení.
- Zlepšenie efektivity využívania materiálov – odstránenie nedostatkov v hospodárení so surovinami a materiálmi.
- Zvyšovanie kvality vyrábanej produkcie – vyrábať kvalitnejšie a lepšie nám pomôže si udržať stálych zákazníkov (Krausová, 2011)

2.5 Zisťovanie produktivity

Na to, aby sme pochopili produktivitu dosahovanú v danom čase vo výrobnom systéme, je potrebné vysvetliť niektoré kľúčové pojmy.

2.5.1 Prestoj

V každej činnosti nájdeme prestoj, preto je veľmi náročne aby akákoľvek činnosť prebiehala bez časových strát. Na pojem prestoj nájdeme niekoľko definícií, ale pre naše potreby zdefinujeme prestoj nasledovne:

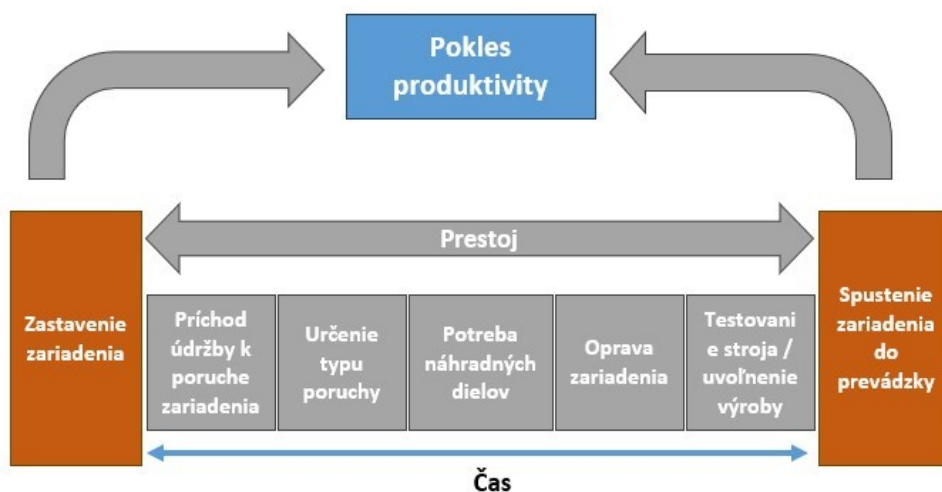
- Prestoj vo výrobe – je to čas, počas ktorého práca nie je vykonaná. Tento čas predstavuje kumulatívna potrebného času pre výrobu.
- Prestoj vo logistike – je to čas, počas ktorého sa na výrobnom pracovisku nevykonáva práca s dôvodu nedoručenie požadovaného materiálu.

Poznáme dva základne druhy prestojov:

- Plánované prestoje – sú to všetky vedomé a plánované odstávky (voľne pracovné dni, údržba zariadení, technologické prestoje a podobne).

- Neplánované prestoje – sú to všetky prestoje, ktoré neboli plánovane a teda z väčšiny sa jedná o nepredvídateľne udalosti, ktoré majú dopad na produktivitu výroby.

Vo všeobecnosti môžeme povedať, že prestoj a produktivita sú ako dve spojené nádoby. A teda platí, že čím dlhší máme prestoj (vo výrobe alebo na logistike) úmerne k tomu klesá produktivita a efektívnosť výroby teda podniku ako takého. Samozrejme to platí obrátene, ak budeme mať minimálny v lepšom prípade žiaden prestoj, tým vyššia bude produktivita a celková efektívnosť podniku (Malega, 2011). Všeobecné zobrazenie doby trvania prestoju a poklesu produktivity na obrázku nižšie.



Obrázok 1 – Všeobecné znázornenie doby trvania prestoja.

(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa (Malega, 2011))

2.5.2 Normovaný čas

Normovaný čas je čas zadefinovaný procesným inžinierom zodpovedným za dane zariadenie a výrobný proces na tomto zariadení.

Príklad č.2 – Na výrobnom zariadení xy sa vyrába jeden ks výrobku vo viacerých operáciách s celkovým časom 3,33 minúty. Normovaný čas určuje procesný inžinier na základe dlhodobého vyhodnotenia z nameraných časov na danom zariadení a do celkového normovaného času ráta aj s časovou rezervou od 10 % – do 15 %. Vo všeobecnosti platí, že

každý produkt môže (ale aj nemusí) mať samostatný normovaný čas pre konkrétne zariadenie.

2.5.3 Tempo

Tempo alebo sa môžeme stretnúť aj s pojmom rýchlosť práce, ktorá sa vyjadruje v % v porovnaní s normovaním očakávaným časom.

Príklad č.3 - Pre daný výrobok je normovaný čas 3,33 minúty. V skutočnosti skúsený zotrénovaný operátor dokáže tento výrobok vyrobiť za 3,0 minúty. To znamená, že tento operátor pracuje 111% tempom ($3,33 : 3,0 = 1,11 \times 100 = 111\%$).

2.5.4 Produkčný čas

Produkčný čas alebo sa môžeme stretnúť aj s pojmom disponibilný čas na výrobu daného výrobku.

Príklad č.4 - Štandardná pracovná doba je 8 hodín čo je 480 minút. Počas zmeny sú dve prestávky – krátka 10 minútová prestávka a dlhá / obedová 20 minútová prestávka = 30 minút počas ktorých sa na výrobnnej linke nevyrába. S toho nám vyplýva, že produkčný teda disponibilný čas je 450 minút (7,5 hodiny) počas pracovnej zmeny. Na výrobnnej linke pracuje celkovo 5 operátorov to znamená, že celkový produkčný čas tímu je 2250 minút. (5 operátorov x 450 min. disponibilný čas = 2250 minút produkčného času celej výrobné linky)

2.5.5 Produkcia

Produkcia je celkový počet vyrobených ks za konkrétny časový úsek (za hodinu/za zmenu).

2.5.6 Plán produkcie

Plán produkcie je presne zadefinovaný očakávaný výrobný plán s presným počtom ks výrobku za za konkrétny časový úsek (za hodinu/za zmenu).

2.5.7 Plnenie plánu

Plnenie plánu sa vyjadruje v % a je to pomer medzi skutočnou produkciou a výrobným plánom produkcie.

Príklad č.5 – Koncový zákazník požaduje dodať 100 ks výrobku. Logistika zaplánuje výrobu 100 ks za jednu výrobnú zmenu (t. j. plán produkcie) Z dôvodu neplánovaných

technických prestojov sa podarilo vyrobiť len 89 ks výrobkov (t. j. produkcia). To znamená že plnenie výrobného plánu je na 89 % ($89 \text{ ks} : 100 \text{ ks} = 0,89 \times 100 = 89\%$)

2.5.8 Layout výrobnej linky

Layout výrobnej linky je celkové usporiadanie všetkých zariadení a materiálu na výrobnej linke, čo má priamy vplyv na celkovú produktivitu práce.

2.5.9 Kapacita layoutu výrobnej linky

Celková kapacita layoutu výrobnej linky je celkový objem výroby/produkcie, ktoré je možné na konkrétnej výrobnej linke vyrobiť.

Príklad č.6 – Na výrobnej linke xx máme 7 zariadení, bottleneck (úzke miesto procesu) je zariadenie č.5 s výrobným časom 2,9 minúty na 1 ks výrobku. To znamená, že celková kapacita výrobnej linky je 155 ks výrobkov (disponibilný celkový čas 450 minút : $2,9 \text{ minúty} / 1 \text{ ks výrobku} = 155,1 \text{ ks výrobkov za zmenu}$) (Fekete, 2018)

2.6 Celková (komplexná) produktivita

V dnešnej ekonomicky náročnom období spoločnosť musí analyzovať nie len jednotlivé produktivity ale primárne sa má zamerať na celkovú komplexnú produktivitu všetkých výrobných prvkov (TFP – Total Factor Productivity). Táto komplexná produktivita nám ukazuje ako je efektívne sú využívané vstupy z dostupných použitých zdrojoch ako je práca, kapitál, energia a materiál.

Vo všeobecnosti môžeme celkovú komplexnú produktivitu vyjadriť vzorcom:

$$\text{Celková produktivita} = \frac{\text{Výstup}}{\text{Práca} + \text{Kapitál} + \text{Energia} + \text{Materiál}}$$

Celkovú produktivitu môžeme takto vypočítať, len v prípade, že vychádzame z agregovaných dát podniku (Tekulová, 2015).

2.7 Pridaná hodnota

Pridanú hodnotu možno definovať ako produkty, služby, procesy a činnosti, ktoré vytvárajú určitú hodnotu pre organizáciu a podnik. Pridaná hodnota musí byť posudzovaná z pohľadu zákazníka a je to všetko, za čo zákazník ochotný zaplatiť (Helmold, 2020). Pridaná hodnota je teda rozdiel medzi hodnotou výstupu vyrobeného spoločnosťou a hodnotou výstupu, ktorý spoločnosť nakúpila. Medzi vstupom a výstupom procesu dochádza k transformácii, počas ktorej sa vytvára úžitok pre zákazníka. Kroky procesu, ktoré skutočne prinášajú úžitok a sú ochotní zákazníci za ne zaplatiť, sa označujú ako činnosti pridávajúce hodnotu. Z pohľadu zákazníka je kľúčovým faktorom výkon, ktorý zvyšuje hodnotu produktu alebo služby.

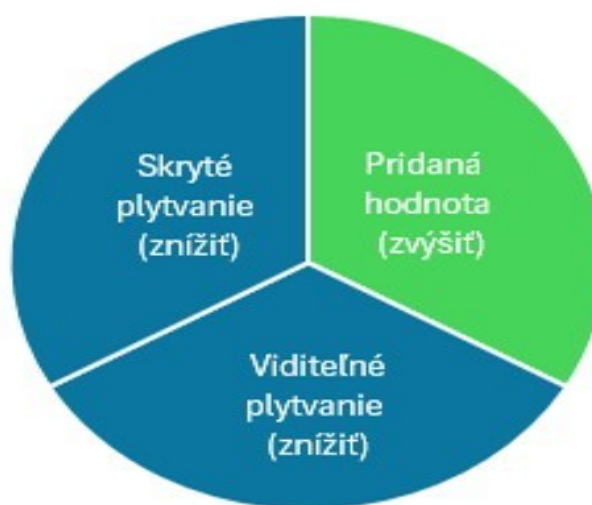
Zvýšenie pridanej hodnoty možno dosiahnuť zlepšením procesov, eliminovaním činností, ktoré nepridávajú hodnotu, a ich nahradením tými, ktoré zákazníkovi poskytujú skutočný úžitok (Bertagnolli, 2020).

3 PLYTVANIE

Autor Ján Košturiak (Košturiak, 2006) v publikácii Štíhly a inovatívni podnik píše, že plytvanie je každá činnosť, ktorá zvyšuje náklady na výrobok alebo službu a to bez toho, aby zvyšoval pridanú hodnotu výrobku alebo služby. Preto je eliminácia plytvania je jedným z hlavných a kľúčových faktorov na zvyšovanie efektivity v spoločnosti.

Minimalizovaním alebo úplným odstránením zbytočných procesov a neefektívnych postupov je možné výrazne znížiť náklady, ktoré by inak zaťažovali podnik. Tento proces vedie k lepšiemu využívaniu dostupných zdrojov, čo umožňuje dosahovanie vyššej produktivity. Zároveň odstránenie plytvania zlepšuje flexibilitu podniku pretože eliminuje zbytočné prekážky, ktoré môžu spomaľovať výrobné procesy.

Pridaná hodnota a plytvanie



Obrázok 2 - Grafické znázornenie pridanej hodnoty a plytvania.

(Zdroj: Vlastná modifikácia podľa (Helmold, 2020))

Preto podniky, ktoré sa sústreďujú na elimináciu viditeľného plytvania alebo skrytého, sú schopné rýchlejšie reagovať na požiadavky zákazníkov a lepšie sa prispôbovať trhovým podmienkam. To zabezpečuje, že podnik môže poskytovať kvalitné produkty alebo služby za konkurencieschopné ceny.

Tabuľka 1- Opatrenia pre pridanú hodnotu a plytvanie.

Kategória	Opis	Cieľ
Pridaná Hodnota	Pridaná hodnota produktu - Zákazník zaň platí - Zákazník si to uvedomuje prvky s pridanou hodnotou	MAXIMALIZOVAŤ Zvýšiť
Skryté Plytvanie	Žiadna pridaná hodnota pre výrobku alebo služby - Úloha nie je potrebná pre výrobu	MINIMALIZOVAŤ Znížiť
Viditeľné Plytvanie	Žiadna pridaná hodnota pre výrobku alebo služby - Úloha nie je potrebná pre výrobu	MINIMALIZOVAŤ Znížiť

(Zdroj: Vlastná modifikácia podľa (Helmold, 2020))

Z tohto dôvodu je nevyhnutné, aby sa podniky neustále a systematicky zaoberali zlepšovaním a optimalizáciou svojich interných procesov. Iba tak môžu zabezpečiť dlhodobú efektivitu, pružne reagovať na meniace sa požiadavky trhu, zvyšovať kvalitu produktov a služieb a zároveň si udržiavať konkurenčnú výhodu v dynamickom podnikateľskom prostredí (Pavelka, 2015).

3.1 Príčiny plytvania

Príčiny plytvania v podnikových a výrobných procesoch sú rôznorodé a často súvisia so zle nastavenými systémami, nedostatočnou koordináciou alebo neefektívnym využívaním zdrojov.

Medzi základné príčiny plytvania patria:

- Nedostatočný poriadok a čistota na pracovisku.
- Zlá komunikácia naprieč spoločnosťou.
- Poruchy zariadení – nedostatočná údržba.
- SMED – dlhá doba výmeny nástrojov.

- Zle plánovanie výroby.
- Neznalosť výrobného procesu.
- Nerovnomerné zásobenie materiálom.
- Chýbajúci alebo nedostatočne zaškolený personál.
- Žiadne alebo neaktualizované pracovné postupy.
- Nesprávny layout a rozloženie pracoviska.
- Jazykové bariéry - zahraničný obslužný personál.

Neefektívne využívanie zdrojov pomáha eliminovať filozofia Lean, ktorá rozlišuje osem hlavných typov plytvania, ktorú detailne popisane v kapitole 3.6. tejto práce.

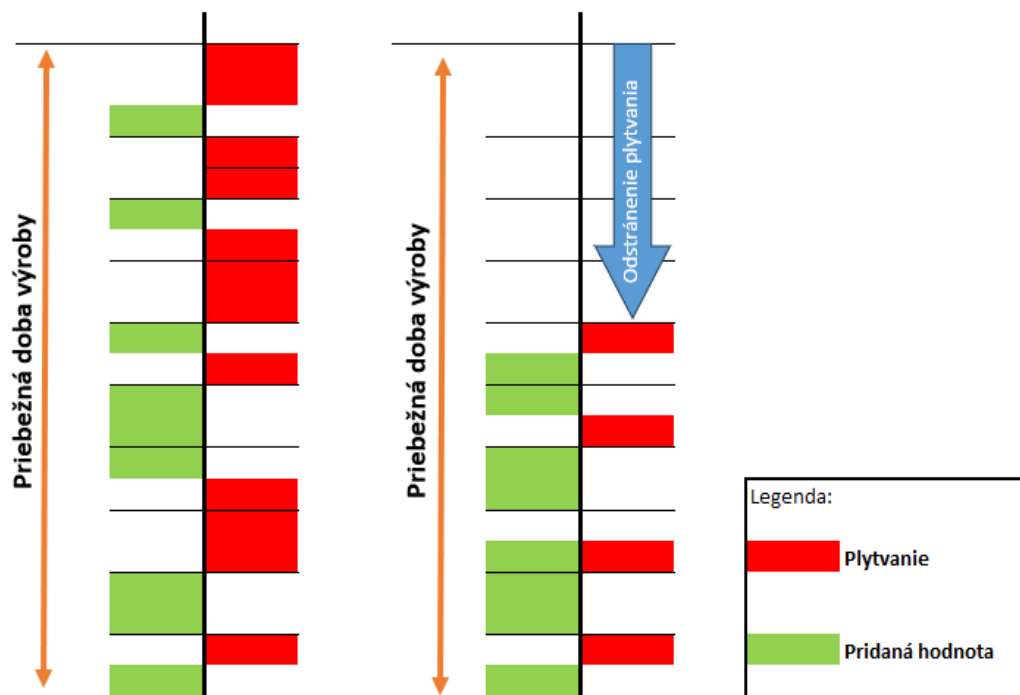
3.2 Dôsledky plytvania

Plytvanie má nielen ekonomický dopad, ale ovplyvňuje aj kvalitu, morálku zamestnancov a celkovú konkurencieschopnosť podniku.

Medzi hlavné dôsledky plytvania patria:

- Nedostatočné využité zariadenia.
- Úzke miesta v procese, dlhé a časté prestoje.
- Vysoké zásoby a rozpracovaná výroba.
- Nekvalita procesu a produktu.
- Nadpráca spôsobená repasom nekvalitných produktov.
- Zložité materiálové toky, nesplnenie výrobného plánu.
- Vysoké náklady.

Plytvanie v podnikových a výrobných procesoch nepriaznivo ovplyvňuje celkovú výkonnosť organizácie a predstavuje zásadnú prekážku pri dosahovaní vyššej efektivity, kvality a dlhodobu udržateľného rozvoja spoločnosti (Pavelka, 2015).



Obrázok 3 – Štíhle procesy znamenajú rýchlejší cashflow.

(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa (Košturiak, 2006))

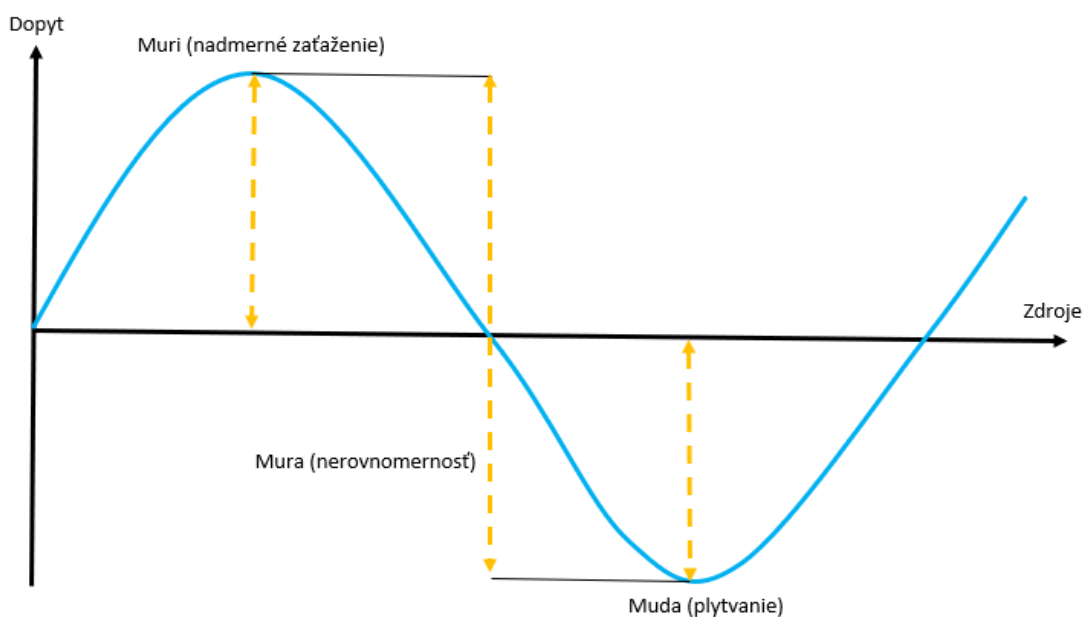
Plytvanie nájdeme v každom procese naprieč všetkými odvetvami priemyslu, preto pokiaľ chceme zlepšovať podnikové procesy je potrebné v prvom rade minimalizovať v maximálnej možnej miere plytvanie (Pavelka, 2015).

3.3 3M – Muda (無駄), Muri (無理), Mura (斑)

3M predstavuje trojicu konceptov, ktoré pochádzajú z Japonska a tvoria základ prevádzkovej dokonalosti v spoločnosti. Tieto princípy – Muda (plytvanie), Mura (nerovnomernosť) a Muri (nadmerné zaťaženie) – po prvý krát sa objavili vo výrobnom systéme Toyota a sú dnes sa používajú po celom svete a sú neoddeliteľnou súčasťou metodiky Lean Six Sigma. Pomáhajú organizáciám naprieč všetkými odvetvami priemyslu identifikovať a eliminovať neefektívnosť, čo má za následok zefektívneniu procesov, zároveň znižovaniu nákladov a zvýšeniu hodnoty pre zákazníka.

Hlavnou výhodou modelu 3MU je jeho komplexnosť a vzájomná prepojenosť. Ide nie len o odstránenie viditeľného plytvania, ale o dosiahnutie plynulého a efektívneho toku v celom podniku. Muda sa sústreďuje na nepotrebné činnosti, Mura zameriava na nerovnosti,

ktoré spomaľujú procesy, a Muri rieši prevenciu nadmerného zaťaženia všetkých zdrojov. Spojením a uplatníím týchto princípov spoločne, vytvárajú silný synergický efekt, ktorý zefektívňuje pracovné postupy, optimalizuje využívanie zdrojov a podporuje kultúru neustáleho zlepšovania (Understanding 3M in Lean Six Sigma: Muda, Mura, and Muri, 2025).



Graf 1 - Konceptný obraz Muda, Mura a Muri.

(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa (Jokinen, 2020))

Implementácia princípov 3M ale nie je jednoduchá a vyžaduje si systematický prístup na identifikáciu a riešenie rôznych foriem neefektívnosti v organizácii.

3.4 Mura (nerovnomernosť)

Mura je japonský výraz pre nerovnomernosť, prípadne je označovaný ako kolísanie, nekonzistentnosť v procese ktoré narušajú celý plynulý tok práce v spoločnosti. Tento druh variability sa prejavuje v nerovnomernom pracovnom zaťažení, ktoré následne spôsobujú problémy vo výrobných procesoch. Nakoľko sa jedná o nerovnomernosť, stáva sa že v jednej okamih je personál alebo zariadenie pod vyťažené a hneď v zapätí sa môže stať, že personál, zariadenie je preťažené z dôvodu nadmernej práce.

Potrebné kroky pre implementáciu a minimalizovania nerovnomernosti v podniku:

- Analyzovať výrobné plány a dopyt zákazníkov na identifikáciu výkyvov a nerovností.
- Zistiť zdroje variability vo vašich procesoch, ktoré spôsobujú tento typ nerovnováhy. Implementujte metódy vyrovňovania výroby, aby sa zabezpečil stabilný a plynulý tok.
- Zavádzať systémy „pull“, ktoré umožnia prispôsobenie výroby aktuálnemu dopytu, čím sa zamedzí nadprodukcii.
- Priebežne monitorovať a upravovať plynulosť procesu, aby ste udržali rovnomerný tok práce.

Mura sa týka nerovnomernosti v procesoch a je jednou zo strát, ktoré sa Lean snaží eliminovať. Mura sa objavuje v rôznych prostrediach a odvetviach priemyslu, kde sa nachádzajú neefektívnosti v rozdelení práce, personálu, zdrojov alebo v plánoch výroby (Understanding 3M in Lean Six Sigma: Muda, Mura, and Muri, 2025).

3.5 Muri (nadmerné zaťaženie)

Muri je japonský výraz pre nadmerné zaťaženie, nastáva vtedy, keď obslužný personál alebo strojové zdroje je vyťažené až na svoje maximum. Nadmerné zaťaženie sa často skrýva za vysokým výkonom a tvrdou prácou, no v skutočnosti ide o vyčerpanie produktivity. Muri sa môže prejavovať nadmernými nadčasmi, častými poruchami zariadení a zvýšenou chybovosťou. Ak sa tento problém neadresuje, prevádzka sa mení na napätý systém, ktorý si neustále vyžaduje pozornosť. Skutočným nebezpečenstvom je, že Muri môže byť vnímané ako úspech, keď všetci pracujú cez 100 %. Tento neudržateľný tlak však vedie k vyhoreniu, zníženiu efektivity a dlhodobej strate výkonnosti (Understanding 3M in Lean Six Sigma: Muda, Mura, and Muri, 2025).

Potrebné kroky pre implementáciu a minimalizovania nerovnomernosti v podniku:

- Zhodnotiť pracovné zaťaženie zamestnancov a zariadení, aby ste identifikovali oblasti nadmerného preťaženia.
- Identifikovať príznaky Muri – ako nadmerné nadčasy, vysokú chybovosť, opakujúce sa poruchy zariadení.

- Implementovať stratégie na vyrovnávanie pracovného zaťaženia medzi zamestnancov a stroje, aby sa predišlo preťaženiu.
- Zavádzať štandardné pracovné postupy, ktoré zjednodušia procesy a znížia potrebu nadmerného úsilia.
- Investovať do školení zamestnancov a modernizácie vybavenia, aby sa znížila pravdepodobnosť preťaženia.
- Priebežne monitorovať a upravovať pracovné zaťaženie, aby ste predišli nadmernému stresu a vyčerpaniu.

Riešenie problému Muri si vyžaduje zmenu kultúry v organizácii, smerom k udržateľným a vyváženým pracovným postupom.

3.6 Muda (plytvanie)

Muda je japonský výraz pre plytvanie, to znamená že sa jedna o akúkoľvek činnosť, ktorá využíva zdroje bez pridanej hodnoty z pohľadu zákazníka. Toto plytvanie spomaľuje proces, zvyšuje náklady a nepomáha zlepšovať kvalitu výrobku alebo služby. Identifikácia a eliminácia plytvania je nevyhnutná pre zvýšenie efektivity prevádzky a zlepšenie spokojnosti zákazníkov. Je však veľmi dôležité si uvedomiť, že plytvanie môže mať rôzny význam v závislosti od kontextu. To, čo môže byť v jednom procese považované za plytvanie, môže byť v inom nevyhnutné, preto je kľúčové mať hlboké porozumenie špecifickým procesom a potrebám zákazníkov.

Potrebné kroky pre implementáciu a minimalizovania plytvania v podniku:

- Identifikovať plytvanie pomocou VSM a Gemba
- Analyzovať jednotlivé druhy plytvania v podnikových procesoch
- Vypracovať a navrhnete riešenia pre každý druh plytvania
- Implementovať riešenia a monitorujte výsledky
- Neustále pokračovať v zlepšovaní

Aj malé a postupne zlepšenie, môže viesť v konečnom výsledku k významným a trvalým zlepšeniam (Understanding 3M in Lean Six Sigma: Muda, Mura, and Muri, 2025).

Poznáme 8 základných druhov t. j. „DOWNTIME“ plytvania :

- Defects – Chyby
- Over-processing – Nadvýroba
- Waiting – Čakanie
- Non-Utilized Talent – Plytvanie / nevyužitie talentu
- Transportation – Preprava
- Inventory – Zásoby
- Motion – Pohyby
- Extra processing - Nadmerné spracovanie (Gay, 2019)

DOWNTIME je zamerané na prevenciu a hlavne riešenie prestojov a neefektívnosti v oblasti údržby a prevádzky výrobných zariadení.

3.6.1 Defects – Chyby v procese

Chyby vo výrobnom prostredí majú priamy dopad na čas, náklady, dostupné zdroje a spokojnosť zákazníkov. Príklady týchto chýb zahŕňajú nedostatky v dokumentácii alebo normách, veľké odchýlky v zásobách, nesprávny návrh alebo zmeny v konštrukčnej dokumentácii a celkový nedostatok riadnej kontroly kvality počas výrobného procesu.

Efektívnou stratégiou na elimináciu chýb je zavedenie formalizovanej kontroly dokumentov, dôsledná dokumentácia zmien v návrhu a zavedenie overených a zdokumentovaných kvalitatívnych metód v každej fáze výroby. Kontrolné zoznamy, ktoré sa pravidelne overujú a zabezpečujú dodržiavanie kusovníka, sú efektívnym nástrojom na elimináciu plytvania spôsobeného chybami. Ďalším kľúčom k znižovaniu tohto typu plytvania je implementácia štandardizovanej práce v každej výrobnej bunke alebo na každom bode výrobnej linky.

Medzi hlavné príčiny vzniku chýb patrí:

- Nedostatočná kontrola kvality v procese.
- Zlé alebo neadekvátne opravy strojov.
- Neaktualizovaná dokumentácie.
- Absencia procesných noriem.

- Nezohľadnenie potrieb zákazníkov.
- Nepresné zadefinované množstvo zásob.

Tieto faktory môžu viesť k výraznému zníženiu efektivity a zvýšeniu nákladov, preto je dôležité implementovať opatrenia na ich minimalizáciu (Gay, 2019).

3.6.2 Over-processing – Nadvýroba

Nadvýroba nastáva, keď sa výrobky alebo ich časti vyrábajú skôr, než sú skutočne potrebné alebo požiadané. Nadvýroba tak naruša plynulý tok práce, zvyšuje náklady na skladovanie, skrýva chyby v rámci rozpracovanej výroby (WIP), vyžaduje väčšie kapitálové výdavky na financovanie výrobného procesu a predlžuje čas realizácie. Okrem toho, keď sa vyrobí viac, než je potrebné, môže to spôsobiť, že množstvo výrobkov nevyhovuje požiadavkám zákazníka, čím sa zvyšuje riziko nadbytočných zásob a neefektívnosti (Skhmoť, 2017).

3.6.3 Waiting – Čakanie

Čakanie je často dôsledkom nerovnomernosti medzi jednotlivými výrobnými stanicami a môže viesť k nadmerným zásobám a nadprodukcii. V rámci výrobného závodu môže plytvanie čakaním zahŕňať čas strávený čakaním na materiály, na správne pokyny na začatie výroby alebo na dostatočnú kapacitu zariadení. Tento typ plytvania spomaľuje celkový výrobný proces a zvyšuje náklady (Skhmoť, 2017).

3.6.4 Non-Utilized Talent – Plytvanie nevyužitého talentu

Mrhanie ľudským potenciálom je novým typom plytvania v Lean metodológii, ktorý sa považuje taktiež za veľmi dôležitý. Zahŕňa nedostatočné využitie schopností a talentu všetkých zamestnancov. Organizácie sa snažia znížiť toto plytvanie tým, že zapájajú zamestnancov do zlepšovacích procesov, ponúkajú príležitosti na vzdelávanie a rozvoj a vytvárajú jasné kariérne cesty pre ich profesijný rast (Gay, 2019).

3.6.5 Transportation – Preprava

Plytvanie v doprave sa týka zbytočného pohybu osôb, nástrojov, zásob, vybavenia alebo výrobkov, ktorý presahuje skutočnú potrebu. Nadmerný pohyb materiálov môže spôsobiť ich poškodenie alebo chyby vo výrobkoch. Zároveň nadbytočný pohyb pracovníkov a zariadení vedie k zbytočnej práci, väčšiemu opotrebovaniu a vyčerpaniu zdrojov (Skhmoť, 2017).

3.6.6 Inventory – Zásoby

Zásoby sa považujú za formu plytvania kvôli nákladom spojeným s ich držbou. Toto zahŕňa suroviny, medzi skladové zásoby a hotové výrobky. Nadmerné nákupy alebo nesprávne prognózovanie a plánovanie môžu viesť k plytvaniu zásobami. Tento problém môže tiež naznačovať neefektívne alebo zle navrhnuté prepojenie medzi procesmi výroby, nákupu a plánovania. Štíhla výroba sa nezameriava iba na výrobné procesy, ale vyžaduje aj optimalizáciu procesov a zlepšenú komunikáciu medzi podpornými funkciami (Gay, 2019).

3.6.7 Motion – Pohyby

Plytvanie v pohybe zahŕňa akýkoľvek zbytočný pohyb osôb, zariadení alebo strojov. Sem patrí chôdza, zdvíhanie, ťahovanie, ohýbanie, premiestňovanie a iné nadmerné pohyby. Úlohy, ktoré vyžadujú takýto pohyb, by mali byť optimalizované, aby sa zlepšila efektivita práce zamestnancov a zvýšila sa bezpečnosť a ochrana zdravia na pracovisku (Skhmot, 2017).

3.6.8 Extra processing - Nadmerné spracovanie

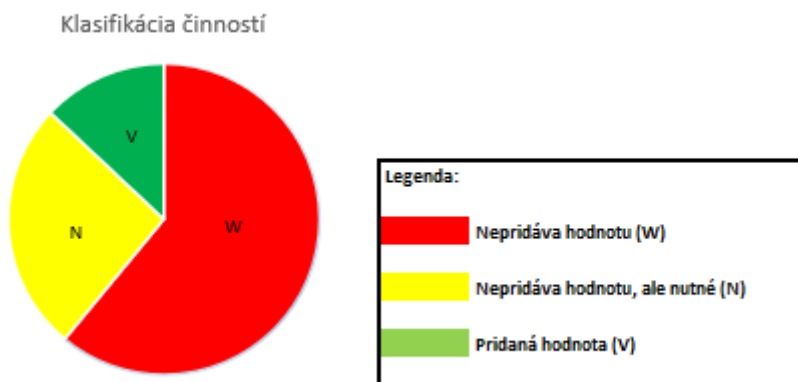
Nadmerné spracovanie je indikátorom neefektívne navrhnutého procesu. Môže byť spôsobené riadiacimi alebo administratívnymi problémami, ako sú nedostatočná komunikácia, duplicita údajov, prekrývajúce sa oblasti zodpovednosti a ľudské chyby. Tento problém môže tiež vzniknúť v dôsledku nevhodnej konštrukcie zariadení, nesprávneho vybavenia pracovných staníc nástrojmi alebo nevhodného usporiadania zariadení (Gay, 2019).

3.7 Klasifikácia činností (V, N, W)

Klasifikácia činností zahŕňa rozdelenie všetkých činností do troch hlavných kategórií. Prvá kategória sú činnosti, ktoré tvoria pridanú hodnotu. Tieto činnosti prispievajú k užitočnému výkonu (**Value-added - V**) a obvykle sú zobrazené zelenou farbou vo vizualizáciách. Ďalšou kategóriou je plytvania (**Not adding value – Waste -W**), ktoré je považované za zbytočné a neproduktívne činnosti, a sú vyobrazené červenou farbou.

Medzi týmito dvoma extrémami sa nachádza tretia kategória, zdanlivý výkon (**Not adding value, but necessary - N**). Tieto činnosti sú považované za nevyhnutné pre chod

procesu, no nepridávajú skutočnú hodnotu, preto ich zobrazenie je zvyčajne v žltej farbe. Rozdelenie na tieto tri kategórie možno vidieť na grafe č.2 (Bertagnolli, 2020).



Graf 2 – Grafické znázornenie klasifikácii činností.

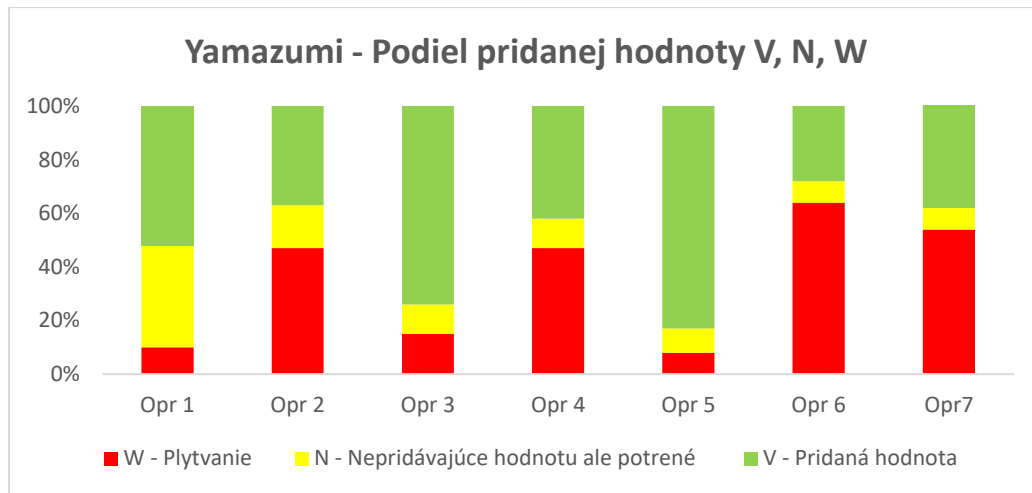
(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa ((Bertagnolli, 2020)))

Tento rozdelený pohľad na činnosti pomáha jasne identifikovať, ktoré kroky v procese prispievajú k skutočnej hodnote, a ktoré sú zbytočné alebo zato potrebné, ale naopak neprodukujú pridanú hodnotu a teda sú nežiadúce.

3.8 Yamazumi (山積み)

Yamazumi v japončine je zložené z dvoch slov. Slovo „YAMA“ znamená horu a „ZUMI“ znamená hromadiť, čo odráža podstatu tohto nástroja a teda hromadenie informácií a vizualizácia činnosti. Yamazumi je ideálnym spôsobom ako graficky zobrazit' všetky činnosti V, N, W. napr. na výrobnéj linke alebo na pracovisku. Farby sú priradené podľa typu činnosti: **pridaná hodnota (V)** by mala byť znázornená zelenou farbou, potrebné, ale nie pridané činnosti (N) **žltou farbou** a plytvanie (W) **červenou farbou**.

Tento typ zobrazenia je známy ako čírový vyrovnávací graf, pretože transparentne vizualizuje časy všetkých staníc vo výrobe, čo umožňuje efektívne sledovanie a optimalizáciu výrobných procesov. Tento nástroj je možné použiť pre existujúce známe procesy alebo pre nové ešte len plánované procesy pomocou metódy MTM (Bertagnolli, 2020).



Graf 3 – Grafické zobrazenie Yamazumi grafu.

(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa (Bertagnolli, 2020))

Tento vizuálny nástroj spolu s MTM (Methods Time Measurement) metódou poskytuje cenné informácie, ktoré sú základom pre spustenie procesu optimalizácie, čím pomáha identifikovať oblasti, ktoré si vyžadujú zlepšenie a efektívnejšie využívanie zdrojov (Bertagnolli, 2020).

4 VYBRANÉ METÓDY ZLEPŠOVANIA

Podľa autora Bjorn Andersena je problém zadefinovaný ako aktuálna obtiažná situácia, ktorá potrebuje riešenie. A v závislosti od problému nie sú všetky metódy rovnako účinné a vhodné na riešenie daného problému. Napríklad matematický prístup Six Sigma je ťažké aplikovať na heterogénne procesy. Pri riešení problémov platí nasledujúca zásada, že čím je problém zložitejší a tým viac zamestnancov a oddelení je zapojených do riešenia problému alebo do zlepšenia pracovného procesu. S toho dôvodu je dôležité k riešeniu problémov alebo k plánovaným projektom zlepšovania malo pristupovať komplexnejšie. Na výber totiž máme z rôznych metód riešenia v závislosti od problému (Andersen, 2011).

4.1 PDCA cyklus

PDCA cyklus známy tiež ako Demingov cyklus je metodika zameraná na optimalizáciu riadenia kvality v organizáciách. Táto metóda nachádza uplatnenie v oblasti riadenia podnikových a výrobných procesov, ako aj pri systematickom zabezpečovaní kontinuálneho zlepšovania.

PDCA cyklus je rozdelený do 4 fáz:

- Plan (Naplánuj) sa stanoví cieľ, podrobne sa opíše aktuálny stav a na základe predpokladanej príčiny problému sa navrhnu konkrétne opatrenia, ktoré by mali viesť k zlepšeniu existujúcej situácie.
- Do (Vykonaj) sa navrhnuté opatrenia implementujú v praxi a zároveň sa pozorne sleduje priebeh ich zavádzania.
- Check (Over) je zameraný na analýzu výsledkov – získané údaje sa vyhodnocujú a porovnávajú s pôvodne stanoveným cieľom, aby sa zistilo, do akej miery boli opatrenia účinné.
- Act (Jednaj) sa v prípade dosiahnutia požadovaného výsledku nové procesy alebo riešenia štandardizujú a zavádzajú do bežnej praxe (PDCA, 2024).

Autor Michael Baudin (Baudin, 2023) v publikácii *Introduction to Manufacturing* popisujú, že už sám p. Masaaki Imai, známy ako jeden z hlavných predstaviteľov filozofie Kaizen, rozšíril klasický cyklus PDCA (Plan-Do-Check-Act) do praktickejšieho a konkrétnejšieho sedemstupňového procesu riešenia problémov.

Sedem krokov riešenia problémov podľa Masaaki Imai:

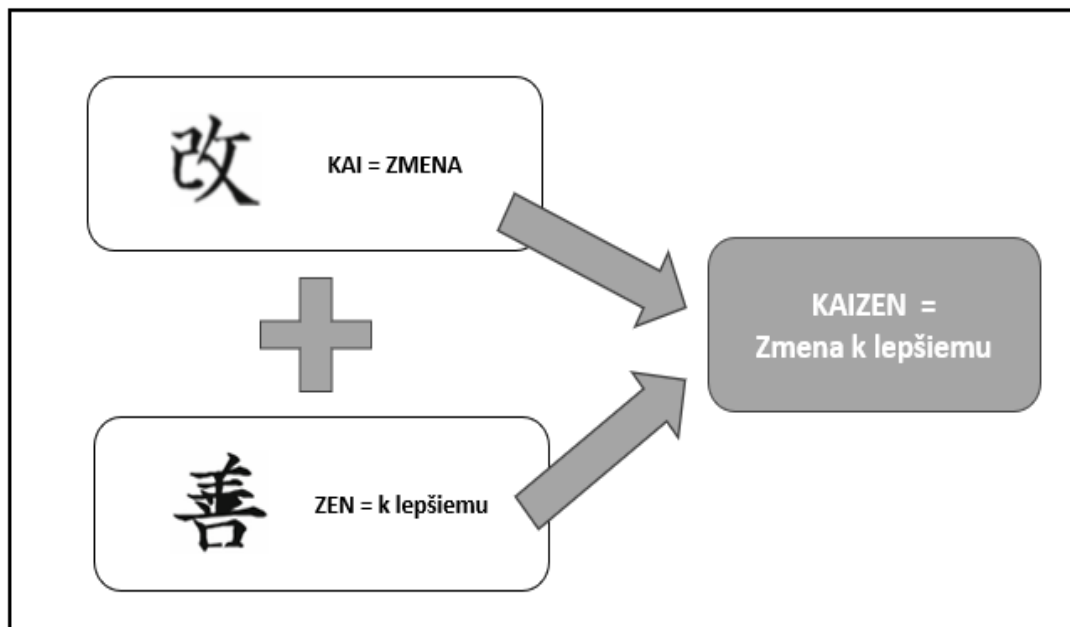
- Definujte problém - Jasne pomenujte, čo je problém, kde a kedy sa vyskytuje a aký má dosah.
- Analyzujte problém - Zhromaždite údaje a porovnajte aktuálny stav s požadovaným. Snažte sa zistiť, kde presne vzniká rozdiel.
- Hľadajte príčiny - Zamerajte sa na koreňové príčiny – použite napríklad metódu „5 Prečo“ alebo diagram rybej kosti.
- Navrhните opatrenia - Plánujte konkrétne kroky, ktoré odstránia zistené príčiny. Rozhodnite, kto čo urobí a dokedy.
- Zrealizujte opatrenia - Uveďte plán do praxe. Dôležité je, aby boli všetci informovaní a vedeli, čo majú robiť.
- Vyhodnoťte výsledky - Overte, či zavedené riešenia priniesli očakávané zlepšenie. Porovnajte výsledky pred a po.
- Zaveďte nový štandard - Ak sa riešenie osvedčilo, stanovte ho ako nový pracovný postup. Zabezpečte školenia a aktualizujte dokumentáciu.

Metóda PDCA je teda kľúčovou súčasťou filozofie štíhleho manažmentu a zohráva dôležitú úlohu v procese neustáleho zlepšovania, či už pri vývoji a výrobe produktov a služieb, alebo pri analýze a odstránení príčin chýb (Baudin, 2023).

Moderné priemyselné technológie, ako sú kyberneticko-fyzikálne systémy (CPS), internet vecí (IoT) a dolovanie údajov (data mining), zásadným spôsobom menia spôsob riadenia výrobných činností. Umožňujú zhromažďovanie a analýzu veľkého množstva dát v reálnom čase, čím prispievajú k efektívnejšiemu riadeniu a optimalizácii výrobných procesov. Získané údaje sa využívajú v rámci PDCA cyklu, ktorý poskytuje systematický rámec pre priebežné zlepšovanie procesov. Vďaka nemu je možné na základe dátového riadenia plánovať zmeny, zavádzať ich do praxe, overovať ich účinnosť a následne prijať opatrenia vedúce k trvalému zlepšeniu (Kumar, 2023).

4.2 Kaizen (改善)

Pred viac ako 40 rokmi Masaaki Imai zaviedol pojem KAIZEN do západného sveta (What is KAIZEN, 2025). Kaizen sa skladá z dvoch japonských slov, slovo „kai“ s významom pre zmenu a slovo „zen“ s významom pre „pre dobro“ alebo „pre lepšie“. Vo voľnom preklade znamená zmenu k lepšiemu, trvalú snahu o (vlastnú) dokonalosť. Tento proces zlepšovania prebieha v malých krokoch, a to nie zhora nadol ako nariadenia od vrcholového vedenia, ale v rámci každodenných činností a zodpovednosti každého jednotlivca, či už ide o manažéra alebo brigádnika.



Obrázok 4 – Grafické znázornenie významu slova KAIZEN;

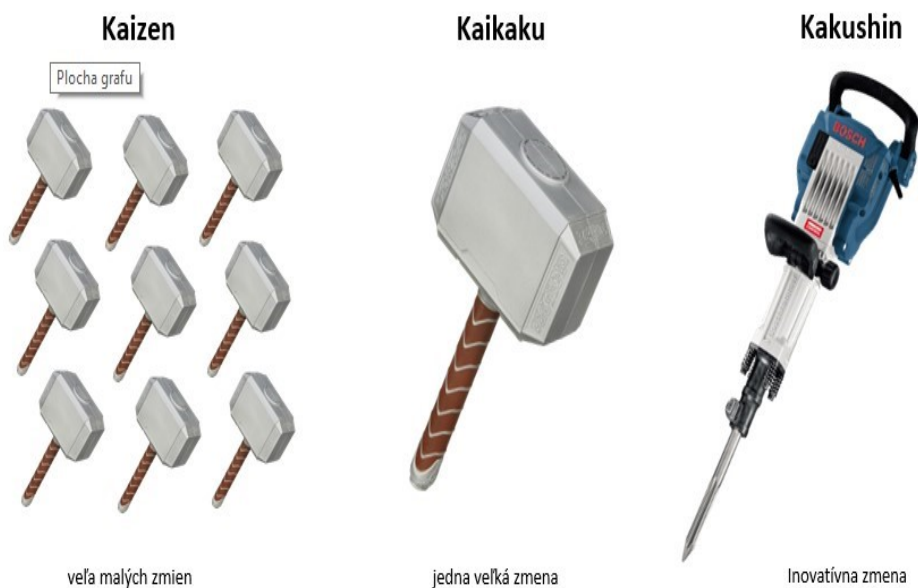
(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa (Hofmann, 2021))

Kaizen sa od začiatku deväťdesiatych rokov minulého storočia etabloval aj v mnohých nemeckých podnikoch, kde sa rozšírili stratégie štíhlej výroby v Európe. Tento prístup sa v praxi stal známym ako „proces neustáleho zlepšovania (Kaizen, 2024) .

4.3 Kaikaku (改革)

Kaikaku je japonský výraz pre „radikálnu zmenu“. Koncept Kaikaku vychádza z predpokladu, že na dosiahnutie zásadných zlepšení v organizácii je nevyhnutné vykonať radikálne významné transformačné zmeny, ktoré radikálne zlepšia procesy a celkovú efektivitu spoločnosti (Bertagnolli, 2020).

Kým Kaizen sa zameriava na postupné a malé vylepšenia, Kaikaku je o radikálnych, systémových zmenách, ktoré pôsobia ako úder veľkým kladivom do existujúceho procesu. Vzhľadom na rozsah a náročnosť týchto zmien ide zvyčajne o rozhodnutia, ktoré prichádzajú z vrcholového vedenia. Kaikaku sa často implementuje v širšom meradle, na rozdiel od Kaizen, ktorý sa spravidla realizuje na úrovni tímu (Kaizen, Kaikaku and Kakushin – what's the difference?, 2022).



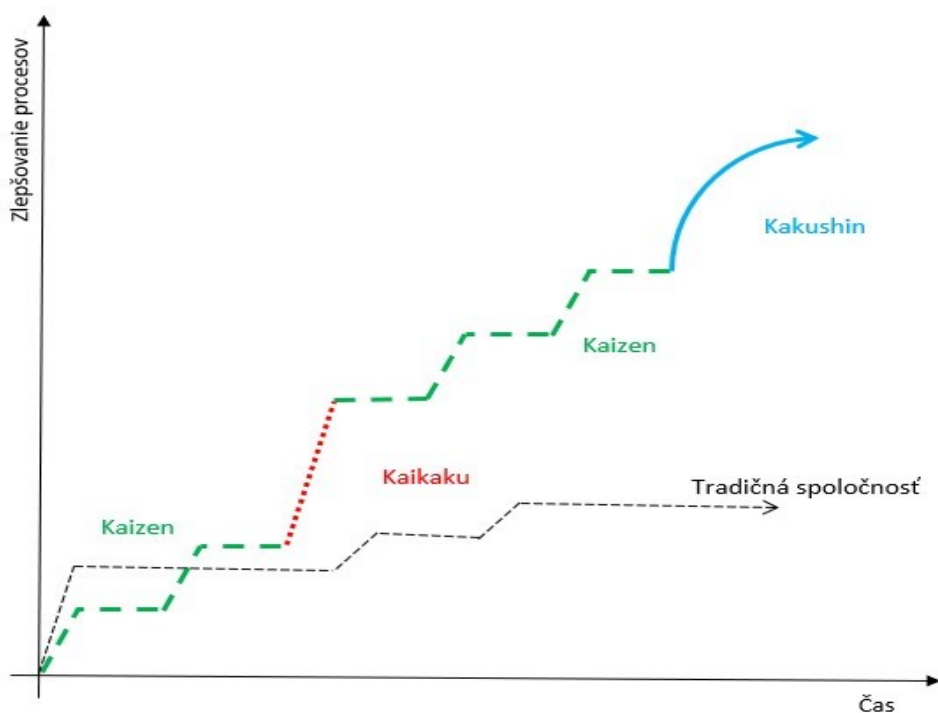
Obrázok 5 - Grafické znázornenie rozdielov medzi Kaizen, Kaikaku a Kakushin.

(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa (Kaizen, Kaikaku and Kakushin – what's the difference?, 2022))

4.4 Kakushin (革新)

Kým Kaikaku môže viesť k zásadnej zmene v spôsobe, akým sa veci vykonávajú, Kakushin sa zameriava na zmenu samotného obsahu alebo podstaty toho, čo sa robí (Kaizen, Kaikaku and Kakushin – what's the difference?, 2022).

Kakushin posúva firmu do úplne novej pozície na trhu. Radikálne transformuje jej vnútorné procesy, štruktúru a spôsob fungovania. Ide o hlbokú zmenu, ktorá vytvára úplne novú realitu pre organizáciu. Zásadne mení predchádzajúce zvyklosti v oblasti poskytovania hodnoty zákazníkom a vytvára nové pravidlá, ktoré firmu vedú k úplne novej perspektíve (KAIZEN – KAIKAKU – KAKUSHIN, 2019).



Obrázok 6 - Grafické znázornenie zlepšovania procesov pomocou Kaizen, Kaikaku a Kakushin.

(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa (KAIZEN – KAIKAKU – KAKUSHIN, 2019))

4.5 MTM (Methods Time Measurement)

Metóda MTM bola vyvinutá začiatkom prvej polovice 20.storočia s cieľom racionalizovať akýkoľvek proces. MTM metóda vychádza z myšlienky, že každú fyzickú aktivitu možno

rozčleniť na elementárne úkony, z ktorých je možné zostaviť akýkoľvek technologický alebo pracovný proces. Pre tieto úkony sú vopred definované časové hodnoty, ktoré sú zaznamenané v normatívnych prehľadoch. Týmto spôsobom sa dosahuje prepojenie medzi vykonávanou činnosťou a jej časovou náročnosťou.

Táto metóda umožňuje detailné určenie priebehu úlohy vrátane podmienok jej vykonania, ako aj presnú časovú kalkuláciu. V dôsledku toho nie je potrebné používať stopky na meranie výkonu. Časové údaje sú usporiadané do zrozumiteľných tabuliek, kde sú jednotlivé typy úkonov označené jednotnými, medzinárodne uznávanými značkami (MTM, 2015). MTM metóda slúži na analýzu a poskytovanie cenných poznatkov v rôznych oblastiach pracovného výkonu, konkrétne:

- identifikuje pohyby, ktoré obmedzujú alebo ovplyvňujú vykonávanie iných činností,
- hodnotí možnosti kombinovania pohybov, pričom rozlišuje medzi kritickými a menej dôležitými sekvenciami,
- odhaľuje neefektívne alebo nadbytočné úkony, ktoré znižujú výkonnosť,
- podporuje optimalizáciu pracovných metód s cieľom zvýšiť produktivitu a znížiť fyzickú náročnosť,
- slúži na stanovenie časových noriem využiteľných pri tvorbe odmeňovacích a motivačných systémov,
- pomáha pri výbere vhodných nástrojov a zariadení, ktoré prispievajú k vyššej efektívnosti práce.

Všetky pohyby sú predom zadefinované a medzinárodné platných časových jednotkách, známych ako TMU (Time Measurement Unit): $1 \text{ TMU} = 0,0006 \text{ min}$; $27,7 \text{ TMU} = 1 \text{ sekunda}$ (Krišťák, 2017)

MTM UAS Analyse							
□ Plan x Real							
Position nm.	Operation task name	Frequency	Description	Frequency x Occurrence	Code	TMU	Time (sek)
1	uchopit diel z WIP	1	neskladny diel	1	AE2	65	2,34
	chodza tam a spat	1		2	KA	25	1,8
	umietsnit diel na stol	1		1	PB1	20	0,72
2	vizualna kontrola cast A	1	Oblast zvaru	20	VA	15	10,8
3	pretocenie dielu	1		1	AD2	45	1,62
	vizualna kontrola cast B	1	Oblast zvaru	20	VA	15	10,8
4	nalepenie stitku	1		1	AD2	45	1,62
	dotlacit	1		1	PC1	30	1,08
5	oskenovanie	1		1	HC2	60	2,16
	umietnenie	1		1	PTSEC	27,778	1,00
6	umiestnit diel do bedne	1		1	AE2	65	2,34
	umietnenie	1		1	PB1	20	0,72
	ohnutie	1		1	KB	60	2,16
	chodza tam a spat	1		4	KA	25	3,6
	maly rework / oprava	0	20 sec	20	PTSEC	27,778	0,0
7	zatvorenie boxu	0,020833	raz za 48 ks	10	PTSEC	27,788	0,20841

Obrázok 7 - Grafické znázornenie pracovnej činnosti operátora na pracovisku pomocou MTM analýzy.

(Zdroj: vlastne spracovanie)

Metóda MTM preto zohráva kľúčovú úlohu ak sa používa spoločne s Lean nástrojmi, najmä pri odhaľovaní a odstraňovaní strát a racionalizácii procesov, a to nielen počas fázy prípravy, ale aj pri samotnej realizácii výroby. Po spustení sériovej výroby (SOP – Start of Production) prispieva MTM k citel'nému zefektívneniu a racionalizácii pracovných výkonov, pretože poskytuje detailný pohľad na skryté rezervy v procesoch a zároveň ponúka spôsob, ako ich prakticky využiť. Vďaka tejto kombinácii metód MTM a Lean je možné dosiahnuť stanovené cieľové hodnoty produktivity v podstatne kratšom časovom horizonte.

Výhody využitia MTM metódy:

- je aplikovateľný v rôznych oblastiach – od logistiky až po kusovú, sériovú aj hromadnú výrobu,
- ponúka systematický a nezaujatý prístup k hodnoteniu pracovného výkonu,
- prispieva k zefektívneniu a zjednoteniu pracovných postupov,
- umožňuje analyzovať činnosti z pohľadu tvorby pridanej hodnoty a zároveň identifikuje straty a neefektívnosti v procese,
- poskytuje možnosť stanoviť časovú náročnosť aj pre plánované, ešte nerealizované procesy,
- jeho časové normy sú štandardizované a uznávané na medzinárodnej úrovni.

Metóda MTM sa stala celosvetovo najpoužívanjšou metódou na meranie ľudskej práce pomocou vopred určených časových hodnôt. Je však dôležité si uvedomiť, že získanie takto detailných a presných údajov predstavuje náročnú úlohu, pričom časová náročnosť závisí od úrovne podrobnosti vykonávanej analýzy (MTM, 2015).

4.6 Chronometráž

Najrozšírenejšou technikou pre zaznamenávanie operácií je chronometráž, ktorá je mimoriadne efektívna pri opakujúcich sa a cyklických činnostiach typických pre sériovú alebo hromadnú výrobu. Táto metóda má niekoľko variantov:

- **Plynulá chronometráž** – Ide o systematické sledovanie a zapisovanie trvania všetkých úkonov v rámci sledovanej operácie. Využíva sa tam, kde je sled pracovných úkonov presne určený a opakuje sa v pravidelnom poradí.
- **Výberová chronometráž** – Táto forma sa zameriava len na určité zvolené časti operácie, ktoré sa môžu opakovať pravidelne alebo nepravidelne. Pozorovateľ zaznamenáva len čas začiatku a ukončenia vybraných úkonov, nie celú operáciu.
- **Obkročná chronometráž** – Slúži na meranie krátkych, ťažko oddeliteľných pracovných úkonov, ktoré sú zoskupené do väčších merateľných celkov. Ide o metódu, ktorá sa používa výnimočne, najmä v prípadoch, kde nie je možné aplikovať štandardné meracie postupy.

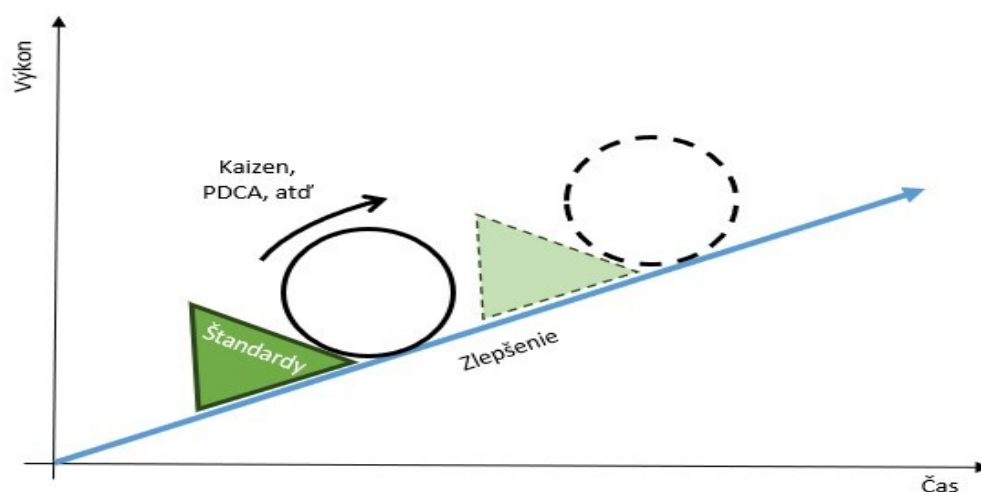
Chronometráž je metóda merania času, ktorá slúži na analýzu a hodnotenie pracovných činností pomocou presného zaznamenávania trvania jednotlivých úkonov v rámci pracovného procesu. Jej hlavným cieľom je zistiť časovú náročnosť operácií, identifikovať neefektívne prvky a navrhnúť optimalizáciu pracovného postupu (Krišťák, 2017)

4.7 Štandardizácia

Taiichi Ohno japonsky priemyselný inžinier a otec výrobného systému Toyota Production Systému povedal, že bez štandardu nie je možné žiadne zlepšenie.

Autorka Márie Jurová vo svojej knihe Výrobné a logistické procesy v podnikaní popisuje štandardy ako pravidlá, ktoré sú nevyhnuté pre plánovanie procesov, prípravu a

realizáciu výroby, následnú kontrolu a hodnotenie celého procesu a jeho následné zdokonaľovanie. (Jurová, 2016)



Obrázok 8 – Grafické zobrazenie zlepšovania procesov.

(Zdroj: Vlastne spracovanie podľa (Bertagnolli, 2020))

V publikácii Manažment výroby popisuje Andrej Dupal, že štandardizáciu môžeme v širšom zmysle chápať ako systematický a neustále sa vyvíjajúci proces, ktorého cieľom je zjednotiť a ustáliť rôzne spôsoby riešenia, pracovné postupy, vstupné a výstupné prvky vo výrobe a riadení podniku. Jej hlavnou úlohou je znížiť zbytočnú rozmanitosť a náhodnosť a zabezpečiť, aby boli rozhodnutia a prístupy jasne pochopiteľné a jednotne uplatňované (Dupal, 2019). V prílohe tejto práce (príloha č. 6) je mnou vytvorená pre inšpiráciu štandardizovaná práca a postup pre zásobovača na výrobnnej linke.

V podstate môžeme povedať, že k chybám a problémom dochádza najmä vtedy, keď sa práca nevykonáva v súlade so stanovenými normami. Porušovanie štandardizovaných postupov spravidla vedie k vzniku nových nežiaducich situácií a narušeniu plynulosti procesov a horšom prípade ku kompletnej odstávke výroby (Bertagnolli, 2020).

4.8 Sipoc analýza

SIPOC analýza predstavuje jednu zo základných metód vizualizácie procesov, ktorá sa využíva najmä v úvodných fázach projektov zameraných na zlepšovanie kvality alebo optimalizáciu/racionalizáciu procesov. Umožňuje rýchlo a prehľadne zmapovať vzťahy

medzi vstupmi, procesmi a výstupmi v rámci konkrétnej činnosti, pričom zohľadňuje aj zainteresované strany – dodávateľov a zákazníkov. Tým sa SIPOC diagram stáva praktickým nástrojom pre rýchlu orientáciu v komplexných procesoch a základom pre ďalšie analytické metódy, ako sú napríklad procesná mapa, FMEA alebo hodnotová analýza (Hofmann, 2021).

4.9 Diagram príčin a následkov

Ishikawa diagram, známy aj ako diagram príčin a následkov alebo diagram rybej kosti, predstavuje analytický nástroj využívaný na systematickú identifikáciu a klasifikáciu príčin existujúceho problému. Jeho hlavným cieľom je umožniť používateľovi pochopiť vzťahy medzi jednotlivými faktormi, ktoré môžu ovplyvniť vznik konkrétneho nedostatku, a tým prispieť k efektívnemu riešeniu problémov v procesoch.

Tento diagram bol vyvinutý začiatkom 50. rokov 20. storočia japonským profesorom Kaoru Ishikawom, priekopníkom v oblasti riadenia kvality. Pôvodne slúžil ako nástroj v rámci Total Quality Management (TQM), no v súčasnosti nachádza uplatnenie aj v ďalších oblastiach riadenia, ako je procesné riadenie, projektový manažment, neustále zlepšovanie či analýza rizík.

Grafická štruktúra diagramu pripomína rybiu kosť – hlavná „chrbtica“ predstavuje analyzovaný problém a z nej vychádzajú vetvy, ktoré reprezentujú kategórie možných príčin, ako napríklad ľudia, metódy, stroje, materiály, merania a prostredie (tzv. metóda 6M). Ku každej kategórii sa následne priradujú konkrétne príčiny, čím vzniká ucelený pohľad na všetky potenciálne faktory ovplyvňujúce daný jav. Ishikawa diagram je možné využiť ako nástroj kvalitatívnej analýzy, najmä pri hľadaní koreňových príčin zistených problémov, návrhu zlepšení alebo hodnotení existujúcich procesov (Hofmann, 2021).

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 PREDSTAVENIE SPOLOČNOSTI SUPRE GLOBAL S.P.A

Spoločnosť Supre Global S.p.A (ďalej, už ako SG) bola založená v roku 1964 v Taliansku, v meste Modena, ktoré je známe ako jedno z centier talianskeho automobilového priemyslu. Zakladateľom spoločnosti bol Ing. Roland Ventuti, odborník na priemyselný dizajn a ergonómiu, ktorý položil základy firmy s víziou spájať funkčnosť, estetiku a inováciu v oblasti interiérových riešení pre automobilový sektor.

Od svojho vzniku sa SG vyprofilovala ako významný dodávateľ prémiových interiérových komponentov, ako sú palubné dosky, dverové panely, konzoly, výplne a obkladové materiály, určené pre osobné vozidlá, úžitkové automobily aj luxusné značky. Spoločnosť kladie dôraz na dizajn, ergonómiu, použitie recyklovateľných materiálov a integráciu inteligentných technológií do interiérov vozidiel.

V súčasnosti má SG celkom 89 výrobných závodov v 19 krajinách a 7 výskumno-vývojových centier, kde spolupracuje s poprednými automobilkami na návrhu interiérov budúcnosti. Firma zamestnáva približne 32 000 pracovníkov po celom svete. Jej ústredie sa stále nachádza v Modene, v blízkosti strategických partnerov z automobilového priemyslu. V roku 2023 dosiahla spoločnosť ročný obrat 7,5 miliardy eur, čím si upevnila pozíciu jedného z európskych lídrov v oblasti automobilových interiérových riešení.

Súčasným generálnym riaditeľom (CEO) je Marco Luca Belati, ktorý vedie spoločnosť so zameraním na digitálnu transformáciu, ekologickú výrobu a posilňovanie medzinárodnej pozície spoločnosti ako svetového lídra na trhu.

5.1 Historické míľniky spoločnosti Supre Global S.p.A.

- **1964** – Založenie spoločnosti Supre Global S.p.A. v meste Modena, Taliansko, zakladateľom Rolandom Ventutim. Prvotné zameranie spoločnosti bola výroba plastových a kožených komponentov pre talianskych výrobcov automobilov.
- **1972** – Prvý významný kontrakt s automobilkou Fiat Group na dodávku palubných dosiek a výplní dverí pre viaceré modelové rady.
- **1979** – Prvý významný kontrakt s luxusnou automobilkou Lamborghini na dodávku prvých palubných dosiek.

- **1981** – Spoločnosť zavádza vlastné oddelenie dizajnu a vývoja, čím sa odberateľom ponúka kompletne riešenie „na mieru“ – od návrhu po finálnu montáž.
- **1990** – SG expanduje mimo Talianska – otvára prvé zahraničné výrobné závody v Španielsku a Francúzsku, v reakcii na rastúci dopyt európskych automobiliek.
- **1998** – Zavedenie inovatívnych materiálov s vysokou mierou recyklovateľnosti, čím spoločnosť reaguje na prvé environmentálne regulácie a získava ocenenie za ekologickú iniciatívu.
- **2005** – Vstup na ázijský trh – otvorenie výrobných závodov v Číne a Thajsku, spolupráca s kórejskými a japonskými automobilkami.
- **2011** – Spoločnosť predstavuje vlastnú technológiu „SmartInterior“, umožňujúcu integráciu dotykových plôch, ambientného osvetlenia a senzorov do interiérových panelov.
- **2016** – Založenie globálneho inovačného centra v Modene, zameraného na vývoj inteligentných a udržateľných riešení pre elektromobily.
- **2017** – Spoločnosť ohlasuje zámer investovať do výstavby nového závodu v strednej Európe s cieľom priblížiť sa k zákazníkom v regióne V4 (Slovensko, Česko, Maďarsko, Poľsko).
- **2019** – SG prekračuje hranicu 30 000 zamestnancov a dodáva komponenty pre viac než 30 globálnych značiek automobilov.
- **2023** – Spoločnosť dosahuje obrat 7,5 miliardy eur a zaraďuje sa medzi najväčších európskych producentov interiérových komponentov pre automobilový priemysel.

5.2 Poslanie spoločnosti

Poslaním spoločnosti Supre Global S.p.A. je vytvárať inovatívne, funkčné a esteticky prepracované interiérové riešenia, ktoré zvyšujú komfort, bezpečnosť a celkový zážitok z jazdy. Spoločnosť sa usiluje byť spoľahlivým partnerom globálneho automobilového priemyslu, pričom kladie dôraz na kvalitu, udržateľnosť a technologický pokrok.

SG sa zaväzuje navrhovať a vyrábať produkty, ktoré reflektujú meniace sa potreby zákazníkov, rešpektujú životné prostredie a prispievajú k rozvoju mobility budúcnosti. V

centre jej činnosti stojí človek – ako používateľ, partner aj zamestnanec, pričom kľúčovými hodnotami spoločnosti sú inovácia, zodpovednosť a tradícia talianskeho dizajnu.

5.3 Vízie spoločnosti

Víziou spoločnosti SG je stať sa globálnym lídrom v oblasti inovácií a dizajnu interiérových komponentov pre automobilový priemysel, ktorý formuje budúcnosť mobility. Ambícia spoločnosti je vyvíjať a dodávať inteligentné, udržateľné a esteticky vynikajúce riešenia, ktoré zvyšujú komfort a bezpečnosť užívateľov vozidiel, pričom rešpektujú prírodné zdroje a ekologické normy.

Súčasne sa spoločnosť usiluje byť strategickým partnerom pre popredné automobilky na celom svete, prinášajúc im technologické inovácie, flexibilitu a vysokú kvalitu, ktoré sú základom pre rast a úspech v dynamicky sa meniacom automobilovom sektore. Vízia spoločnosti SG je byť poháňaný hodnotami zodpovedného podnikania, ktoré budú formovať lepšiu, čistejšiu a technológia-poháňanú mobilitu pre nasledujúce generácie.

5.4 Stratégie a ciele spoločnosti

Stratégia a ciele spoločnosti predstavujú základný rámec, ktorým sa SG riadi pri svojom dlhodobom rozvoji a každodennom rozhodovaní. Vychádzajú z vízie a poslania spoločnosti, reflektujú potreby trhu, technologické trendy aj globálne výzvy v oblasti udržateľnosti. Strategické smerovanie firmy je zamerané na inováciu produktov, expanziu na nové trhy, zodpovedný prístup k životnému prostrediu a posilňovanie postavenia medzi lídrami v segmente interiérových komponentov pre automobilový priemysel.

5.4.1 Stratégia spoločnosti

Stratégia spoločnosti SG je zameraná na udržateľný rast, technologické inovácie a posilnenie globálnej konkurencieschopnosti v oblasti výroby interiérových komponentov pre automobilový priemysel. Spoločnosť sa riadi jasným záväzkom k kvalite, inováciám a environmentálnej zodpovednosti, pričom sa sústreďuje na nasledujúce kľúčové oblasti:

- Inovácia a výskum – stratégia zahŕňa neustály rozvoj a integráciu nových technológií a materiálov do našich produktov. Zameriavame sa na inteligentné

interiérové systémy, ktoré zvyšujú komfort a bezpečnosť, a ekologické materiály, ktoré podporujú udržateľnosť a recyklovateľnosť.

- Globalizácia a expanzia – zameranie na ďalšiu expanziu na globálnych trhoch, najmä v Ázii a Severnej Amerike, kde predpoklad rastu dopytu po kvalitných interiérových riešeniach.
- Zodpovednosť a udržateľnosť – odhodlanosť implementovať udržateľné výrobné postupy, znižovať emisie CO₂ a zlepšovať energetickú účinnosť vo všetkých výrobných závodoch.
- Digitalizácia a automatizácia – zahŕňa implementáciu pokročilých digitálnych technológií, automatizácie výroby, internet vecí (IoT) čo umožní efektívnejšie riadenie výroby, zlepšenie kvality a optimalizáciu dodávateľských reťazcov.

Stratégie spoločnosti pomáhajú rásť a napredovať spoločnosti aj v týchto neľahkých a ekonomický nestabilnom období.

5.4.2 Ciele spoločnosti

Ciele spoločnosti predstavujú konkrétne míľniky, ktoré slúžia na napĺňanie jej dlhodobej vízie a strategického smerovania. Sú rozdelené nasledovne:

- Rast obratu – dosiahnutie ročného obratu 8 miliárd eur do 2026 prostredníctvom expanzie na nové trhy a diverzifikácie produktového portfólia, so zvláštnym zameraním na elektromobily a luxusné vozidlá.
- Zvýšenie podielu na globálnom trhu – snaha získať 10% podiel na globálnom trhu interiérových komponentov pre automobilový priemysel do 2027.
- Implementácia ekologických iniciatív – zníženie emisií CO₂ o 30% do 2030 a dosiahnuť carbon neutrality v rámci výrobných závodov do roku 2050.
- Technologický pokrok – plánovaná investícia 500 miliónov eur do výskumu a vývoja v priebehu nasledujúcich 5 rokov, pričom hlavným cieľom je rozvoj inteligentných interiérových systémov a materiálov na báze obnoviteľných zdrojov.
- Zvýšenie zamestnaneckej spokojnosti a rozvoj talentov – vytvárať programy vzdelávania a rozvoja pre zamestnancov v oblasti nových technológií a

udržateľnosti, pričom cieľom je zvýšiť spokojnosť zamestnancov a znížiť fluktuáciu o 10 % do 2026.

- Zlepšenie zákazníckej skúsenosti –zabezpečiť, aby 95% zákazníkov vyjadrilo spokojnosť s produktmi a službami spoločnosti, a to prostredníctvom zlepšenia kvality, dodávateľských procesov a poskytovaných riešení na mieru.

Ciele spoločnosti sú nastavené, tak aby spoločnosť bola konkurencieschopná a zároveň udržateľným spôsobom napredovala a získavala a upevňovala svoj podiel na trhu.

5.5 Predstavenie spoločnosti Supre Global S.p.A. Slovakia

Výrobný závod Supre Global S.p.A. Slovakia, patriaci do skupiny Supre Global S.p.A, bol zriadený ako súčasť strategickej expanzie spoločnosti do strednej a východnej Európy. Nachádza sa v priemyselnej zóne pri Košiciach, v blízkosti obce Veľká Ida, len pár kilometrov od mesta Košice. Táto lokalita bola zvolená vďaka výhodnej geografickej polohe, dostupnosti kvalifikovanej pracovnej sily, rozvinutej infraštruktúre a podpore zo strany miestnych orgánov.

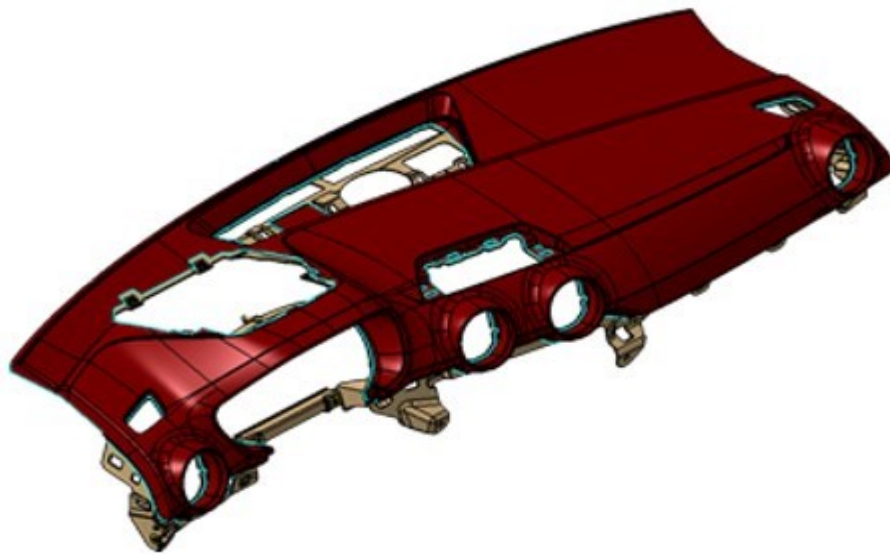


Obrázok 9 – Grafické zobrazenie polohy spoločnosti Supre Global S.p.A. Slovakia.

(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa interných zdrojov spoločnosti.)

Závod bol uvedený do prevádzky v začiatkom roku 2019 a od svojho vzniku sa zameriava na výrobu špecializovaných interiérových komponentov pre automobilový priemysel, konkrétne:

- palubné dosky a výplne dverí a dverové obklady,
- stredové konzoly a bočné stĺpiky,
- dekoračné prvky a povrchové obklady,
- interiérové časti pre elektromobily.



Obrázok 10 – Palubná doska osobného automobilu.

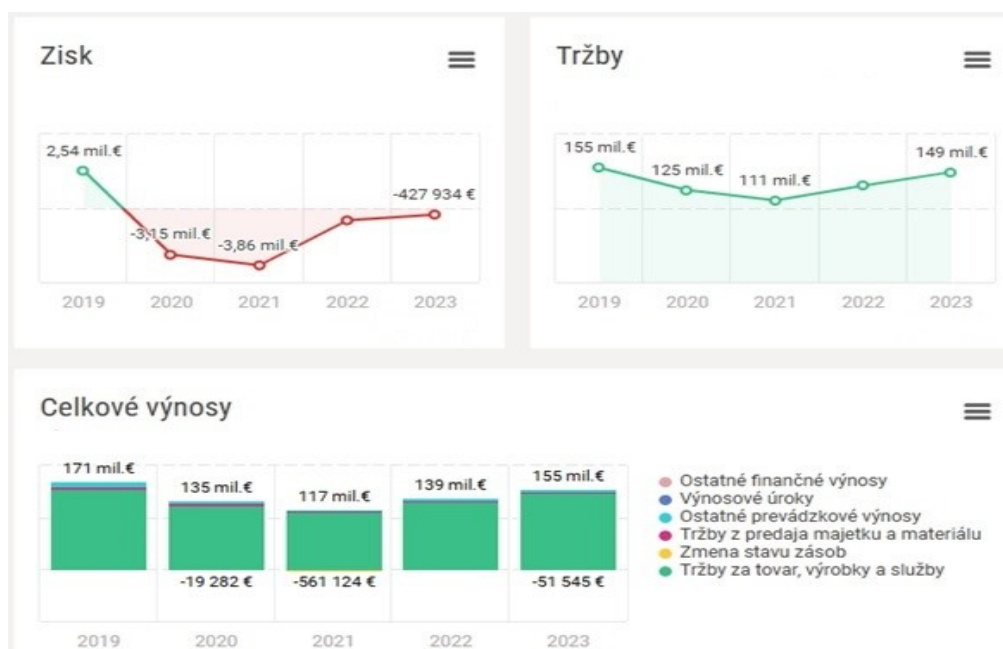
(Zdroj: interné materiál spoločnosti)

Výrobná kapacita a technológie SG Slovakia patria k najmodernejším závodom skupiny, pričom disponuje výrobou rozdelenou do viacerých zón:

- Vstrek lisovňa plastov s robotizovanými linkami,
- montážna hala s poloautomatizovanými pracoviskami,
- oddelenie kvality vybavené 3D meracou technikou,
- moderné expedičné priestory a doky pre nákladnú dopravu,
- airbagové testovacie centrum s klimatickými testovacími komorami.

Ročná výrobná kapacita závodu predstavuje približne 1,2 milióna interiérových modulov, ktoré sú dodávané automobilkám ako Volkswagen, Škoda, Kia, Stellantis, Jaguar Land Rover, Volvo a ďalším producentom v regióne. Organizačná štruktúra spoločnosti SG Slovakia je v prílohe tejto práce.

Závod aktuálne zamestnáva viac než 370 pracovníkov, pričom kladie dôraz na rozvoj ľudských zdrojov a spoluprácu s odbornými školami a univerzitami v regióne. Závod v Košiciach bol od začiatku navrhovaný s dôrazom na udržateľnú výstavbu a ekologickú prevádzku. Budova spĺňa normy energetickej triedy A+, využíva rekuperáciu tepla, dažďovú vodu pre technické účely a solárne panely na časti strešnej plochy. Odpadové materiály z výroby sú triedené a recyklované, pričom cieľom závodu je dosiahnuť nulový odpad do roku 2035. Spoločnosť patrí medzi najväčších zamestnávateľov v širšom okolí Košíc a významne prispieva k rozvoju lokálnej ekonomiky, priemyselnej výroby a exportu.



Obrázok 11 - Prehľad ziskov, tržieb a výnosov spoločnosti.

(Zdroj: interné materiál spoločnosti)

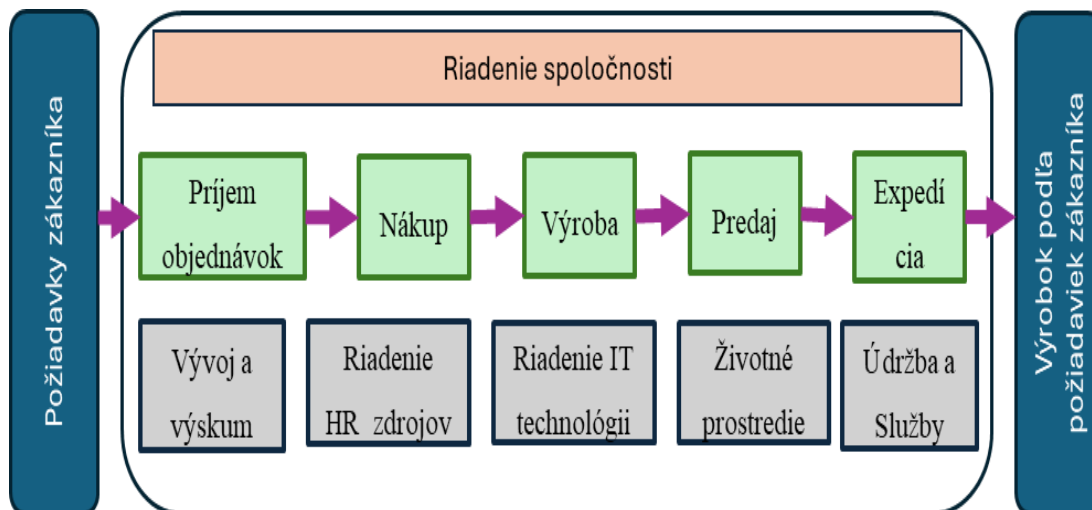
Výrobný závod Supre Global S.p.A. Slovakia zároveň slúži ako regionálne logistické a servisné centrum pre zákazníkov v krajinách V4 a juhovýchodnej Európy.

6 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU

Analýza súčasného stavu predstavuje kľúčový krok pri hodnotení aktuálneho fungovania podniku, procesu alebo systému. Jej cieľom je získať objektívny prehľad o existujúcich podmienkach, identifikovať slabé miesta, neefektívnosti či príležitosti na zlepšenie. Na základe tejto analýzy je následne možné navrhnúť vhodné riešenia a optimalizačné opatrenia, ktoré prispievajú k zvýšeniu výkonnosti a efektivity organizácie.

6.1 Procesný model organizácie

Mapa procesov graficky znázorňuje prebiehajúce procesy v podniku. Riadiaci proces spoločnosti je znázornený svetlo-oranžovou farbou a zabezpečuje riadenie podniku ako celku. Zelenou farbou sú znázornené hlavné kľúčové procesy spoločnosti, ktoré sú prepojené medzi sebou väzbami podľa postupnosti ako v podniku nasledujú. Svetlo šedou farbou sú znázornené podporné kľúčové procesy, ktoré zabezpečujú správne podmienky a funkciu.



Obrázok 12 - Procesná mapa organizácie.

(Zdroj: vlastne spracovanie)

Hlavné kľúčové procesy sú procesy ktoré majú priami dopad na konkurencie schopnosť podniku, zatiaľ čo podporné procesy majú dopad na internú efektivitu podniku.

6.2 Popis výrobné linky

V nasledujúcej kapitole sa budeme podrobnejšie venovať analýze výrobné linky, ktorá je určená pre projekt B16. Ide o linku zameranú na montáž prístrojových dosiek do automobilov, pričom aktuálne dosahuje produkciu približne 2700 kusov týždenne. Cieľom je zmapovať jednotlivé procesné kroky, ktoré sa na tejto linke vykonávajú, a taktiež štruktúru a usporiadanie jednotlivých pracovísk. Každé pracovisko zohráva špecifickú úlohu v rámci montážneho cyklu, od prípravy komponentov až po finálnu kontrolu kvality. Táto analýza nám poskytne ucelený pohľad na súčasný stav výrobného procesu a vytvorí základ pre následné návrhy na zvýšenie výrobné kapacity.

6.2.1 Opaľovanie

Pracovná stanica je navrhnutá špeciálne na úpravu povrchových vlastností plastových komponentov s cieľom zvýšiť ich príľnavosť pred následnými výrobnými procesmi.



Obrázok 13 – Pracovná stanica ST1 – opaľovanie.

(Zdroj: Interné dokumenty spoločnosti)

Samotný proces úpravy povrchu je realizovaný prostredníctvom opaľovania otvoreným plameňom, ktoré zabezpečuje priemyselný robot vybavený špeciálnou plynovou hubicou.

Tabuľka 2 – Chronometráž pracovnej stanici ST1 – opaľovanie.

Chronometráž (s) - ST1 - opaľovanie							
70,5	69,8	70,2	68,9	69,5	70,1	70,3	69,8
70,4	68,8	70,0	70,3	69,4	69,6	70,3	68,7
Priemerný čas			Dávka (ks)		Čas na jeden diel		
69,79			1		72		

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Hlavný plastový nosný diel je na pracovisku fixovaný alebo presne umiestnený tak, aby mohol byť efektívne a rovnomerne ošetrený. Priemyselný robot vykonáva presné pohyby podľa naprogramovanej dráhy, pričom smeruje plameň na povrch plastu pod optimálnym uhlom a vzdialenosťou. Plameň aktivuje povrchové vrstvy materiálu, čo vedie k modifikácii povrchového napätia plastového dielu.

Proces je riadený a monitorovaný s dôrazom na bezpečnosť, konzistenciu a opakovateľnosť. Dôležitým aspektom je aj zabezpečenie správnych parametrov ako je rýchlosť pohybu robota, intenzita plameňa, čas opaľovania a kontrola okolitých podmienok, aby sa predišlo poškodeniu dielu a zároveň sa dosiahla požadovaná kvalita povrchovej úpravy. Maximálna výrobná kapacita tohto zariadenia je 50 ks za hodinu.

6.2.2 Penenie

Nasledujúcou operáciou v technologickom procese je penenie, ktoré prebieha na samostatnej pracovnej stanici. Táto fáza zabezpečuje spojenie dvoch hlavných komponentov – upraveného hlavného plastového nosiča a dekoračnej PVC koženky – do jedného celku prostredníctvom riadeného procesu vypeňovania polyuretánovej hmoty. PVC koženka je najprv presne umiestnená do formy, spolu s pripraveným plastovým nosičom, následne je do formy nanesená reakčná zmes polyolu a izokyanátu. Táto zmes počas niekoľkých sekúnd expanduje a vyplňa priestor medzi PVC povrchom a plastovým nosičom. Počas procesu dochádza k chemickej reakcii, pri ktorej vzniká polyuretánová pena, ktorá pôsobí ako pevný spojovací aj vyplňovací materiál.



Obrázok 14 - Pracovná stanica ST2 – penenie.

(Zdroj: Interné dokumenty spoločnosti)

Vďaka správne dávkovaniu, teplotným podmienkam a presnej geometrii formy je dosiahnuté homogénne spojenie oboch dielov, čo zaručuje nielen mechanickú pevnosť, ale aj požadovaný vzhľad a tvar rozpracovanej prístrojovej dosky. Tento medzioperačný výrobok následne smeruje do ďalších fáz kompletizácie.

Tabuľka 3 - Chronometráž pracovnej stanici ST2 – penenie.

Chronometráž (s) - ST2 - penenie							
66,9	67,0	65,4	66,7	65,9	67,2	67,2	67,1
65,3	66,8	67,0	66,1	66,4	65,8	66,7	67,0
Priemerný čas			Dávka (ks)		Čas na jeden diel		
66,53			1		71		

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Maximálna výrobná kapacita na tomto zariadení je 50 ks za hodinu.

6.2.3 Kamerová kontrola

Po procese penenia nasleduje kontrolná pracovná stanica, ktorej úlohou je zabezpečiť správnosť a kvalitu vytvoreného spoja medzi PVC koženkou a hlavným plastovým nosičom. Dôležitým aspektom tejto fázy je nielen kontrola správneho umiestnenia dielu a tvarovej zhody, ale predovšetkým detekcia vnútorných defektov v polyuretánovej pene. Na stanici je

použitý špeciálny infračervený kamerový systém, ktorý umožňuje vizuálne „nahliadnuť“ do štruktúry vypenenej časti bez jej narušenia. Infračervená kamera dokáže odhaliť prítomnosť vzduchových bublín, dutín alebo nedostatočne vypenených miest, ktoré by v budúcnosti mohli viesť k deformáciám, strate pevnosti alebo vizuálnym vadám, čo by znehodnotilo finálny výrobok u koncového zákazníka.



Obrázok 15 - Pracovná stanica ST3 – Kamerová kontrola.

(Zdroj: Interné dokumenty spoločnosti)

Systém je kalibrovaný na rozpoznávanie aj drobných anomálií, pričom výsledky kontroly sú automaticky zaznamenávané a ukladané do databázy pre spätnú sledovateľnosť. V prípade identifikácie chyby je diel automaticky vyradený z výrobnéj linky a je označený ako nepodarok – zmätok. Maximálna výrobná kapacita (kontrola) na tomto zariadení je 52 ks za hodinu.

Tabuľka 4 - Chronometráž pracovnej stanici ST3 – Kamerová kontrola.

Chronometráž (s) - ST3 - kamerová kontrola							
67,5	67,0	66,2	66,7	65,9	67,2	67,2	67,1
66,8	66,8	67,0	66,1	66,4	65,8	66,7	67,0
Priemerný čas			Dávka (ks)		Čas na jeden diel		
66,71			1		68		

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Táto kontrola predstavuje dôležitý prvok zabezpečenia kvality, ktorý pomáha eliminovať potenciálne reklamácie a prispieva k udržiavaniu vysokej úrovne spokojnosti zákazníka.

6.2.4 Vysekávanie

Na pracovisku vysekávania sa vykonáva presná mechanická úprava dielu prostredníctvom špeciálneho vysekávacieho zariadenia. Vypenený diel je do zariadenia presne založený tak, aby bol zabezpečený súlad s vysekávacím nástrojom. Na základe konkrétnej výrobnéj varianty – určenej typom vozidla, výbavou alebo ďalším výrobným procesom – sa realizuje vysekávanie potrebných montážnych otvorov, výrezov alebo technologických zárezov.



Obrázok 16 - Pracovná stanica ST4 – vysekávanie.

(Zdroj: Interné dokumenty spoločnosti)

Vysekávanie prebieha plne automaticky, pričom dôraz sa kladie na presnosť, opakovateľnosť a kvalitu reznej hrany. Po ukončení pracovného cyklu, operátor skontroluje správnosť vyseknutia a kvalitu reznej hrany a následne oskenuvaním čiarového kódu potvrdí správnosti vykonanej operácie, diel čím sa minimalizuje riziko chýb v ďalších krokoch výrobného procesu.

Tabuľka 5 - Chronometráž pracovnej stanici ST4 – vysekávanie

Chronometráž (s) - ST4 - vysekávanie							
53,4	53,8	53,4	53,7	54,0	53,5	53,6	53,9
53,5	53,8	54,0	54,1	53,8	53,4	53,6	54,0
Priemerný čas			Dávka (ks)		Čas na jeden diel		
53,72			1		54		

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Maximálna výrobná kapacita na tomto zariadení je 66 ks za hodinu.

6.2.5 Frézovanie

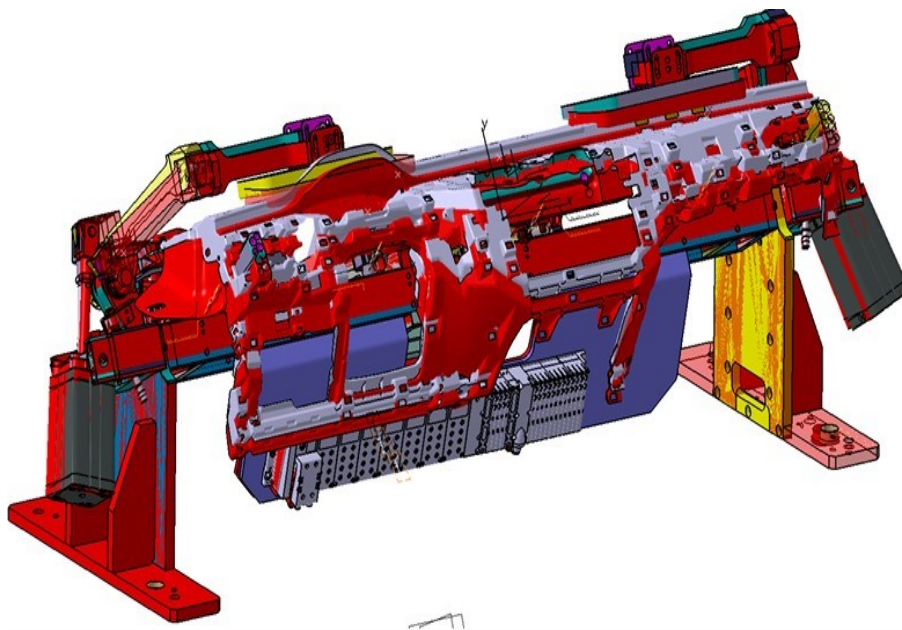
Frézovanie predstavuje jednu z kľúčových operácií v procese výroby prístrojovej dosky, kde dochádza k presnému zoslabeniu materiálu v mieste tzv. airbagovej línie. Cieľom tejto operácie je zabezpečiť kontrolované a bezpečné otvorenie airbagového modulu v prípade nárazu, a to bez ohrozenia cestujúcich.



Obrázok 17 - Pracovná stanica ST5 – frézovanie.

(Zdroj: Interný dokument spoločnosti)

Na frézovacej stanici je prístrojová doska fixovaná do presne určenej polohy, aby bolo možné pomocou CNC riadeného nástroja vykonať frézovanie presne definovanou hĺbkou a šírkou. Parametre operácie sú nastavené podľa prísnych špecifikácií a rešpektujú požiadavky na bezpečnosť, materiálovú integritu a životnosť komponentu. Oslabená línia musí byť súčasťou definovaného roztrhnutia airbagového krytu pri aktivácii systému, pričom sa nesmie predčasne narušiť ani ovplyvniť funkčnosť airbagu.



Obrázok 18 – Fixačný stôl – kopyto v frézovacom zariadení.

(Zdroj: Interný dokument spoločnosti)

Z dôvodu vysokej dôležitosti tejto operácie je stanica klasifikovaná ako CC (Critical Characteristic) – teda charakteristika s priamym dopadom na bezpečnosť koncového používateľa.

Tabuľka 6 - Chronometráž pracovnej stanici ST5 – vysekávanie

Chronometráž (s) - ST5 - frézovanie							
67,8	68,0	67,4	67,5	67,2	67,7	67,5	67,9
67,6	67,8	68,1	67,9	67,7	67,6	67,5	68,0
Priemerný čas			Dávka (ks)		Čas na jeden diel		
67,70			1		68		

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Všetky procesné údaje z tejto pracovnej stanice, vrátane parametrov frézovania, verifikácie hĺbky a kvality frézovanej línie, ako aj údaje o výrobnom čase a operátorovi, sú zaznamenávané a archivované. Tieto dáta sa uchovávajú minimálne po dobu 15 rokov od ukončenia projektu, v súlade s internými predpismi a požiadavkami zákazníka. Maximálna výrobná kapacita na tomto zariadení je 52 ks za hodinu.

6.2.6 Infračervené zváranie

Infračervené zváranie ďalších plastových komponentov priamo na prístrojovú dosku. Ide o presne definované časti, ako sú výstuhy, držiaky alebo upevňovacie prvky, ktoré sa montujú podľa variantu a konštrukčných požiadaviek.



Obrázok 19 - Pracovná stanica ST6/ST7 – infračervené zváranie.

(Zdroj: Interný dokument spoločnosti)

Infračervené žiarenie ohrieva zvaracie plochy na cieľovú teplotu, čím sa dosiahne plastifikácia materiálu. Následne sa diely pritlačia k sebe pod presne riadeným tlakom a vytvorí sa pevný a čistý spoj bez prídavných materiálov. Pracovná stanica ST7 je pre LHD verziu, zatiaľ čo pracovná stanica ST6 je pre RHD verziu prístrojovej dosky. Maximálna výrobná kapacita na tomto zariadení je 50 ks za hodinu.

Tabuľka 7 - Chronometráž pracovnej stanici ST6/ST7 – infračervené zváranie.

Chronometráž (s) - ST6/ST7 - infračervené zváranie							
70,5	70,8	70,2	69,5	69,5	70,1	70,3	69,8
70,4	69,9	70,0	70,3	69,4	69,6	70,3	69,8
Priemerný čas			Dávka (ks)		Čas na jeden diel		
70,03			1		72		

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Táto technológia je ideálna pre komponenty, ktoré si vyžadujú vysokú presnosť, čistotu spoja a bezkontaktné spracovanie citlivých povrchov.

6.2.7 Ultrazvukové zváranie

Ultrazvukové zváranie je proces, pri ktorom sa vysokofrekvenčné mechanické vibrácie (zvyčajne v rozsahu 20 – 40 kHz) aplikujú na spojované časti pod definovaným tlakom.



Obrázok 20 - Pracovná stanica ST8 – ultrazvukové zváranie.

(Zdroj: Interný dokument spoločnosti)

Trením medzi povrchmi vzniká teplo, ktoré spôsobí lokálne roztavenie materiálu a následné vytvorenie pevného zvarového spoja po jeho ochladení.

Tabuľka 8 - Chronometráž pracovnej stanici ST8- ultrazvukové zváranie

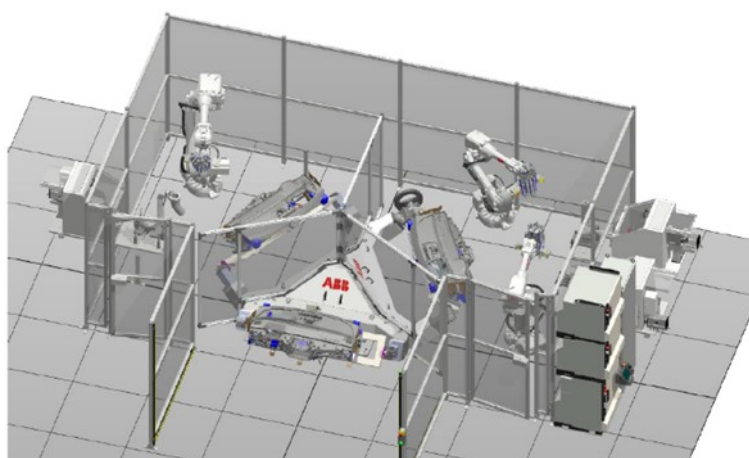
Chronometráž (s) - ST8 - ultrazvukové zváranie							
147,7	148,0	148,2	147,8	148,3	147,9	148,8	148,4
147,9	148,3	148,7	147,4	148,5	148,6	148,0	147,9
Priemerný čas			Dávka (ks)		Čas na jeden diel		
148,15			1		149		

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Maximálna výrobná kapacita ultrazvukovej zvaračky je 24 ks za hodinu.

6.2.8 Automatické robotické klipovanie

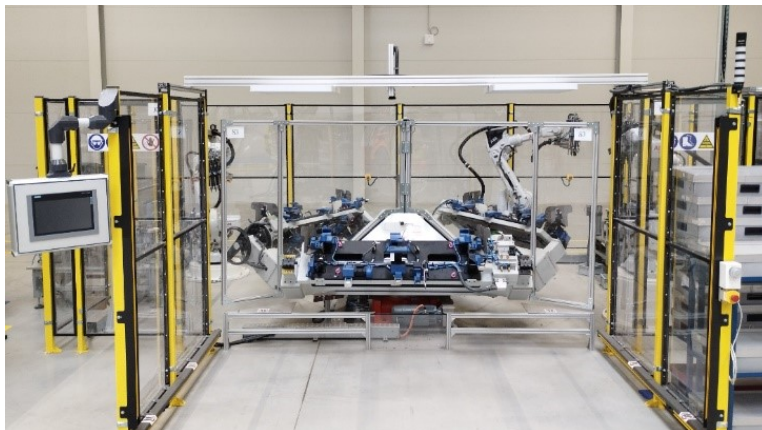
V rámci montáže prístrojových dosiek v automobilovom priemysle zohráva dôležitú úlohu automatizované vkladanie / klipovanie kovových klipov, ktoré slúžia ako upevňovacie alebo montážne body priamo u koncového zákazníka. V tomto procese sa využíva robotická stanica vybavená tromi priemyselnými robotmi, ktoré vykonávajú automatické klipovanie troch rôznych typov kovových klipov. Každý typ klipu je určený na špecifickú pozíciu a funkciu podľa konštrukčných požiadaviek konkrétnej verzie prístrojovej dosky.



Obrázok 21 - Pracovná stanica ST9 – Automatické robotické klipovanie – návrh.

(Zdroj: Interný dokument spoločnosti)

Klipovanie prebieha do predom definovaných otvorov, ktoré sú súčasťou plastového nosiča prístrojovej dosky. Presné umiestnenie je zabezpečené pomocou vizuálneho systému alebo kalibračných bodov, čím sa zaručuje vysoká presnosť a opakovateľnosť procesu. Celkovo je do jednej dosky aplikovaných od 66 do 72 kovových klipov, v závislosti od verzie a výbavy vozidla. Každý robot je vybavený vlastným zásobníkom a koncovým efektorom navrhnutým pre manipuláciu s daným typom klipu.



Obrázok 22 - Pracovná stanica ST9 – Automatické robotické klipovanie – realita.

(Zdroj: Interný dokument spoločnosti)

Proces je riadený centrálné, s možnosťou rýchlej zmeny programu podľa variantu produktu.

Táto automatická robotická stanica nám prináša zvýšenie kvality a opakovateľnosti upevňovania klipov a to bez nutnosti manuálneho zásahu, zrýchlenie cyklu výroby a zníženie chybovosti, pri vyššej flexibilitu pri prechode medzi rôznymi modelmi a verziami prístrojových dosiek a spoľahlivé upevnenie kovových klipov do plastových častí bez poškodenia hlavného nosiča prístrojovej dosky. Maximálna výrobná kapacita na tomto zariadení je 69 ks za hodinu.

Tabuľka 9 - Chronometráž pracovnej stanici ST9 - Automatické robotické klipovanie;

Chronometráž (s) - S9 - Automatické robotické klipovanie							
51,2	51,1	50,6	50,4	51,5	50,6	50,3	51,6
51,5	51,8	50,9	51,3	50,4	51,4	51,4	51,0
Priemerný čas			Dávka (ks)		Čas na jeden diel		
51,06			1		52		

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Robotická stanica tak významne prispieva k automatizácii a štandardizácii montážneho procesu, pričom zabezpečuje vysokú úroveň kvality a efektivity v súlade s požiadavkami moderného automobilového priemyslu.

6.2.9 Výstupná kontrola

Na záver výrobné linky prístrojových dosiek je zaradené pracovisko výstupnej kontroly, ktoré predstavuje finálnu kontrolnú a logistickú operáciu pred odoslaním komponentov ku koncovému zákazníkovi. Na pracovisku výstupnej kontroly sa vykonáva komplexnú vizuálnu a funkčnú kontrolu kompletne zmontovanej prístrojovej dosky, verifikáciu prítomnosti všetkých montážnych prvkov, vrátane kovových klipov aplikovaných na predchádzajúcej robotической stanici.



Obrázok 23 - Pracovná stanica ST10– výstupná kontrola.

(Zdroj: Interný dokument spoločnosti).

Kontrolu poškodenia povrchov, škrabancov, nečistôt alebo chýbajúceho označenia. Finálne označenie dielu ako OK/NOK. V prípade zistenia chyby sa komponent označí ako NOK, systémovo sa zablokuje a je vyradený na vyhradené miesto pre analýzu kvality inžinierom.

Tabuľka 10 - Chronometráž pracovnej stanici ST10 - výstupná kontrola.

Chronometráž (s) - ST10 - výstupná kontrola							
70,5	70,8	70,2	69,5	69,5	70,1	70,3	69,8
70,4	70,4	70,2	70,3	71,1	69,6	70,3	69,8
Priemerný čas			Dávka (ks)		Čas na jeden diel		
70,18			1		72		

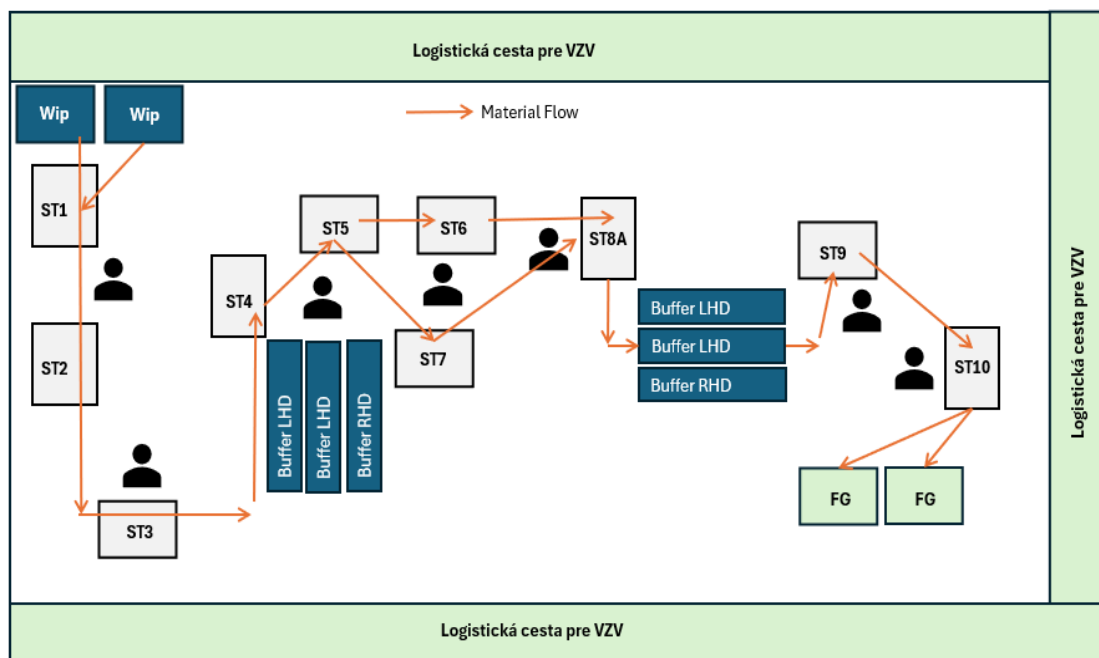
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Po úspešnej kontrole sa OK diely vkladajú do špeciálnych expedičných obalov, ktoré zabezpečujú ochranu počas prepravy. Balenie prebieha podľa štandardu zákazníka, s

ohľadom na orientáciu dielu, zabezpečenie proti pohybu. Každé balenie je označené štítkom s kódovaním, číslom šarže a údajmi pre spätnú sledovateľnosť. Naplnený obal je naskladnený na expedíciu alebo priamo odoslaný do zákazníkovej logistiky.

6.3 Súčasný layout výrobnjej linky

Súčasnú usporiadanie výrobnjej linky je navrhnuté tak, aby zabezpečovalo plynulý, logický a efektívny tok výroby – od prípravy základných komponentov až po finálnu výstupnú kontrolu a expedičné balenie hotového dielu.



Obrázok 24 – Aktuálny layout výrobnjej linky B16 – s celkovým obsadením 7 operátorov na výrobnjej linke.

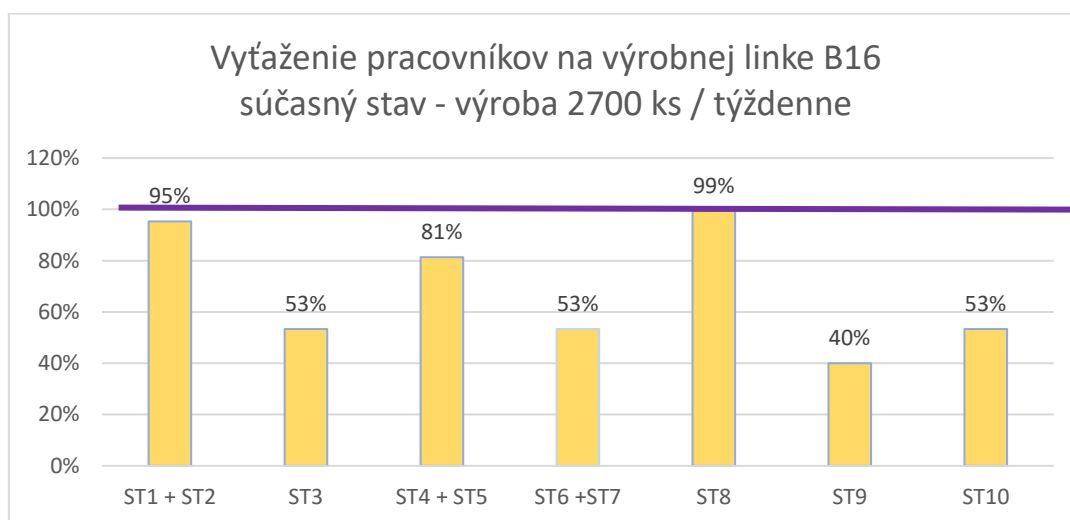
(Zdroj: vlastne spracovanie)

Automatizované a manuálne stanice sú navrhnuté tak, aby sa dali jednoducho prispôbiť rôznym variantom produktov. Ergonómia a bezpečnosť pracovníkov sú zohľadnené pri návrhu každého pracoviska. Celý proces je riadený cez centrálny MES systém, ktorý zabezpečuje sledovateľnosť (traceability), plánovanie a monitorovanie výroby v reálnom čase.

6.3.1 Kapacita výrobní linky – současný stav

Aktuální průměrná týdenná výroba přístrojových desek na výrobní lince B16 představuje 2 700 kusů za týden. Výroba probíhá v pětidňovém pracovním režimu, což znamená potřebu vyrobit 540 kusů denně, aby byly splněny zákaznické požadavky. Výrobní linka funguje v trojzmennej prevádzke, pričom každú zmenu obsluhuje 7 operátorov. Denný výkon je rovnomerne rozdelený medzi tri zmeny, takže na jednu zmenu pripadá 180 kusov. Zákaznícky tak time je stanovený na 150 sekúnd na jeden kus, čo znamená, že každých 150 sekúnd musí byť dokončený jeden hotový diel.

Ako je na priloženom layoute a grafe č. 4 vidieť, súčasnosti nie je výrobná linka ideálne vybalansovaná, zatiaľ čo operátor č. 1 obsluhuje dve zariadenia (vyťaženie 95%) nasledujúci operátor (vyťaženie 53%) vykonáva vizuálnu kontrolu dielu a následne čaká na ďalší diel.



Graf 4 – Percentuálne znázornenie vyťaženia pracovníkov na výrobní lince B16 – súčasný stav.

(Zdroj: vlastne spracovanie)

Taktiež operátorov č. 5 pre vykonanie všetkých potrebných úkonov potrebuje 149 sekúnd (vyťaženie 99%), zatiaľ čo operátori č. 6 a č. 7 následne čakajú na dodanie ďalšieho dielu.

Tabuľka 11 – Znázornenie vytťaženia pracovníkov na výrobnnej linke B16 – súčasný stav;

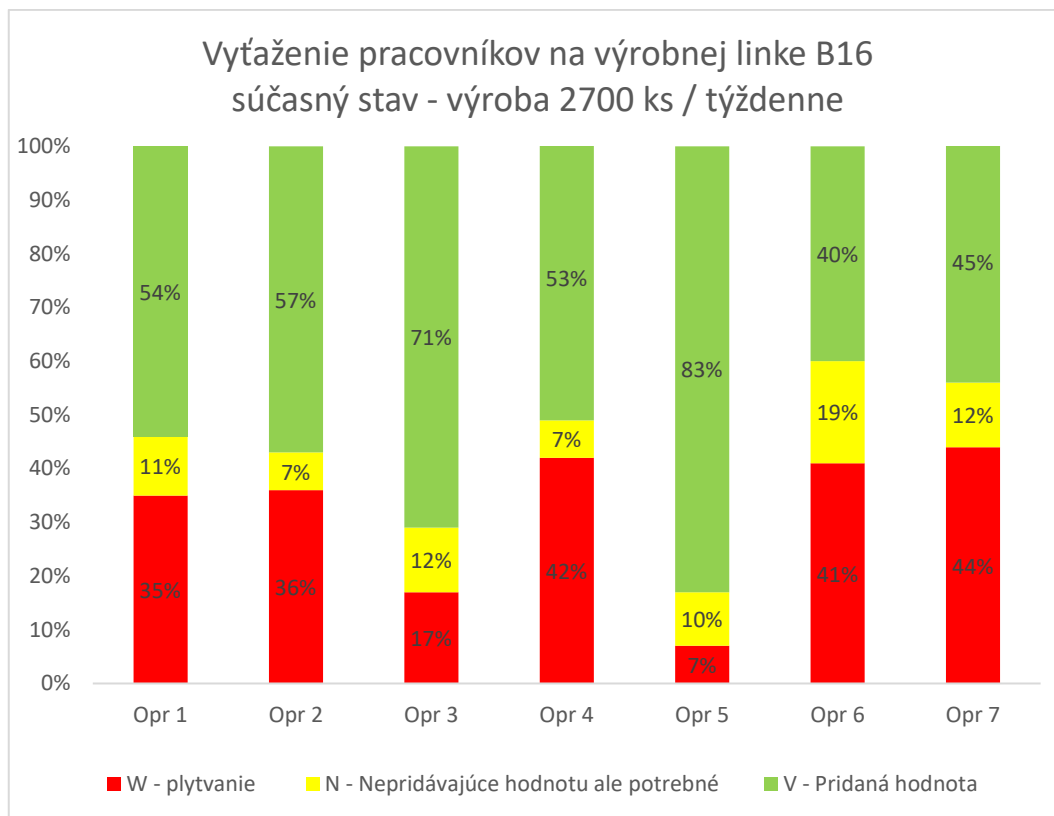
Operátor	Zaradenie	Cyklus time	Takt time linky	Vytťaženie
Opr 1	ST1 + ST2	143	150	95%
Opr 2	ST3	80	150	53%
Opr 3	ST4 + ST5	122	150	81%
Opr 4	ST6 + ST7	80	150	53%
Opr 5	ST8	149	150	99%
Opr 6	ST9	60	150	40%
Opr 7	ST10	80	150	53%

(Zdroj: vlastne spracovanie)

Pracovisko ST8 – ultrazvuková zväračka je s určitosťou úzke miesto (bottleneck) celej výrobnnej linky B16.

6.3.2 Podiel pridanej hodnoty a plytvania – súčasný stav

Za účelom zvýšenia efektivity a identifikácie potenciálov na zlepšenie výroby sme pristúpili k podrobnej analýze činností operátorov na celej výrobnnej linke montáže prístrojových dosiek. Analýza bola vykonaná podľa metodiky MTM, ktorá umožňuje presné meranie a hodnotenie jednotlivých pracovných pohybov a činností na základe časových jednotiek preddefinovaných v systéme MTM. Vybrané reporty MTM sú v prílohe tejto práce. V nižšie priloženom Yamazumi grafe vidíme celkové vytťaženie a zobrazenie podielu pridanej hodnoty a plytvania na jednotlivých pracoviskách výrobnnej linky.



Graf 5 – Yamazumi graf vyťaženia operátorov na výrobnéj linke B16 – súčasný stav pri výrobe 2700 ks týždenne.

(Zdroj: Vlastne spracovanie)

Táto analýza poskytla jasný a kvantifikovateľný pohľad na efektivitu jednotlivých pracovísk. Umožnila nám presne identifikovať úzke miesta a nevyvážené zaťaženie operátorov, vytvoriť podklady pre návrhy na vyrovnanie (rovnomé vyťaženie operátorov) linky. Zároveň nám pomôže odstrániť alebo minimalizovať plytvanie pomocou Kaizen zlepšení. A pripraviť priestor pre potenciálne zlepšenie využívania dostupných zdrojov.

6.4 Charakteristika projektu B16 a jeho plánovaná výrobná kapacita

Projekt B16 predstavuje strategickú zákazku spoločnosti, ktorá bola získaná na obdobie desať rokov. Celková životnosť projektu je plánovaná na roky 2023 až 2032, pričom jeho význam spočíva v dlhodobom kontrakte a stabilnej výrobe s vysokým objemom. Výroba je naplánovaná na celkové množstvo približne 1,78 milióna kusov počas celého trvania projektu.

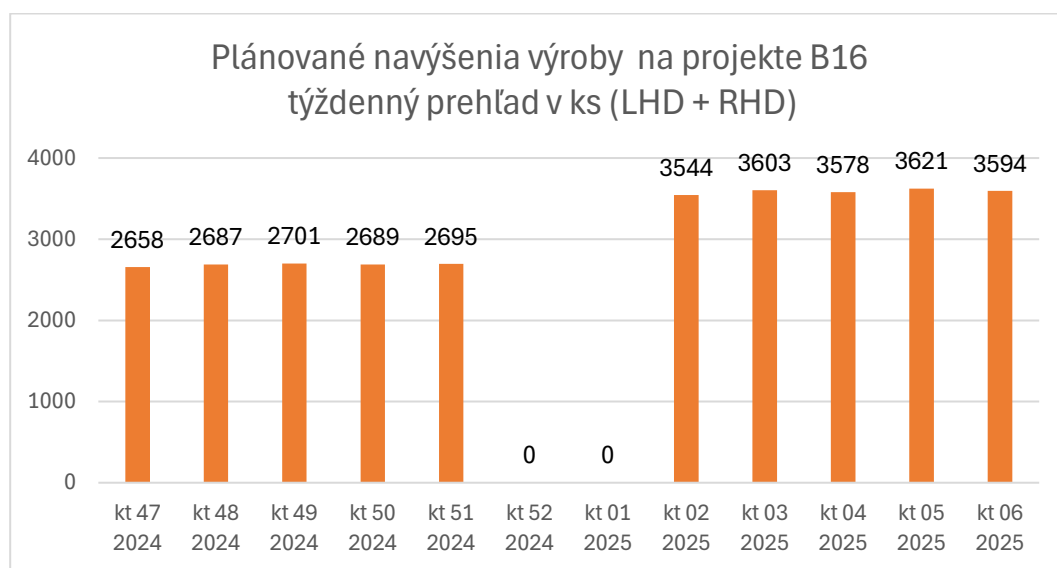
Tabuľka 12 - Plánované zákaznícke objednávky pre projekt B16 s výhľadom na celú životnosť projektu.

verzia / rok výroby	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
LHD verzia	95421	106524	147777	146566	144687	145565	145611	145983	144577	144724
RHD Verzia	16546	20568	27662	27556	27221	26889	26875	26566	26488	26666
celkový počet ks/rok	111967	127092	175439	174122	171908	172454	172486	172549	171065	171390

(Zdroj: vlastne spracovanie)

Projekt B16 zahŕňa dve produktové verzie – LHD (ľavostranné) 81,5 % z celkového objemu a RHD (pravostranné) verzia: 19,5 % z celkového objemu,

Roky 2023 a 2024 boli určené ako prípravná fáza projektu, počas ktorej sa sústredilo najmä na doladovanie a optimalizáciu technologických procesov, inštaláciu, testovanie a kalibráciu výrobných zariadení, a finalizáciu vývoja samotného produktu.



Graf 6 – Grafické znázornenie plánovaného navýšenia produkcie.

(Zdroj: vlastne spracovanie)

Nástup výroby sa očakáva po plánovanej celozávodnej odstávke (kt 52/2024 – kt 01/2025) začiatkom v roku 2025, kedy by mal projekt B16 dosiahnuť plnú výrobnú kapacitu 170 000 až 175 000 kusov.

Tabuľka 13 – Prehľad požadovaných ks na jednotlivé týždne a výrobný deň.

Počet ks/ rok výroby	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
ks/rok	111967	127092	175439	174122	171908	172454	172486	172549	171065	171390
ks/týždeň	2333	2648	3655	3628	3581	3593	3593	3595	3564	3571
ks/deň	467	530	731	726	716	719	719	719	713	714

(Zdroj: vlastne spracovanie)

Nástup výroby sa očakáva po plánovanej celozávodnej odstávke (kt 52/2024 – kt 01/2025) začiatkom v roku 2025, kedy by mal projekt B16 dosiahnuť plnú výrobnú kapacitu 170 000 až 175 000 kusov.

6.4.1 Hlas Zákazníka

Hlas zákazníka (angl. Voice of the Customer, skratka VOC) predstavuje jasné a presné vyjadrenie potrieb, očakávaní a požiadaviek zo strany zákazníka.

Tabuľka 14 – Hlas zákazníka.

Hlas zákazníka (VOC)		
V prípade projektu B16 je požiadavka zákazníka na dlhodobé navýšenie produkcie prístrojových dosiek. Aktuálna produkcia 2700 ks / týždenne, nová požiadavka predstavuje produkciu 3600 ks / týždenne.		
VOC	Potreba zabezpečiť	CTQ
Zákazník požaduje 3600 ks týždenne	Overenie vyrobiteľnosti a zabezpečenie dodanie požadovaného množstva.	Dodanie 3600 ks týždenne

(Zdroj: vlastné spracovanie)

Tieto požiadavky musia byť jednoznačne špecifikované, obojstranne schválené a striktne dodržiavané počas celého trvania projektu alebo spolupráce.

6.4.2 Kritické parametre kvality (CQP)

Kritické parametre kvality (CQP) predstavujú tie charakteristiky produktu alebo procesu, ktoré majú zásadný vplyv na funkčnosť, bezpečnosť, spoľahlivosť a zhodu s požiadavkami zákazníka alebo legislatívy.

Tabuľka 15 – CQT – nastavenie cieľov

CQT / Počiatočné Hodnoty / Merateľne ciele			
CTQ	Názov	Počiatočná hodnota	Cieľová hodnota
CTQ1	navýšenie produkcie prístrojových dosiek	2700 ks	3600 ks

(Zdroj: vlastné spracovanie)

Správne definovanie a riadenie týchto parametrov je kľúčové pre zabezpečenie kvality finálneho výrobku a minimalizáciu rizika zlyhania.

6.5 SIPOC analýza

Pomocou SIPOC sme získali prehľad o kľúčových prvkoch procesu, čo nám pomôže pri zlepšení projektu, racionalizácii výroby a dosiahnutia požadovaného cieľu.

Tabuľka 16 – Sipoc analýza procesov.

Analýza SIPOC				
Dodávateľ	Vstup	Proces	Výstup	Zákazník
Koncový zákazník	Odoslanie navýšených mesačných objednávok pre jednotlivé projekty	Prijatie nových navýšených mesačných objednávok pre jednotlivé projekty	Potvrdenie prijatia mesačných objednávok koncovému zákazníkovi	Finančné oddelenie spoločnosti
Finančné oddelenie spoločnosti	Požiadavka na logistiku	Zaplánovanie zákazky do výroby pre projekt B16	Objednanie materiálu pre výrobu pre pokrytie navýšených objednávok	Logistika – plánovač výroby pre projekt B16

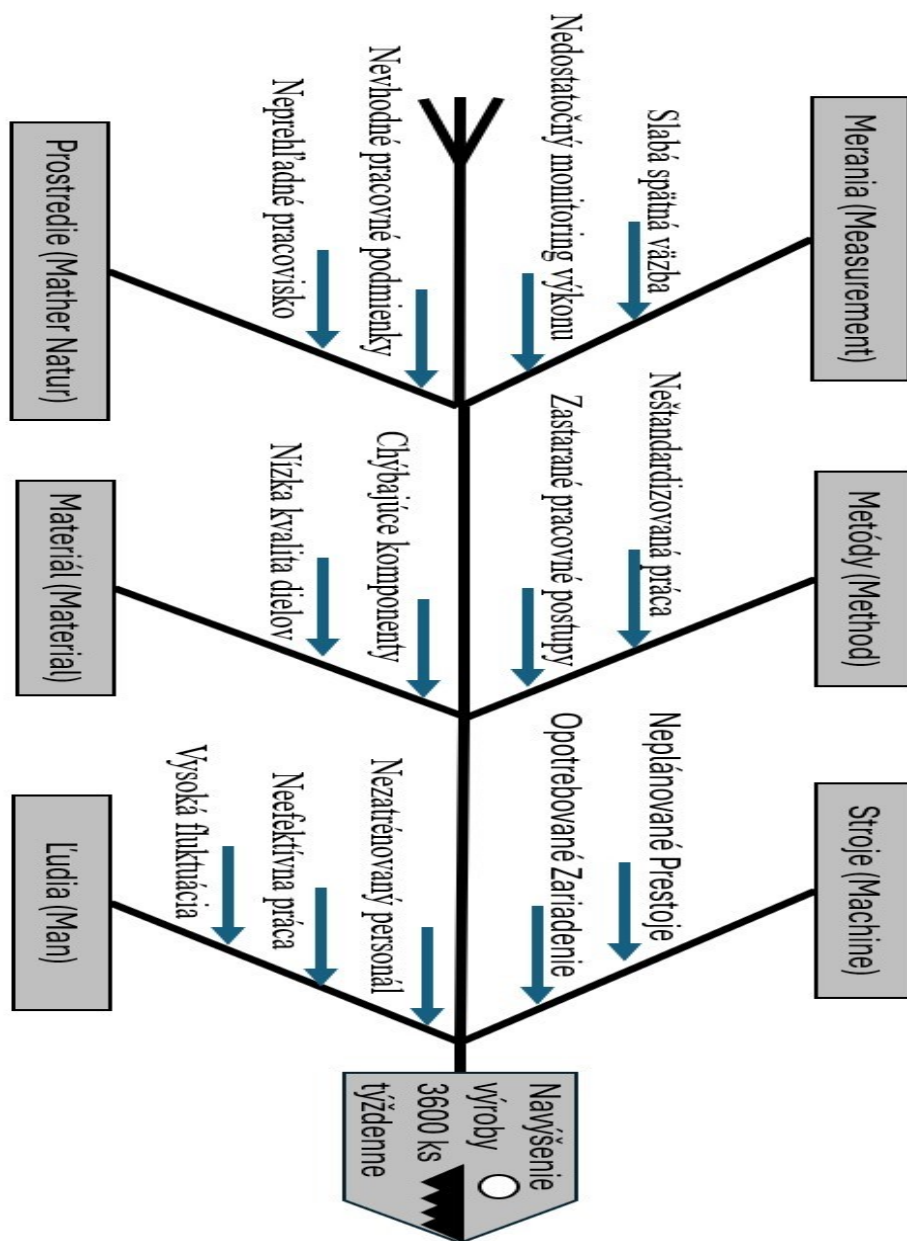
Dodávateľia RAW mat.	RAW (granulát) materiál	Príjem materiálu do sila	Uskladnené materiál v sile.	Logistika – plánovač výroby pre projekt B16
Logistika – plánovač výroby pre projekt B16	Vytvorenie denných výrobných záväzkov pre jednotlivé projekty.	Zadanie výrobných zákazoch do výroby	Informácia o požadovej výrobe a potrebe uvoľnenia procesu	Technické oddelenie
Technické oddelenie	Za základe výrobnej zákazky uvoľnenie výrobného procesu	Uvoľnenie procesu podľa požiadaviek zákazníka	Potvrdenie uvoľnenia výrobného procesu.	Výrobný koordinátor
Výrobný koordinátor	Potvrdenie uvoľnenia výrobného procesu.	Výroba požadovaného navýšeného počtu dielov	Zabalenie hotových dielov do expedičných obalov	Logistika – expedícia boxov do expedičného skladu
Logistika – expedícia boxov do expedičného skladu	Pred chystanie na expedíciu hotové expedičné obaly	Skenovanie /evidencia/ expedičných dielov pre expedíciu – náložným na LKW	Vytvorenie a potvrdenie dodacieho listu s naloženým počtom dielov na LKW	Finančné oddelenie spoločnosti
Finančné oddelenie spoločnosti	Potvrdený dodací list s naloženým počtom dielov na LKW	Vytvorenie faktúry na vyexpedované / dodanie diely	Odoslaná faktúra za požadovanú výrobu dielov	Koncový zákazník

(Zdroj: vlastne spracovanie podľa (Bridges, 2025))

Spracovaný swimlane diagram nájdete v prílohe diplomovej práce.

6.6 Diagram príčin a následkov

Zvýšení produkcie si preto vyžaduje dôkladnú analýzu kapacít, rizík a prípravu na zmenu, aby bola zachovaná kvalita aj stabilita procesu. Preto sme spoločne vytvorili diagram príčin, ktoré môžu ohroziť navýšenie produkcie na 3600 ks týždenne.



Obrázok 25 -Diagram príčin a následkov ohrozenia navýšenia produkcie na 3600 ks.

(Zdroj: vlastné spracovanie podľa (Burieta, 2017))

Na základe týchto zistení spoločnosť prijme následne opatrenia aby sa zamedzilo nežiaducim vplyvom a úspešne sa nabehla plánovaná výroba v počte 3600 ks týždenne.

6.7 Návrh optimalizačních opatření na základe analýzy procesov

Predstavenie optimalizačných opatrení, ktoré vychádzajú z analýzy aktuálneho stavu výrobného procesu. Cieľom navrhnutých opatrení je odstrániť alebo minimalizovať identifikované problémy a tým zabezpečiť požadované zvýšenie výrobnéj kapacity na 3 600 kusov týždenne.

Na začiatku optimalizačného procesu bol vypracovaný SIPOC diagram, ktorý poskytol základný prehľad o aktuálnom stave procesu, jeho vstupoch a výstupoch, ako aj o zúčastnených dodávateľoch a zákazníkoch. Tento nástroj pomohol jasne definovať rozsah riešeného procesu a vytvoril spoločné porozumenie medzi všetkými zúčastnenými stranami.

Následne bola s využitím diagramu príčin a následkov sa identifikovala štruktúra hlavných príčin problémov ovplyvňujúcich efektivitu a kvalitu výrobného toku. Do analýzy boli zahrnuté oblasti ako ľudský faktor, stroje, metódy, materiály, merania a prostredie. Výsledky tejto analýzy poslúžili ako vstup do ďalších krokov zlepšovania.

Na základe výstupov z predchádzajúcich analýz bola realizovaná FMEA analýza rizík (Failure Modes and Effects Analysis), ktorá umožnila kvantifikovať riziká jednotlivých porúch a odchýlok, určiť ich závažnosť, výskyt a odhaliteľnosť. Pre oblasti s najvyšším hodnotením rizika boli následne navrhnuté a odsúhlasené konkrétne nápravné a preventívne opatrenia vid' tabuľka č.17 a č.18.

Všetky navrhované riešenia boli konzultované s vedením spoločnosti. Po dôkladnom posúdení ich technickej a organizačnej uskutočniteľnosti, ako aj očakávaných prínosov pre výrobný proces, boli tieto návrhy schválené na implementáciu. Realizácia zmien bude prebiehať v súlade so stanoveným harmonogramom projektu a pod dohľadom tímu pre zlepšovanie procesov.

Cieľom týchto opatrení je dosiahnuť stabilnú a efektívnu výrobu 3 600 kusov týždenne, pričom dôraz sa kladie na zvyšovanie produktivity, znižovanie plytvania, udržanie kvality a zlepšenie vyťažiteľnosti výrobných kapacít.

Tabuľka 17 – Navrhnuté nápravne opatrenia 1.

Prvok procesu	Možná vada	Možné následky	Závažnosť (1-10)	Možné príčiny	Výskyt (1-10)	Aktuálne opatrenia	Detekcia (1-10)	Rizikové číslo (RPN)	Návrh opatrenia	Rizikové číslo (RPN) po implementácii nápravných opatrení.
10	Pomišanie RAW materiálu v silách	Zastavenie výroby, nepoužiteľný materiál - scrap (v tonách)	8	Pomiešanie hadíc pri pripájaní do síla (ľudský faktor)	7	Farebne označenie hadíc a koncoviek na silách	6	288	Zámena / úprava končiek na hadiciach pre každé sílo, aby nebola možná zámena (Poka-yoke)	96
20	Vlhký RAW materiál	Nepoužiteľný do výroby - odstavenie výroby na niekoľko hodín	8	Nedostatočne balenie počas prepravy, zle skladovanie materiálu	8	Pravidelná kontrola vlhkosti technikom kvality	4	256	Zakúpenie a inštalácia automatickej sušičky RAW (granulátu) materiálu	64
30	Neplánované prestoje	Časté alebo úplné zastavenie výroby, ohrozenie koncového zákazníka	8	Slabá pravidelná údržba	7	Vytvorenie TPM štandardu (papierova forma - ľudský faktor)	7	392	Zakúpenie TPM (softvérova forma) ktorá automaticky vyžiada pravidelnú servisnú údržbu	56
40	Opotrebované Zariadenie	Časté alebo úplné zastavenie výroby, ohrozenie koncového zákazníka	8	Nedostatočná zásoba náhradných dielov, neinventurne skladovanie materiálu	5	Zakúpenie elektronického kanban skladu (softvérova forma) ktorá automaticky upozorní na nízky počet náhradných dielov	2	80	nie je potrebné žiadne nápravne opatrenie	
50	Nezatreňovaný personál	Výroba nepodarkov - scrap (v Kč), možnosť zákazníckej reklamácie	5	Pomiešanie hadíc pri pripájaní do síla (ľudský faktor)	6	zatrenovanie priamo na výrobnéj linke trénerom v plnej výrobe	6	216	Vytrovernie tréningového centra kde sa novonastupeny zamestnanci pre dni zoznámuju s výrobou a štandardami výroby	90
60	Neštandardizovaná práca	Výroba nepodarkov - scrap (v Kč), možnosť zákazníckej reklamácie	5	Neaktualizované papierove pracovné postupy	5	Zakúpenie digitalnej stanice - pre DPP (softvérova forma), automaticka notifikácia po 3 mes. na potvrdenie aktualnosti PP.	3	75	nie je potrebné žiadne nápravne opatrenie	
70	Zastaralé pracovné postupy	Výroba nepodarkov - scrap (v Kč), možnosť zákazníckej reklamácie	5	Neaktualizované papierove pracovné postupy	5	Zakúpenie digitalnej stanice - pre DPP (softvérova forma), automaticka notifikácia po 3 mes. na potvrdenie aktualnosti PP.	3	75	nie je potrebné žiadne nápravne opatrenie	

(Zdroj: vlastné spracovanie podľa (Liu, 2016))

Tabuľka 18 - Navrhnuté nápravne opatrenia 2.

Prvok procesu	Možná vada	Možné následky	Závažnosť (1-10)	Možné príčiny	Výskyt (1-10)	Aktuálne opatrenia	Detekcia (1-10)	Rizikové číslo (RPN)	Návrh opatrenia	Rizikové číslo (RPN) po implementácii nápravných opatrení.
80	Neprehľadné pracovisko	Výroba nepodarkov-scrap (v Kč), možnosť zákaznickej reklamácie	5	Neporiadok na pracovisku	4	Vytvorenie 5S štandardu a pravidelná kontrola v rámci elektronických LPA auditov (zapojeny celý vyr. závod)	3	60	nie je potrebné žiadne nápravne opatrenie	
90	Nevhodné pracovné podmienky	Výroba nepodarkov-scrap (v Kč), možnosť zákaznickej reklamácie, PN personálu	6	Neporiadok na pracovisku, nevyhovujúca ergoómia pracoviska	5	Pravidelná kontrola v rámci elektronických LPA auditov (zapojeny celý vyr. závod)	3	60	nie je potrebné žiadne nápravne opatrenie	
100	Nedostatočný monitoring výkonu	Nedostatočný prehľad produktov na sklade, možné zastavenie výroby a koncového zákazníka	8	Papirový štandard pre zber dát z výroby a monitorovanie výkonu	6	Zakúpenie online OEE (softvérová forma) pre zber dát a automaticky reporting produkcie	2	96	nie je potrebné žiadne nápravne opatrenie	
110	Vysoká fluktuácia	Výroba nepodarkov-scrap (v Kč), možnosť zákaznickej reklamácie, prípadne ohrozenie výroby	8	Vysoké pracovné tempo, nízke finančné ohodnotenie, nespokojnosť s pracou	6	Motivácia zamestnancov, Mikulašky a Vianočný balíček cukroví, multisport karta,	7	336	Vytvorenie celoročného motiváčného programu (platové triedy) pre zamestnancov pre udržanie kvalifikovanej pracovnej sily.	96
120	Neštandardizovaná práca	Výroba nepodarkov-scrap (v Kč), možnosť zákaznickej reklamácie	5	Neaktualizované papierové pracovné postupy	5	Zakúpenie digitálnej stanice - pre DPP (softvérová forma), automatická notifikácia po 3 mes. na potvrdenie aktualnosti PP.	3	75	nie je potrebné žiadne nápravne opatrenie	
130	Chýbajúce komponenty	Neskoré dodanie materiálu	7	Dodávateľ má fin. problémy (nie je schopný výroby)	7	Bezpečnostná zásoba dielov	5	245	Zabezpečenie Back Up dodávateľa pre možnú náhradnú dodávku dielov	98
140	Nízka kvalita dielov	Množstvo nepodarkov-scrap (v Kč) na sklade, možnosť zastavenia výroby	8	Dodávateľ má problém vo výrobe	6	námatková kontrola dielov vstupnou kontrolou	8	384	Zavedenie 100% - nej vstupná kontrola	64

(Zdroj: vlastné spracovanie podľa (Liu, 2016))

7 NÁVRH ŘEŠENÍ PRE DOSIAHNUTIE VÝROBNEJ KAPACITY

Cieľom tejto kapitoly je predstaviť konkrétne návrhy riešení, ktoré boli vypracované na základe analýzy súčasného stavu výroby a identifikovaných úzkych miest v procese. Hlavným zámerom je zabezpečiť zvýšenie výkonu výrobnnej linky na požadovanú kapacitu 3 600 kusov týždenne, a to bez negatívneho dopadu na kvalitu, stabilitu či bezpečnosť procesu, pričom dôraz sa kladie aj na minimalizáciu finančných nákladov spojených s implementáciou navrhovaných opatrení.

Navrhnuté riešenia preto zohľadňujú nielen technickú realizovateľnosť a prevádzkovú efektívnosť, ale aj ekonomickú udržateľnosť, aby ich zavedenie malo čo najmenší dopad na rozpočet spoločnosti, no zároveň prinieslo merateľné zlepšenia vo výkonnosti procesu.

7.1 Variant A: Optimalizácia výrobných zdrojov – 4 zmenný model

Jednou z najrýchlejších a organizačne najmenej náročných možností, ako zabezpečiť požadovaný objem výroby, je navýšenie personálnych kapacít v rámci projektu B16. Konkrétne ide o zavedenie štvrtej pracovnej zmeny, pričom zostáva zachovaný existujúci výrobný layout - obr. 24 aj technologické vybavenie výrobnnej linky.

7.1.1 Výhody štvorzmennej výroby

Medzi výhody štvorzmennej výroby patria napríklad rýchla implementácia bez potreby rozsiahlych technických zmien (zachovanie layoutu a zariadení). Zvýšenie objemu výroby bez investícií do nových strojov či liniek, flexibilita v plánovaní výroby – lepšie prerozdelenie produkcie počas celého týždňa. Zníženie prestojov medzi zmenami, čo vedie k efektívnejšiemu využitiu existujúcich kapacít a možnosť reakcie na výkyvy v dopyte bez dlhodobého viazania kapitálu.

7.1.2 Nevýhody štvorzmennej výroby

Naopak medzi nevýhody štvorzmennej výroby patria napríklad zvýšené personálne náklady – vyšší počet zamestnancov, taktiež príplatky za nočné a víkendové zmeny. Vyššie nároky na organizáciu a plánovanie zmien, vrátane riadenia pracovného času a dochádzky. Riziko poklesu produktivity v neskorých zmenách, taktiež zvýšené náklady na školenie nových operátorov a adaptáciu pracovných tímov. Netreba zabúdať na potrebu posilnenia podpory (údržba, kvalita, logistika) počas celej prevádzky.

7.1.3 Finančné náklady štvorzmennej výroby

Spoločnosť kladie veľký dôraz pre minimalizovanie finančných nákladov spojenú s požadovaným navýšeným výrobou na 3600 ks týždenne.

Tabuľka 19 - Prehľad požiadaviek na výrobu pri Variante A.

Požadovaný zákaznícky Takt Time	Celkový počet opr. / zmena	Požadovaná zmenová norma	Požadovaná denná norma	Zmennosť	počet opr. / na projekt	Požadovaná týždenná výroba	Počet výrobných zmien
150 sekúnd	7	180 ks	540 ks	4	28	3600	20

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Otvorenie 4 zmeny znamená :

- navýšenie výrobného personálu o 1 zmenu = 7 x operátor - **celkový náklad 252 000 €** ročne (1 operátor = 3000€ za mesiac; 3000€ x 12 mes. = 36 000€; 36 000€ x 7 operátor = celkový ročný náklad 252 000 €).
- navýšenie nevýrobného personálu o 1 zmenu = 3 x operátor (1 x operátor logistiky, 1x údržbár, 1 x kvality patrol) **celkový náklad 108 000 €** ročne (1 operátor = 3000€ za mesiac; 3000€ x 12 mes. = 36 000€; 36 000€ x 3 operátor = celkový ročný náklad 108 000 €).
- Zabezpečenie autobusovej dopravy pre zamestnancov 4 zmeny predstavuje **celkový náklad 38 400 €** ročne. (1 mesačný náklad na dopravu predstavuje 3200€ x 12 mes. = 38 400€)
- Víkendové a nočné príplatky pre zamestnancov t. j. pre 40 zamestnancov pracujúcich v 4 zmennej výrobe - **celkový náklad 57 600€** (cca 120€ na operátora je 1 mesačný náklad za príplatky čo predstavuje 4800€ mesačne; 4800€ x 12 mesiacov = 57 600€)

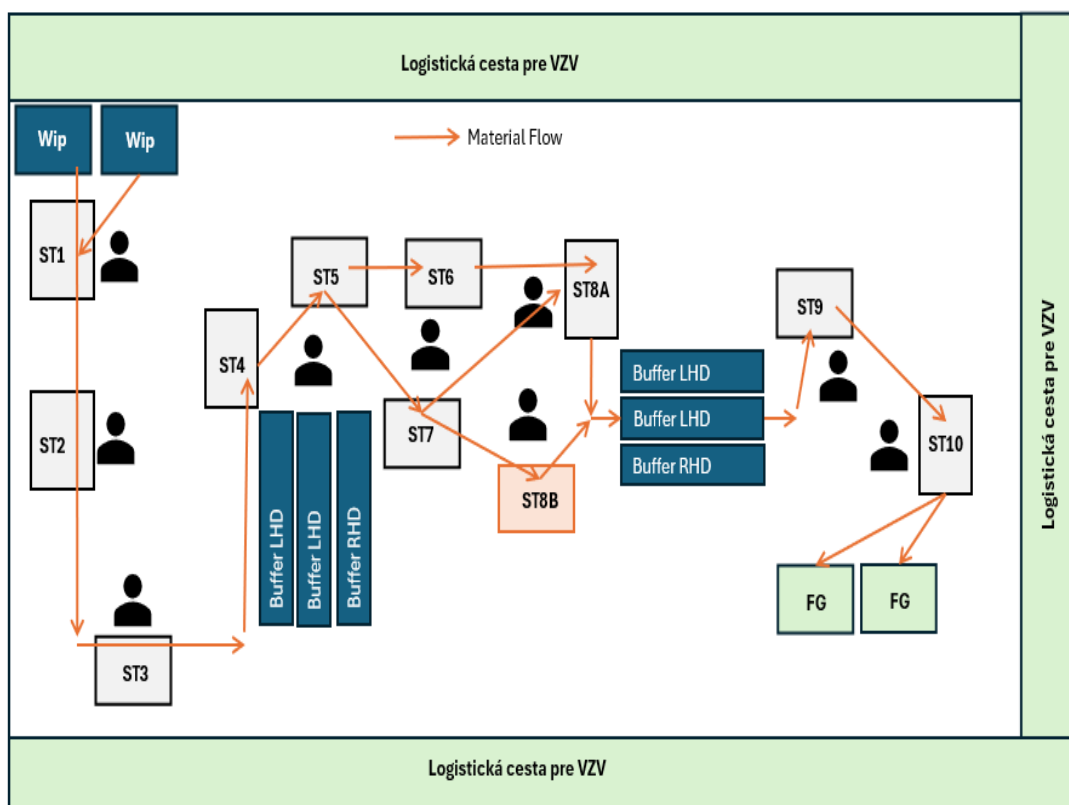
Celkové finančné náklady štvorzmennej výroby sú 456 000 € ročne.

7.2 Variant B: Implementácia zariadenia pre navýšenie produkcie

Ďalším variantom, o ktorom spoločnosť uvažovala, je investícia do nového zariadenia, konkrétne zakúpenie duplicitnej stanice typu k existujúcej stanici ST8. Týmto krokom by došlo k eliminácii úzkeho miesta vo výrobnom procese, čo by viedlo k zrýchleniu celkového taktu výrobnéj linky a zvýšeniu jej výkonnosti.

7.2.1 Návrh budúceho usporiadania výrobnéj linky B16

Predstavenie plánovanej zmeny v layoutu výrobnéj linky B16, ktoré sú nevyhnutné pre dosiahnutie požadovanej výrobnéj kapacity 3 600 kusov týždenne.



Obrázok 26 - Plánovanej zmeny v layoute výrobnéj linky B16.

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

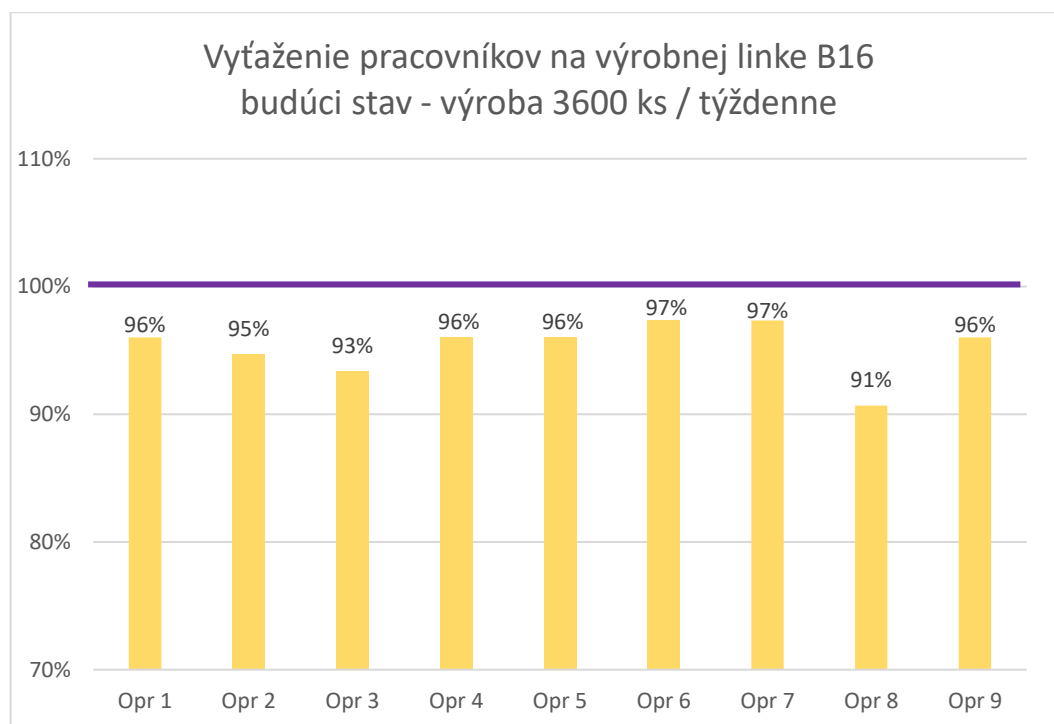
Tento variant si však vyžaduje aj personálne posilnenie výrobnéj zmeny, keďže po navýšení kapacít už nebude možné obsluhovať niektoré pracoviská v režime COMBO (napr. ST1 + ST2 jedným operátorom). Z toho vyplýva zvýšenie mzdových a prevádzkových nákladov, čo môže mať finančný dopad na spoločnosť.

Tabuľka 20 - Prehľad požiadaviek na výrobu pri Variante B.

Požadovaný zákaznícky Takt Time	Celkový počet opr. / zmena	Požadovaná zmenová norma	Požadovaná denná norma	Zmennosť	počet opr. / na projekt	Požadovaná týždenná výroba	Počet výrobných zmien
75 sekúnd	9	360 ka	720 ks	2	18	3600	10

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

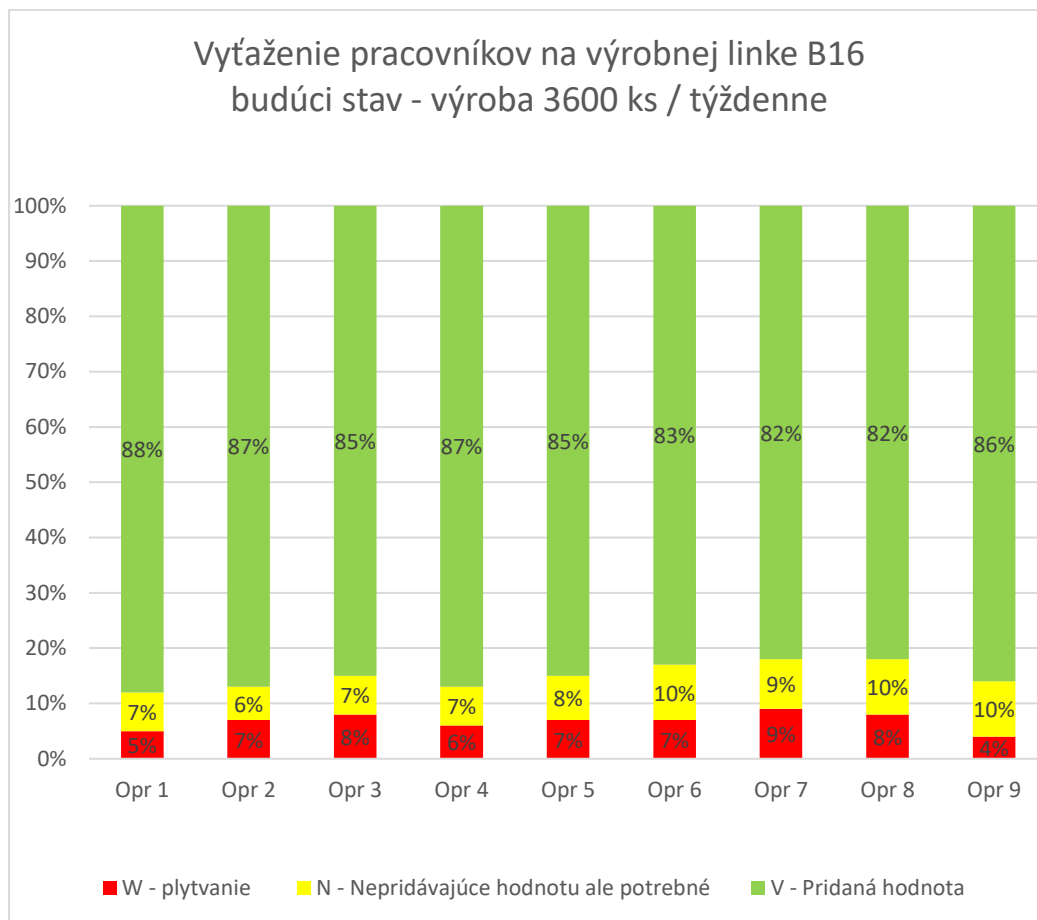
Investícia do nového duplicitného zariadenia pomohla zrýchliť celkový takt time na 75 sek na jeden vyrobený diel, čo nám zabezpečí splniť požadované dopytované výrobné kapacity s obsadením 9 operátorov na výrobnej zmene.



Graf 7 - Znázornenie vyťaženia pracovníkov na výrobnej linke B16 - budúci stav.

(Zdroj: vlastne spracovanie)

Vyvážené rozdelenie práce operátorom na výrobnej linke je kľúčové pre zabezpečenie stabilného a efektívneho chodu výrobnej linky, čím sa zvyšuje celková produktivita a zároveň sa znižuje riziko únavy operátorov. Tento prístup vedie k optimálnemu využitiu dostupných zdrojov, čím sa znižujú prestoje a zvyšuje efektivita každého operátora.



Graf 8- Yamazumi graf vyťaženia operátorov na výrobnjej linke B16 – budúci stav pri výrobe 3600 ks týždenne.

(Zdroj: Vlastne spracovanie)

Na základe analýzy a implementácie zlepšení v oblasti pracovných postupov, času cyklu a materiálového toku, sme dosiahli výrazné zníženie neproduktívnych prestojov, ktoré predtým viedli k zbytočnému plytvaniu výrobných zdrojov.

Ďalším významným výsledkom tejto optimalizácie je zvýšenie pridanej hodnoty na každom pracovisku. Každý operátor teraz vykonáva hodnotnejšie a efektívnejšie činnosti, čo prispelo k zvýšeniu celkovej produktivity linky a k zlepšeniu pracovného nasadenia.

7.2.2 Finančné náklady implementácie nového zariadenia

Zakúpenie duplicitného pracoviska ST8B od renomovaného talianskeho výrobcu, s celkovou hodnotou 711 700 €, predstavuje významnú investíciu do zlepšenia výrobného procesu.

Očakávané náklady spojené s investíciou do pracoviska ST8B :

- Nákup zariadenia ST8B – **711 700€**
- Doprava zariadenia na miesto určenia - **6350€**
- Inštalácia a uvedenie do prevádzky – **4330€**

Celkové finančné náklady investície do nového zariadenia sú 722 380 €.

8 EKONOMICKÉ VYHODNOTENIE NAVRHOVANÝCH RIEŠENÍ

Cieľom tejto kapitoly je poskytnúť podrobné ekonomické vyhodnotenie navrhovaných riešení na zvýšenie výrobnnej kapacity a optimalizáciu výroby. Vychádzajúc z analýzy nákladov a prínosov oboch variantov, sa budú porovnávať výhody a nevýhody jednotlivých prístupov z hľadiska návratnosti investícií, doby splácania a dlhodobých finančných dopadov na spoločnosť. Tento proces umožní identifikovať najefektívnejšiu a ekonomicky výhodnú možnosť, ktorá nielenže splní požiadavky na výrobnú kapacitu, ale zároveň minimalizuje finančné riziká a maximalizuje ziskovosť.

8.1 Variant A – Štvorzmenná prevádzka (bez investície do zariadenia)

Detailne ekonomické zhodnotenie variantu A.

Zisk:

- Zvýšenie produkcie – 900 ks / týždenne

48 týždňov x 900 ks x 35€ (čistý zisk na kus) = **1 512 000 € ročne**

Náklady:

- Mzdy za 4. zmenu – 360 000 € ročne
- Príplatky za 4. zmenu – 57 600€ ročne
- Autobusová doprava pre 4. zmenu – 38 400€ ročne
- Vyššie prevádzkové náklady (energie) – 40 000€ ročne

Dodatočné náklady spolu: **496 000 €**

Ročný čistý prínos pri variante A:

$1\,512\,000\text{ €} - 496\,000\text{ €} = \mathbf{1\,016\,000\text{ € ročne}}$

Celkový čistý prínos po skončení projektu (po 8 rokoch) pri variante A:

$1\,016\,000\text{ €} \times 8\text{ rokov} = \mathbf{8\,128\,000\text{ €}}$

8.2 Variant B – Implementácia zariadenia pre navýšenie produkcie

Detailne ekonomické zhodnotenie variantu B.

Zisk:

- Zvýšenie produkcie – 900 ks / týždenne

48 týždňov x 900 ks x 35€ (čistý zisk na kus) = **1 512 000 € ročne**

Náklady:

- Nákup zariadenia ST8B – 711 700€
- Doprava zariadenia na miesto určenia - 6350€
- Inštalácia a uvedenie do prevádzky – 4330€

Dodatočné náklady spolu: **722 380 €**

Pri implementácii variantu B, teda zakúpení duplicitnej stanice ST8B, dochádza k významnému zefektívneniu celého výrobného procesu. Racionalizáciou výroby a elimináciou zbytočných prestojov sa vytvára potenciál na úsporu až dvoch výrobných zmien. Znamená to, že rovnaký objem výroby je možné zabezpečiť s nižším počtom personálu a pri nižších prevádzkových nákladoch, čo má priamy dopad na efektivitu aj ziskovosť projektu

Úspory:

- Redukcia 2 výrobných zmien (redukcia 10 operátorov) – 360 000 € ročne
- Redukcia víkendových príplatkov za 4. zmeny – 57 600€ ročne
- Redukcia autobusovej dopravy pre 2. zmeny – 2 x 38 400€ ročne
- Nižšie prevádzkové náklady (energie) – cca 20 000€ ročne

Dodatočné úspory spolu: **514 400 € ročne**

Doba návratnosti investície:

$$711\,700 \text{ € (cena zariadenia)} / 1\,512\,000 \text{ € (čistý zisk)} = \mathbf{0,47 \text{ roka} - \text{cca 6 mesiacov}}$$

Ročný čistý prínos pri variante B:

$$1\,512\,000 \text{ €} - 722\,380 \text{ €} + 514\,400 \text{ €} = \mathbf{1\,304\,200 \text{ €} - 1. \text{ rok}}$$

$$1\,512\,000 \text{ €} + 514\,400 \text{ €} = \mathbf{2\,026\,400 \text{ €} - 2. \text{ až } 8 \text{ rok}}$$

Celkový čistý prínos po skončení projektu (po 8 rokoch) pri variante B:

$$2\,026\,400 \text{ €} \times 7 \text{ rokov} + 1\,304\,200 \text{ €} = \mathbf{15\,489\,000 \text{ €}}$$

8.3 Porovnanie Variantov A a B podľa kľúčových kritérií

Vzájomne porovnanie navrhovaných variant – organizačný (A) a investičný (B) – z hľadiska technických, personálnych, prevádzkových a ekonomických kritérií.

Tabuľka 21 -Porovnanie navrhovaných variant podľa kľúčových kritérií.

Kritérium	Variant A – 4-zmenná prevádzka	Variant B – Investícia do zariadenia ST8B
Typ riešenia	Organizačné (navýšenie ľudských zdrojov)	Technické (automatizácia, kapacitné rozšírenie)
Investičné náklady	Nízke (len prevádzkové a personálne náklady)	Vysoké (711 700 € + inštalácia a doprava = 722 380 €)
Rýchlosť implementácie	Rýchla (zmena organizácie zmien)	Stredne rýchla (dodanie a inštalácia do cca 12 týždňov)
Potrebné personálne zdroje	Vysoké – navýšenie o ďalšiu zmenu (cca +10 operátorov = 360 000€)	Nižšie – možná redukcia 2 zmien vďaka zvýšenej kapacite
Zásah do layoutu	Minimálny (zachovanie existujúceho rozmiestnenia)	Stredný – vyžaduje umiestnenie novej stanice, menší zásah do layoutu
Dopad na takt linky	Nezmenený – úzke miesto ostáva, kapacita sa rieši navýšením zmien	Pozitívny – odstránenie úzkeho miesta, zrýchlenie linky
Prevádzkové náklady	Vysoké – mzdy, príplatky, doprava, energie	Nízke – znížené náklady na ľudí a energiu po 1. roku
Flexibilita riešenia	Nižšia – závislosť od dostupnosti pracovnej sily	Vyššia – riešenie je stabilné, menej závislé od personálnych zmien
Riziko preťaženia zamestnancov	Vyššie – viac zmien, vyššia fluktuácia a únava	Nižšie – rozloženie záťaže, lepšia ergonómia a automatizácia
Dopad na kvalitu a stabilitu	Možné kolísanie (vplyv ľudského faktora)	Lepšia konzistentnosť – stabilnejší proces s nižšou chybovosťou

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Cieľom porovnania je objektívne zhodnotiť ich výhody a nevýhody, dopady na bezpečnosť výrobného procesu, náklady, flexibilitu a dlhodobú udržateľnosť.

8.4 Finančné porovnanie variantov A vs. B (na 8 rokov)

Komplexné finančné zhodnotenie oboch navrhovaných riešení – Variant A, ktorý predstavuje organizačnú zmenu formou zavedenia štvrtej pracovnej zmeny, a Variant B, ktorý zahŕňa kapitálovú investíciu do nového technologického zariadenia.

Porovnanie vychádza z reálnych prevádzkových údajov, kalkulovaného čistého zisku, investičných a prevádzkových nákladov, a zároveň reflektuje návratnosť investície v dlhodobom horizonte 8 rokov t. j. do plánovaného ukončenia projektu B16 v roku 2032.

Tabuľka 22 - Porovnanie navrhovaných variant podľa finančných kritérií.

Ukazovateľ	Variant A – 4. zmena	Variant B – zariadenie ST8B
Počiatočná investícia	0 €	722 380 €
Ročný čistý prínos	1 016 000 €	1. rok: 1 304 200 € 2.–8. rok: 2 026 400 €/rok
Súčet prínosov za 8 rokov	$1\,016\,000\text{ €} \times 8 =$ 8 128 000 €	1. rok: 1 304 200 € + $7 \times 2\,026\,400\text{ €} =$ 15 489 000 €
Priemerný ročný čistý prínos	1 016 000 €	≈ 1 936 000 €
Rozdiel v čistom prínose (8 rokov)	–	+7 361 000 € (oproti verzii A)
Doba návratnosti investície	–	cca 0,47 roka (~6 mesiacov)

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Cieľom bolo identifikovať ekonomicky výhodnejšie riešenie s ohľadom na efektivitu, udržateľnosť a bezpečnosť výrobného procesu čo sa nám podarilo.

ZÁVER

V tejto práci bolo hlavným cieľom detailne posúdiť aktuálny stav výrobnéj linky a identifikovať kľúčové prekážky, ktoré bránia navýšeniu kapacity na požadovaných 3 600 kusov týždenne. Na začiatku bola detailne popísaná výrobná linka a vykonaná chronometráž všetkých pracovísk, ktorá umožnila presné zmapovanie časových nárokov jednotlivých operácií a objasnenie ich reálneho vplyvu na výrobný takt. Pomocou metódy MTM bola následne vykonaná detailná analýza pracovných činností, ktorá rozdelila jednotlivé operácie podľa toho, či ide o činnosti s pridanou hodnotou alebo plytvanie. Týmto spôsobom sa podarilo identifikovať priestor pre racionalizáciu výroby, odstránenie zbytočných pohybov, optimalizáciu rozloženia pracovísk a lepšie časové vyváženie úloh.

Ako podpora pre lepšie pochopenie procesného toku a jeho vstupov a výstupov bola vypracovaná SIPOC analýza, ktorá pomohla vizualizovať celý systém výroby v kontexte dodávateľov, vstupov, procesných krokov, výstupov a zákazníkov. Následne bol vytvorený diagram príčin a následkov, ktorý poukázal na kľúčové oblasti, kde môže dôjsť k ohrozeniu schopnosti dosiahnuť cieľovú kapacitu. Medzi hlavné faktory patrili: úzke miesto na pracovisku ST8, nevyvážený pracovný takt, vysoká personálna náročnosť a prestoje súvisiace s neefektívnym rozložením činností. Zistenia z týchto analýz boli spracované v rámci FMEA, ktorá kvantifikovala riziká a definovala konkrétne nápravné opatrenia, ktoré majú minimalizovať pravdepodobnosť zlyhaní pri navýšení produkcie.

Po prijatí nápravných opatrení boli vytvorené dva varianty riešení variant A, ktorý predstavuje organizačný prístup teda zavedenie štvrtej pracovnej zmeny bez potreby technických zásahov do linky. Tento variant je rýchlo implementovateľný a má nižšie počiatkové náklady, no vyžaduje dodatočné ľudské zdroje a prináša vyššie prevádzkové náklady počas celej doby trvania.

Druhým navrhovaným riešením bol variant B, ktorý predstavoval technické riešenie, ktoré spočíva v investícii do duplicitnej montážnej stanice ST8B. Tento variant síce predstavuje vyššiu vstupnú investíciu, no umožňuje eliminovať úzke miesto, zracionalizovať výrobný tok, znížiť potrebu pracovnej sily a výrazne zlepšiť efektivitu a stabilitu procesu.

Finančné porovnanie ukázalo, že variant A prináša ročný čistý prínos 1 016 000 €, čo za obdobie 8 rokov (do ukončenia životnosti projektu) predstavuje 8 128 000 €. Zatiaľ čo variant B dosahuje už v prvom roku čistý prínos 1 304 200 €, a od druhého roka stabilne 2 026 400 € ročne, pričom celkový čistý prínos za 8 rokov je 15 489 000 € – teda o viac ako

7,3 milióna € vyšší než pri variante A. Aj keď sa na prvý pohľad môže zdať Variant A jednoduchší a výhodnejší, ale detailná analýza potvrdzuje, že Variant B je z hľadiska dlhodobej ziskovosti, racionalizácie výroby a minimalizácie plytvania omnoho efektívnejší. Navyše znižuje záťaž na ľudské zdroje, zvyšuje kvalitu a stabilitu procesu a poskytuje väčšiu flexibilitu do budúcnosti.

Zároveň treba zdôrazniť, že racionalizácia výroby a znižovanie plytvania je nikdy nekončiaci proces. Aj po implementácii navrhovaného riešenia bude potrebné neustále monitorovať procesy, optimalizovať činnosti a prispôbovať sa meniacim sa podmienkam trhu a výroby. Práve systematické využívanie nástrojov ako MTM, LEAN alebo Kaizen je kľúčom k dlhodobo efektívnej a konkurencieschopnej výrobe.

Na záver je potrebné doplniť, že spoločnosť sa po dôkladnom zhodnotení všetkých faktorov rozhodla pre implementáciu variantu B – teda investíciu do duplicitnej montážnej stanice ST8B. Aj keď sa spočiatku vedenie firmy prikláňalo k organizačnému riešeniu (variant A) pre jeho zdanlivú jednoduchosť a nižšie počiatkové náklady, detailná analýza dopadov, návratnosti investície a dlhodobej udržateľnosti napokon presvedčila rozhodovaciu úroveň o výhodnosti technického riešenia.

S odstupom času sa toto rozhodnutie ukazuje ako strategicky správne – zvýšila sa nielen kapacita a bezpečnosť výroby, ale zároveň sa podarilo znížiť záťaž na pracovníkov, znížiť prevádzkové náklady a zvýšiť celkovú efektivitu linky. Toto rozhodnutie zároveň potvrdzuje, že dobre premyslené investície do racionalizácie výrobných procesov prinášajú nielen okamžité zisky, ale aj stabilný a bezpečný výrobný proces a zároveň aj dlhodobú konkurenčnú výhodu spoločnosti.

ZOZNAM POUŽITÉJ LITERATURY

- ANDERSEN, Bjorn a Tom FAGERHAUG, 2011. *Analýza kořenových příčin. Zjednodušené nástroje a metody* [ebook]. Česká Společnost Pro Jakost: Česká Společnost Pro Jakost [cit. 2025-01-06]. ISBN 978-80-02-02356-2.
- ARMSTRONG, Leanne, 2021. Swim lane diagrams: what they are and how to use them. In: *Mind Manager* [online]. [cit. 2025-04-10]. Dostupné z: <https://blog.mindmanager.com/swim-lane-diagrams/>
- BAUDIN, Michel a Torbjørn NETLAND, 2023. *Introduction to Manufacturing: An Industrial Engineering and Management Perspective* [ebook]. New York: Routledge, 800 s. ISBN 9781351110310.
- BERTAGNOLLI, Frank, 2020. *Lean Management: Introduction and In-Depth Study of Japanese Management Philosophy* [ebook]. Pforzheim, Germany: Springer Fachmedien Wiesbaden. ISBN 978-3-658-36087-0.
- BOROVSKÝ, Alexander, 2009. *Transfer inovácií* [online]. Technická univerzita v Košiciach: Strojnícka fakulta; Ústav technológií a manažmentu [cit. 2024-11-11]. ISSN 1337-7094. Dostupné z: <https://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/archiv/transfer/14-2009/pdf/177-180.pdf>
- BRIDGES, Jennifer, 2025. What Is SIPOC? How to Make a SIPOC Diagram. In: *Project Manager* [online]. [cit. 2025-03-21]. Dostupné z: <https://www.projectmanager.com/training/what-is-sipoc>
- BURIETA, Ján, 2017. Ishikawa diagram. In: *IPA Slovakia* [online]. [cit. 2025-03-20]. Dostupné z: <https://www.ipaslovakia.sk/clanok/ishikawa-diagram>
- DUPAL, Andrej, 2019. *Manažment výroby*. Bratislava: Sprint 2, 365 s. ISBN 978-80-89710-50-8.
- FEKETE, Milan a Jaroslav HULVEJ, 2018. *Operačný manažment a logistika*. Vydanie prvé. Bratislava: Kartprint, 189 s. ISBN 9788089553594.
- GAY, Christina, 2019. 8 Wastes of Lean Manufacturing. In: *Www.machinemetrics.com* [online]. 2019 [cit. 2025-04-06]. Dostupné z: <https://www.machinemetrics.com/blog/8-wastes-of-lean-manufacturing>
- HELMOLD, Marc, 2020. *Lean Management and Kaizen: Fundamentals from Cases and Examples in Operations and Supply Chain Management* [ebook]. Springer. ISBN 978-3-030-46981-8.
- HOFMANN, Martin, 2021. *A Holistic Approach to Process Optimisation: Tools and Practical Examples to Create Efficient Workflows* [ebook]. Wiesbaden: Springer, 186 s. ISBN 978-3-658-34097-1.
- JOKINEN, Tauno, 2020. Vaihtelu, ylikuormitus ja hukka. In: *Theseus.fi* [online]. [cit. 2025-02-07]. Dostupné z: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/350021/Vaihtelu_ylikuormitus_ja_hukka.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- JUROVÁ, Marie, 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 264 s. ISBN 978-80-247-5717-9.
- KAIZEN – KAIKAKU – KAKUSHIN, 2019. In: *Leanjestdlaludzi.pl* [online]. [cit. 2025-03-01]. Dostupné z: <https://leanjestdlaludzi.pl/kaizen-kaikaku-kakushin/>
- Kaizen, Kaikaku and Kakushin – what's the difference?, 2022. In: *Tigosolutions* [online]. 2024 [cit. 2025-02-26]. Dostupné z: <https://en.tigosolutions.com/kaizen-kaikaku-and-kakushin-whats-the-difference-4569>
- Kaizen [online], 2024. In: . [cit. 2025-02-23]. Dostupné z: <https://refa.de/service/lean-beratung/lean-methoden/kaizen>

- KENTON, Will a Margaret JAMES, 2022. Rationalization: Overview, Types, Pros and Cons. In: *Www.investopedia.com* [online]. June 25, 2022 [cit. 2025-04-04]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/r/rationalization.asp>
- KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: ALFA. ISBN 80-868-5138-9.
- KRAUSOVÁ, Andrea, 2011. *VPLYV VYBRANÝCH FAKTOROV NA PRODUKTIVITU PRÁCE* [online]. Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra priemyselného inžinierstva a manažmentu [cit. 2024-12-25]. Dostupné z: <https://www.sjf.tuke.sk/transfervinovacii/pages/archiv/transfer/21-2011/pdf/233-236.pdf>
- KRIŠŤÁK, Jozef, 2017a. MTM - Methods Time Measurement. In: *Www.ipaslovakia.sk* [online]. [cit. 2025-03-11]. Dostupné z: <https://www.ipaslovakia.sk/clanok/mtm-methods-time-measurement>
- KRIŠŤÁK, Jozef, 2017b. Časové štúdie. In: *IPA Slovakia* [online]. [cit. 2025-03-18]. Dostupné z: <https://www.ipaslovakia.sk/clanok/casove-studie>
- KUMAR, Ajay, Hari SINGH, Parveen KUMAR a Bandar ALMANGOUR, 2023. *Handbook of Smart Manufacturing: Forecasting the Future of Industry 4.0* [ebook]. Raton: CRC Press, 384 s. ISBN 978-1-003-33376-0.
- LIU, Hu-Chen, 2016. *FMEA Using Uncertainty Theories and MCDM Methods* [ebook]. [cit. 2023-04-13]. ISBN 978-981-10-1465-9.
- MALEGA, Peter a Nikoleta PUCHÁ, 2011. MOŽNOSTI MERANIA PRODUKTIVITY PRÁCE VO VÝROBNOM PROCESE A VPLYV PRESTOJOV NA PRODUKTIVITU PRÁCE. *Acta academica karviniensia* [online]. 2011(11(3):34-42), 9 [cit. 2025-02-04]. Dostupné z: doi:10.25142/aak.2011.044
- MTM, 2015. In: *Http://apos.sk/* [online]. [cit. 2025-01-12]. Dostupné z: <http://apos.sk/metody/normovanie-prace-mtm/>
- PAVELKA, Marcel, 2015. Naučte se vidět a odstraňovat plýtvání. In: *Akademie produktivity a inovací* [online]. [cit. 2025-04-06]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25781n-naucte-se-videt-a-odstranovat-plytvani>
- PDCA, 2024. In: *Lean Management Beratung* [online]. [cit. 2025-02-19]. Dostupné z: <https://lean-management-beratung.de/lean-consulting/lean-methoden/pdca>
- Rationalization in Production Industries, 2023. In: *Allexamnotes* [online]. March 12, 2023 [cit. 2025-03-25]. Dostupné z: <https://www.allexamnotes.com/2023/03/rationalization/>
- SKHMOT, Nawras, 2017. The 8 Wastes of Lean. In: *Theleanway.net* [online]. [cit. 2025-02-06]. Dostupné z: <https://theleanway.net/The-8-Wastes-of-Lean>
- TEKULOVÁ, Zuzana, 2015. *Produktivita podniku* [online]. Vydanie prvé. ISBN 978-80-971986-1-9. Dostupné také z: https://www.sjf.stuba.sk/buxus/docs/ustavy/USEM/Produktivita_podniku_Tekulova_Zuzana__web.pdf
- Understanding 3M in Lean Six Sigma: Muda, Mura, and Muri, 2025. In: *Sixsigmaonline* [online]. [cit. 2025-04-06]. Dostupné z: <https://www.sixsigmaonline.org/3m-model-muda-mura-muri/>
- What is KAIZEN: Dive into the KAIZEN™ methodology, 2025. In: *Kaizen.com* [online]. [cit. 2025-02-22]. Dostupné z: <https://kaizen.com/what-is-kaizen/>

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1 – Všeobecné znázornenie doby trvania prestoja.	23
Obrázok 2 - Grafické znázornenie pridanej hodnoty a plytvania.	27
Obrázok 3 – Štíhle procesy znamenajú rýchlejší cashflow.....	30
Obrázok 4 – Grafické znázornenie významu slova KAIZEN;	41
Obrázok 5 - Grafické znázornenie rozdielov medzi Kaizen, Kaikaku a Kakushin.	42
Obrázok 6 - Grafické znázornenie zlepšovania procesov pomocou Kaizen, Kaikaku a Kakushin.....	43
Obrázok 7 - Grafické znázornenie pracovnej činnosti operátora na pracovisku pomocou MTM analýzy.....	45
Obrázok 8 – Grafické zobrazenie zlepšovania procesov.	47
Obrázok 9 – Grafické zobrazenie polohy spoločnosti Supre Global S.p.A. Slovakia.	54
Obrázok 10 – Palubná doska osobného automobilu.	55
Obrázok 11 - Prehľad ziskov, tržieb a výnosov spoločnosti.....	56
Obrázok 12 - Procesná mapa organizácie.	57
Obrázok 13 – Pracovná stanica ST1 – opaľovanie.	58
Obrázok 14 - Pracovná stanica ST2 – penenie.	60
Obrázok 15 - Pracovná stanica ST3 – Kamerová kontrola.	61
Obrázok 16 - Pracovná stanica ST4 – vysekávanie.	62
Obrázok 17 - Pracovná stanica ST5 – frézovanie.	63
Obrázok 18 – Fixačný stôl – kopyto v frézovacom zariadení.....	64
Obrázok 19 - Pracovná stanica ST6/ST7 – infračervené zváranie.....	65
Obrázok 20 - Pracovná stanica ST8 – ultrazvukové zváranie.	66
Obrázok 21 - Pracovná stanica ST9 – Automatické robotické klipovanie – návrh.	67
Obrázok 22 - Pracovná stanica ST9 – Automatické robotické klipovanie – realita.	68
Obrázok 23 - Pracovná stanica ST10– výstupná kontrola.	69
Obrázok 24 – Aktuálny layout výrobnéj linky B16 – s celkovým obsadeným 7 operátorov na výrobnéj linke.....	70
Obrázok 25 -Diagram príčin a následkov ohrozenia navýšenia produkcie na 3600 ks.	78
Obrázok 26 - Plánovanej zmeny v layoute výrobnéj linky B16.	84

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1- Opatrenia pre pridanú hodnotu a plytvanie.....	28
Tabuľka 2 – Chronometráž pracovnej stanici ST1 – opaľovanie.	59
Tabuľka 3 - Chronometráž pracovnej stanici ST2 – penenie.	60
Tabuľka 4 - Chronometráž pracovnej stanici ST3 – Kameraná kontrola.....	61
Tabuľka 5 - Chronometráž pracovnej stanici ST4 – vysekávanie.....	62
Tabuľka 6 - Chronometráž pracovnej stanici ST5 – vysekávanie.....	64
Tabuľka 7 - Chronometráž pracovnej stanici ST6/ST7 – infračervené zváranie.	65
Tabuľka 8 - Chronometráž pracovnej stanici ST8- ultrazvukové zváranie.....	66
Tabuľka 9 - Chronometráž pracovnej stanici ST9 - Automatické robotické klipovanie;...	68
Tabuľka 10 - Chronometráž pracovnej stanici ST10 - výstupná kontrola.....	69
Tabuľka 11 – Znázornenie vytiaženia pracovníkov na výrobnú linku B16 – súčasný stav;	72
Tabuľka 12 - Plánované zákaznícke objednávky pre projekt B16 s výhľadom na celú životnosť projektu.....	74
Tabuľka 13 – Prehľad požadovaných ks na jednotlivé týždne a výrobný deň.	75
Tabuľka 14 – Hlas zákazníka.....	75
Tabuľka 15 – CQT – nastavenie cieľov.....	76
Tabuľka 16 – Sipoc analýza procesov.	76
Tabuľka 17 – Navrhnuté nápravné opatrenia 1.	80
Tabuľka 18 - Navrhnuté nápravné opatrenia 2.	81
Tabuľka 19 - Prehľad požiadaviek na výrobu pri Variante A.	83
Tabuľka 20 - Prehľad požiadaviek na výrobu pri Variante B.	85
Tabuľka 21 -Porovnanie navrhovaných variant podľa kľúčových kritérií.	90
Tabuľka 22 - Porovnanie navrhovaných variant podľa finančných kritérií.	91

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A ZKRATEK

kt Kalendárny týždeň

Opr Operátor

FG Finálny výrobok

WIP Rozpracovaný výrobok

CC Kritická charakteristika

LHD Ľavostranná verzia

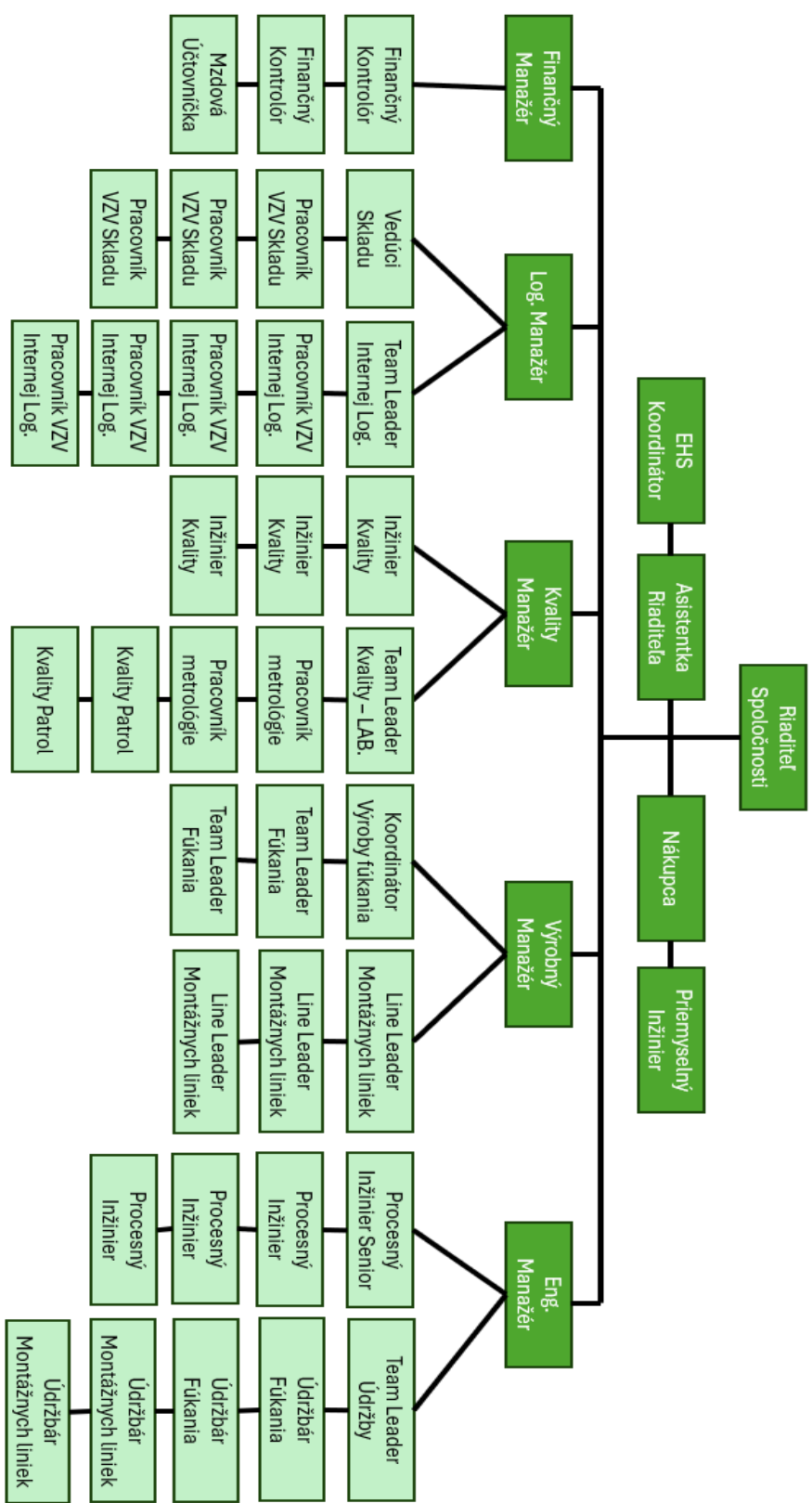
RHD Pravostranná verzia

ST1, ST10 Pracovné stanice ST1 až ST10

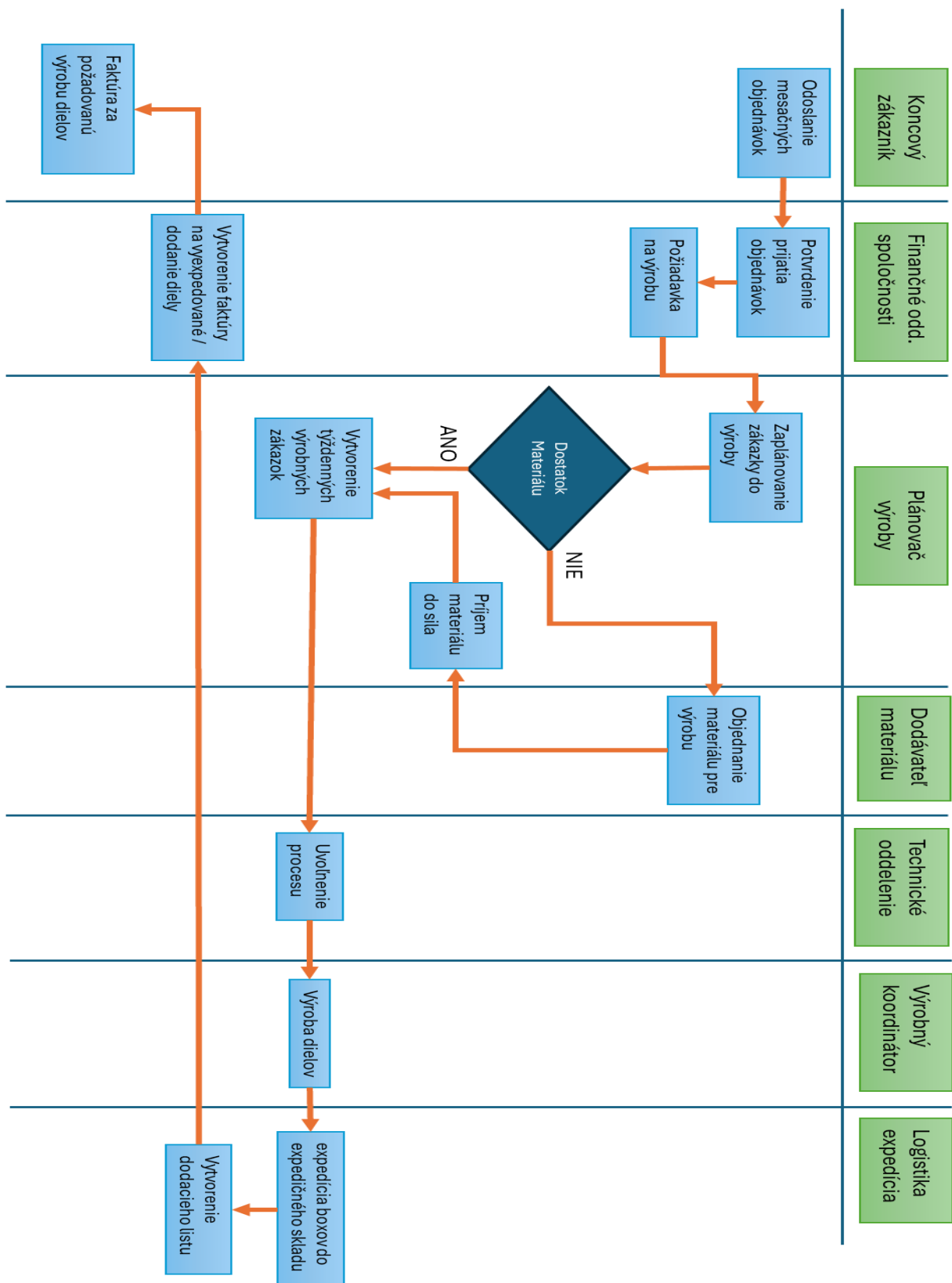
ZOZNAM PRÍLOH

Príloha 1 – Organizačná štruktúra spoločnosti Supre Global S.p.A Slovakia (Zdroj: autor)	100
Príloha 2 - Swimlane diagram (vlastne spracovanie podľa (Armstrong, 2021)).	101
Príloha 3 – MTM analýza pracoviska ST3 (Zdroj: autor)	102
Príloha 4 - MTM analýza pracoviska ST10 (Zdroj: autor)	102
Príloha 5 - MTM analýza pracoviska ST4 / ST5 (Zdroj: autor)	103
Príloha 6 – Štandardizovaná práce pre zásobovača výrobnéj linky (Zdroj: autor)	104

PŘÍLOHA P I:



Príloha 1 – Organizačná štruktúra spoločnosti Supre Global S.p.A Slovakia (Zdroj: autor)



Príloha 2 - Swimlane diagram (vlastne spracovanie podľa (Armstrong, 2021)).

MTM UAS Analyse							
□ Plan x Real							
Position nm.	Operation task name	Frequency	Description	Frequency x Occurrence	Code	TMU	Time (sek)
1	Uchopit kozenku zo stojana a umiestnit do SC	1		1	AJ2	65	2,34
	Chodza 2 m	1		2	KA	25	1,8
	Doumiestnit kozenku na presno	1		5	PC1	30	5,4
	Chodza pri umiestnovani	1		2	KA	25	1,8
	Pustenie vakuua	1	2 x kolenom	2	PA1	10	0,72
	Vizualna kontrola umiestnenia	1		5	PTSEC	15	2,7
2	Oskenovanie dielu	1	Uchopit skener	1	PTSEC	70	2,52
	Skenovanie	1		1	PTSEC	27,778	1,00
	Ukrok pri skenovaní	1		1	KA	25	0,9
3	Spustenie cyklu stroja	1		1	PTSEC	25	0,9
4	Cyklus stroja	1	32 sek cyklus stroja	32	PTSEC	27,778	32
5	Naskenovanie po dokončení cyklu	1		1	HC2	70	2,52
6	Uvolnenie oskorovanej kozenky a vloženie na kopy	1	Chodza	1	KA	25	0,9
		1	Uvolnenie kozenky na pravej strane	1	AD2	45	1,62
		1	Ukrok	1	KA	25	0,9
		1	Uvolnenie kozenky na lavej strane	1	AD2	45	1,62
		1	Uchopenie kozenky a vloženie do kopyta	1	AK2	75	2,7
		1	Doumiestnenie kozenky	2	PB1	20	1,44
	Kazdy 4 cyklus pocas casu stroja odnesenie 4 ks do regalu		Pocas PT stroja				;

Príloha 3 – MTM analýza pracoviska ST3 (Zdroj: autor)

MTM UAS Analyse							
□ Plan x Real							
Position nm.	Operation task name	Frequency	Description	Frequency x Occurrence	Code	TMU	Time (sek)
		1					
1.	Uchopiť diel z regálu	1	Neskladný diel , opatrne	1	AL2	55	1,98
	Chôdza s dielom k PK5	1	3 m + 1 m opatrná chôdza	4	KA	20	2,88
	Umiestniť diel do lôžka PK5	1	Na pevno	2	PC1	30	2,16
2.	Vizuálna kontrola dielu - part 1	1	Vrchná časť - 30 sek (leiste + 10 sek)	30	PTSEC	24	25,9
3.	Otočenie dielu	1		1	AD2	45	1,62
4.	Vizuálna kontrola dielu - part 2	1	Spodná časť - 20 sek	20	PTSEC	24	17,3
5.	Chôdza k tlačiarňi	1		2	KA	25	1,8
	Vytlačenie etikety	1		2	PTSEC	24	1,7
	Chôdza k IP	1		2	KA	25	1,8
	Nalepenie etikety	1		1	ZC3	40	1,44
	Oskenovanie	1		1	HB2	45	1,62
6.	Kontrola - foto dôkaz	3	Chôdza k displayu	3	KA	25	8,1
	Otočenie dielu	3		2	AD2	45	9,72
	Zatlačenie zeleného tlačidla	3		2	ZD	20	4,32
	Čas fotenia	3	2 sek na vyhotovenie foto záznamu	2	PTSEC	27,778	6,00
7.	Uchopenie skontrolovaného dielu	1		1	AL2	55	1,98
	Chôdza s dielom k boxu	1	7 m	7	KA	25	6,3
	Umiestniť diel do boxu	1	na presni	2	PC1	25	1,8
	Úklon v 50 % prípadov	0,5		1	KB	40	0,72
	Vizuálna kontrola umiestnenia dielu	1		2	VA	15	1,08
8.	Etiketa na plný box každý 5. diel	0,2	2 x 5 m chôdza, vytlačenie + nalepenie - 25 sek	25	PTSEC	34	6,1
9.	Chôdza pre diel z regálu po FA9/FA7	1	6 m	6	KA	20	4,32
	Uchopenie háku a poslanie späť	1		1	AB2	35	1,26
		1	Posun háku späť	1	ZD	18	0,648
		1	Chôdza pri manipulácii s hákom	1	KA	20	0,72

Príloha 4 - MTM analýza pracoviska ST10 (Zdroj: autor)

MTM UAS Analyse							
□ Plan x Real							
Position nm.	Operation task name	Frequency	Description	Frequency x Occurrence	Code	TMU	Time (sek)
1	uchopit diel z dopravníku poST3	1	Chodza 3 m	3	KA	25	2,70
		1	Uchopit prazdny hak a umiestnit do spätnej drahy	1	AD3	55	1,98
		1	Ukrok pre diel	1	KA	20	0,72
		1	Uchopit diel po CM , neskladny	1	AK2	60	2,16
2	umiestnit diel do ST4	1	chodza s dielom , 4 m	4	KA	25	3,60
		1	umiestnit diel do lozka	3	PB1	20	2,16
		1	uchopit skener a nacistat diel	1	HC2	60	2,16
		1	spustit cyklus stroja	1	BA1	10	0,36
		1	ukrok	1	KA	25	0,9
		1	DC10 - 38 sek PT stroja	38	PTSEC	27,778	38,0
		1	pocas PT DC10				
3	chodza k ST5	1	2 m	2	KA	25	0
	ML6 - 2 kopyta , sucasna praca	1	cakanie na otvorenie ML6 - 5 sek	5	PTSEC	24	0,0
		1	vstup do pracoviska	1	KA	20	0
		1	vyrezanie nozom 2 casti	1	HC2	55	0
		1		1	PC1	30	0
		1	odtrhnutie folie	1	AD2	35	0
	23 sek kym sa otvori 1 lozko od nalozenia diel	1	silou	2	ZD	20	0
	pocas PT casu - obsluhaST	1	chodza	2	KA	25	0
		1	odhodenie do klt	1	PB2	30	0
		1	uchopit skener a nacistat diel	1	HC2	50	0
	nasadenie 2 skrutiek	1	chodza ku skrutkam	1	KA	25	0
		1	uchopenie 2 skrutiek a nasadenie	2	AD2	45	0
	ofukanie dielu	1	vzd. Pistolou	1	HA2	45	0
		1	ofuk 15 sek , vratane airbag miesta z B strany	2,5	PTSEC	27,778	2,5
4	umiestnit diel na stojan	1	chodza	4	KA	25	3,6
		1	umiestnit diel do stojana	1	AF2	55	1,98
		1		1	PB1	20	0,72
	prazdny hak do drazky	1		1	AD2	35	1,26
		1		1	PB1	20	0,72
5	chodza k ST4 - hotovy diel	1	5 m	5	KA	25	4,5
		1	uchopit skener a nacistat diel	1	HC2	45	1,62
	odtrhnut zvisok folie a zahodit	1		1	AD2	35	1,26
		1		1	PB1	20	0,72
		1	ukrok	1	KA	25	0,9
6	uchopit hotovy diel po ST4 a umiestnit do ST5	1	neskladny diel	1	AK2	20	0,72
		1	doumiesnit diel do lozka	2	PC1	25	1,8
		1	chodza s dielom	3	KA	25	2,7

Príloha 5 - MTM analýza pracoviska ST4 / ST5 (Zdroj: autor)

