

Racionalizace montážního pracoviště ve vybrané společnosti

Ing. Martina ŽACOVÁ

Diplomová práce
2025



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Ing. Martina Žacová
Osobní číslo: M230035
Studijní program: N0488P050002 Průmyslové inženýrství
Forma studia: Kombinovaná
Téma práce: Racionalizace montážního pracoviště ve vybrané společnosti

Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Proveďte průzkum literárních pramenů a zpracujte teoretické poznatky z oblasti štihlé výroby.

II. Praktická část

- Proveďte analýzu montážního pracoviště a zhodnoťte jeho současný stav.
- Na základě analýzy navrhněte opatření vedoucí k racionalizaci současného stavu pracoviště montáže.
- Vypracujte konkrétní projektové řešení včetně jeho zhodnocení.

Závěr

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

Seznam doporučené literatury:

BADIRU, Adedeji B. *The story of industrial engineering: the rise from shop-floor management to modern digital engineering*. Boca Raton: Taylor & Francis, 2018. ISBN 978-1-138-61674-5.
BRAU, Sebastian J. *Lean manufacturing 4.0: the technological evolution of lean*. Boca Raton: American Lean SD, 2016. ISBN 978-15-393-2294-8.
DENNIS, Pascal. *Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system*. 3th ed. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2016. ISBN 978-14-98708-87-6.
JUROVÁ, Marie. *Organizace přípravy výroby*. 2 vyd. roz. a přep. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2015. ISBN 978-80-214-5247-3.
JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-5717-9.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Lucie Hrbáčková, Ph.D.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání diplomové práce: **10. února 2025**
Termín odevzdání diplomové práce: **25. dubna 2025**

L.S.

doc. Ing. Michal Pilík, Ph.D.
děkan

prof. Ing. David Tuček, Ph.D.
garant studijního programu

Ve Zlíně dne 10. února 2025

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.

Ve Zlíně, dne

.....
podpis autora

ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na racionalizaci montážního pracoviště ve vybrané společnosti. Hlavním cílem práce je snížení mzdových nákladů na daném montážním pracovišti o 15-20 %, přičemž se klade důraz i na změnu jeho layoutu a optimální řízení rozpracované výroby. Na základě analýzy současného stavu a prostřednictvím výstupů z analytických metod jako je přímé měření práce, snímek pracovního dne a spaghetti diagram, byly zhodnoceny nedostatky, ze kterých vychází řešení projektové části zaměřené na výpočet úzkých míst, vytíženosti pracovníků a takt linky. Projektová část práce představuje návrh vedoucí k dosažení jejího hlavního cíle. V závěru práce je uvedeno zhodnocení návrhů na racionalizaci vybraného montážního pracoviště.

Klíčová slova: průmyslové inženýrství, Lean management, plýtvání, efektivita, racionalizace pracoviště

ABSTRACT

The thesis focuses on the rationalization of an assembly workplace in a selected company. The main objective of the thesis is to reduce labor costs at the given assembly workplace by 15-20%, with an emphasis also placed on optimizing its layout and the effective management of work-in-progress. Based on an analysis of the current state and using outputs from analytical methods such as direct work measurement, sampling time study, and spaghetti diagram, deficiencies were identified and evaluated. These served as the foundation for the project solution, which focuses on the calculation of bottlenecks, worker workload, and line takt time. The project part of the thesis presents a proposal aimed at achieving its main objective. The conclusion of the thesis contains an evaluation of the rationalization proposals for the selected assembly workplace.

Keywords: industrial engineering, Lean management, waste, efficiency, rationalization of the workplace

Díky, tati.

OBSAH

I	TEORETICKÁ ČÁST	16
1	PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	17
1.1	LEAN MANAGEMENT	18
1.2	KAIZEN	19
1.2.1	Hlavní koncepty Kaizen	20
1.3	METODA 5S.....	21
1.4	GEMBA KAIZEN.....	22
1.5	KANBAN.....	22
1.6	POKA-YOKE	23
1.7	JIDOKA	24
1.8	SMED.....	25
2	VÝROBA A JEJÍ ŘÍZENÍ	27
2.1	VÝVOJ VÝROBY	27
2.2	VÝROBNÍ PROCES	28
2.2.1	Fáze výrobního procesu	29
2.3	TYPLOGIE VÝROBY	30
2.3.1	Typologie na základě řízení zakázkami	30
2.3.2	Typologie z pohledu časové struktury	30
2.3.3	Typologie závislá na rozsahu provedených úkonů	31
2.3.4	Typologie charakterizovaná využitím technického zařízení.....	32
2.3.5	Typologie z pohledu technicko-výrobního zařízení.....	32
2.3.6	Typologie v rámci prostorové struktury.....	32
2.4	LAYOUT	33
2.5	PŘÍSTUPY V ŘÍZENÍ VÝROBY	33
2.6	THEORY OF CONTRAINS (TOC).....	34
2.7	DRUM BUFFER ROPE	35
2.8	BALANCOVÁNÍ LINKY	36
3	METODY MĚŘENÍ SPOTŘEBY ČASU	38
3.1	PŘÍMÉ MĚŘENÍ.....	38
3.1.1	Snímek pracovního dne.....	38
3.1.2	Chronometráž	39
3.2	NEPŘÍMÉ MĚŘENÍ	39
3.2.1	Kvalifikovaný odhad	39
3.2.2	MOST analýza	39
3.2.3	MTM (Metods Time Measurement)	40
3.2.4	Spaghetti diagram.....	40

4	PLÝTVÁNÍ	41
4.1	ZÁSoby	41
4.2	ČEKÁNÍ.....	41
4.3	NOK – NEKVALITA.....	41
4.4	PŘESUNY	41
4.5	CHYBY VZNIKLÉ VE VÝROBĚ	42
4.6	NADPRODUKCE.....	42
4.7	NEPOTŘEBNÉ POHYBY	42
4.8	ŠPATNÁ KOMUNIKACE A NEVYUŽITÝ POTENCIÁL ZAMĚSTNANCŮ.....	42
II	PRAKTICKÁ ČÁST	43
5	PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI.....	44
5.1	PORTFOLIO PRODUKTŮ A JEJICH PŘIDANÁ HODNOTA	44
5.2	POSÍLÁNÍ ORGANIZACE	45
5.3	VIZE ORGANIZACE	46
5.4	STRATEGIE A STRATEGICKÉ CÍLE	47
5.5	PROCESY V ORGANIZACI.....	47
5.6	PROVOZ.....	47
6	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	49
6.1	POPIS VYBRANÉHO MONTÁŽNÍHO PRACOVÍŠTĚ.....	49
6.2	POPIS VÝROBKU.....	51
6.3	TECHNOLOGICKÝ POSTUP	53
6.4	STÁVAJÍCÍ LAYOUT	56
6.5	GEMBA WALK.....	58
6.5.1	Kontrolní náměry	60
6.5.2	Kontrolní snímek pracovního dne	63
6.6	AKTUALIZACE NOREM	70
6.6.1	Potřebný počet operátorů.....	71
6.6.2	Spaghetti diagram toku materiálu na pracovišti	72
6.7	SUMARIZACE NEDOSTATKŮ ZJIŠTĚNÉ PŘI ANALÝZE MONTÁŽNÍHO PRACOVÍŠTĚ.....	74
6.7.1	Normy.....	74
6.7.2	Nevyužitý lidský kapitál.....	75
6.7.3	Layout.....	75
7	VYMEZENÍ PROJEKTU	76
7.1	PROJEKTOVÝ LIST.....	76
7.2	HARMONOGRAM PROJEKTU	77
7.3	LOGICKÝ RÁMEC PROJEKTU.....	78

7.4	RIPRAN	80
8	NAVRHOVANÁ ŘEŠENÍ.....	83
8.1	SKUPINU VÝROBKŮ VA.S1 A VB.S1	83
8.1.1	Balancování linky u výrobků VA.S1 a VB.S1	86
8.2	SKUPINA VÝROBKŮ VC.S2 A VD.S2	87
8.2.1	Balancování linky u výrobků VC.S2 a VD.S2	90
8.3	SKUPINA VÝROBKŮ VE.S3 A VF.S3	92
8.3.1	Balancování linky u výrobků VE.S3 a VF.S3	93
8.4	SKUPINA VÝROBKŮ VG.S4 A VH.S4	94
8.4.1	Balancování linky u výrobků VG.S4 a VH.S4	96
8.5	SKUPINA VÝROBKŮ VI.S5 A VJ.S5	96
8.5.1	Balancování linky u výrobků VI.S5 a VJ.S5	98
8.6	ÚPRAVA LAYOUTU	99
8.7	ROZPRACOVANÁ VÝROBA	100
9	ZHODNOCENÍ NAVRHOVANÝCH ŘEŠENÍ.....	103
9.1	CENA ÚPRAVY PRACOVISTĚ NÁVLEK LANA/LISOVÁNÍ HÁKU	103
9.2	ÚSPORY V RÁMCÍ PROJEKTU	104
9.2.1	Mzdy	104
9.2.2	Redukce plýtvání	106
9.3	SHRnutí ZHODNOCENÍ NAVRHOVANÝCH ŘEŠENÍ	106
	SEZNAM INTERNETOVÝCH ZDROJŮ	113

ÚVOD

Konkurenceschopnost mnoha firem čelí v posledních letech výzvám, ale i příležitostem díky vlivům globální ekonomiky, ať už se jednalo o pandemii covid-19, zhoršující se ekonomickou situaci nebo změny v technologických trendech. Některé firmy se musí přizpůsobit novým podmínkám, jako je digitalizace, zelená ekonomika a inovační startupy, aby udržely svou konkurenceschopnost. Na druhou stranu firmy, které dokáží efektivně využít své zdroje a potenciál mohou konkurenční výhodu získat.

Produktivita práce se může stát klíčem k udržitelnému růstu v jakémkoli odvětví. Racionalizace procesů snižuje náklady, zvyšuje kvalitu produktů a přispívá ke zlepšení pracovního prostředí, díky eliminaci nadbytečných činností.

Tato diplomová práce je zacílena na reorganizaci pracoviště, resp. layoutu a práci operátorů, přičemž cílem je snížení mzdových nákladů, úspory je dosaženo prostřednictvím redukce člověkohodin připadající na výrobní série, tedy optimalizací počtu operátorů.

Teoretická část se skládá z literární rešerše z oblasti průmyslového inženýrství jeho historie a vývoje, na který navazuje Lean management a jeho porovnání s klasickým pojetím managementu. Následují metody a techniky průmyslového inženýrství jako je Kaizen a jeho koncepty, popis metody 5S, Gamba Kaizen, využití a aplikace Kanbanu, Poka-Yoka, Jidoka a SMED. Dále pojednání o výrobě a jejím vývoji řízení, je zde definován výrobní proces a jeho fáze. Následuje typologie, metody měření práce, prostorového uspořádání atd.

Úvod praktické části je zaměřen na představení společnosti, její předmět podnikání a další informace jako organizační struktura, vize, strategie apod. Následuje analytická část, která definuje a popisuje stávající stav týkající se analyzovaného pracoviště, popis procesu výroby, struktury pracovních skupin, výrobků a norem, analýza se opírá o přímé měření, snímkování pracovního dne všech 5 operátorů při 12h směně, kteří jsou dále v této práci reprezentováni písmeny A, B, C, D, E. Je zde též uvedena analýza toku materiálu v podobě spaghetti diagramu a aktualizace norem, díky nimž bylo možné určit úzká místa a na základě těchto vstupů stanovit, zda pracoviště bude schopno i po redukci počtu pracovníků dodržet takt zákazníka, v návaznosti na forecast (předpověď objednávek zákazníka). Následuje kapitola věnující se vymezení projektu, která obsahuje projektový list, harmonogram logický rámec a analýzu rizik RIPRAN, navazující projektová část vycházející ze sumarizace zjištěných nedostatků, kde byly definovány návrhy pro racionalizaci pracoviště. v rámci nichž proběhlo stanovení úzkého místa ve výrobě, výpočet vytiženosti pracovníků, rozvržení

jejich práce a balancování linky. Poslední část diplomové práce se zabývá vyhodnocením přínosů a finanční stránky projektu, splněním cílů této práce a zhodnocením přínosů zavedení všech změn.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Diplomová práce je zaměřena na racionalizaci montážního pracoviště bowdenů ve vybrané organizaci s hlavním cílem snížit mzdové náklady. Dílčí cíle této práce zahrnují úpravu layoutu a optimální řízení rozpracované výroby. Hlavního cíle je dosaženo prostřednictvím redukce člověkohodin, které připadají na dílčí výrobní série. Analytická část se soustředí na zjištění aktuálních nedostatků vycházející ze současného stavu na daném montážním pracovišti a v této části je zároveň prověřováno, zda bude pracoviště schopno dodržet takt zákazníka i po snížení počtu operátorů.

V analytické části této práce byl analyzován současný stav ukazatelů, a to výpočet taktu zákazníka a parciální produktivity s ohledem na výši mezd, pracovní postup a layout pracoviště. Dále byla použita metoda Gemba walk, na jejímž základě byly identifikovány nedostatky v podobě chybně nastavených norem, neproduktivních činnostech a nevhodně uspořádaného pracoviště. Zjištěné nedostatky v cycle time byly prověřeny prostřednictvím metody přímého měření a porovnány s normou, zde bylo zjištěno, že v časech jsou signifikantní rozdíly. Na základě snímku pracovního dne byly specifikovány činnosti operátorů nepřidávající hodnotu a jejich časové vyjádření. Následoval výpočet potřebného počtu operátorů pro ověření reálné potřeby kapacit, jako další krok proběhlo měření u všech operací a výrobků a následovala aktualizace všech norem. Za pomoci spaghetti diagramu proběhlo mapování toku materiálu, což potvrdilo nevhodně uspořádanou linku a zbytečně dlouhé trasy pro materiál i polotovary.

Návrh projektového řešení vychází z projektového listu, harmonogramu, projektového rámce a RIPRAN analýzy. Na základě vyhodnocení výsledků analytické části a aktualizaci norem, bylo možné zahájit projektovou část, ve které proběhl výpočet a stanovení efektivního řízení úzkých míst, stanovení organizace práce, resp. přidělení operátorů k dílčím operacím a propočet vytížení po optimalizaci jejich počtu a finální balancování linky, jako poslední byla navržena úprava layoutu z tvaru L na U.

Závěrečná část práce zahrnuje úsporu na mzdách, které bylo dosaženo výše zmíněnou redukcí operátorů, vyčíslení nákladů na změnu layoutu a zhodnocení přínosů různých přístupů k řízení rozpracované výroby.

I TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Již Frederick Winslow Taylor, Walter A. Shewhart či Henry Ford zaváděli myšlenky průmyslového inženýrství do pedagogických osnov i praxe. Jednu z hlavních rolí ve formování obsahu a přístupu k průmyslovému inženýrství sehrál Shiengueo Shinga, který již ve čtyřicátých letech 20. století založil školu zaměřující se na průmyslové inženýrství, která dodnes edukuje svět průmyslu. Další etapa průmyslového inženýrství započala roku 1948, v němž vznikl AIIE, což je akronym pro American institute of industrial engineers, to přispělo k rozšíření klasických empirických metod o neotřelé přístupy vycházející z matematických metod, operačního výzkumu, modelování, simulací, atd. Ve druhé polovině 20. století rozvíjející se počítačový software a hardware přispěl k vzniku prostředků k analýze komplexnějších výrobních systémů a procesů, paralelně se v oblasti průmyslového inženýrství začínaly utvářet nástroje založené na vytěžování potenciálu pracovníka a motivacemi při řešení konkrétního úkolu. Z tohoto období pochází dnes již všeobecně známý nástroj, jako je CAD, CAM, CIP, PDM, apod. Začátkem 21. století byly výše uvedené nástroje zastřešeny pojmem „digital factory“, digitální továrna se v rámci průmyslového inženýrství pružně rozvíjí a začíná využívat elementy znalostního managementu, digitalizace, globalizace, umělé inteligence. Tento celek pak zaštiťuje název „smart factory“. (Chromjaková, 2013)

Přínosy průmyslového inženýrství si začaly v 21. století plně uvědomovat obrovské korporace jako Siemens či Škoda auto, které v rámci technické přípravy výroby formují útvary, které se přímo zabývají průmyslovým inženýrstvím, zaměřují se na eliminaci vnitropodnikového a mimopodnikového plýtvání a ztrát. Cílem každé organizace je zvýšení konkurenceschopnosti, což s sebou nese požadavky na zvýšení produktivity a efektivity procesů dané firmy, čemuž předchází identifikace problému, formulace kýženého řešení s ohledem na ekonomické a časové zdroje a jejich limity, abilita vnímání konsekvencí, které s sebou přináší implementace opatření a znalost nástrojů jako simulace, modelování apod. Průmyslové inženýrství jakožto komplexní společenská disciplína, jejímž posláním je zkvalitnit, zrychlit, zlepšit a zefektivnit podnikové procesy, k čemuž využívá nástroje a postupy projektového managementu, QM, simulace, modelování, systémové inženýrství a statistiku není aplikován pouze v průmyslových odvětvích, ale i ve finančních institucích a nevýrobní sféře. Stále zvyšující se nároky na technologie pro konkurenceschopnost podniků naráží na ekonomické, tržní, sociální, ale i etické dopady, průmysloví inženýři hledají a implementují taková výrobní a logistická řešení, která zvyšují efektivnost systému

a procesů v organizaci, jejich plánování a projektování, zároveň zajišťování vysoké produktivity, spolehlivosti, eliminaci či redukci plýtvání, a nedílnou součástí těchto procesů je plná angažovanost v inovačních aktivitách a kontinuálním zlepšování procesů a konkurenceschopnosti. (Badiru, 2018)

1.1 Lean management

Zlepšování podnikových procesů bývá zasazováno do kontextu se světově uznávanou metodou s názvem Lean management, v češtině ho známe jako koncept štíhlé výroby. Lean je zástupcem redukčních postupů, pravidel a zásad, na základě nichž, lze identifikovat a následně při produkci eliminovat činnosti nepřinášející přidanou hodnotu. Hlavní myšlenkou pro Lean management je odstranění plýtvání a snížení času nutného k výrobě na co nejkratší dobu s minimálním vynaložením nákladů a v akceptovatelné kvalitě. Lean metodika z výrobního procesu eliminuje vše, co nepřináší přidanou hodnotu, ta je odrazem toho, co je zákazník ochoten zaplatit. V Lean managementu je obsaženo několik metodik, jenž jsou spolu v interakci a vniká mezi nimi synergie, která přispívá k markantní akceleraci ve vytěžování zdrojů a komplexnímu zrychlení sestavení výrobku. (Svozilová, 2011)

V Lean managementu je namísto centralizovaného řízení, řízení decentralizované, myšlení i praxe subjektů napříč celou organizací se této filozofií přizpůsobuje, vznikají flexibilní týmy s jasně danými kompetencemi a odpovědností za jim svěřenou práci, pracovníkům také vzniká povinnost identifikovat chyby a implementovat nápravná opatření. Rozdíl v klasickém pojetí managementu, který je chápán jako soubor nástrojů, teorie a praktik, které jsou prostřednictvím vedoucích pracovníků aplikovány k zajištění běžné agendy vedoucí k zamýšleným podnikovým záměrům lze klasifikovat jako soustavné plánování, řízení a kontrolu prováděnou vedoucím pracovníkem dle hierarchie společnosti, v Lean managementu naopak výrazná část pravomocí přechází na nižší stupeň řízení a zároveň větší část odpovědnosti spadá na podřízené pracovníky. (Keřkovský a Valsa, 2012).

Klíčová role patří manažerům v první linii, disponují totiž pravomocemi ke kontrole i hodnocení, tím je jim umožněno korigovat a podněcovat svůj tým k lepším výsledkům a kontinuálnímu zlepšování. Lean management tedy není jen o nastavování výrobních procesů, ale jeho smysl tkví už ve stylu řízení, znalostním managementu a samozřejmě v kultuře organizace, na kterou má Lean management vliv v rámci stylu organizační struktury, implementovaná opatření, která vedou ke zvýšení produktivity a efektivity ve využívání zdrojů, vede k potřebě flexibilní organizační struktury, která bude flexibilně

reagovat na změny trhu práce a individuální potřeby klienta. Štíhle řízená firma by měla disponovat plochou organizační strukturou, redukce některých z jejích stupňů je nutná k získání organizačních jednotek, které budou suverénní v rozhodování a budou připraveny rychle rozhodovat v nastalých krizových situacích. (Vytlačil, Staněk a Mašín, 1997)

1.2 Kaizen

Pojem Kaizen je spojením slov „Kai“ volně přeloženo jako změna a „Zen“, které může být přeloženo jako cesta k lepšímu. Kaizen pochází z Japonska, kdy po druhé světové válce bylo nutné podpořit v obnově zdevastované národní hospodářství. Kaizen vznikl v rámci tréninku Training Within Industry, jehož vznik se připisuje průběhu druhé světové války a vzniklé krizi a s ní spojenou nutností navýšit produkci a podporu spojenců ve válečném konfliktu. Training Within Industry je založen na práci Charlese Allena, ten trénink zaměřoval na stavbu lodí v průběhu první světové války. Již tehdy vznikl tzv. „J“ program, jehož obsahem byly čtyři kroky, které vedou ke zlepšování a to:

- pracovní předpis,
- metoda práce,
- pracovní vztahy,
- rozvoj záměrů. (Badiru, 2018)

Po skončení války se aspekty tohoto tréninku přenesly i jako nástroj pro obnovu Japonska, kde jej začali vyučovat a velmi záhy zdomácněl. Z tohoto důvodu je často Kaizen považován za potomka TWI, součást metody dnešního Kaizenu. TWI jakožto představitel statistické a absolutní kontroly kvality převážně zaměřené na technické parametry je v dnešní době transformován a je považován za nejúspěšnější techniky řízení. (Tomek a Vávrová, 2014)

Kaizen je technika, jejíž součástí je absolutní kontrola kvality, kroužky kontroly, nulová zmetkovitost, systém sběru a implementace zlepšovacích návrhů apod., avšak tyto metody jako pouhé části z celku nemohou být natolik efektivní jako kompletní celek. Kaizen prostřednictvím výše uvedených technik cíleně zlepšuje jakýkoli proces, je tedy synonymem pro nikdy nekončící zdokonalování. Podle filozofie Kaizen by žádný den neměl končit bez toho, aby kdekoli v rámci společnosti nedošlo, byť k jen sebemenšímu zlepšení. Kaizen je tedy přínosný kdekoli, ztráty z plýtvání vnikají totiž ve všech oblastech lidské činnosti. Ve strategii Kaizen je velmi důležité zapojit do změn všechny zaměstnance, utvrzovat je, že na základě jejich podnětů v rámci identifikace chyb jsou implementována nápravná

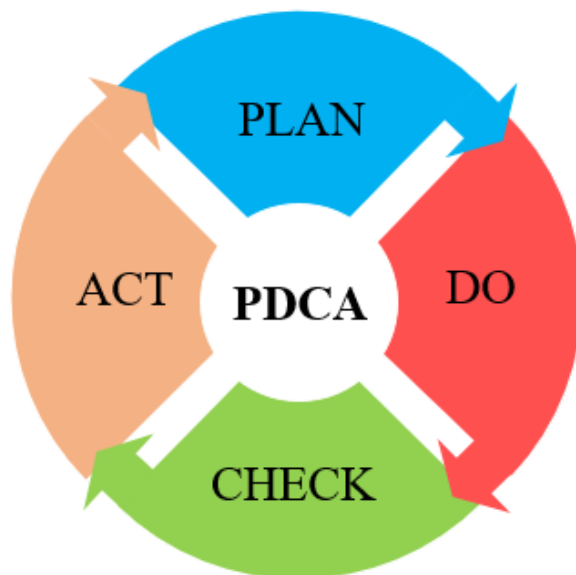
opatření, následně se budou sami podílet na řízení organizace a budou sami hledat chyby v procesech a iniciovat zlepšování. (Badiru, 2014)

1.2.1 Hlavní koncepty Kaizen

Pro řádnou realizaci strategie Kaizen se management musí naučit uskutečňovat primární koncepce a systémy:

- Kaizen a management,
- proces vs. výsledek,
- aplikace cyklů PDCA/SDCA,
- všehříkající jsou data, čísla a fakta,
- kvalita jako nejvyšší priorita,
- navazující výrobní proces je Vaším zákazníkem.

Z vrcholového managementu musí vzejít jasná identifikace záměrů, následuje vytvoření plánu realizace a manifestace odhodlání dodržování Kaizen zásad, jejich zavedením i ve vlastních řadách. (Tomek a Vávrová, 2014)



Obrázek 1 PDCA cyklus

(zdroj: vlastní, dle Lewis, 2020)

1.3 Metoda 5S

Jako mnoho metod i metoda 5S vznikla v Toyota Production System, který tvoří komplexní celek obsahující koncepce a principy pro zlepšování pozice organizace na trhu. Metoda 5S tvoří základní součást Lean filozofie a spadá do bodového Kaizenu. Jedná se o organizaci pracoviště zajišťující eliminaci plýtvání, zvýšení produktivity a zároveň bezpečnosti práce na daném pracovišti. Je to startovací metoda při zavádění Lean managementu, metoda 5S totiž představuje všechny základní nástroje pro další změny v rámci jeho implementace. Dispozice pro požadovanou kvalitu, produktivitu a bezpečnost pracoviště nezahrnuje jen čistotu a pořádek, ale vyžaduje stanovení pravidel, jejich následné dodržování a progres. Implementací pěti kroků dojde v pracovním prostředí k eliminaci ztrát a přípravě na optimální tvorbu hodnot. (Dennis, 2016)

1. Seiri

V prvním kroku se provede vyřídění a odstranění nadbytečných věcí (vyřazení nepotřebných dílů, nástrojů, nářadí, uvolnění odkládacích ploch apod.).

2. Seiso

Ve druhém kroku následuje vyčištění pracoviště, kdy si personál sám čistí své pracoviště, stroje i nástroje. Kvalitativní i technické nedostatky jsou odhaleny včas, díky tomu, že v průběhu čištění se provádí i zkušební provoz. (Chromjaková, 2015)

3. Seiton

Před uspořádáním pracovních a pomocných prostředků a úložných ploch se provede jejich označení a unifikace, současně jsou označeny i skladové plochy, chodníky, manipulační a dopravní cesty, tím končí krok třetí.

4. Seiketsu

Ve čtvrtém kroku přichází stanovení pravidel, jejich standardizace a vizualizace na pracovištích. Předpoklad pro úspěch je disciplína pracovníků a vedení k dodržování stanovených pravidel.

5. Shitsuku

V posledním kroku je nutné, aby vedoucí pracovníci vytvářeli podmínky pro dodržování stanovených standardů, jejich kontinuální zlepšování a při sebemenší odchylce okamžitě iniciovali nápravná opatření. (Burieta, 2013)

1.4 Gemba Kaizen

Gemba Kaizen představuje pracovní místo nebo sled přístupů k efektivní organizaci pracovního prostředí. Jedná se tedy o prostor, v němž se produkují výrobky a hodnoty. Přistupuje k organizaci jako k živému kontinuálně se rozvíjejícímu a edukujícímu se útvaru. Při fúzi slov Gemba a Kaizen je očividné, že půjde o místo ke shromažďování všech informací, které by měl využívat i vrcholový management. S Gembou by měl management nakládat jako s primárním zdrojem potenciálního zisku a příležitosti ke zdokonalení. Gemba nemá za cíl selekci vrcholového managementu a řadových zaměstnanců, ale provázání jednotlivých pracovišť a zlepšení komunikačních toků v rámci celé společnosti. (Brau, 2016)

1.5 Kanban

Pojem Kanban vznikl spojením slov „Kan“, což je v překladu signál a „ban“ volně přeloženo karta, štítek nebo tabule. Představitel Kanbanu Taiichi Ohno, definoval plýtvání související s časem, úsilím a materiálem, proto je Kanban uzpůsoben k radikální eliminaci plýtvání prostřednictvím zkracování termínu dodání s důrazem na stav workflow, stejně jako v metodách štlhlé výroby je i zde kladen důraz na iniciativu, kreativitu a zapojování členů týmu do rozhodování a řízení. Kultura Kaizen je podmíněna právě angažovaností pracovníků na neustálém zlepšování kvality, produktivity a spokojených zákazníků. Hovoříme-li o Kanbanu, hovoříme zjednodušeně o vizualizaci výroby prostřednictvím Kanban karet a tabulí, je to velmi jednoduchá technologie, která umožňuje koordinovat pohyb materiálu, polotovarů a práce za pomoci vizuálních prvků, zjednodušuje řízení a plánování, jak výroby, tak zásob. (Košturiak, 2010)

Půjdeme-li do detailu, Kanban funguje na základě samořídících regulačních okruhů, které jsou tvořeny dvojicí článků, vztah mezi nimi je na bázi dodavatelsko-odběratelského principu a jsou zároveň propojené pomocí pull-systému, který oproti push metodě práce pomáhá personálu soustředit se výhradně na úkoly, které jsou aktuálně potřebné. Pracovní tým tedy předchází plýtvání v podobě času, práce a spotřebovanému materiálu, jehož výstup není v daný čas nutný pro navazující nebo dokončovací proces či k vystavení související dokumentace. Signál pro pull systém udává Kanban karta, jednotlivé karty se liší barvou, která je závislá na určitém typu akce, červená karta označuje chybový stav, žlutá potom standardní úlohy apod., v tomto případě záleží čistě na tvůrci kanbanu v dané organizaci. Přenos operativního řízení na výrobní personál je aplikován prostřednictvím již zmiňovaných specializovaných nosičů informací, tj. karta Kanban. V systému Kanban je

tedy po odebrání kompletní výrobní dávky odeslána z odběrového místa Kanban karta zpět dodavateli, tj. předcházejícímu pracovišti. Karta kanban nese funkci objednávky na dodání nové výrobní dávky nebo materiálu, množství na objednávce je vždy obsahem jednoho či více přepravních jednotek, přičemž dané množství je stále stejné, zároveň slouží jako signalizace stavu zásob a rozpracované výroby. Dodavatel nese zodpovědnost za stoprocentní kvalitu dílů pro navazující proces, který je odběratel povinen převzít, objeví-li se chyba, proces se zastaví a realizuje se takové nápravné opatření, které zabrání opakování chyby. Inicializační počet Kanban karet musí být v průběhu užívání zredukován, zvyšuje se tak provázanost procesů, při snižování zásob, což poukazuje na rizika a nedostatky, to umožňuje jejich průběžnou eliminaci. (Dennis, 2016)

Prostřednictvím počtu karet v oběhu je možné provádět jak kontrolu řízení rozpracovanosti, s čímž souvisí i výše skladové zásoby, tak i délku průběžné doby výroby. Mezi benefity patří lepší vizualizace, zvýšení efektivity, prevence přetížení pracovní skupiny, zvýšení fokusu týmu, redukce zmetků, flexibilita, prohloubení spolupráce, rozvoj firemní kultury a lepší predikovatelnost. (Harvey, 2020)

1.6 Poka-Yoke

Původ pojmu Poka-Yoke najdeme v japonštině, význam první části Poka znamená chyba, Yoke pak zabránění. Jinými slovy tedy Poka-Yoke znamená „Zabránění chybě“. Koncept Poka-Yoke, dříve nazývaný jako Baka-Yoke svou existencí sahá až na počátek hromadné výroby, přičemž první zmínka se objevila u Shiego Shingem v roce 1986, nejrychlejší rozvoj byl tedy zaznamenán v Japonsku, do Evropy se následně tato koncepce dostala o rok později a byla využívána od roku 1987 převážně u velkosériové montáže. Poka-Yoke jakožto technika, která je zaměřena na lidské chyby v rámci pracoviště využívá mechanické a elektronické prostředky a opatření (čidla, vodící kolíky apod.), prostřednictvím nichž předchází vzniku chyby způsobené lidským faktorem, která může vygenerovat nekvalitu či neshodu. (Gabryšová, 2008)

Tato metoda vychází z respektu k intelektu člověka, nemusí-li zaměstnanec přemýšlet nad repetitivními úkony, které vykonává z paměti, vytváří se mu prostor pro kreativní způsob uvažování, který má větší přidanou hodnotu. Při výrobním procesu vznikají chyby při seřizování strojů, kompletaci či samotné výrobě, chybám lze předcházet, známe-li příčinu, místo a důvod, proč k nim došlo. Mezi časté chyby způsobené lidských faktor se řadí:

- porušení pracovní kázně,

- nedodržení pracovního či technologického postupu,
- absence norem,
- chyby způsobené mylným odhadem či špatnou identifikací,

nedisciplinovanost, nesoustředěnost apod. (Dennis, 2016)

Poka-Yoke je tedy nástroj k předcházení chyb. Mezi celou řadu přínosů této metody patří např.:

- zkrácení doby seřízení a eliminace chyb při tomto úkonu,
- snížení výrobních časů,
- zlepšení kvality,
- snížení nákladů,
- zefektivnění výroby apod. (Jurová, 2015)

1.7 JIDOKA

Jidoka čili automatizace s inteligencí člověka tvoří jeden z pilířů štíhlé výroby, který se poté, co byl Taiichi Ohno roku 1947 dosazen na post manažerem výrobní jednotky, stal základem výrobního systému v Toyotě. Automatizace spojená s lidskou inteligencí představuje zařízení, které je schopno rozlišit vadný produkt od produktu požadovaného a nastane-li problém, stroj automaticky vyvolá stop stav nebo jiným způsobem znemožní další výrobu NOK kusů. (Chromjaková, 2013)

Vytvoření autonomního pracoviště je cílem metody Jidoka, neboť monitorování chodu stojů prostřednictvím obsluhy nezvyšuje ani nepřináší hodnotu výrobku, naopak stojí za snižováním produktivity a vysokými náklady, z toho vyplývá, že Jidoka přenáší kontrolní činnost nepřidávající hodnotu z pracovníka na stroj, můžeme tedy říci, že se jedná o metodu, v jejímž pojetí jsou řídicí procesy a technická zařízení koncipována takovým způsobem, kdy jakýkoli problém způsobí ukončení činnosti a na nastalý stav je upozorněno, což umožní obsluze jednoznačně identifikovat, o který stroj se jedná, neboť každý je vybaven funkcí spuštění světelného nebo zvukového znamení, druhou variantou je bezprostřední zastavení výrobního procesu, následně pak přichází obsluha a řeší daný problém. (Mašín, 2005) Velkou výhodou je využití této metody při vícestrojové obsluze, nastane-li na jednom ze strojů chyba, následuje několik po sobě jdoucích úkonů:

- proces se zastaví (autonomní zařízení se zastaví samo nebo to provede obsluha),
- proběhne identifikace příčiny,
- přezkoumání kořenové příčiny,
- implementace trvalého nápravného opatření. (Dennis, 2016)

Zavedení Jidoka představuje investici, která zahrnuje nákup zařízení a strojů nebo jejich dovybavení, které zabezpečí potřebnou funkcionalitu pro zastavení procesu a signalizaci závady. Pracují-li zaměstnanci správně a Jidoka je plně využita, přináší to organizaci:

- průběžnou kvalitu výroby umožní zrušení kontrolních pracovišť,
- zvýšení produktivity,
- snížení NOK kusů,
- neprodlené odstranění nedostatků ve výrobě. (Jurová, 2015)

1.8 SMED

Zkratka SMED pochází z anglického Single Minute Exchange of Dies, což je v českém jazyce ekvivalent pro výměnu nástroje během minuty či přetypování výrobního zařízení. SMED je jedna z metod štíhlé výroby a zaměřuje se především na snížení potřebného času pro seřizování strojů z hodinových intervalů na řád jednotek minut. (Kormanec, 2008)

Autorem Single Minute Exchange of Dies je japonský průmyslový inženýr Shigeo Shingo, který byl považován za lídra ve výrobních postupech a v aplikaci analýz, na jejichž výsledcích stavěl zlepšování provozních činností v Toyota Production System. SMED bývá jednou z metod, které jsou součástí TPM, aplikována je vždy tam, kde seřizování je častá a opakovaná činnost a zároveň čas seřizování představuje podstatnou ztrátu pro firmu. Postup při aplikaci metody SMED jsou:

1. Segregace práce na interní a externí seřízení, přičemž interní seřízení probíhá v době, kdy je zařízení vypnuto a externí seřízení probíhá za provozu.
2. Redukce interního času seřízení prostřednictvím převodu na externí seřízení.
3. Permanentní, plánovitá eliminace nadcházejících forem plýtvání při seřízení. (Dennis, 2016)

Zavedením metody SMED pro podnik v první fázi znamená razantní snížení času přetypování. Mezi další výhody se řadí:

- zvýšení flexibility výroby,
- snížení nákladů ze ztrát způsobených prostoji,
- zvýšení produktivity zkrácením průběžné doby výroby,
- zvýšení OEE,
- redukce chyb při seřizování díky standardizaci. (Kormanec, 2008)

2 VÝROBA A JEJÍ ŘÍZENÍ

Výrobou se rozumí činnost či soubor činností, při nichž dochází k transformaci vstupů na výstupy. Bazálním předpokladem k jejím uskutečnění jsou výrobní zdroje čili vstupy, které se prostřednictvím výrobního procesu přetvářejí na výstupy, a to statky a služby. Statky představují fyzické komodity, služby jsou naopak úkony uspokojující aktuální poptávku. Výrobu lze také definovat jako kombinaci technik průmyslového inženýrství, metod štihlé výroby a nástroje managementu, které organizace využívají k dosažení svých cílů. Pro výrobu je velmi důležitá zásada hospodaření, resp. optimální vztah ke zhodnocování všech vstupů. Z čehož vyplývá, že management výroby je fokusován na podmínky fungování a efektivitu výrobního procesu, což zahrnuje:

- kvalitu výrobního managementu,
- stav techniky a technologie,
- omezení v nákupu či výtěžnosti produkčních faktorů,
- finanční možnosti podniku,
- efektivitu pracovní síly a strojního parku,
- vlivy okolí. (Jurová, 2015)

Řízení výroby v organizaci zastřešuje veškeré řídicí procesy a funkce spjaté s managementem výrobních systémů a procesů, v drtivé většině případů je navázáno na další oblasti firmy a to marketing, TPV, MTZ, řízení jakosti či vnitropodnikové finance a ekonomiku. (Badiru, 2018)

2.1 Vývoj výroby

Z historického pohledu lze výrobu rozdělit na čtyři stádia, přičemž v rámci přechodu z jednoho do druhého se dlouhodobě a značně prolínaly bezprostředně po sobě jdoucí dvě fáze. Ve vyspělých ekonomikách světa se dnes uplatňují především poslední dva stupně. (Brau, 2016)

Individuální výroba

Při tomto typu výroby je výrobce zároveň spotřebitelem, realizoval všechny fáze výrobního procesu, od zajištění materiálových potřeb, přes výrobu až po samotnou spotřebu. (Jurová, 2015)

Řemeslná výroba

V této etapě dochází k dělbě práce a ke specializaci. Výrobní proces je charakterizován sdružováním lidí, vznikají řemeslné dílny, které produkují výrobky určené především ke směně. (Tomek a Vávrová, 2014)

Průmyslová výroba

Průmyslová výroba se zrodila v zemích, jejichž ekonomika a obchod patřily mezi ty nejrozvinutější (Velká Británie, Nizozemí), velkou měrou k tomu přispěly geografické podmínky. V průběhu 16. století již byly tendence u některých oborů převést způsob výroby na průmyslově orientovaný, v 19. století začaly vznikat průmyslové linky s typickou pásovou výrobou. Manufaktury se transformovaly do továren, jak je známe dnes. (Jurová, 2015)

Pružná výroba

Pro pružnou výrobu je charakteristická aplikace a rozvoj pružných výrobních systémů. V předchozím průmyslovém stadiu bylo stěžejní zajistit hromadnou výrobu převážně jednoduchých produktů pro neznámého spotřebitele, kdežto pružné výrobní systémy iniciují k návratu k zakázkové výrobě, stále se jedná o hromadné množství, ovšem zahrnující široký sortiment. Tato etapa je úzce spjata s masivním rozvojem techniky a technologií, designováním pružných výrobních systémů s využitím automatizace, robotizace a IS. (Brau, 2016)

2.2 Výrobní proces

Výrobní proces odráží výsledek cílevědomého lidského jednání, kdy transformační proces, prostřednictvím faktorů na vstupu, zabezpečí výstup s nejvyšší možnou dosažitelnou hodnotou. Výroba jako taková představuje funkční kombinaci výrobních faktorů, které jsou určeny k tvorbě výrobků a služeb, určené k uspokojení zákaznických potřeb, výroba tedy sama tvoří rozhodnou část hodnototvorného řetězce. (Jurová, 2016)

V rámci všech oblastí výrobního procesu jsou stěžejní technologie, jejich nevhodná aplikace bývá často faktorem, jež brzdí zvyšování efektivity v organizaci, zároveň je nutné si uvědomit, že se jedná o faktor s ekonomickou funkcí, tvořící hodnotu na skupinách trhů. Výroba jakožto součást řetězce z pohledu uceleného konceptu vytváří hodnotu jako komplexní celek, jehož počátek zahajuje výzkum, přechází k vývoji, nákupu, přes samotnou

výrobu, logistiku, následuje prodej, který je úzce spojen s marketingem až k zákazníkovi. (Chromjaková, 2011)

2.2.1 Fáze výrobního procesu

V rámci fázového uspořádání výroby je vhodné vycházet z předpokladu postupné tvorby výrobku, a to od zpracování materiálu, polotovarů, detailů do sestav a samotných sestav, až po finální výrobek. (Brau, 2016)

Předzhotovující fáze neboli předvýroba

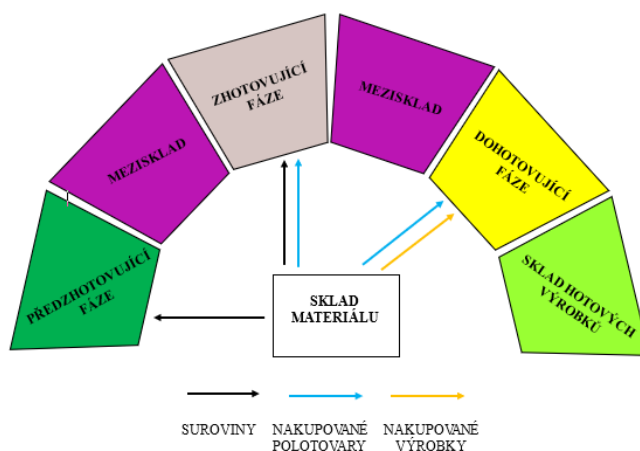
Zde jsou využívány základní suroviny, jedná se o jednoduché díly, vzniklé za použití základních technologií.

Zhotovující fáze neboli předmontáž

Přebírá díly z předcházejícího stupně, vzniknou-li nějaké přebytky, jsou směřovány do meziskladů, odkud jsou postupně vydávány na požadavek výroby, v této části výrobního procesu vznikají základní podsestavy, popřípadě sestavy. Tato fáze kombinuje nakupované suroviny, díly a polotovary vlastní výroby. Podsestavou se rozumí dílčí funkční celek daného produktu, jenž v případě prodeje plní účel pouze jako náhradní díl, část této produkce přechází do poslední fáze a část směřuje do meziskladů. (Tomek a Vávrová, 2014)

Dohotovující fáze neboli montáž

V této fázi dochází k finálnímu zhotovení konečného produktu, v průběhu montáže se zpracují nakupované i vlastní výrobou zhotovené polotovary a výrobky. Produkty jsou následně transportovány na sklad hotových výrobků, odkud jsou expedovány k zákazníkům.



Obrázek 2 Vnitropodnikový hodnototvorný proces

(zdroj: vlastní, dle Tomek a Vávrová, 2014)

2.3 Typologie výroby

Výrobní proces je možné popsat z několika různých hledisek, a to z pohledu řízení zakázek, využití technických zařízení a strojů, technicko-výrobního zaměření, času, prostorového uspořádání či podle programu a rozsahu provedených úkonů. (Oudová, 2013)

2.3.1 Typologie na základě řízení zakázkami

Řídící okruh orientovaný na zákaznické zakázky

Je-li řídicí okruh orientovaný na zakázky zákazníka, jedná se převážně o montáže, která vychází z požadavků zákaznických objednávek. Zde je nutné zohlednit možnosti zákazníků, kteří si volí typ produktu, příslušenství, povrchové úpravy apod., zároveň je nutné brát v úvahu jaký je akceptovatelný termín dodání vs. požadovaný stranou zákazníka od momentu schválení požadavku. V tomto případě je neekonomické tvořit zásoby hotových výrobků, plán montáže musí vycházet z kapacit dílčích montážních pracovišť pro dané výrobní období, velký význam má i plynulé zásobování pracovišť na všech stupních výrobního procesu. Velkou výhodou je aplikace pull systému, kdy probíhá koordinace jak interně, tak externě. (Brau, 2016)

Řídící okruh orientovaný na základě předpovědi

Jedná-li se o řídicí okruh, který je orientován prognosticky, veškeré aktivity jsou založeny na predikci budoucí poptávky. Dílčí úseky plánují práci na základě této předpovědi. Tento systém je založen na výrobě polotovarů, které jsou určeny na sklad a pakli-že přijde zákaznický požadavek, prověří se jejich stav a následně se stanoví termín dodání dané zakázky. Organizace, která zvolí tento typ výroby, musí nutně stanovit strukturu a variantnost výrobků, průběžnou dobu výroby, technologie, kapacity strojů a pracovníků, stupeň unifikace, dodavatelský řetězec, co vyrábět interně a co kooperovat. (Tomek a Vávrová, 2014)

2.3.2 Typologie z pohledu časové struktury

Kontinuální výroba

Mezi typické příklady plynulé neboli nepřetržité výroby je možné uvést rafinaci ropy. Výroba v rafineriích probíhá z důvodu nákladů, kontinuity dodávek, technickým aspektům, bezpečnosti apod., nepřetržitě 24/7 po celý rok, výjimku tvoří pouze přerušení vyvolaná nutností oprav či servisu na daném zařízení. Přerušení výrobního procesu a jeho následné

obnovení s sebou nese nemalé náklady. Produkty pocházející z plynulé výroby jsou z velké části vyráběny hromadně, jsou zde tedy tvořeny ideální podmínky pro automatizaci v rámci celého procesu. Základním rozdílem mezi přerušovanou a plynulou výrobou je tedy fakt, že plynulá výroba nedovolí ovlivnit daný proces, protože výroba plynule přechází z pracoviště na pracoviště, u přerušované výroby existuje možnost operativně zasáhnout do průběhu výroby, resp. změnit pracoviště či flow výroby. (Badiru, 2018)

Diskontinuální výroba

U tohoto typu výroby je možné proces přerušit a následně pokračovat na jiném pracovišti nebo dokončení naplánovat na jiný čas. Technologický proces jakožto pouze část z celého výrobního procesu je narušován celou řadou netechnologických procesů, jako jsou seřizování, transport materiálu apod. Výrobu je však možné přerušit a znovu obnovit bez větších nákladů, na druhou stranu je mnohem složitější tento typ výroby zautomatizovat. Klasickým příkladem přerušované výroby je strojírenství. (Oudová, 2013)

2.3.3 Typologie závislá na rozsahu provedených úkonů

Hromadná výroba

U hromadné výroby je dominantní produkce jednoho nebo malého počtu výrobků vyráběných ve velkém množství. Mezi hlavní charakteristiky se řadí vysoká míra opakovatelnosti, neměnnost výrobního programu a využití speciálních výrobních zařízení a strojů. Mezi typické znaky patří dělba práce, tedy vysoká specializace personálu, vysoká úroveň v rámci TPV, vysoký stupeň mechanizace a automatizace ve výrobě, což dává prostor aplikaci progresivních technologií. (Keřkovský a Valsa, 2012)

Kusová výroba

Hlavní charakteristika této výroby tkví v neopakovatelnosti výrobního procesu a velmi častým obměnám pracovních postupů. V drtivé většině případů se výrobky od sebe liší natolik, že vyžadují samostatnou přípravu výroby. Je zde nutný vysoký stupeň kvalifikace personálu. Mezi nevýhody se řadí vysoké náklady související se skladováním a neefektivní vytižení výrobních zařízení. (Oudová, 2013)

Sériová výroba

Jedná se o výrobu několika druhů produktů v omezeném počtu vyráběné za sebou v sériích na stejných či odlišných zařízeních. Tento typ výroby je nejrozšířenější, typickým znakem je práce na základě standardizovaných výrobních postupů, její členění je následující:

- malosériová výroba,
- velkosériová výroba.

2.3.4 Typologie charakterizovaná využitím technického zařízení

Jedná se o stupeň vývoje a samotného využití techniky použité při výrobě, práce totiž může být ruční, strojní, automatizovaná plně nebo částečně, typologické rozdělení dále souvisí s dominantní procesní technologií, což zahrnuje zpracování na základě fyzikálních, chemických, bio-chemických nebo jaderných procesů. Poslední z rozdělení tohoto typu zahrnuje charakteristiku ovladatelnosti, a to buď plnou, nebo částečnou. (Košturiak a Frolík, 2006)

2.3.5 Typologie z pohledu technicko-výrobního zařízení

Hovoříme-li o hledisku technicko-výrobního, zaměření výrobního procesu jedná se zpravidla o prvovýrobu, která spočívá v získání základních surovin, druhovýroba je pak orientovaná na transformaci základních surovin, dále se sem řadí dělení materiálu, montáž, povrchové úpravy, zušlechťování a změny substancí. (Tuček a Bobák, 2006; Kavan, 2002)

2.3.6 Typologie v rámci prostorové struktury

Na základě prostorové struktury je možné výrobu uspořádat těmito dvěma základními způsoby:

Technologický princip neboli dílenská výroba, je vhodná pro kusovou a sériovou výrobu, mezi její výhody patří schopnost komplexně připravit pracovníky, pružně využívat nové postupy, umožňuje bez větších problémů přijímat nové zakázky. Při tomto typu výroby se ve velké míře používají univerzální stroje a zařízení, které umožňují daleko větší variabilitu v druzích vyráběných produktů, přičemž zaručuje rychlou a efektivní pohotovost v reakci na poruchy či nenadálé změny. Oproti tomu mezi nevýhody patří jak prostorová, tak časová nepřehlednost, dlouhé transportní trasy, kapitál vázaný v zásobách, delší prostoje, kontinuální potřeba úprav vyvolaná zařazením nových zakázek, vyšší požadavky na kvalifikaci a specializaci personálu a v neposlední řadě složité řízení výrobního procesu. (Košturiak a Frolík, 2006; Tomek a Vávrová, 2000)

Předmětný princip neboli proudová výroba je oproti předchozí variantě na řízení výrobního procesu snadnější, snižuje se zde PDV, náklady na přepravu a manipulaci, materiálové toky jsou mnohem přehlednější, dochází ke snížení zásob vázaných v nedokončené výrobě, na

kvalifikaci personálu je také kladen menší důraz. Mezi hlavní nevýhody můžeme zařadit vzájemnou závislost dílčích pracovišť, nedostatek v plánu zásobování může zapříčinit stop stav výroby, která je málo flexibilní, nese s sebou vysoké náklady na přípravu pracoviště, pořízení výrobních zařízení, které mají vyšší nároky na servis a údržbu. (Tuček a Bobák, 2006; Kavan, 2002)

2.4 Layout

Layout je jedním z klíčových aspektů pro plánování a optimalizaci efektivity výrobních procesů, zahrnuje uspořádání strojů, zařízení, skladových prostor a operátorů v daném prostoru. Cílem výsledného layoutu je minimalizace pohybů materiálu a pracovníků a zároveň maximalizace produktivity. Výběr správného uspořádání pracoviště závisí na povaze výroby, typu produktů, jejich objemu a dalších faktorech. Výrobní buňky mohou být uspořádány do následujících tvarů:

- L-tvar zkracuje vzdálenosti mezi operátory, usnadňuje jim vzájemnou komunikaci,
- U-tvar umožňuje maximální flexibilitu a přístup ke všem pracovištím, zároveň zvyšuje využití prostoru,
- In-line (řadové uspořádání) je vhodné pro lineární výrobní procesy s jednoznačným tokem materiálu,
- O-Tvar pracoviště jsou uspořádána do kruhu nebo oválu, toto uspořádání je vhodné pro opakující se výrobní procesy, přispívá ke zlepšení ergonomie,
- H-Tvar je kombinací dvou paralelních linek propojených mezi sebou, tento tvar je vhodný pro složitější výrobní procesy s různorodými operacemi. (Jurová, 2015)

2.5 Přístupy v řízení výroby

V současné době se v řízení výroby aplikují dva základní přístupy a to systém, jež je založen na principu tlaku a naopak systém, který funguje na základě tahu.

Přístup založený na využití tlaku

Push systém řízení výroby uvolňuje materiál a polotovary do produkce na základě výrobního plánu, přičemž existuje modelace výrobního procesu, na jehož základě je možné predikovat, jaký bude flow materiálu napříč výrobním procesem, kdy a na jakých operacích se bude zpracovávat, kdy bude finální produkt k dispozici pro expedici. Tento typ systému se

označuje jako MRP II a tvoří základ většiny softwarových produktů určených pro řízení výroby. Nevýhoda systému tlaku spočívá již v jeho základní myšlence, a to je představa, že všechny dílčí úkony zadané do PC vytvoří optimální řešení pro výrobu. (Basl, Majer a Šmíra, 2003)

Přístup založený na využití tahu

Pull systém řízení výroby je charakterizován tím, že impuls k započetí výroby přichází až na jeho konci, nikoli na jeho začátku. Prostřednictvím kanbanových karet se tedy požadavek šíří proti směru proudu až k zdroji materiálu a polotovarů. Do výrobního procesu není zadáno nic, co není bezprostředně potřeba, to s sebou nese pokles zásob a zkrácení průběžné doby výroby. Detailní průběh výroby se tedy neplánuje, zodpovědnost přebírají operátoři, kteří si sami řídí své potřeby. (Mašín, 2000).

2.6 Theory of Constraints (TOC)

První zmínka o TOC byla uvedena v knize „The Goal“, jejímž autorem je Eliyahu M. Goldratt. Theory of constraints není jen filozofií, je to systematický přístup k identifikaci a maximálnímu využití omezení v daném systému, přináší cenné informace, na jejichž základě lze zvýšit produktivitu a dosáhnout stanovených cílů. (Košturiak a Frolík, 2006)

Prvním krokem v TOC je identifikace samotného omezení, přičemž TOC předpokládá, že v každém systému se nachází alespoň jedno omezení, které snižuje jeho výkon, může se jednat o strojní vybavení, materiál, pracovníky, interní předpisy apod. (Mašín, 2000).

Následně je nutné aplikovat systematický přístup, TOC je totiž postaven na holistickém pohledu na organizaci jako komplexní systém se vzájemně propojenými částmi, důraz je tedy kladen na omezení, při jehož odstranění je možné zvýšit efektivitu celého systému.

Klíčový postup při TOC obsahuje následujících pět kroků:

1. Identifikace daného omezení.
2. Využití tohoto omezení.
3. Vše musí být identifikovanému omezení podřízeno.
4. Omezení musí být maximálně vytíženo.
5. Celý proces je nutné zopakovat.

TOC není pouze zavedení jednorázového nápravného opatření na zjištěný nedostatek, jedná se o neustálý proces zlepšování. TOC iniciuje organizaci ke kontinuálnímu vyhledávání omezení za účelem průběžné optimalizace výkonu. Teorie omezení představuje rámec poznatků vedoucí k pochopení a zefektivnění faktorů, které jsou příčinnou omezení produktivity. Uplatněním principů TOC organizace zvýší efektivitu všech procesů napříč společnostmi, propustnost systému a konkurenceschopnost. (Tuček a Bobák, 2006)

2.7 DRUM BUFFER ROPE

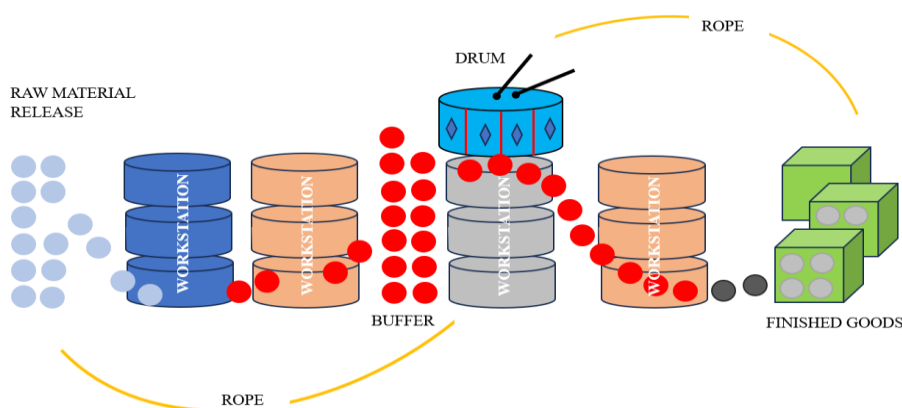
Podle TOC je výrobní proces řetězec událostí, z nichž žádná není rezistentní vůči nepředvídatelným vlivům, přesto je možné délku trvání jednotlivých operací zhruba odhadnout. Daný řetězec v sobě obsahuje nejslabší článek, kterým produkt musí projít, jedná se o výrobní zařízení s nejmenší kapacitou a zároveň také událost s nejdelší dobou trvání. Hovoříme-li o nejslabším článku, vždy to znamená, že je pouze jeden, pakli-že alespoň jeden z dílů tvořící finální produkt prochází při výrobě tímto nejužším místem (bottleneck), není možné těchto finálních výrobků vyprodukovat více, než kolik jich může projít tímto místem, nemá tedy smysl uvolňovat do výroby více či méně materiálu, než kolik spotřebuje toto pracoviště. Z toho vychází, že úzké místo určuje rytmus výroby, které nazýváme DRUM. Úzké místo určuje hranici průtoku celého výrobního systému, s tím souvisí i schopnost generovat zisk, žádná z ostatních výrobních operací tuto vlastnost nemá. Právě z tohoto důvodu musí úzké místo pracovat nepřetržitě a jeho využití musí být stoprocentní. Vznikne-li časová ztráta v úzkém místě, jedná se o ztrátu pro celý systém, čas ušetřený v jiném, než v úzkém místě, nemá žádný ekonomický význam. Úzké místo musí mít ochranu proti „vyhladovění“ správně dimenzovaným nárazníkem, BUFFEREM. (Basl, Majer a Šmíra, 2003)

Nachází-li se úzké místo uprostřed výrobního procesu, pak operace za úzkým místem disponují větší kapacitou, proud výrobků jimi velmi snadno proteče, i za předpokladu výpadků. Naopak při pohledu proti proudu je stěžejní odhad doby, za kterou se materiál dostane k úzkému místu, to následně definuje okamžik uvolnění materiálu. Tento časový údaj nazýváme ROPE, lano musí být dostatečně dlouhé, aby se ochranný nárazník nacházející se před úzkým místem nepřepřeloval ani neměl materiálu nedostatek.

Přínosy metody DBR:

- markantní snížení zásob,

- zvýšení průtoku,
- zlepšení predikovatelnosti výrobního procesu,
- snížení PDV,
- potenciál zacílení nástrojů pro zlepšování procesů do míst, ze kterých vzejdou měřitelné výsledky,
- usnadnění plánování oproti MRP II, zvýšení kontroly než v JIT,
- vodítko pro alokaci investic s reálnou výnosností. (Simsit, Günay a Vayvay, 2014)



Obrázek 3 DBR

(zdroj: vlastní, dle Simsit, Günay a Vayvay 2014)

2.8 Balancování linky

Balancování linky je jedním z klíčových prvků efektivního a plynulého řízení výroby. Cílem balancování linky je dosažení rovnoměrného rozložení cyklových časů mezi jednotlivé operátory, tak aby bylo minimalizováno plýtvání a oproti tomu maximalizována produktivita. Pro balancování linky je nutné provést důkladnou analýzu celého výrobního procesu, zmapovat všechny úkony a identifikovat úzká místa, která zpomalují nebo narušují plynulý provoz. Je nutné stanovit místa, kde dochází k prostojům a jaké činnosti jsou časově nejvíce náročné. Následně je možné přistoupit k standardizaci pracovních postupů. (Tománek, 2001)

Standardizace práce je prostředek využívaný ve výrobních podnicích k balancování operátorů na výrobní lince, definuje přesný sled operací, jenž musí být operátory dodržován. Zavedení tohoto standardu by mělo přinést snížení času výroby při nejvyšší kvalitě, vyrovnaní vytíženosti jednotlivých operátorů, snižuje tedy variabilitu a zvyšuje

predikovatelnost výsledků. Další klíčový aspekt představuje vyvážení pracovního zatížení, tzn. rovnoměrně rozdělit práci mezi operátory tak, aby žádná část linky nebyla přetížena nebo naopak poddimenzována, k tomu je možné využít flexibilní přístup k přerozdělování úkonů dle aktuálních potřeb. (Poláková, 2013)

- Takt time udává časový interval, ve kterém musí být dokončen jeden kus výrobku, aby byla uspokojena poptávka zákazníka. Představuje poměr mezi dostupným produkčním časem a počtem výrobků, které je nutné během této doby vyrobit.
- Cycle time je doba, za kterou pracovní stanice nebo operátor dokončí jednu část výrobního procesu. Na rozdíl od takt time, který je zaměřen na celý proces výroby dané jednotky, cycle time měří čas potřebný k dokončení konkrétního úkonu.

Pro docílení efektivního vybalancování linky je důležité sladit cycle time jednotlivých operací s takt time. V případě, že cycle time převyšuje takt time, dochází k prostojům a linka není schopna plnit zákaznickou poptávku. Naopak je-li cycle time nižší než takt time, může docházet k nevyužití potenciálu kapacity linky. (Řepa, 2006)

3 METODY MĚŘENÍ SPOTŘEBY ČASU

Analýza a měření práce se řadí mezi jednu z elementárních znalostí a dovedností průmyslového inženýra a specialistů na Lean. Svou nekomplikovaností a účinností patří mezi nástroje, prostřednictvím nichž lze redukovat plýtvání, zvyšovat efektivitu v procesech, určit optimální pracovní postup a definovat spotřeby časů na dílčí činnosti. V prvním kroku bychom se měli zaměřit na analýzu práce, tj. studium pracovních metod, jehož cílem je identifikace plýtvání, pokračovat zjednodušením dané práce a následně vytvořit optimální postup. Druhý krok spočívá v samotném měření práce, tedy určení spotřeby času na analyzovanou činnost. Z pohledu aplikovaných metod hovoříme o elementárních analytických nástrojích, mezi které řadíme špagetové diagramy, procesní analýzy a diagramy či mapování toku hodnot. (Jurová, 2015)

3.1 Přímé měření

Přímé měření spotřeby času se provádí pomocí stopek a zápisů do formulářů. V současnosti jsou již samozřejmě k dispozici specializovaná zařízení a softwary, které umožňují všechny údaje zachytit přímo v elektronické podobě.

Přímé měření můžeme dělit na dva základní přístupy, sledujeme-li pracovníka, jedná se o snímek pracovního dne, zaměříme-li se na čas operace, budeme hovořit o tzv. chronometráži. (Dlabač, 2015)

3.1.1 Snímek pracovního dne

Snímek pracovního dne patří do metod měření spotřeby času, při němž se přímo a kontinuálně měří a zaznamenává druh spotřeby času a jeho velikost v průběhu celé pracovní směny, a to buď určitého pracovníka, nebo výrobního zařízení. Snímky pracovního dne mají svá specifika:

- snímek pracovního dne jednotlivce je určen pro jednoho konkrétního pracovníka,
- snímek pracovního dne skupiny sleduje určitý počet pracovníků,
- vlastní snímek pracovního dne provádí samotný pracovník, který dokumentuje svou vlastní práci,
- hromadný snímek pracovního dne je realizován vždy jedním pozorovatelem, a to na více pracovištích současně. (Dennis, 2016)

3.1.2 Chronometráž

Metoda měření času označovaná jako chronometráž spočívá v rozdělení pracovního úkonu na dílčí segmenty, měření času nutného k jejich realizaci a následné analýze získaných dat. Chronometráž je tedy aplikována tehdy, je-li žádoucí měřit čas potřebný k provedení konkrétního úkonu nebo operace. Výstupem chronometráže jsou výkonové normy a zvýšení efektivity v pracovních procesech. (Zandin, 2020)

3.2 Nepřímé měření

Nepřímé měření známe též pod názvem systém předem definovaných časů, spočívá v rozboru dílčích úkonů na elementární pohyby, jimž je v dalším kroku přidělen index odrážející spotřebu času dle jejich náročnosti. Upřednostníme-li nepřímé měření před přímým, získáme odhad subjektivity za předpokladu určení stupně výkonu, z důvodu že nepřímé měření pracuje s výkonnostní úrovní 100 %. Získáme spotřebu času na operaci, která bude prováděna v budoucnu a získané hodnoty lze použít pro racionalizaci ať už pracoviště či pracovního postupu. (Mašín, 2000).

3.2.1 Kvalifikovaný odhad

Kvalifikovaný odhad se neřadí mezi exaktní metody pro určení času práce, na druhou stranu je nejrychlejším řešením, které se nabízí u zakázkové výroby. Vzhledem k tomu, že je zakázková výroba specifická svou neopakovatelností v dávkách, produktu či službě je často jednorázová využití kvalifikovaného odhadu vycházejícího ze zkušenosti, podobností s jinou zakázkou či dle detailní analýzy struktury dílčích procesů. (Basl, Majer a Šmíra, 2003)

3.2.2 MOST analýza

MOST analýza je akronymem z anglického názvu Maynard Operation Sequence Technique, tvoří systém pro analýzu a měření práce, který je velmi přesný a univerzální. Analyzovaný úkon je rozdělen na elementy, které reprezentují pohyby a každému z nich je přidělena číselná hodnota v jednotce TMU, přičemž 100 000 TMU je ekvivalent 1 hodiny. Součet ze získaných časů v TMU je následně převeden na sekundy. (Zandin, 2020)

Typy MOST analýzy:

- BasicMOST,
- MiniMOST,

- MaxiMOST,
- AdminMOST.

3.2.3 MTM (Methods Time Measurement)

Prostřednictvím metody MTM je možné strukturovat sekvence pohybů na pohyby elementární, ke každému z těchto pohybů je přidělena hodnota standardního času, která je předem odvozena od faktorů, které ovlivňují jeho uspořádání. MTM vychází ze základních 5 pohybů:

- uchopit,
- dosáhnout,
- pohybovat se,
- umístit a uvolnit.

Tyto pohyby tvoří 80-85 % všech činností, které jsou ovlivňovány lidským faktorem. Mimo tyto elementární pohyby se k deskripci používají následující úkony:

- využití tlaku,
- oddělení,
- kroucení,
- pohyb těla (kroky, rotace těla, chůze, předklon a vzpřímení, dřep a vzpřímení, pokleknutí na jedno koleno a návrat po předchozí pozici, pokleknutí na obě kolena a návrat do předchozí pozice, usazení a upuštění polohu v sedě),
- vizuální funkce. (Mašín, 2000).

3.2.4 Spaghetti diagram

Spaghetti diagram je jedním z nejjednodušších způsobů pro analýzu materiálového toku či pohybu osob uvnitř organizace. Tato metoda má za cíl určit nejoptimálnější cestu pro transport materiálu a také pohybu pracovníků, která se často využívá pro úpravu layoutu haly nebo pracoviště. Při sestavování spaghetti diagramu je nutné stanovit časový úsek a pracoviště, resp. jeho layout, v němž jsou zakreslovány všechny pohyby materiálu (zaměstnanci). Dle výsledků se následně hledají způsoby, jak zkrátit mapované trasy, tedy redukovat plýtvání v podobě nadbytečných pohybů. (Šimon a Miller, 2014).

4 PLÝTVÁNÍ

Jedním ze základních kamenů, na kterém bylo průmyslového inženýrství postaveno je identifikace a eliminace plýtvání. Za plýtvání se dá označit vše, co navyšuje náklady na výrobek či službu a zároveň nezvyšuje jeho hodnotu. Cílem je tedy systematické odstraňování všeho, co zákazník nezaplatí a na druhou stranu zlepšování všeho, co ano. Mezi základních 8 druhů plýtvání patří zásoby, čekání, nekvalita, přesuny, chyby vzniklé ve výrobě, nadprodukce, zbytečné pohyby, špatná komunikace včetně nevyužitého lidského potenciálu. (Svozilová, 2011)

4.1 Zásoby

Plýtvání v podobě zásob úzce souvisí s udržováním jejich správné výše, není-li množství zásob správně stanoveno ať už je to zapříčiněno výkyvy způsobenými zákaznickými forecasty (předpovědi objednávek) či interním plánováním, vzniká kapitál vázaný v nepotřebném materiálu či polotovarech, navíc jsou blokovány výrobní i logistické plochy, což lze též do značné míry finančně vyjádřit. (Bauera, 2012)

4.2 Čekání

Čekání na manipulační techniku, seřízení, naskladnění materiálu apod. zpomaluje transformaci vstupů na výstupy, může tedy vést k prodlevě v termínu dodání zákazníkovi. (Oudová, 2013)

4.3 NOK – nekvalita

NOK kusy, vícepráce spojené s přepracováním, opravy a různé korekce jsou hlavními představiteli plýtvání tohoto typu, protože všechny tyto úkony s sebou nesou další čas, práci i náklady. Redukce nekvality bývá řízena aplikací nástrojů pro řízení jakosti. (Jurová, 2015)

4.4 Přesuny

V tomto případě se jedná o jakýkoli komplikovanější transport, ať už se jedná o přesuny hmotných objektů nebo informací, které vyžadují čas, který je měřitelný v peněžních jednotkách. (Bauera, 2012)

4.5 Chyby vzniklé ve výrobě

U chyb, které vznikají ve výrobě, se může jednat o nesprávně designovaný technologický postup, chyby v dokumentaci jako jsou balící předpis či seřizovací pokyn, chyba může nastat i ze strany konstrukce apod. (Fekete, 2012).

4.6 Nadprodukce

Nadprodukcí není myšlena výroba v rámci určitého typu zásoby, ale výroba na sklad, která umocňuje zbylé druhy plýtvání, je tedy úzce spojena s celou škálou nákladových položek od spotřeby materiálu, energií, mezd až po neproduktivní časy. (Svozilová, 2011)

4.7 Nepotřebné pohyby

Každý zbytečný pohyb si vyžaduje čas, je-li navíc namáhavý, může být původcem pracovního úrazu, repetitivní pak mohou způsobit nemoc z povolání. Dalšími negativními výstupy nepotřebných pohybů je zmetkovitost či nutnost využití manipulačních prostředků apod. (Fekete, 2012).

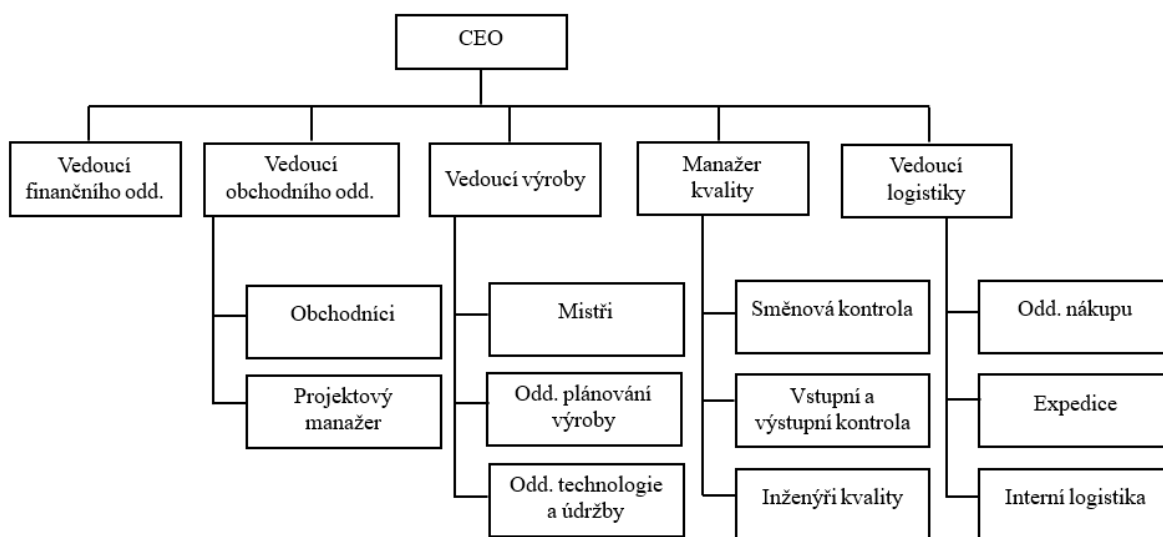
4.8 Špatná komunikace a nevyužitý potenciál zaměstnanců

V mnohých firmách oddělení řízení lidských zdrojů pracuje s talenty a rozvíjí jejich potenciál, stejně tak k tomu přistupují i vedoucí pracovníci, nepracuje-li se však s lidským kapitálem správně firma ztrácí kvalifikované pracovníky, což mimo ztráty know-how přináší i náklady na adaptaci nových zaměstnanců. (Svozilová, 2011)

II PRAKTICKÁ ČÁST

5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Auto Controls, s.r.o., byla založena 26. ledna 2005, Ing. Emanuelem Sedlářem, který je zároveň jednatelem a jediným společníkem firmy. Sídlo se nachází na ulici Edvarda Beneše 25/1, 617 00 Brno. Auto Controls, s.r.o., je jednou z nejrychleji rostoucích výrobců ovládacích lankových systémů pro automotive. K dnešnímu dni se 118 zaměstnanců podílí na vývoji a výrobě ve výrobním závodě v Brně. Systémy a komponenty pro uzamykací dveřní systémy do dveří motorových vozidel a jiných dopravních prostředků. Roční výroba okolo 16 mil. kusů se stala jednou z pěti největších produkcí mechanických ovládacích systémů pro automobily a dopravní prostředky. V ČR a SK je společnost největším výrobcem, v Evropě se řadí mezi 3 nejvýznamnější dodavatele. (interní dokumenty společnosti)



Obrázek 4 Organigram

(zdroj: interní dokumenty společnosti)

Funkční organizační strukturu firmy představují vedoucí pracovníci, kteří řídí jednotlivá oddělení, tato struktura je založena na specializaci a odbornosti jednotlivých členů týmu, vedoucí pracovník daného úseku zodpovídá za jeho efektivitu, koordinuje činnosti oddělení, stanovuje cíle, plánuje a definuje strategii. (interní dokumenty společnosti)

5.1 Portfolio produktů a jejich přidaná hodnota

Společnost Auto Controls, s.r.o. vyrábí bowdenová táhla, ovládací a řídící lanka pro motorové dopravní prostředky. Uvolňovací mechanismy společnosti Auto Controls, s.r.o.

se umísťují do dveří, pod kapotu nebo do sedadel. Na první pohled nejsou viditelné, nekazí tedy zákazníkovi estetický dojem, jejich použití je bezpečné a komfortní. V situaci, kdy v dopravním prostředku selže elektronika, právě tyto lankové systémy zabrání otevření dveří v situaci, kdy může jít o život, ale i naopak zajistí, aby dveře bylo možno otevřít, když se řidič či spolujezdci potřebují rychle dostat ven. (interní dokumenty společnosti)



Obrázek 5 Bowden

(zdroj: vlastní)

Společnost výrobu těchto mechanismů neustále vylepšuje, spolupracuje s prestižními značkami jako Aston Martin, Lamborghini, Bentley, Porsche a mnohé další. (interní dokumenty společnosti)

5.2 Poslání organizace

Společnost Auto Controls, s.r.o. spojuje společná vize a filozofie firmy. Její poslání je být nejlepší ve svém oboru a poskytovat svým zákazníkům ty nejlepší služby. Auto Controls, s.r.o. buduje firmu s globálním dosahem a velkým významem pro region, ve kterém působí, dává kvalitní pracovní příležitosti lidem a vytváří základ i pro následující generace. Společnost je respektovaná jak zákazníky, tak veřejností. Auto Controls, s.r.o. je

dodavatelem pro automotive, značky jako Škoda, Aston Martin, Bentley, atd. (interní dokumenty společnosti)

5.3 Vize organizace

Vize společnosti je být úspěšnou, moderní a konkurencí uznávanou firmou s výjimečným kolektivem, který vyvíjí, následně vyrábí a dodává inovativní produkty pro uzamykací systémy. Zákazníky vyhledávaná společnost, která má vyvážené vztahy založené na vzájemné důvěře. Společnost vybudovaná na společných hodnotách všech zaměstnanců.

Vize společnosti má všeobecnou definici, vizi i poslání má firma vyvěšenou ve společných prostorách, aby ji měli zaměstnanci na očích, tak aby ji zaměstnanci měli na paměti a na společných cílech spolupracovali. (interní dokumenty společnosti)



Obrázek 6 Výrobní závod

(zdroj: vlastní)

5.4 Strategie a strategické cíle

Strategie firmy sestává z 5 pilířů:

- podíl na trhu – být světová špička v oboru (investice do rozvoje výrobní kapacity, technologie, inovace),
- růst – zvyšovat objem prodeje každoročně o 12 % (rozvíjení vztahů se zákazníky; nové projekty, vývoj, inovace, konkurenceschopná cena),
- rentabilita – každoročně dosáhnout nejméně 8 % (viz výše uvedené),
- inovace – nejnovější technologie (automatizace, nové výrobní postupy, vývoj),
- pohotovost – rychlejší rozhodování (bez zbytečné byrokracie, flexibilní rozhodnutí a reakce na aktuální potřeby). (interní dokumenty společnosti)

Společnost Auto Controls, s.r.o. investuje do inovací a modernizace výrobní části firmy z vlastních prostředků, ale i prostředků zákazníků, kteří se podílejí na zvyšování produktivity na svých projektech. Investice na jednotlivé projekty tvoří 5 % celkového čistého zisku daného projektu (délka trvání projektu 5-10 let), tím zvyšuje konkurenceschopnost firmy. (interní dokumenty společnosti)

5.5 Procesy v organizaci

Procesní mapa společnost Auto Controls, s.r.o. (příloha XI) je klíčovým nástrojem pro vizualizaci všech významných procesů v organizaci. Mapa zobrazuje dílčí kroky v procesech, jejich vzájemné vazby a odpovědnosti jednotlivých oddělení. Procesní mapa slouží jako pomůcka při adaptaci nových zaměstnanců, poskytuje totiž vhled do fungování interních procesů. (interní dokumenty společnosti)

5.6 Provoz

Společnost se jak již bylo zmíněno, zabývá výrobou bowdenů pro automobilový průmysl, výroba disponuje tří podlažní budovou, tedy třemi halami, při čemž na každé hale je rozmístěno několik hnízd, každé toto pracoviště produkuje výrobky na několik projektů. Portfolio firmy zahrnuje 85 druhů bowdenů. V areálu jsou dislokovány dva hlavní sklady, sklad materiálu a hotových výrobků. Interní logistika zásobuje každé pracoviště dle plánu výroby. Plán výroby vychází z EDI objednávek, které se denně aktualizují, množství

ve výrobní dávce tedy kolísá, avšak struktura výroby se nemění. (interní dokumenty společnosti)

6 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Analytická část je zaměřena na vybrané montážní pracoviště bowdenů. V následujících podkapitolách je výrobek a jeho technologický postup detailněji popsán, stejně tak je zde vyhotoven layout pracoviště a Spaghetti diagram, před zahájením samotného projektu racionalizace. Na základě získaných informací je zde provedeno kontrolní přeměření délky trvání operace a snímky pracovního dne, na jejichž základě jsou následně provedeny náměry a aktualizovány normy. V závěru kapitoly jsou uvedeny zjištěné nedostatky vycházející z provedené analýzy.

Montážní pracoviště bowdenů, které je předmětem této diplomové práce bylo pro racionalizaci vybráno z důvodu, že ze všech linek vykazuje nejnižší hrubou marži. Vzhledem na smluvní podmínky jednotlivých projektů, kdy bowdeny jsou dodávány řádově několik let za stejnou cenu, ale náklady firmy na jejich výrobu se každoročně zvyšují, což vyžaduje optimalizaci výrobních procesů, prostřednictvím nichž bude dosaženo zvýšení ziskovosti právě snížením nákladů na jejich výrobu.

6.1 Popis vybraného montážního pracoviště

Na daném montážním pracovišti probíhá sériová výroba, resp. montáž deseti druhů výrobků, bowdenů. Práce probíhá v 12hodinových směnách, přičemž oba výrobní týmy, resp. směny zahrnují pět pracovníků, jejichž pracovní zařazení je operátor výroby. Výstup za hodinu je uzpůsoben forecastu (předpovědi objednávek) zákazníků a KPI je ukazatel produktivity na pracovišti za 1 hodinu práce celého výrobního týmu. Data uvedená v tabulce č. 1 reprezentují parciální produktivitu pro jednotlivé výrobky a jsou ve firmě považována za 100 % plnění a zároveň je to garantovaný výstup pro zákazníka.

Tabulka 1 Parciální produktivita týmu za 1 hodinu

Výrobek	Výstup (ks / h)
VA.S1	240
VB.S1	240
VC.S2	240
VD.S2	240
VE.S3	240
VF.S3	240
VG.S4	240
VH.S4	240
VI.S5	285
VJ.S5	285

(zdroj: interní dokumenty společnosti)

V níže uvedené tabulce je přehled opracovaných hodin v jednotlivých měsících včetně mzdových nákladů, přičemž struktura výroby je v každém měsíci totožná, liší se pouze množství u jednotlivých zakázek v rámci několika obalových jednotek, které jsou ekvivalentem hodinového výstupu linky. Všechny výpočty budou následně vycházet z průměrných hodnot.

Tabulka 2 Přehled mezd v jednotlivých měsících

Měsíc	Počet hodin v pracovním měsíci	Počet odpracovaných hodin (5 operátorů)	Mzdové náklady v Kč
Leden	484	2420	382 360
Únor	473	2365	373 670
Březen	440	2200	347 600
Duben	462	2310	364 980
Květen	440	2200	347 600
Červen	430	2150	342 386
Červenec	462	2310	364 980
Srpen	330	1650	260 700
Září	462	2310	364 980
Říjen	480	2400	378 884
Listopad	396	1980	312 840
Prosinec	421	2105	330 220
Průměr	440	2200	347 600

(zdroj: interní dokumenty společnosti)

V tabulce č. 3 ve sloupci Takt time (ks/min) je uveden počet kusů, které musí být za minutu na lince vyrobeny, aby požadavky zákazníka byly pokryty, výpočet dle vzorce 1 je vzor výpočtu takt time pro výrobek Va.S1, tj. podíl dostupného času linky a požadovaného měsíčního objemu, Takt time (s/ks) udává v jakém taktu, v sekundách musí být vyroben 1 kus. Výpočty pro všechny výrobky vycházející z tohoto vzorce jsou uvedeny v tabulce č. 3.

$$Takt\ time = \frac{\text{dostupný čas linky}}{\text{poptávka zákazníka}} \quad (1)$$

$$Takt\ time = \frac{129\ 600}{8640} = 15\ \text{s/ks}$$

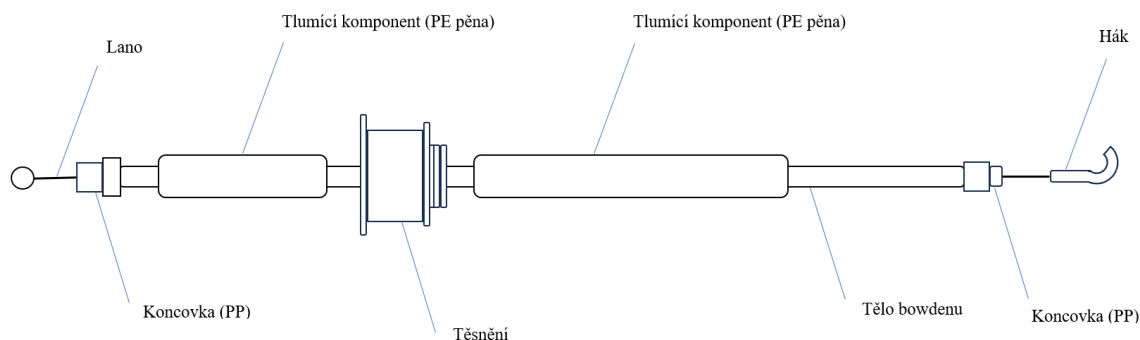
Tabulka 3 Průměrný objem požadovaný zákazníkem za měsíc

Výrobek	Délka trvání zakázek (h)	Dostupný čas linky (s)	Požadovaný měsíční objem (ks)	Takt time (ks/min)	Takt time (s/ks)
VA.S1	36	129600	8640	4	15
VB.S1	40	144000	9600	4	15
VC.S2	55	198000	13200	4	15
VD.S2	45	162000	10800	4	15
VE.S3	30	108000	7200	4	15
VF.S3	30	108000	7200	4	15
VG.S4	60	216000	14400	4	15
VH.S4	60	216000	14400	4	15
VI.S5	42	151200	11970	4,75	12,63
VJ.S5	42	151200	11970	4,75	12,63

(zdroj: interní dokumenty společnosti)

6.2 Popis výrobku

Bowden je speciální druh kabelu, který umožňuje přenesení mechanické síly a energie. Základní části bowdenu jsou pružný obal a pevné jádro. Obal, resp. tělo bowdenu slouží jako chránič a zajišťuje správné vedení lanka, tj. odolné ocelové vlákno, které přenáší sílu. Kovové koncovky pevně upevňují lanko v bowdenu. Plastové koncovky slouží pro uchycení v místě užití. Tlumící komponenty bowden chrání, slouží jako izolace a zároveň absorbují vibrace a snižují hluk.



Obrázek 7 Výkres bowdenu

(zdroj: vlastní)

Níže uvedená tabulka obsahuje průměrné ceny jednotlivých komponent pro výrobu kalkulovaných finálních výrobků VA.S1-VJ.S5. Ceny budou zohledněny ve výpočtu rozpracované výroby v rámci počtu odpracovaných hodin, které převyšují hodinový rozsah nutný pro produkci požadovaného výstupu linky.

Tabulka 4 Ceny jednotlivých komponent

Kusovník v Kč/jednotku	Výrobek									
	VA.S1	VB.S1	VC.S2	VD.S2	VE.S3	VF.S3	VG.S4	VH.S4	VI.S5	VJ.S5
Přířez tlumiče (krátký)	0,011	0,011	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Přířez tlumiče (dlouhý)	0,015	0,015	0,140	0,140	0,140	0,140	0,120	0,120	0,120	0,120
Tuelle	1,400	1,400								
Gromet			1,780	1,780	2,200	2,220	2,050	2,350	1,890	1,910
Plastová koncovka pravá	0,800	0,800	0,950	0,930	0,460	0,490	0,780	0,760	0,640	0,640
Plastová koncovka levá	0,800	0,800	0,950	0,920	0,460	0,490	0,780	0,730	0,340	0,320
Lano	0,540	0,530	0,450	0,450	0,480	0,440	0,470	0,480	0,460	0,470
Polotovar bowdenu	2,510	2,500	2,640	2,640	3,840	3,840	2,460	2,460	2,470	2,440
Klip	0,500		0,650							
Hák	0,890	0,890	0,780	0,760	0,790	0,790	0,810	0,820	0,760	0,790
Cena celkem	7,466	6,946	8,350	7,630	8,380	8,420	7,480	7,730	6,690	6,700

(zdroj: interní dokumenty společnosti)

6.3 Technologický postup

Operace u jednotlivých výrobků jsou totožné, u dvou výrobků je navíc operace montáž klipu. Rozdílem jsou dílčí komponenty v kusovníku, které se liší, pevností, délkou, tloušťkou a velikostí.

První operace:

Na polotovar bowdenu je navlečen první tlumicí komponent, což je přířez z polyethylenové pěny (kratší kus), následně je navlečen gromet či tuelle v závislosti na tom, o jaký druh výrobku se jedná, gromet a tuelle zastávají funkci těsnění, po umístění tohoto komponentu se pomocí přípravku provede jeho pozicování, poté je navlečen další přířez z PE pěny (delší kus).



Obrázek 8 Pozicování těsnění

(zdroj: vlastní)

Druhá operace:

Další operace probíhá na lisovacím zařízení, bowden je vložen do zakladačů, které zajistí správnou polohu a vzdálenost vůči bowdenu, po jeho spuštění jsou zalisovány koncovky na obou stranách polotovaru.



Obrázek 9 Lisování koncovek

*(zdroj: vlastní)***Třetí (čtvrtá) operace:**

Do tvrdého jádra bowdenu je vloženo ocelové lanko s již nastříknutou koncovkou ze slitiny zinku, hliníku a dalších příměsí. Je-li na daném výrobku klip, ten se aplikuje pomocí přípravku, který zajistí jeho správnou pozici.

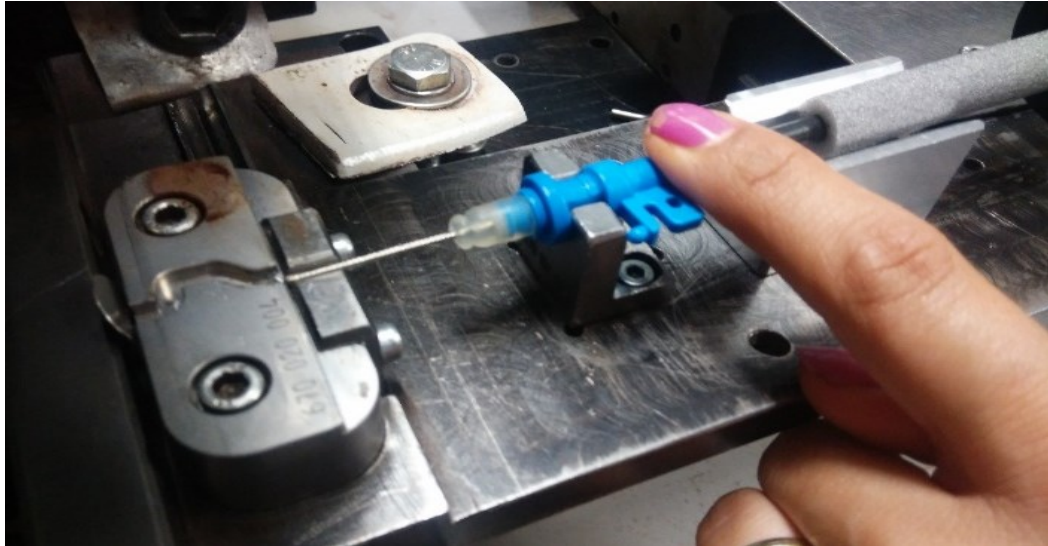


Obrázek 10 Návlek lana

(zdroj: vlastní)

Pátá operace:

Operace lisování háku probíhá na menším lisovacím zařízení, koncovka, které je součástí ocelového lanka a tělo bowdenu jsou vloženy do zakladače pro určení správné vzdálenosti pro zalisování háku, do kavity je vloženo lano, po spuštění zařízení proběhne zalisování.



Obrázek 11 Lisování háku

(zdroj: vlastní)

Šestá operace:

Kontrola zahrnuje několik kroků, jedná se o změření vzdáleností mezi plastovými koncovkami, mezi koncovkou na lanku a hákem, vizuální kontrolu všech komponent a jejich bezvadnost.

Tabulka 5 Stávající normy

Výrobek	Montáž tlumících komponent	Montáž plastových koncovek	Montáž lana do sestavy	Montáž klipu	Lisování háku	Výstupní kontrola
Norma operace (s)						
VA.S1	20	7	4	14	15	15
VB.S1	25	13	6		15	15
VC.S2	20	7	4	13	15	15
VD.S2	20,5	15	6		15	15
VE.S3	25	14	6		15	15
VF.S3	25	14	6		15	15
VG.S4	25	14	6		15	15
VH.S4	25	14	6		15	15
VI.S5	25	7	6		10	15
VJ.S5	25	7	6		10	15

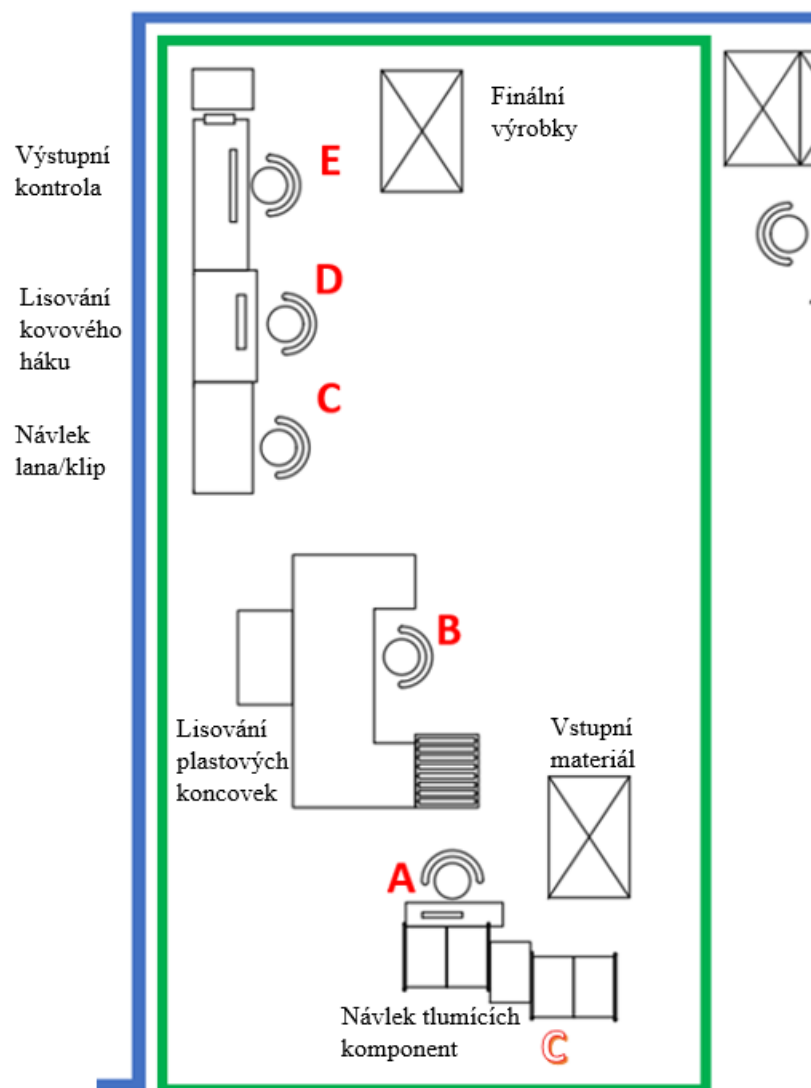
(zdroj: interní dokumenty společnosti)

Tabulka výše obsahuje stávající normy, přebrané z plánu výroby, smlouvy na jednotlivé projekty (produkty) jsou v běhu od 2-5 let, doba trvání projektu je smluvně stanovena na 9 až 10 let v návaznosti na celkové množství, které je rozděleno v dílčích odvolávkách. Normy po dobu celého projektu neprošly revizí i přesto, že na pracovišti byly realizovány v průběhu uplynulých let změny přípravků, úpravy výrobních zařízení, dokonce i drobné modifikace samotných výrobků. Z tabulky výše můžeme vidět, že operace nejsou vybalancované do taktu zákazníka.

6.4 Stávající layout

Stávající uspořádání linky je situováno pro 5 operátorů, přičemž pracoviště pro první operaci částečně kalkuluje se dvěma operátory, kteří pracují naproti sebe, jeden z operátorů vykonává práci ve stoje (operátor C) a druhý v sedě v místě, kde se nachází přípravek na pozicování těsnění (operátor A). Na válečkovém dopravníku za zády tohoto operátora se nachází KLT box, do kterého ukládá díly pro následující operaci. Po zpracování polotovaru na stroji pro lisování plastových koncovek (operátor B), díly propadávají v zadní části zařízení do KLT boxu, odkud je operátor z návleku lana (montáže klipu) přenesen na své pracoviště (operátor C), po zpracování dílu přechází na lisování háku (operátor D) a finální

kontrolu (operátor E). Vstupní materiál se nachází u první operace na standardní paletě, paleta pro hotové výrobky je umístěna u výstupní kontroly. U jednotlivých výrobků se liší rotace pracovníků v závislosti na jejich vytížení, na operaci č. 1 tedy může být s operátorem A, který je plně vytížen, kterýkoli z ostatních operátorů.



Obrázek 12 Stávající layout linky

(zdroj: vlastní)

Manipulant dle plánu výroby zajistí kompletní dodávku všech komponent přímo na pracoviště a umístí ji do prostoru pro vstupní materiál, odkud část rozdistribuuje na dílčí pracoviště a zbývající materiál doplňuje v průběhu směny, vždy před odvozem hotových výrobků.

Na pracovišti „návlek tlumících komponent“ jsou ve čtyřech boxech umístěny polotovary bowdenu, tlumící komponenty dvou rozměrů a těsnění, po vykonání operace je bowden umístěn do KLT boxu na zády operátora, kde přechází na lisování plastových koncovek.



Obrázek 13 Lisování plastových koncovek

(zdroj: vlastní)

Koncovky jsou umístěny ve žlabu na stroji, po zalisování bowden vypadne na výstupním bodu ze zadní strany stroje do KLT boxu, který je následně přemístěn operátorem na návlek lana (montáž klipu), box s lany a klipy je umístěn na výsuvné desce pod stolem. Bowden s navlečeným lanem (klipem) operátor odloží na vedlejší stůl na operaci lisování kovového háku, háčky jsou umístěny na pracovní ploše operátora, po zalisování je bowden přesunut na výstupní kontrolu, odkud jej operátor přesune do připraveného KLT boxu. Boxy jsou ukládány na paletu určenou pro finální výrobky, kterou manipulant odváží do skladu hotových výrobků.

6.5 Gemba walk

Prostřednictvím gemba walk bylo provedeno pozorování, které vedlo k určení problémů v procesu na analyzovaném pracovišti montáže bowdenů. Jak je uvedeno v tabulce č. 6, autor

práce spolu s týmem provedli toto pozorování, díky němuž bylo identifikováno několik druhů plýtvání na pracovišti.

Tabulka 6 Gemba walk

Oblast analýzy	Produktivita práce na pracovišti montáž bowdenů	
Aktuální výroba	VA.S1	
Tým	QA manažer, vedoucí výroby, procesní inženýr	
Typy plýtvání	Observace	Zlepšení
Zásoby	Reálný cycle time neodpovídá stanovené normě	Úprava norem
Čekání	Špatná koordinace, čekání na polotovary z předchozí operace	Změna organizace práce
Nadprodukce	Operátoři generují nedokončenou výrobu, která se hromadí mezi operacemi (návlek tlumících komponent, lisování plastových koncovek a návleku lana)	Redukce přidělených člověkohodin na zakázku
Přesuny	Operátoři manipulují s materiálem, paletami a KLT boxy	Vytížení operátorů
Nepotřebné pohyby	Operátoři odcházejí z pracoviště pro obalové jednotky a materiál	
Špatná komunikace mezi operátory, nevyužitý lidský kapitál	Organizace pracoviště a práce, neefektivně využitý fond pracovní doby	Změna layoutu

(zdroj: vlastní)

Vzhledem na strukturu výrobních operací, kde u návleku lana a tlumících komponent není nutný přípravek ani strojní zařízení je možné, aby na dané operaci bylo více operátorů zároveň a vytvářeli buffer pro navazující pracoviště, díky předimenzované kapacitě pracovníků, tak i postupují, avšak rotace není koordinovaná, dochází k plýtvání v podobě čekání na polotovary z předchozí operace, nevyužití pracovního fondu pracovníků, kdy se pohybují po pracovišti, chystají obalové jednotky, které standardně připravuje manipulant, často odcházejí mimo pracoviště. Z důvodu navýšené rozpracované výroby dochází k hromadění KLT boxů s polotovary, které nemohou být v průběhu plánované doby určené pro danou zakázku zpracovány z důvodu, že zůstanou ve frontě před úzkým místem, operátoři s boxy manipulují kvůli omezenému prostoru pracoviště. Ke kumulaci polotovarů

dochází na pracovištích návlek tlumících komponent, lisování plastových koncovek a návlek lana, ke konci zakázky klesá pracovní tempo operátorů, dokončují rozpracované kusy, soustředí se pouze na požadovaný výstup linky, finální rozpracovanost je tedy mnohem nižší než počet, který by odpovídal normě, rozpracovanost však není nijak vyhodnocována, operátoři se začínají znatelně volně pohybovat po pracovišti. Prostorové uspořádání pracoviště neumožňuje synchronizaci a ztěžuje komunikaci mezi operátory. Následující kapitola je tedy věnována kontrolním náměrům, snímkování pracovního dne a analýze toku materiálu, výstupy z těchto metod poslouží jako podklady pro následné návrhy na zlepšení.

6.5.1 Kontrolní náměry

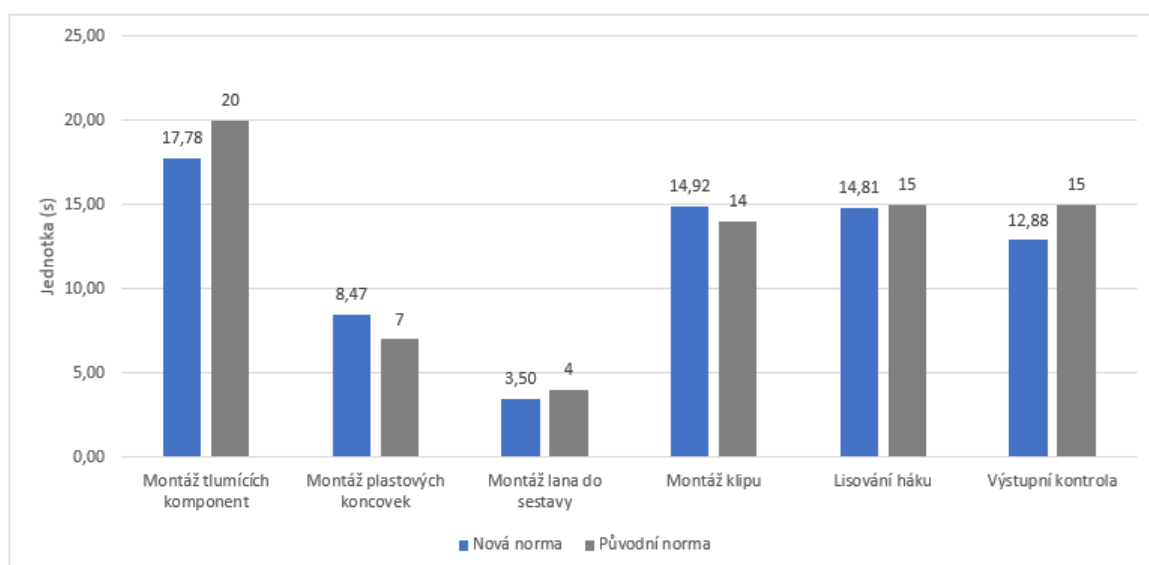
Na základě pozorování bylo zjištěno, že současné normy nejsou odpovídající, proto byly pro ověření správnosti provedeny kontrolní náměry, v počtu deseti měření na operaci viz tabulka č. 7. Jako kontrolní vzorky byly vybrány dva výrobky a to VA.S1, který obsahuje montáž klipu a výrobek VB.S1, který tuto operaci neobsahuje. Průměr z naměřených hodnot slouží ke stanovení nové normy času.

Tabulka 7 Náměry výrobku VA.S1

Výrobek	Montáž tlumících komponent	Montáž plastových koncovek	Montáž lana do sestavy	Montáž klipu	Lisování háku	Výstupní kontrola
Náměr						
VA.S1	17,45	8,18	3,39	14,78	14,45	12,97
	17,48	8,28	3,56	14,49	14,19	12,6
	17,43	8,24	3,53	14,6	14,48	12,5
	17,43	8,28	3,36	14,97	14,77	12,36
	17,48	8,36	3,53	14,48	14,35	12,73
	17,5	8,24	3,47	14,87	14,79	12,55
	17,33	8,35	3,36	14,49	14,37	12,57
	17,2	8,26	3,53	14,42	14,69	12,38
	17,52	8,44	3,23	14,59	14,39	12,78
	17,5	8,37	3,37	14,54	14,68	12,87
Průměr	17,43	8,3	3,43	14,62	14,52	12,63
Norma (+2%)	17,78	8,47	3,5	14,92	14,81	12,88

(zdroj: vlastní)

K průměru ze získaných náměrů byla připočtena přírážka 2 %, stejně jako je tomu u stávajících norem, abychom vycházeli z komparativních dat, tato přírážka je historicky součástí všech norem napříč projekty a zohledňuje snížené pracovní tempo operátorů. Výsledek je zobrazen v grafu níže, kde jsou jasně patrné rozdíly. Nové náměry včetně přírážky jsou v grafu označeny jako „Nová norma“. Ovšem je nutné brát v úvahu, že počet náměrů je příliš malý k objektivnímu stanovení normy, proto se o této problematice bude detailněji pojednávat v podkapitole 6.6.



Obrázek 14 Graf srovnání norem VA.S1

(zdroj: vlastní)

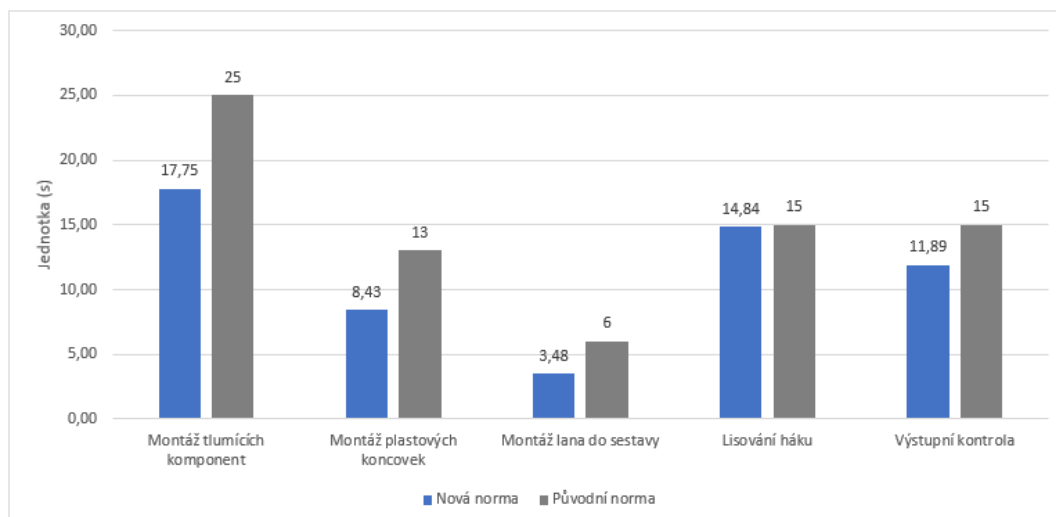
Obdobně jako v předchozím případě je i u náměrů k výrobku VB.S1 připočtena přírážka ve výši 2% pro relevanci srovnávaných dat.

Tabulka 8 Náměry výrobku VB.S1

Výrobek	Montáž tlumících komponent	Montáž plastových koncovek	Montáž lana do sestavy	Lisování háku	Výstupní kontrola
Náměr					
VB.S1	17,4	8,06	3,19	14,3	11,76
	16,69	8,03	3,4	14,11	11,87
	17,67	8,69	3,29	14,67	11,87
	17,76	8,34	3,44	14,21	11,33
	17,42	8,15	3,54	15,02	11,64
	17,99	8,45	3,59	15,13	11,65
	17,32	8,07	3,53	14,39	11,48
	16,74	8,24	3,74	14,36	11,73
	17,45	8,38	3,28	14,97	11,67
	17,54	8,23	3,1	14,36	11,58
Průměr	17,4	8,26	3,41	14,55	11,66
Norma (+2 %)	17,75	8,43	3,48	14,84	11,89

(zdroj: vlastní)

Původní norma stanovená pro tento výrobek VB.S1 a výsledky měření upravené o přírážku, opět v grafu nazvané jako „Nová norma“ se v tomto případě znatelně liší, což je patrné z grafu níže. Na základě srovnání naměřených hodnot a výchozích norem je nezbytné provést revizi těchto norem.



Obrázek 15 Graf Srovnání norem VB.S1

(zdroj: vlastní)

6.5.2 Kontrolní snímek pracovního dne

Pro ověření zjištění z pozorování týkajícího se nízkého vytížení operátorů byly vypracovány snímky pracovního týmu na lince, vzhledem k tomu, že na lince se vyrábí 10 druhů výrobků, byly i pro snímkování vybrány 2 výrobky, a to VA.S1, který reprezentuje skupinu výrobků neobsahující operaci montáž klipu a VB.S1, který tuto operaci obsahuje.

Níže uvedená tabulka obsahuje všechny časové údaje o práci a prostojích všech pěti operátorů na lince v průběhu jedné směny (12h), při výrobě bowdenu s názvem VA.S1, přičemž je zřejmé, že fond pracovní doby není plně využit k plnění pracovních úkolů.

Pokud je operátor „mimo pracoviště“ pohybuje se v prostorách denní místnosti, v jiném podlaží budovy, nachází se na jiných linkách, vyřizuje si soukromé hovory nebo se jedná o osobní přestávku.

V případě kategorie „manipulace“ se jedná o přenášení a přeskupování KLT boxů se vstupním materiálem, polotovary a finálními výrobky, přenášení prázdných boxů z jiných pracovišť a manipulaci s paletami.

V případě „čekání (nečinnosti)“ operátor čeká na polotovary z předchozí operace, což je způsobeno špatnou koordinací pracovníků v rámci linky.

„Přestávka pracovníka“ je standardní doba vycházející z legislativy, kdy má pracovník nárok na oddech a jídlo. V rámci snímků pracovního dne je tato doba pevně stanovena, pokud je operátor déle mimo pracoviště, je tento čas zahrnut do kategorie „mimo pracoviště“.

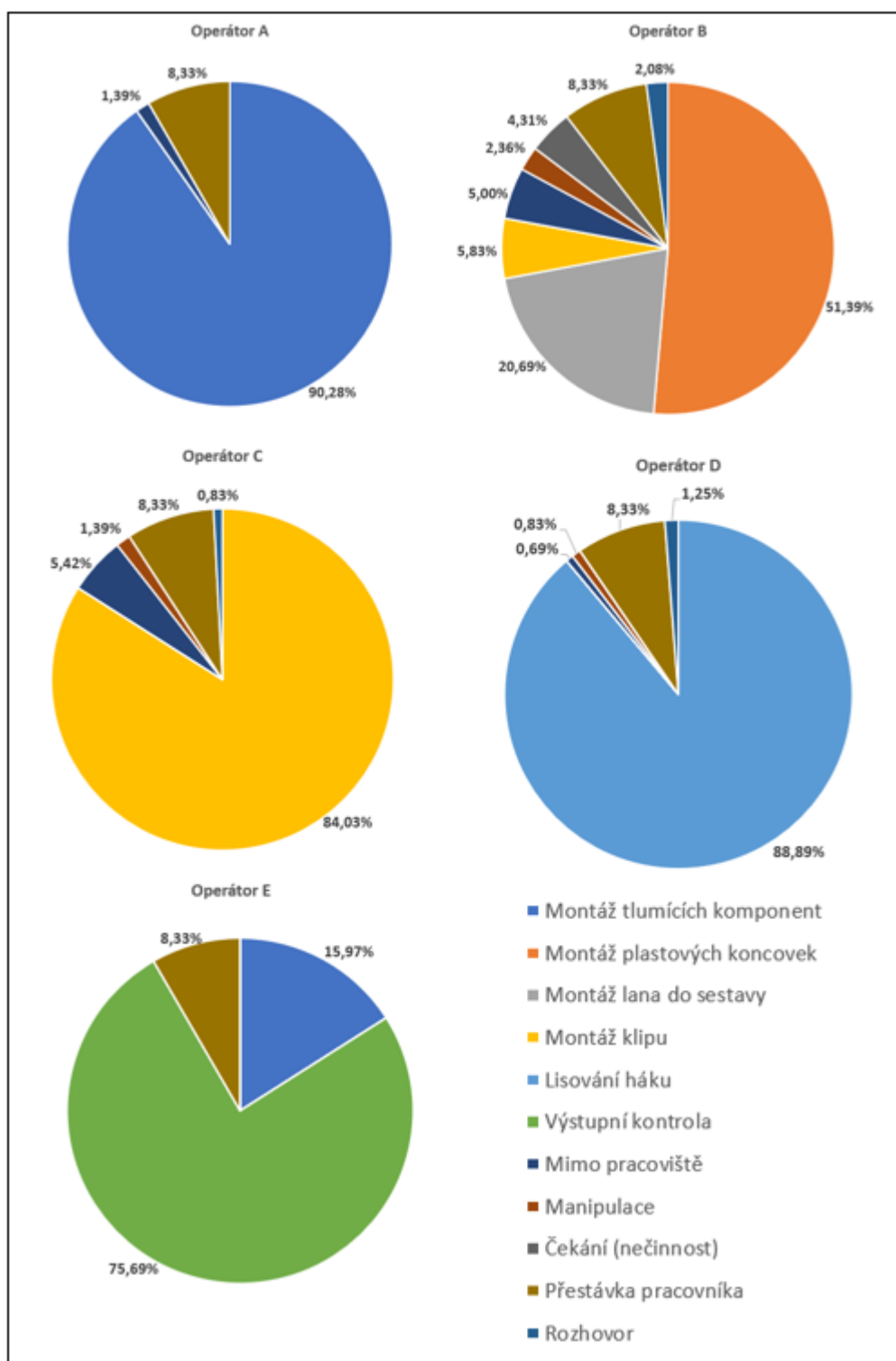
Kategorie „rozhovor“ zahrnuje nepracovní osobní rozhovory mezi operátory v rámci linky nebo jiných pracovišť, kdy nevykonávají žádnou z montážních operací.

Tabulka 9 Snímek pracovního dne (VA.S1)

Datum:	23.09.2024						
Směna:	Odpolední						
Od-do	14:00-22:00	Operátor					
Výrobek	VA.S1						
Kategorie	Operace	A	B	C	D	E	Celkem
1	Montáž tlumících komponent	10:50:00				1:55:00	12:45:00
2	Montáž plastových koncovek		6:10:00				6:10:00
3	Montáž lana do sestavy		2:29:00				2:29:00
4	Montáž klipu		0:42:00	10:05:00			10:47:00
5	Lisování háku				10:40:00		10:40:00
6	Výstupní kontrola					9:05:00	9:05:00
7	Mimo pracoviště	0:10:00	0:36:00	0:39:00	0:05:00		1:30:00
8	Manipulace		0:17:00	0:10:00	0:06:00		0:33:00
9	Čekání (nečinnost)		0:31:00				0:31:00
10	Přestávka pracovníka	1:00:00	1:00:00	1:00:00	1:00:00	1:00:00	5:00:00
11	Rozhovor		0:15:00	0:06:00	0:09		0:30:00

(zdroj: vlastní)

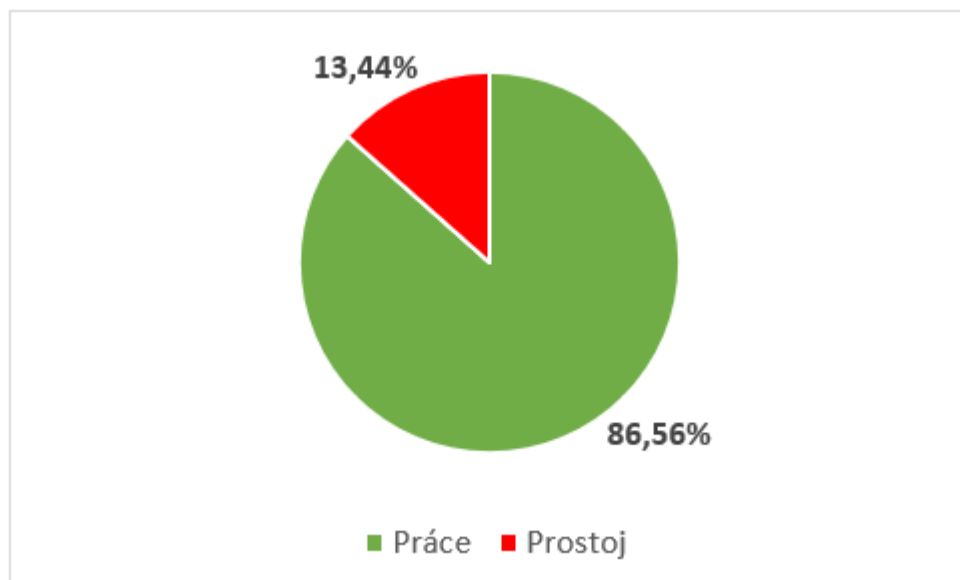
V grafu 16 je zobrazeno procentuální využití fondu pracovní doby ve 12 hodinové směně všech pěti operátorů připadající na šest operací.



Obrázek 16 Graf snímku pracovního dne

(zdroj: vlastní)

Graf níže zobrazuje sumarizaci práce a prostojů všech pracovníků za 1 směnu (12h), při výrobě bowdenu VA.S1, práce představuje 86,56 %, tj. 3116 minut, prostoj ve výši 13,44 % zahrnuje i zákonnou přestávku na jídlo a oddech, která činí z celkových 484 minut prostoje 300 minut, čili samotný prostoj odpovídá 184 minutám.



Obrázek 17 Graf práce vs. prostoj

(zdroj: vlastní)

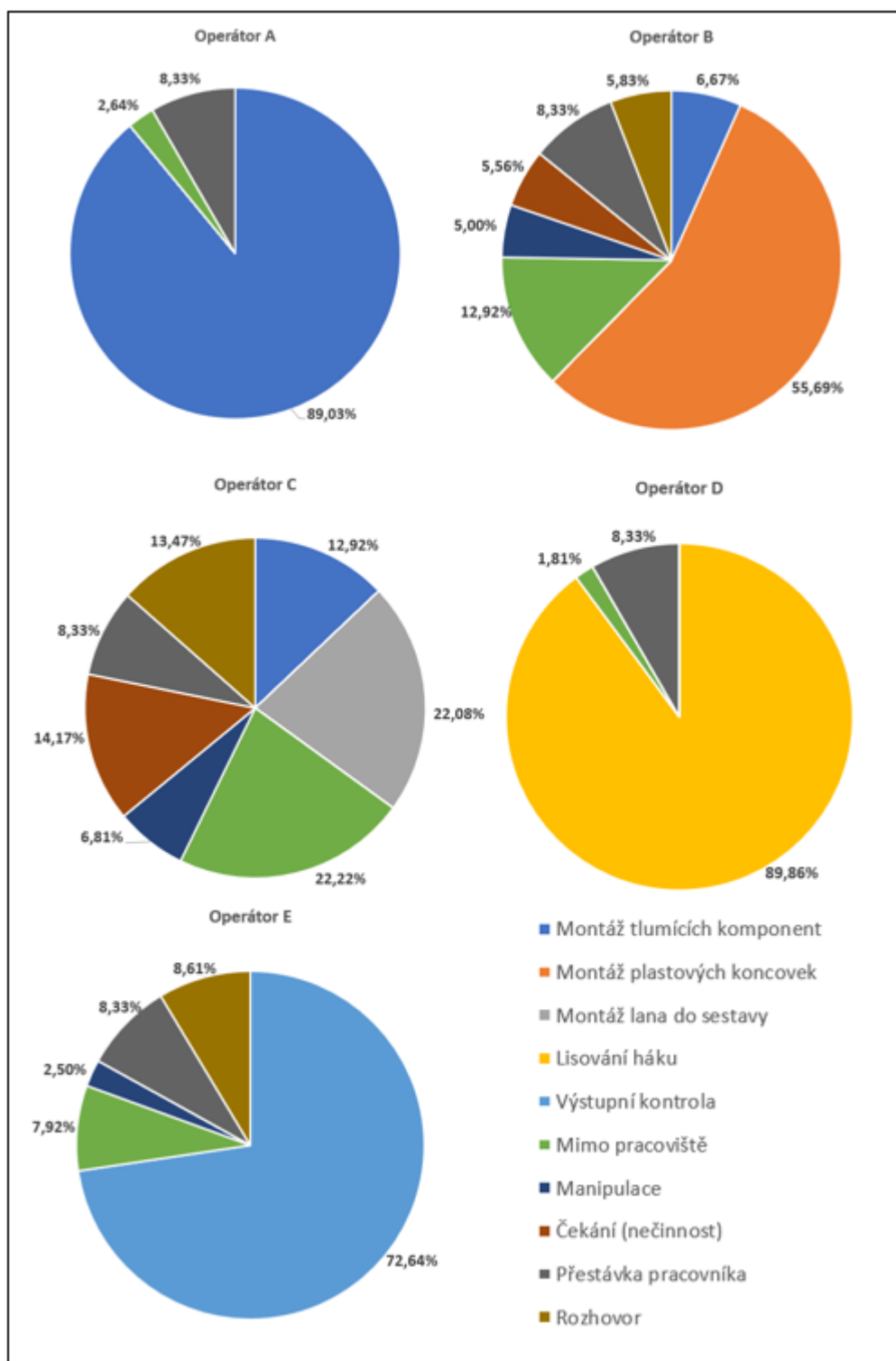
Níže uvedená tabulka obsahuje všechny časové údaje o práci a prostojích všech operátorů na lince při výrobě bowdenu s názvem VB.S1, přičemž je zřejmé, že fond pracovní doby není plně využit k plnění pracovních úkolů, v porovnání s předchozím případem jsou zde výsledky alarmující a prostoje dosahují mnohem vyšších hodnot.

Tabulka 10 Snímek pracovního dne (VB.S1)

Datum:	26.09.2024						
Směna:	Ranní						
Od-do	6:00-14:00	Operátor					
Výrobek	VB.S1						
Kategorie	Operace	A	B	C	D	E	Celkem
1	Montáž tlumicích komponent	10:41:00	0:48:00	1:33:00			13:02:00
2	Montáž plastových koncovek		6:41:00				6:41:00
3	Montáž lana do sestavy			2:39:00			2:39:00
5	Lisování háku				10:47:00		10:47:00
6	Výstupní kontrola					8:43:00	8:43:00
7	Mimo pracoviště	0:19:00	1:33:00	2:40:00	0:13:00	0:57:00	5:42:00
8	Manipulace		0:36:00	0:49:00		0:18:00	1:43:00
9	Čekání (nečinnost)		0:40:00	1:42:00			2:22:00
10	Přestávka pracovníka	1:00:00	1:00:00	1:00:00	1:00:00	1:00:00	5:00:00
11	Rozhovor		0:42:00	1:37:00		1:02:00	3:21:00

(zdroj: vlastní)

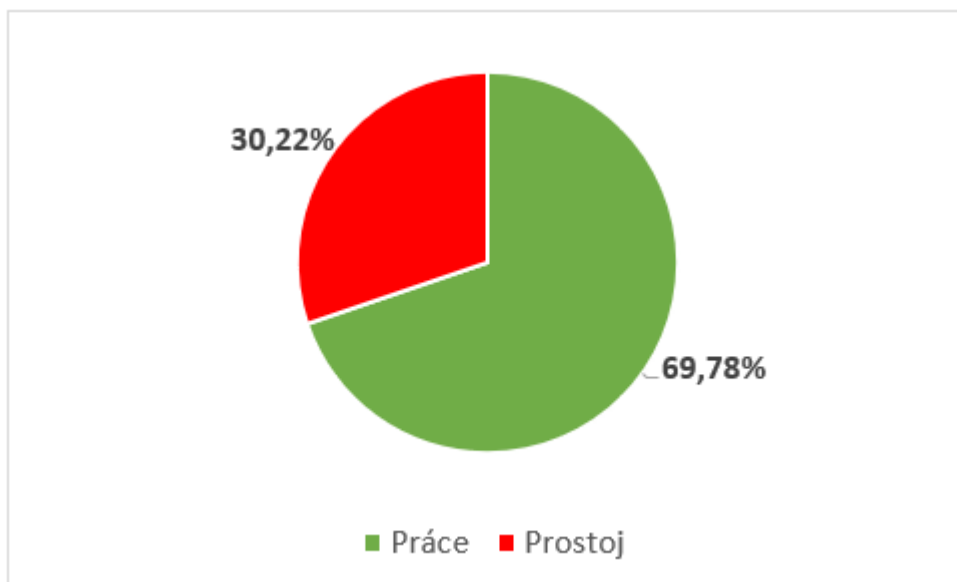
V grafu č. 18 je zobrazeno procentuální využití fondu pracovní doby ve 12 hodinové směně všech pěti operátorů připadající na pět operací.



Obrázek 18 Graf snímku pracovního dne

(zdroj: vlastní)

Graf níže zobrazuje sumarizaci práce a prostojů všech pracovníků za 1 směnu (12h), při výrobě bowdenu VB.S1, práce představuje 69,78 %, tj. 2512 minut, prostoje ve výši 30,22 % zahrnuje i zákonnou přestávku na jídlo a oddech, která činí z celkových 1088 minut prostoje 300 minut, čili samotný prostoje odpovídá 788 minutám.



Obrázek 19 Graf práce vs. prostoje

(zdroj: vlastní)

6.6 Aktualizace norem

Na základě potvrzení z kontrolních měření o nesprávném nastavení norem bylo u jednotlivých operací provedeno 20 náměrů, pro zachování objektivity vždy u 3 různých operátorů, celkem tedy 60 náměrů připadajících na 1 operaci, k zprůměrovanému času byla přidělena přírážka 2 % (zohledňuje snížené pracovní tempo operátorů) viz příloha I-X.

Tabulka 11 Aktualizovaný seznam norem

Výrobek	Montáž tlumících komponent	Montáž plastových koncovek	Montáž lana do sestavy	Montáž klipu	Lisování háku	Výstupní kontrola
Norma operace (s)						
VA.S1	17,8	8,5	3,5	15	15	13
VB.S1	17,8	8,5	3,5		15	12
VC.S2	17,2	10,8	3,5	11,5	15	15
VD.S2	17,2	10,8	3,5		15	12
VE.S3	21	8,5	6		15	8,5
VF.S3	21	8,5	6		15	8,5
VG.S4	15	8,5	3,5		11	7,5
VH.S4	15	8,5	3,5		11	7,5
VI.S5	15	8,5	3,5		11	9
VJ.S5	15	8,5	3,5		11	9

(zdroj: vlastní)

V tabulce níže je zobrazeno srovnání původní a nově nastavené normy, tato data jsou nezbytná pro provedení výpočtů, které určí optimální počet operátorů. Výsledky těchto výpočtů jsou součástí následující kapitoly.

Tabulka 12 Srovnání původní a nové normy

Výrobek	Montáž tlumících komponent		Montáž plastových koncovek		Montáž lana do sestavy		Montáž klipu		Lisování háku		Výstupní kontrola	
	Původní	Nová	Původní	Nová	Původní	Nová	Původní	Nová	Původní	Nová	Původní	Nová
VA.S1	20	17,8	7	8,5	4	3,5	14	15	15	15	15	13
VB.S1	25	17,8	13	8,5	6	3,5			15	15	15	12
VC.S2	20	17,2	7	10,8	4	3,5	13	11,5	15	15	15	15
VD.S2	20,5	17,2	15	10,8	6	3,5			15	15	15	12
VE.S3	25	21	14	8,5	6	6			15	15	15	8,5
VF.S3	25	21	14	8,5	6	6			15	15	15	8,5
VG.S4	25	15	14	8,5	6	3,5			15	11	15	7,5
VH.S4	25	15	14	8,5	6	3,5			15	11	15	7,5
VI.S5	25	15	7	8,5	6	3,5			10	11	15	9
VJ.S5	25	15	7	8,5	6	3,5			10	11	15	9

(zdroj: vlastní)

6.6.1 Potřebný počet operátorů

Určení potřebného počtu operátorů je klíčové k racionalizaci pracoviště, jejich počet je dle vzorce níže, který slouží jako vzor pro výpočet počtu operátorů u výrobku VA.S1, vypočítán jako podíl doby výrobního cyklu výrobku a takt time linky.

$$\text{Počet operátorů} = \frac{\text{doba výrobního cyklu}}{\text{takt time}} \quad (2)$$

$$\text{Počet operátorů} = \frac{72,8}{15} = 4,853 \text{ operátorů}$$

Tabulka níže obsahuje informace o výrobním cyklu všech výrobků, takt time a přesný výpočet počtu operátorů potřebných při výrobě dílčích výrobků, výpočet je následně zaokrouhlen.

U výrobků VG.S4 a VH.S4 při počtu 3 operátorů je takt time 15,5 s/ks, požadovaný hodinový výstup je stanoven na 240 ks, který je možné vyprodukovat s takt time 15 s/ks, s ohledem na délku zakázky, která je 60 hodin u obou výrobků viz tab. 3, je nutné, aby byl na linku přidělen po dobu 2 hodin další operátor, aby bylo dosaženo stanovené parciální produktivity 240 ks/h. Druhou možností je ponechat tým 4 operátorů, přičemž jeden z operátorů po 2 hodinách bude přidělen na jiné pracoviště.

Tabulka 13 Počet operátorů na lince

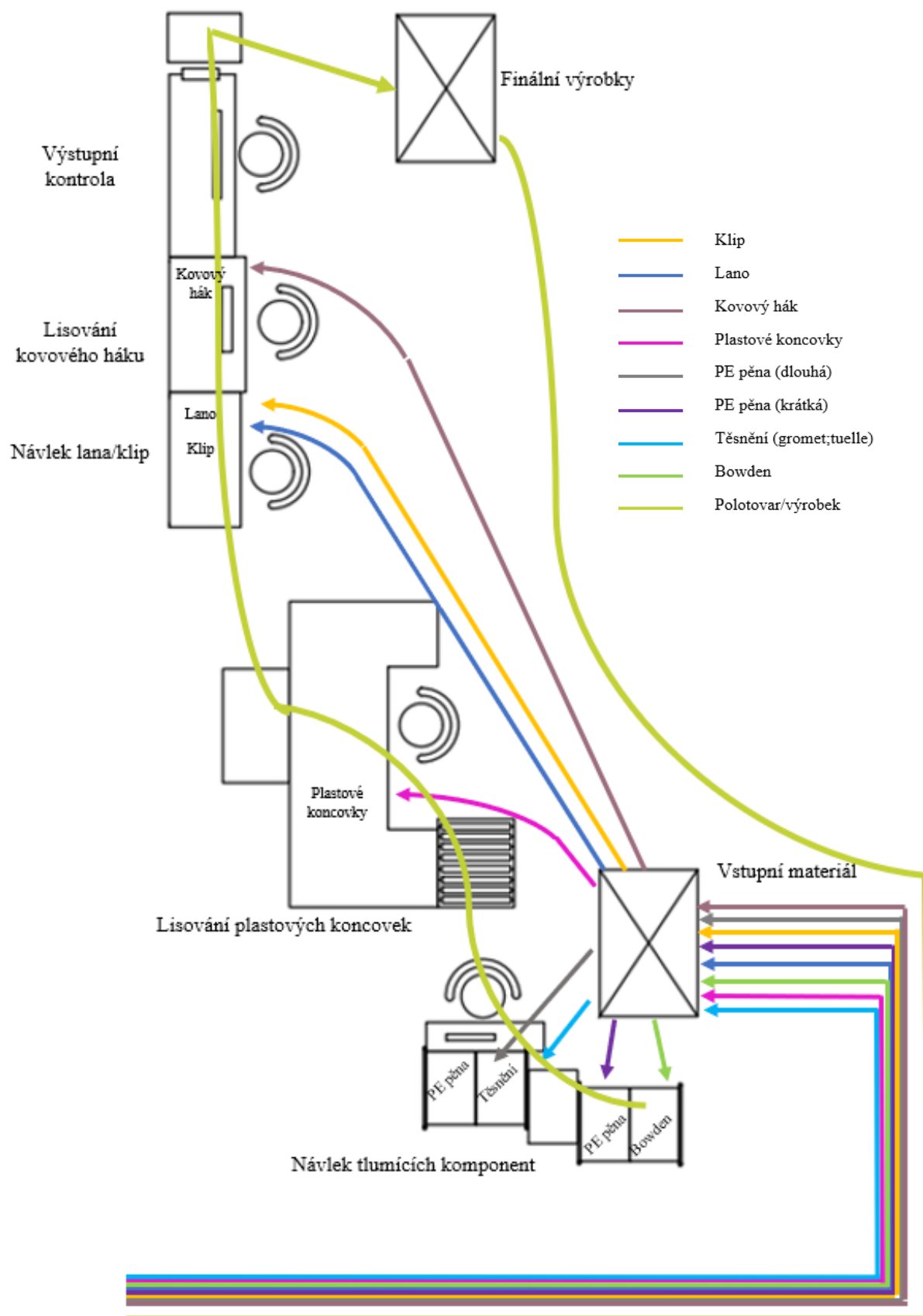
Výrobek	Doba výrobního cyklu (s)	Takt time (s/ks)	Počet operátorů	Výsledný (zaokrouhlený) počet operátorů
VA.S1	72,8	15	4,853	5
VB.S1	56,8	15	3,787	4
VC.S2	73	15	4,867	5
VD.S2	58,5	15	3,9	4
VE.S3	59	15	3,933	4
VF.S3	59	15	3,933	4
VG.S4	45,5	15	3,033	4
VH.S4	45,5	15	3,033	4
VI.S5	47	12,63	3,721	4
VJ.S5	47	12,63	3,721	4

(zdroj: vlastní)

6.6.2 Spaghetti diagram toku materiálu na pracovišti

V níže uvedeném spaghetti diagramu je znázorněn tok materiálu, resp. jednotlivých komponent (tělo bowdenu, tlumící komponenty v podobě dvou druhů PE pěny, těsnění, plastové koncovky, lano, klip a kovový hák), viz obr. 20.

Zároveň je zde zobrazena trajektorie toku polotovaru, který se v průběhu procesu výroby mění na finální produkt. Materiály jsou rozmístěny na jednotlivá pracoviště, kde probíhá jejich montáž, od pracoviště návlek tlumících komponent po pracoviště lisování háku, z této operace odchází již hotový produkt, jehož validace proběhne na následujícím pracovišti výstupní kontroly. Současné dispozice linky nevhodně využívá prostor haly, tím, že vstupní materiál a hotové výrobky nejsou situovány blízko sebe, dochází k navýšení pohybů operátorů i materiálu. Tím, že operátoři nejsou umístěni v těsné blízkosti, mají zhoršenou možnost komunikace a tím dochází k narušení plynulosti výroby.



Obrázek 20 Spaghetti diagram

(zdroj: vlastní)

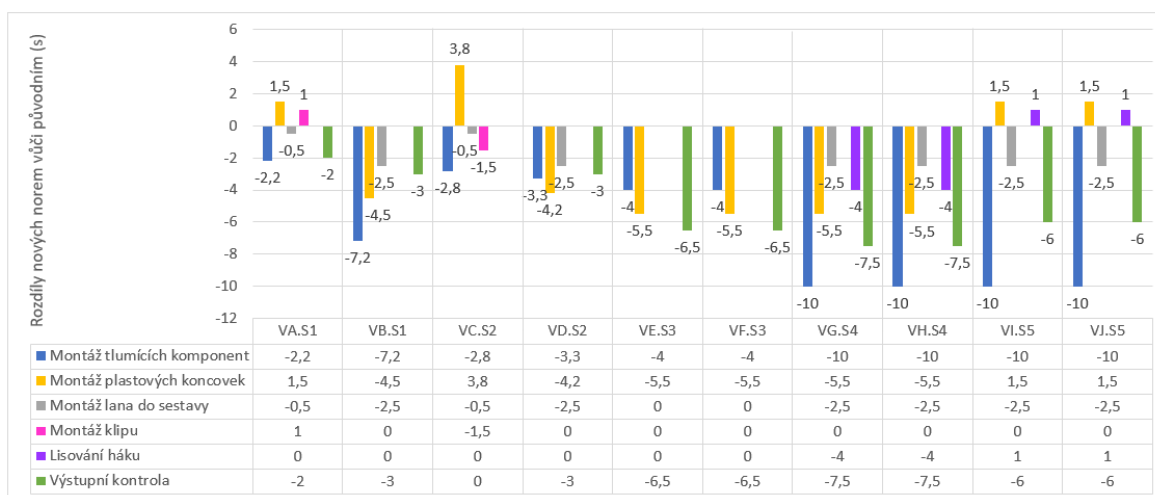
6.7 Sumarizace nedostatků zjištěné při analýze montážního pracoviště

V této kapitole jsou popsány nedostatky identifikované při analýze pracoviště montáže bowdenů VA.S1-VJ.S5, mezi zásadní nedostatky patří špatné normy a nevhodný layout. Nepřesné normy a také nevyužitý potenciál operátorů vedly k nevybalancovaným operacím na analyzovaném pracovišti a k nevyužitému potenciálu pro zvýšení produktivity práce.

6.7.1 Normy

Na základě předpokladu, že normy uvedené na pracovišti nejsou aktuální, bylo provedeno kontrolní měření u dvou výrobků. Na základě těchto náměrů byl tento předpoklad potvrzen. Proběhla tedy aktualizace všech norem, aby navazující projektová část byla postavena na správných datech.

V níže uvedeném grafu jsou zobrazeny všechny výrobky VA.S1-VJ.S5 a operace, které se na nich provádí, pro každý výrobek a jeho operace je zobrazen rozdíl nově nastavené normy oproti původní (v sekundách), je-li na operaci minusová hodnota, znamená to, že o tuto hodnotu byla norma nadhodnocena, nabývá-li číslo kladných hodnot, byla původní norma podhodnocena. Jak je z grafu zřejmé u výrobků VG.S4-VJ.S5 jsou nejvýraznější rozdíly, a to na operaci montáž tlumících komponent, kdy původní norma byla o 10 sekund vyšší než aktualizovaná.



Obrázek 21 Graf časových rozdílů mezi původní a novou normou

(zdroj: vlastní)

6.7.2 Nevyužitý lidský kapitál

Po vyhodnocení observace práce na montáži bowdenů byl vyhotoven snímek pracovního dne všech operátorů na lince u dvou výrobků, z něhož vyplývá, že na lince je nevyužitý lidský kapitál. Parciální produktivita je pro dílčí výrobky daná, operátoři se tedy soustředí na dodržení hodinového výstupu, rozpracovaná výroba není evidována, proto operátoři svůj čas, který neprodukuje, tráví činnostmi jako je manipulace s KLT boxy, často pobývají mimo pracoviště nebo mezi sebou vedou rozhovory. V době výkonu práce nedodržují stanovené normy, v rámci jejich počtu v týmu na směně jsou si vědomi, že požadovaný výstup dodrží.

Tabulka 14 Prostoje týmu (5 operátorů)

Výrobek	Minut	Hodin
VA.S1	184	3,07
VB.S1	788	13,13

(zdroj: vlastní)

V tabulce č. 14 jsou zobrazeny výsledky ze snímkování pracovního dne, subjektem měření bylo všech 5 operátů v týmu po dobu jedné 12h směny, měření proběhlo na montáži dvou referenčních výrobků. U obou výrobků je uveden počet minut/ hodin, který udává kolik času ze směny, tým (5 operátorů) celkem nevěnuje činnostem, které mají přidanou hodnotu, což jsou všechny činnosti mimo provádění operací přímo na výrobku. U výrobku VB.S1 činí neproduktivní čas za celý tým dobu, která pokryje jednoho operátora, z výsledků je tedy zřejmé, že jeden operátor je při práci na tomto výrobku nadbytečný.

6.7.3 Layout

Aktuální layout linky je neefektivní, linka je situována na příliš velké ploše, tím ztěžuje komunikaci mezi operátory. Reorganizací uspořádání linky je možné hospodárněji využít prostor, který lze využít k integraci dalšího pracoviště a zároveň tím zlepšit pracovní procesy, což povede k lepší komunikaci a koordinaci v týmu.

7 VYMEZENÍ PROJEKTU

V této kapitole jsou podrobně rozebrány klíčové prvky nezbytné pro úspěšnou realizaci projektu. Jednotlivé náležitosti zahrnují projektový list, který slouží jako základní přehled projektu a nese důležité informace, které se k němu vztahují, harmonogram s přehledem činností, logický rámec projektu a analýzu RIPRAN jako nástroj pro vyhodnocení rizik projektu.

7.1 Projektový list

Tabulka níže představuje projektový list, jenž obsahuje náležitosti nutné ke správnému definování projektu. Název diplomové práce koresponduje s názvem projektu, tedy racionalizace montážního pracoviště ve vybrané společnosti. Strategickou oblastí, kterou projekt řeší je zachování stávajícího výstupu linky, tedy plnění požadavků zákazníků, při snížení mzdových nákladů prostřednictvím redukce počtu pracovníků.

Cílem projektu je dosažení úspory mzdových nákladů ve výši 15-20 %, jako dílčí cíle jsou stanoveny dvě oblasti, a to optimální řízení mezivýroby a změna layoutu pracoviště. Rozmezí realizace projektu je stanoveno od 2. září 2024 do 3. ledna 2024. Interní logistika a ergonomie není předmětem tohoto projektu z důvodu, že se tato práce zaměřuje na proces montáže bowdenů. Snížení mzdových nákladů by mělo odpovídat 80-85 % z původních mzdových nákladů za měsíc, náklady na změnu layoutu by neměly přesáhnout 15 000 Kč.

Mezi metody využitě při zpracování tohoto projektu se řadí přímé měření práce, snímek pracovního dne, identifikace úzkých míst a spaghetti diagram.

Tabulka 15 Projektový list

Popis projektu	Racionalizace montážního pracoviště			
Strategická oblast, na níž je projekt zaměřen	Plnění požadavků zákazníka při snížení mzdových nákladů			
Cíl projektu	Úspora mzdových nákladů o 15 – 20 %			
Dílčí cíle	Optimální řízení výroby polotovarů a layoutu pracoviště			
Členové týmu	QA manažer, vedoucí výroby, procesní inženýr			
Časový plán	Začátek	2. září 2024	Konec	3. ledna 2024
Co není předmětem projektu	Interní logistika, ergonomie			
Proces	Montáž bowdenů			
Dosažené úspory	Snížení měsíčních mzdových nákladů 15-20 %			
Předpokládané náklady a investice	Modifikace layoutu		15 000 Kč/rok	
Hlavní a kontrolní metriky	Mzdové náklady, parciální produktivita			
Vlastník projektu	Projektový manažer			

(zdroj: vlastní)

7.2 Harmonogram projektu

Návrhy a náměty na zlepšení byly koncipovány několik týdnů, s cílem minimalizovat potenciální komplikace a nežádoucí externality, a zároveň připravit školení a podklady pro mistry a operátory.

Organizace pracoviště a jeho výstupy byly součástí každodenního Shop Floor Managementu a konzultace probíhala i na vyšší úrovni vedení společnosti.

Níže je uveden harmonogram celého projektu racionalizace vybraného pracoviště, od iniciační fáze až po vyhodnocení cílů a přínosů celého projektu.

Tabulka 16 Časový harmonogram projektu

	Doba trvání měsíc/týden																				
	září 24					říjen 24					listopad 24				prosinec 24				leden 25		
Aktivita	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4
Iniciační schůzka ve firmě a definování projektu																					
Gemba walk a první pozorování																					
Analýza současného stavu na pracovišti																					
Sběr dat pomocí měření práce, snímkování																					
Aktualizace norem																					
Spaghetti diagram																					
Sumarizace zjištěných nedostatků při analýze pracoviště																					
Identifikace rizik a návrh nápravných opatření																					
Identifikace úzkých míst při montáži																					
Určení počtu operátorů pro montáž jednotlivých výrobků																					
Balancování linky																					
Návrh nového Layoutu																					
Zhodnocení navrhovaných řešení																					
Vyhodnocení splnění cílů																					
Odsouhlasení zavedení opatření ze strany společnosti																					
Prezentace výsledků																					
Poptávka komponent na úprava pracoviště																					
Úprava Layoutu																					
Aktualizace norem v plánu výroby																					
Instruktaž mistrů a operátorů																					
Pilotní provoz																					

(zdroj: vlastní)

7.3 Logický rámec projektu

Na začátku každého projektu je stěžejní stanovit si jeho logický rámec, který obsahuje podrobný popis stanovených cílů, validaci zdrojových informací, přehled zamýšlených aktivit a hrozeb, které mohou negativně cíle projektu ovlivnit, dále je to seznam všech zdrojů a prostředků nutných k provedení analýz a samotných návrhů. Dílčí etapy projektu vycházejí z logického rámce, jenž je uveden níže.

Tabulka 17 Logický rámec projektu

	Hierarchie cílů		Objektivně měřitelné ukazatele	Způsob ověření
Obecný cíl	Optimalizace zdrojů pracoviště		Snížení mzdových nákladů pracoviště při zachování parciální produktivity	Přehled mzdových nákladů
Projektový cíl	Snížení mzdových nákladů		Úspora mzdových nákladů alespoň o 15-20%	Monitoring vývoje proplacených odpracovaných hodin na pracovišti
Výstupy	1.1	Analýza současného stavu na pracovišti	Výsledky analýzy současného stavu na pracovišti	Přehled měření a stávajících norem
	1.2	Návrh optimalizace počtu operátorů a organizaci práce a změnu uspořádání pracoviště	Nový Layout, stanovení počtu operátorů pro jednotlivé druhy výrobku, možnosti tvorby zásob vs. využití disponibilních člověkohodin	Popis nově navržené dispozice pracoviště a organizace práce operátorů
	1.3	Zhodnocení navrhovaných řešení	Přínosy a finanční zhodnocení	Zhodnocení navrhovaných řešení
Aktivity	1.1.1	Popis současného stavu montážního pracoviště	Potřebné zdroje:	Časový rámec aktivit:
	1.1.2	Analýza montážního pracoviště	Náměry a aktualizace norem	36. týden 2024 - 1. týden 2025
	1.1.3	Sběr dat pomocí měření práce, snímkování pracovního dne, spaghetti diagram	Formuláře pro měření a stanovení norem, AutoCAD	Rizika:
	1.1.4	Vyhodnocení a porovnání časových studií a dispozic layoutu	MS Office, odborná literatura	Chyby v analýze
	1.2.1	Návrh na personální uspořádání pracoviště		Neangažovanost vedení společnosti
				Neochota spolupracovat ze strany zaměstnanců
	1.2.2	Návrh uspořádání pracoviště		Nedodržení harmonogramu
	1.3.1	Zhodnocení navrhovaných řešení		Nedosáhnutí cíle projektu

(zdroj: vlastní)

7.4 RIPRAN

Rizika projektu byla analyzována prostřednictvím metody RIPRAN, jenž se zaměřuje na rozbor a analýzu projektových rizik. V prvním kroku jsou zde identifikována rizika hrozící projektu, která vyvolávají určité krizové scénáře, ty jsou popsány v tabulce níže. V dalším kroku jsou k jednotlivým rizikům přiděleny pravděpodobnosti výskytu, následně je vyhodnocen dopad jejich rizik v rámci projektu a přidělení jejich hodnot.

Tabulka 18 Kritéria pro hodnocení RINPRAN analýzy

Pravděpodobnost rizika			Hodnota rizika a reakce		
Nízká	< 0,2	NP	Nízká	NHR	Akceptovatelné riziko
Střední	0,21-0,66	SP	Střední	SHR	Vytvořit rizikový plán
Velká	> 66	VP	Vysoká	VHR	Vyhnout se riziku

Dopad na projekt	
Malý	MD
Střední	SD
Velký	VD

Matice	NP	SP	VP
MD	NHR	NHR	SHR
SD	NHR	SHR	VHR
VV	SHR	VHR	VHR

(zdroj: vlastní)

Tabulka 19 Analýza rizik metodou RIPRAN

Pořadové číslo	Hrozba	Scénář	Pravděpodobnost	Dopad na projekt
1.	Neuskutečnění změna layoutu	Z důvodu provozní nutnosti nebude možné pracovní místa přesouvat. Náběh začátku projektu by se v tomto případě uskutečnil, ale koordinace operátorů by byla obtížnější a nemuselo by být dosaženo požadovaného výstupu.	0,2 (NP)	VD
2.	Neuskutečnění úprava pracoviště	Neuskutečnění dodávka a instalace skluzy, který má nyní propojovat pracoviště návlak lana a lisování háku, která doposud byla oddělena a nyní mají být situována naproti sebe, nese riziko nevyhovujícího rozložení prostoru.	0,2 (NP)	VD
3.	Změna struktury zaměstnanců	V případě rozhodnutí společnosti o snížení počtu agenturních zaměstnanců a jejich nahrazení zaměstnanci na HPP by bylo obtížnější organizovat práci v rámci měnících se požadavků na časovou dotaci vycházející z dynamického forecastu, z důvodu, že agenturní zaměstnanci jsou do práce povolávání dle potřeby člověkohodin, které z něj vychází. U agenturních zaměstnanců je mnohem jednodušší jejich přerozdělení v rámci pracovišť, snížení hodinového výstupu linky snížením počtu operátorů v případě, že nenavazuje další zakázka, nebo jejich nenasazení, když vznikne delší prodleva mezi sériemi apod.	0,2 (NP)	VD
4.	Nedostatečné proškolení	Vzhledem k tomu, že agenturní zaměstnanci nejsou rodilí mluvčí v českém jazyce a firma disponuje pouze jedním pracovníkem, který je schopen správně a dostatečně přetlumočit požadavky na operátory, mohlo by při jeho absenci dojít k nepochopení nově nastaveného způsobu práce.	0,2 (NP)	VD
5.	Nedostatečná komunikace	V případě, že je na pracovišti více operací nežli operátorů, je nutné, aby byli výborně zkoordinováni, aby byl zabezpečený plynulý tok výroby.	0,2 (NP)	SD
6.	Nezkušenost operátorů	Vzhledem k tomu, že agenturní zaměstnanci jezdí do ČR v turnusech, po roce se mění osazenstvo linky a vzhledem k tomu, že norma vychází z náměrů provedených na několika operátorech s různou úrovní zkušeností a dovedností existuje riziko, že při výměně operátorů se na nějakou dobu v týmu může vyskytovat z nějakého důvodu neintegrováný pracovník, který se nepřizpůsobí tempu nebo kvalitativním požadavkům na danou práci. Takového operátora je samozřejmě v rámci smlouvy s agenturou možné vyměnit.	0,2 (VNP)	MD
7.	Modifikace výrobku	V případě, že by od zákazníka vzešel požadavek na úpravu produktu, hrozí riziko prodloužení cycle time výrobku.	0,4 (NP)	VD
8.	Neefektivní plán výroby	Opatření v tomto projektu přináší možnosti, jak vynaložit čas operátorů, zdali bude jejich disponibilní čas využit na jiném pracovišti, nebo zda budou vytvářet polotovary pro nadcházející zakázku, což by ovšem znamenalo kapitál vázaný v zásobách, na druhou stranu zkrácení doby výroby daného výrobku při další zákaznické objednávce. Rozhodne-li se vedení firmy pro produkci mezizásoby je nutné, aby byla v plánu výroby zohledněna. Zde je riziko způsobené neexistencí evidence rozpracované výroby.	0,4 (SP)	SD

(zdroj: vlastní, dle RIPRAN2022)

Na základě identifikace a kvalifikace potenciálních rizik vztahujícím se k projektu jsou v tabulce níže uvedena opatření ke snížení úrovně rizik a jejich dopadů na akceptovatelnou úroveň.

Tabulka 20 Analýza rizik metodou RIPRAN

Pořadové číslo	Hodnota rizika	Opatření	Nová hodnota rizika
1.	SHR	Přesun pracoviště naplánovaný na poslední týden v roce přes inventury, kdy je výroba pozastavena.	NHR
2.	SHR	Poptávka, nacenění a předběžná objednávka se závazným termínem dodání.	NHR
3.	SHR	V plánu výroby se bude počítat s rotací zaměstnanců mezi linkami, nejen mezi pracovišti v rámci jednoho hnízda.	NHR
4.	SHR	Detailní zaškolení a instruktáž naplánována v harmonogramu projektu.	NHR
5.	NHR	Bez nápravného opatření, riziko je akceptovatelné.	
6.	NHR	Bez nápravného opatření, riziko je akceptovatelné.	
7.	SHR	Možnost vyčlenění kapacity na jiném pracovišti, které produkuje obdobný výrobek, do doby úpravy přípravků k návratu na původní cycle time	NHR
8.	SHR	Úprava IS, zahrnutí rozpracované výroby do plánu výroby	NHR

(zdroj: vlastní, dle RIPRAN2022)

Prostřednictvím analýzy projektových rizik RIPRAN bylo zjištěno osm rizik s iniciačním charakterem. Nejproblematictější z celého projektu je úprava layoutu a proškolení operátorů, tak aby náběh projektu byl bezproblémový, tyto aktivity jsou naplánovány na poslední týden v roce, kdy probíhají inventury a odstávka výroby. Nová hodnota rizik je verbálně ohodnocena jako nízká. Mezi další rizika, která mají potenciál ohrozit projekt, nikoli v jeho začátku, ale průběhu je kapacita operátorů, kterou je možné řešit diverzifikací výrobků mezi další linky, úpravou plánu výroby a IS, poté je nová hodnota rizika opět verbálně ohodnocena jako nízká.

8 NAVRHOVANÁ ŘEŠENÍ

Následující kapitola je zaměřena na výpočet potřebných člověkohodin a jejich rozložení mezi pracovní operace při maximálním využití úzkého místa a snížení plýtvání, a to po implementaci aktualizovaných norem na jednotlivé výrobky. Tento výpočet bude mít výrazný vliv na počet operátorů při výrobě jednotlivých produktů.

8.1 Skupinu výrobků VA.S1 a VB.S1

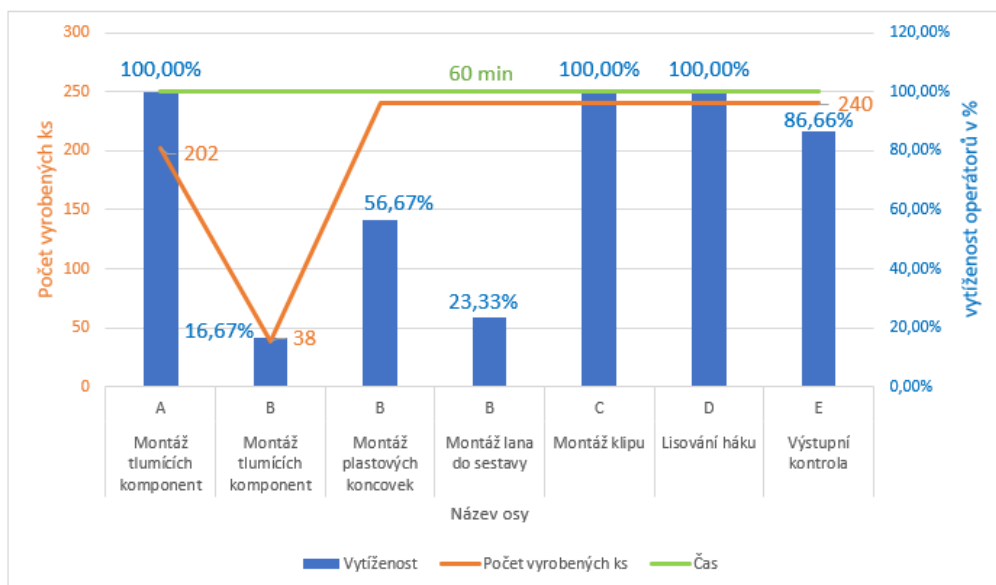
Parciální produktivita je definována výstupem ve výši 240 ks/h u obou výrobků. U výrobku s označením VA.S1 je úzké místo definováno nejdelším cycle time, tj. operace montáž tlumících komponent, kde je při nově stanovené normě možné vyrobit 202 ks/h. V tabulce níže je uvedena alokace 5 operátorů (A, B, C, D, E) včetně jejich výstupu v kusech na jednotlivých operacích, tak aby byl pokryt hodinový výstup linky. V rámci využití pracovního fondu operátorů je možné požadovaného hodinového výstupu dosáhnout přesunem operátora z montáže plastových koncovek a montáže lana do sestavy na operaci č. 1 a doplnit tak požadovaný počet kusů připadající na hodinový výstup, status úzkého místa se přesune na montáž klipu a lisování háku, tato pracoviště nelze více vytížit, jedná se o přípravek a strojní zařízení bez možnosti zvýšit průtok dílů.

Tabulka 21 TOC výrobek VA.S1

Operace	Cycle time operace (s)	Operátor	Počet odpracovaných min připadající na 1 hodinu	Počet vyrobených ks
Montáž tlumících komponent	17,8	A	60	202
		B	12	38
Montáž plastových koncovek	8,5	B	34	240
Montáž lana do sestavy	3,5	B	14	240
Montáž klipu	15	C	60	240
Lisování háku	15	D	60	240
Výstupní kontrola	13	E	52	240

(zdroj: vlastní)

Níže uvedený graf znázorňuje počet kusů, vyrobených jednotlivými operátory, jenž jsou reprezentováni písmeny A, B, C, D, E na jednotlivých operacích v rámci 60 minut, zároveň je zde zobrazena jejich vytíženost vztažená ke zmiňovaným operacím.



Obrázek 22 Graf vytižení operátorů při výrobě VA.S1

(zdroj: vlastní)

Při montáži výrobku VA.S1 je nutné, aby byl původní stav 5 operátorů zachován, jejich celková vytiženost je znázorněna v tabulce níže.

Tabulka 22 Vytiženost operátorů při výrobě VA.S1

Operátor	Vytižení v min	Vytižení v %
A	60	100
B	60	100
C	60	100
D	60	100
E	52	87

(zdroj: vlastní)

U výrobku s označením VB.S1 je úzké místo definováno nejdelším cycle time, tj. operace montáž tlumících komponent, stejně jako u předchozího výrobku, přičemž při nově stanovené normě je možné vyrobit opět 202 ks/h. V tabulce níže je uvedena alokace 4 operátorů (A, B, C, D) včetně jejich výstupu v kusech na jednotlivých operacích, tak aby byl pokryt hodinový výstup linky. Postup při práci je stejný jako v předchozím případě, přesunem operátora z montáže plastových koncovek a montáže lana do sestavy na operaci č. 1 se doplní požadovaný výstup na 240 ks/h, status úzkého místa se následně přesune na lisování háku, kde není možné zvýšit průtok dílů. Operace montáž klipu není u tohoto

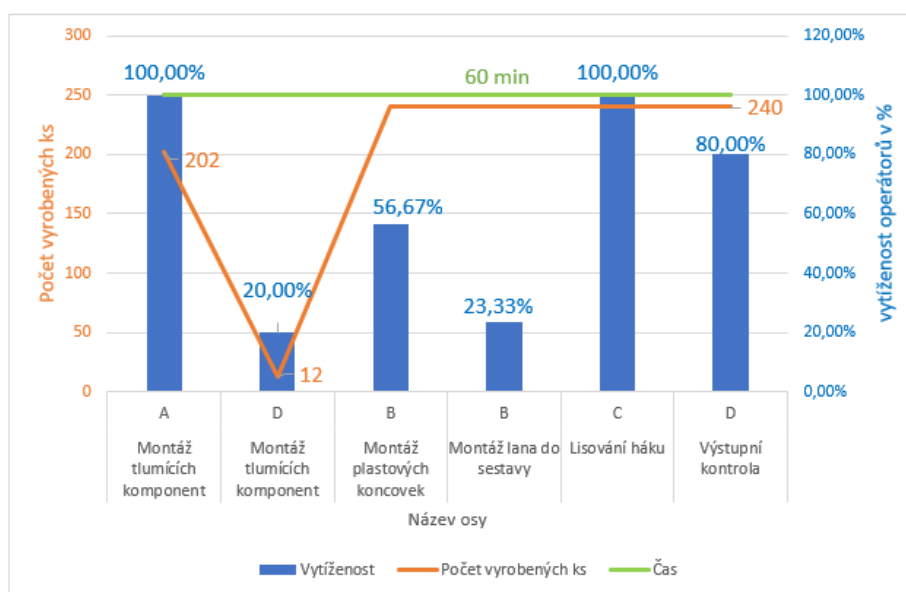
výrobku součástí technologického postupu, pátý operátor tedy není při montáži potřeba, z důvodu, že by pouze generoval mezizásobu.

Tabulka 23 TOC výrobek VB.S1

Operace	Cycle time operace (s)	Operátor	Počet odpracovaných min připadající na 1 hodinu	Počet vyrobených (ks)
Montáž tlumících komponent	17,8	A	60	202
		D	12	38
Montáž plastových koncovek	8,5	B	34	240
Montáž lana do sestavy	3,5	B	14	240
Lisování háku	15	C	60	240
Výstupní kontrola	12	D	48	240

(zdroj: vlastní)

Níže uvedený graf znázorňuje počet kusů, vyrobených jednotlivými operátory, jenž jsou reprezentováni písmeny A, B, C, D na jednotlivých operacích v rámci 60 minut, zároveň je zde zobrazena jejich využitelnost vztažená ke zmiňovaným operacím.



Obrázek 23 Graf vytižení operátorů při výrobě VB.S1

(zdroj: vlastní)

Při montáži výrobku VB.S1 je nežádoucí zachovat původní stav s 5 operátory, zachování původního počtu by znamenalo po dobu celé směny generovat polotovary pro další operace, které by nebyly v průběhu výroby zpracovány. Celková využitelnost operátorů je znázorněna v tabulce níže.

Tabulka 24 Vytíženost operátorů při výrobě VB.S1

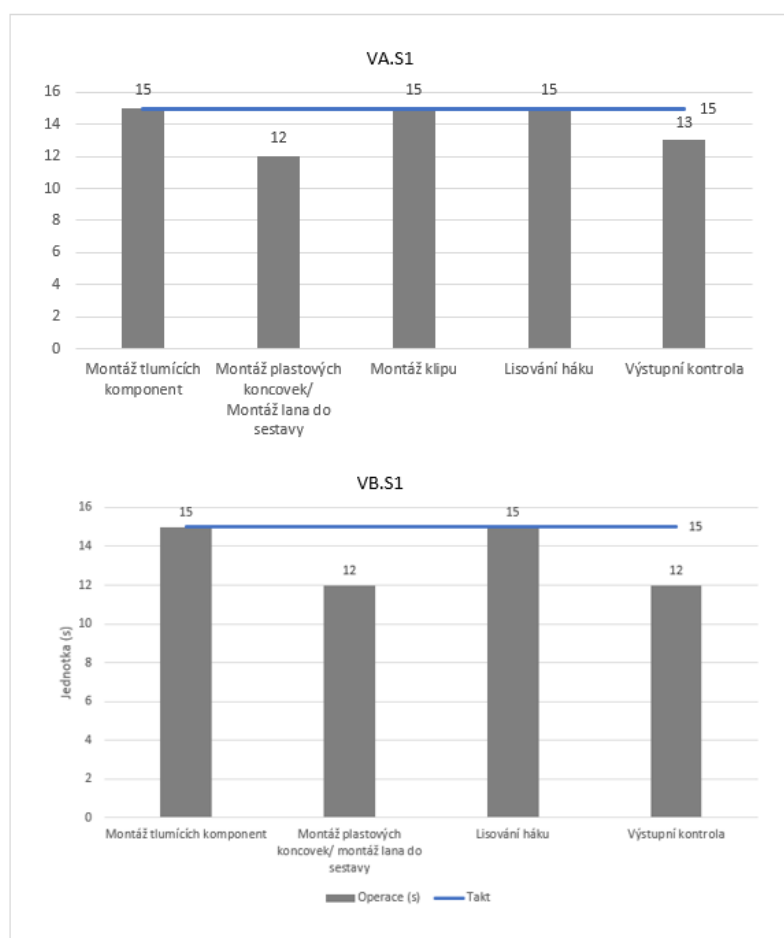
Operátor	Vytížení v min	Vytížení v %
A	60	100
B	48	80
C	60	100
D	60	100

(zdroj: vlastní)

8.1.1 Balancování linky u výrobků VA.S1 a VB.S1

U výrobku VA.S1, kde v rámci délky cycle time jednotlivých operací nebyl odebrán operátor, byly sloučeny operace montáž lana do sestavy a montáž plastových koncovek pro jednoho operátora, přičemž tento operátor bude vytěžovat úzké místo na operaci návlek tlumících komponent, aby bylo docíleno výstupu 240 ks/h.

U výrobku VB.S1, kde v rámci délky cycle time jednotlivých operací byl odebrán operátor, byly také sloučeny operace montáž lana do sestavy a montáž plastových koncovek pro jednoho operátora, přičemž operátor z výstupní kontroly bude vytěžovat úzké místo na operaci návleku tlumících komponent, aby bylo docíleno výstupu 240 ks/h.



Obrázek 24 Graf vybalancovaná linka pro výroby VA.S1, VB.S1

(zdroj: vlastní)

8.2 Skupina výrobků VC.S2 a VD.S2

Parciální produktivita je definována výstupem ve výši 240 ks/h u obou výrobků. U výrobku s označením VC.S2 je úzké místo definováno nejdelším cycle time, tj. operace montáž tlumících komponent, kde je při nově stanovené normě možné vyrobit 209 ks/h. V tabulce níže je uvedena alokace 5 operátorů (A, B, C, D, E) včetně jejich výstupu v kusech na jednotlivých operacích, tak aby byl pokryt hodinový výstup linky.

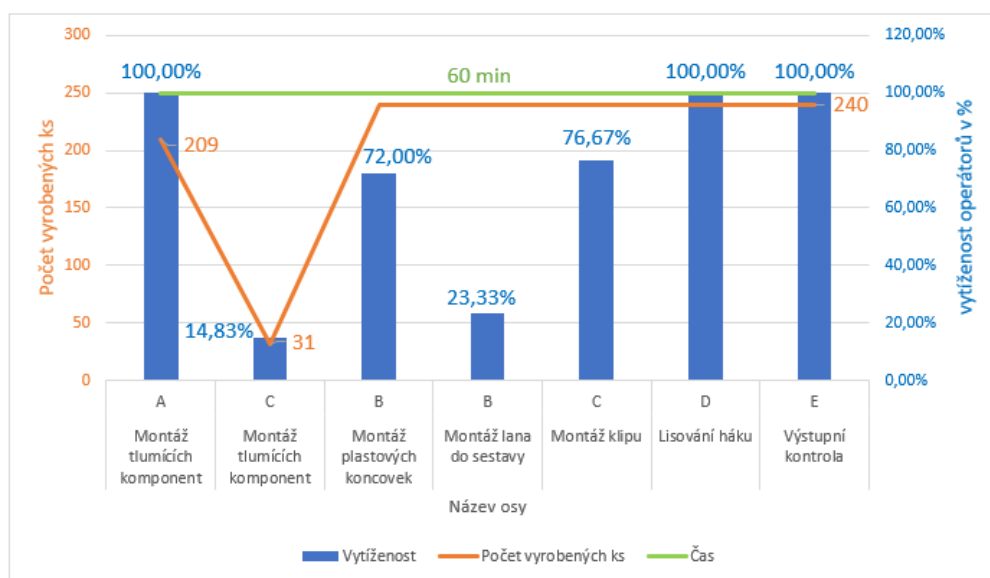
V rámci využití pracovního fondu operátorů je možné požadovaného hodinového výstupu dosáhnout přesunem operátora z montáže klipu na operaci č. 1 a doplnit tak požadovaný počet kusů připadající na hodinový výstup, status úzkého místa se přesune na montáž klipu, toto pracoviště nelze více vytížit, jedná se o operaci prováděnou na přípravku a z titulu dosažení požadovaného výstupu to není ani žádoucí.

Tabulka 25 TOC výrobek VC.S2

Operace	Cycle time operace (s)	Operátor	Počet odpracovaných min připadající na 1 hodinu	Počet vyrobených ks
Montáž tlumících komponent	17,2	A	60	209
		C	8,9	31
Montáž plastových koncovek	10,8	B	43,2	240
Montáž lana do sestavy	3,5	B	14	240
Montáž klipu	11,5	C	46	240
Lisování háku	15	D	60	240
Výstupní kontrola	15	E	60	240

(zdroj: vlastní)

Níže uvedený graf znázorňuje počet kusů, vyrobený jednotlivými operátory, jenž jsou reprezentováni písmeny A, B, C, D, E na jednotlivých operacích v rámci 60 minut, zároveň je zde zobrazena jejich vytíženost vztažená ke zmiňovaným operacím.



Obrázek 25 Graf vytižení operátorů při výrobě VC.S2

(zdroj: vlastní)

Při montáži výrobku VC.S2 je nutné, aby byl původní stav 5 operátorů zachován, jejich celkové vytížení je znázorněno v tabulce níže.

Tabulka 26 Vytíženost operátorů při výrobě VC.S2

Operátor	Vytížení v min	Vytížení v %
A	60	100
B	57,2	95
C	54,9	91
D	60	100
E	60	100

(zdroj: vlastní)

U výrobku s označením VD.S2 je úzké místo definováno nejdelším cycle time, tj. operace montáž tlumících komponent, kde je při nově stanovené normě možné vyrobit 209 ks/h. V tabulce níže je uvedena alokace 4 operátorů (A, B, C, D) včetně jejich výstupu v kusech na jednotlivých operacích, tak aby byl pokryt hodinový výstup linky.

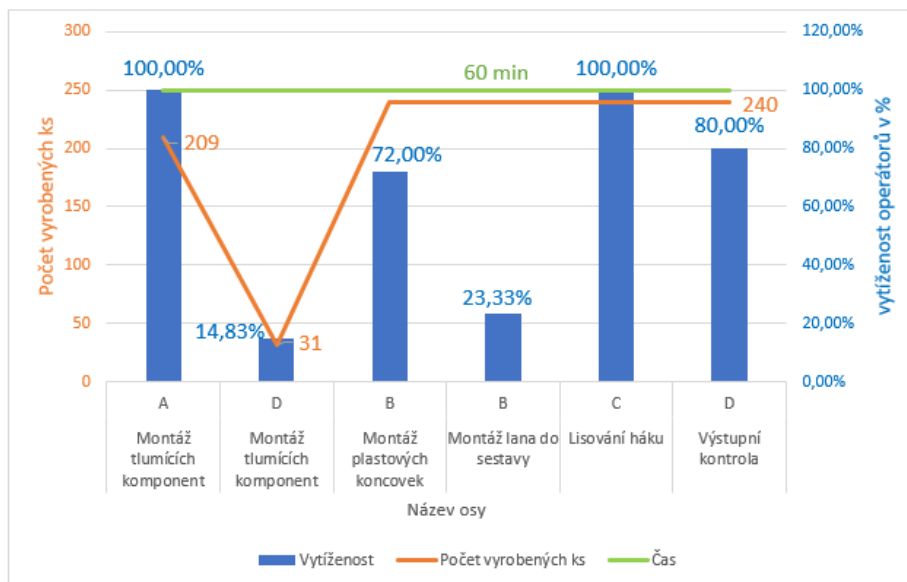
V rámci využití pracovního fondu operátorů je možné požadovaného hodinového výstupu dosáhnout přesunem operátora z výstupní kontroly na operaci č. 1 a doplnit tak požadovaný počet kusů připadající na hodinový výstup, status úzkého místa se přesune na lisování háku, toto pracoviště nelze více vytížit, jedná se o operaci prováděnou na přípravku a pro dosažení požadovaného výstupu to není ani žádoucí.

Tabulka 27 TOC výrobek VD.S2

Operace	Cycle time operace (s)	Operátor	Počet odpracovaných min připadající na 1 hodinu	Počet vyrobených ks
Montáž tlumících komponent	17,2	A	60	209
		D	8,9	31
Montáž plastových koncovek	10,8	B	43,2	240
Montáž lana do sestavy	3,5	B	14	240
Lisování háku	15	C	60	240
Výstupní kontrola	12	D	48	240

(zdroj: vlastní)

Níže uvedený graf znázorňuje počet kusů, vyrobených jednotlivými operátory, jenž jsou reprezentováni písmeny A, B, C, D na jednotlivých operacích v rámci 60 minut, zároveň je zde zobrazena jejich využitelnost vztažená ke zmiňovaným operacím.



Obrázek 26 Graf vytižení operátorů při výrobě VD.S2

(zdroj: vlastní)

Při montáži výrobku VD.S2 je nežádoucí zachovat původní stav s 5 operátory, zachování původního počtu by znamenalo po dobu celé směny generovat polotovary pro další operace, které by nebyly v průběhu výroby zpracovány. Celkové vytižení operátorů je znázorněno v tabulce níže.

Tabulka 28 Vytíženost operátorů při výrobě VD.S2

Operátor	Vytížení v min	Vytížení v %
A	60	100
B	57,2	95
C	60	100
D	56,9	95

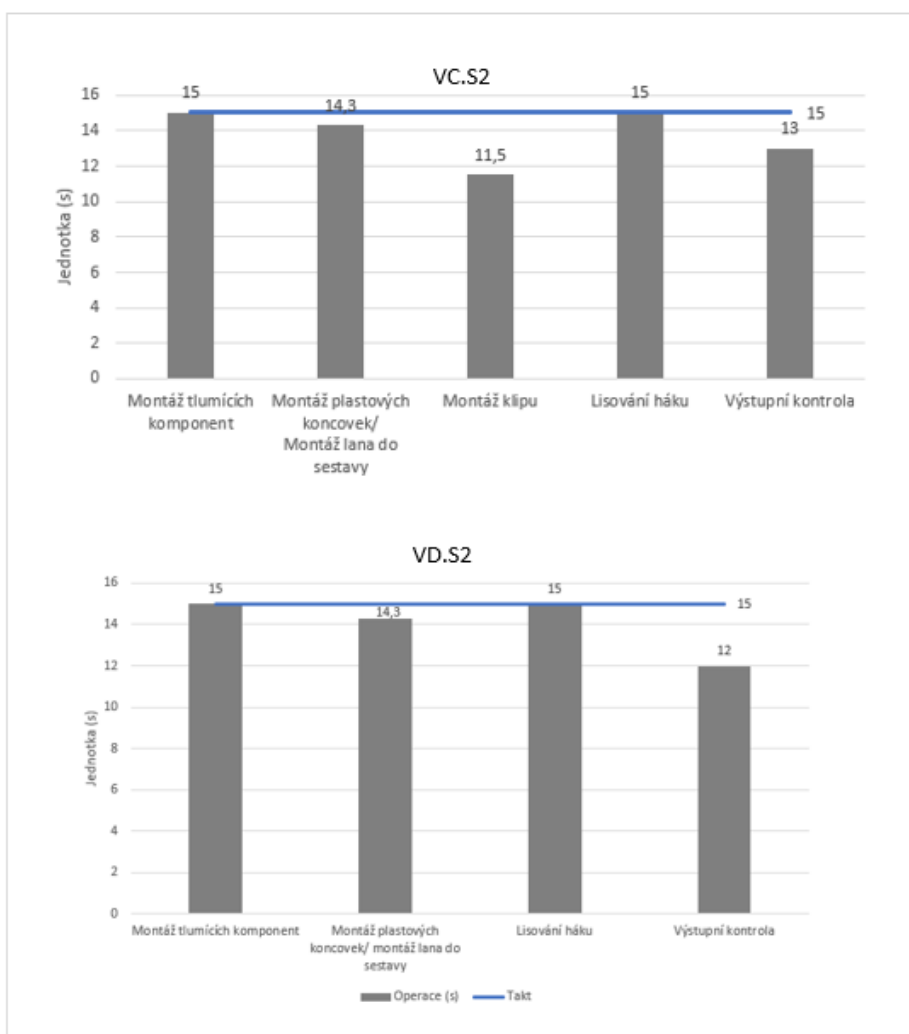
(zdroj: vlastní)

8.2.1 Balancování linky u výrobků VC.S2 a VD.S2

U výrobku VC.S2, kde v rámci délky cycle time jednotlivých operací nebyl odebrán operátor, byly sloučeny operace montáž lana do sestavy a montáž plastových koncovek

pro jednoho operátora, přičemž operátor z montáže klipu bude vytěžovat úzké místo na operaci návleku tlumících komponent, aby bylo docíleno výstupu 240 ks/h.

U výrobku VD.S2, kde v rámci délky cycle time jednotlivých operací byl odebrán operátor, byly sloučeny operace montáž lana do sestavy a montáž plastových koncovek pro jednoho operátora, přičemž operátor z výstupní kontroly bude vytěžovat úzké místo na operaci návleku tlumících komponent, aby bylo docíleno výstupu 240 ks/h.



Obrázek 27 Graf vybalancovaná linka pro výrobky VC.S2,VD.S2

(zdroj: vlastní)

8.3 Skupina výrobků VE.S3 a VF.S3

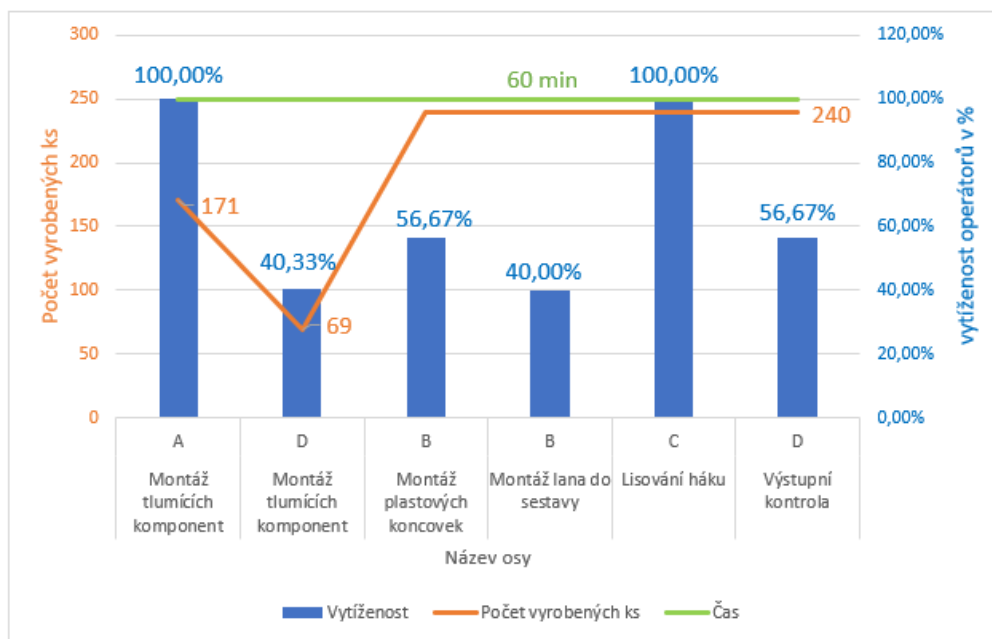
Parciální produktivita je definována výstupem ve výši 240 ks/h u obou výrobků. U výrobku VE.S3 i VF.S3 je úzké místo definováno nejdelším cycle time, tj. operace montáž tlumících komponent, kde je při nově stanovené normě možné vyrobit 171 ks/h. V tabulce níže je uvedena alokace 5 operátorů (A, B, C, D, E) včetně jejich výstupu v kusech na jednotlivých operacích, tak aby byl pokryt hodinový výstup linky. V rámci využití pracovního fondu operátorů je možné požadovaného hodinového výstupu dosáhnout přesunem operátora z výstupní kontroly na operaci č. 1 a doplnit tak požadovaný počet kusů připadající na hodinový výstup, status úzkého místa se přesune na lisování háku, toto pracoviště nelze více vytížit, jedná se o operaci prováděnou na přípravku a pro dosažení požadovaného výstupu to není ani žádoucí.

Tabulka 29 TOC výrobek VE.S3 a VF.S3

Operace	Cycle time operace (s)	Operátor	Počet odpracovaných min připadající na 1 hodinu	Počet vyrobených ks
Montáž tlumících komponent	21	A	60	171
		D	24,2	69
Montáž plastových koncovek	8,5	B	34	240
Montáž lana do sestavy	6	B	24	240
Lisování háku	15	C	60	240
Výstupní kontrola	8,5	D	34	240

(zdroj: vlastní)

Níže uvedený graf znázorňuje počet kusů, vyrobených jednotlivými operátory, jenž jsou reprezentováni písmeny A, B, C, D na jednotlivých operacích v rámci 60 minut, zároveň je zde zobrazena jejich vytíženost vztažená ke zmiňovaným operacím.



Obrázek 28 Graf vytižení operátorů při výrobě VE.S3 a VF.S3

(zdroj: vlastní)

Při montáži výrobků VE.S3 i VF.S3 je nežádoucí zachovat původní stav s 5 operátory, zachování původního počtu by znamenalo po dobu celé směny generovat polotovary pro další operace, které by nebyly v průběhu výroby zpracovány. Celkové vytižení operátorů je znázorněno v tabulce níže.

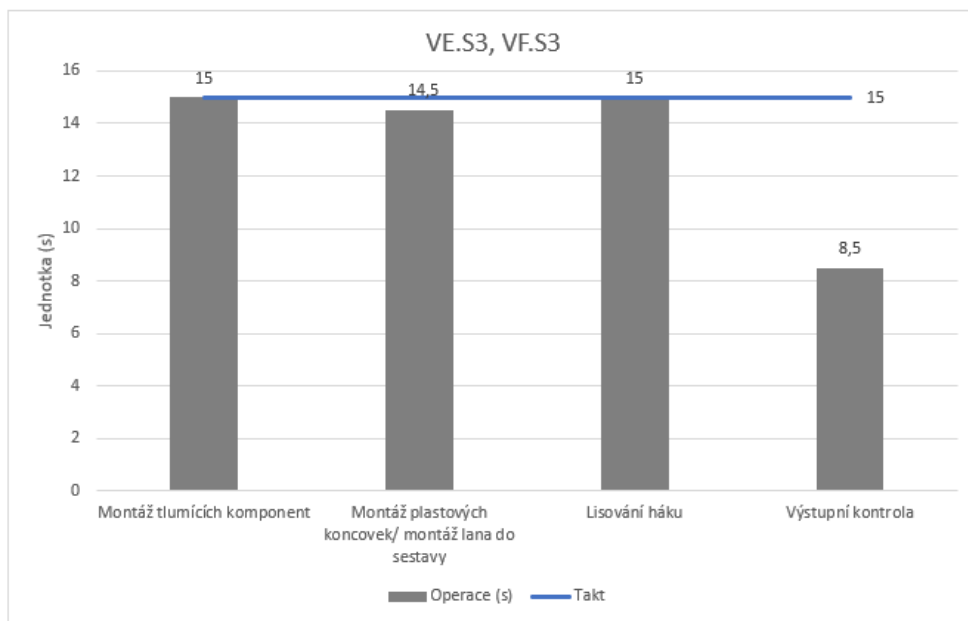
Tabulka 30 Vytižení operátorů při výrobě VE.S3 a VF.S3

Operátor	Vytižení v min	Vytižení v %
A	60	100
B	58	97
C	60	100
D	58,2	97

(zdroj: vlastní)

8.3.1 Balancování linky u výrobků VE.S3 a VF.S3

U výrobku VE.S3 a VF.S3, kde v rámci délky cycle time jednotlivých operací byl také odebrán operátor, byly sloučeny operace montáž lana do sestavy a montáž plastových koncovek pro jednoho operátora, přičemž operátor z výstupní kontroly bude vytěžovat úzké místo na operaci návlek tlumících komponent, aby bylo docíleno výstupu 240 ks/h.



Obrázek 29 Graf vybalancovaná linka pro výrobky VE.S3, VF.S3

(zdroj: vlastní)

8.4 Skupina výrobků VG.S4 a VH.S4

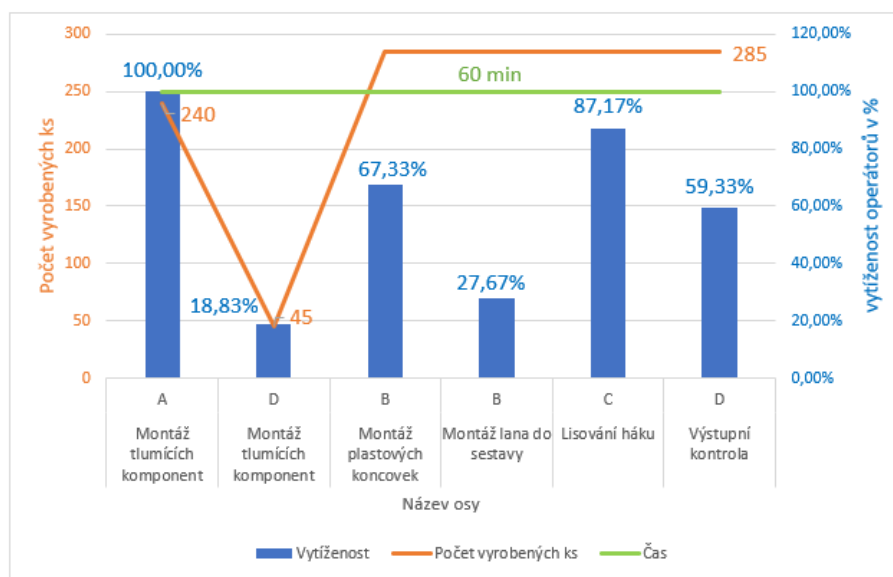
Parciální produktivita je definován výstupem ve výši 285 ks/h u obou výrobků. U výrobku VG.S4 i VH.S4 je úzké místo definováno nejdelším cycle time, tj. operace montáž tlumících komponent, kde je při nově stanovené normě možné vyrobit 240 ks/h. V tabulce níže je uvedena alokace 4 operátorů (A, B, C, D) včetně jejich výstupu v kusech na jednotlivých operacích, tak aby byl pokryt hodinový výstup linky. V rámci využití pracovního fondu operátorů je možné požadovaného hodinového výstupu dosáhnout přesunem operátora z výstupní kontroly na operaci č. 1 a doplnit tak požadovaný počet kusů připadající na hodinový výstup, status úzkého místa se přesune na lisování háku, toto pracoviště nelze více vytižít, jedná se o operaci prováděnou na přípravku a pro dosažení požadovaného výstupu to není ani žádoucí.

Tabulka 31 TOC výrobek VG.S4 a VH.S4

Operace	Cycle time operace (s)	Operátor	Počet odpracovaných min připadající na 1 hodinu	Počet vyrobených ks
Montáž tlumících komponent	15	A	60	240
		D	11,3	45
Montáž plastových koncovek	8,5	B	40,4	285
Montáž lana do sestavy	3,5	B	16,6	285
Lisování háku	11	C	52,3	285
Výstupní kontrola	7,5	D	33,6	285

(zdroj: vlastní)

Níže uvedený graf znázorňuje počet kusů, vyrobených jednotlivými operátory, jenž jsou reprezentováni písmeny A, B, C, D na jednotlivých operacích v rámci 60 minut, zároveň je zde zobrazena jejich vytíženost vztažená ke zmiňovaným operacím.



Obrázek 30 Graf vytyžení operátorů při výrobě VG.S4 a VH.S4

(zdroj: vlastní)

Při montáži výrobků VG.S4 i VH.S4 je nežádoucí zachovat původní stav s 5 operátory, zachování původního počtu by znamenalo po dobu celé směny generovat polotovary pro další operace, které by nebyly v průběhu výroby zpracovány. Celková vytíženost operátorů je znázorněno v tabulce níže.

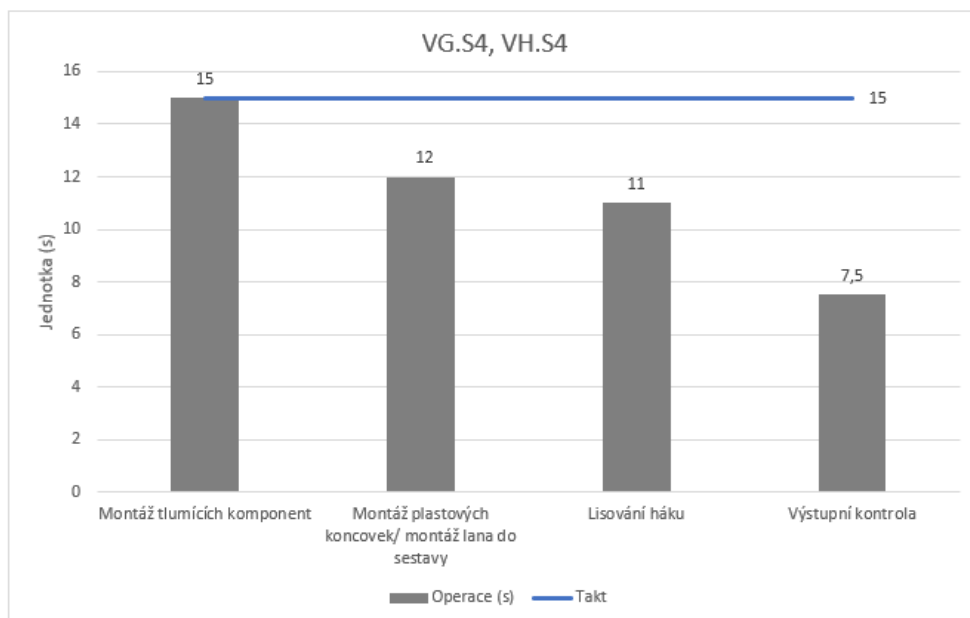
Tabulka 32 Vytíženost operátorů při výrobě VG.S4 a VH.S4

Operátor	Vytížení v min	Vytížení v %
A	60	100
B	57	95
C	52,3	87
D	46,9	78

(zdroj: vlastní)

8.4.1 Balancování linky u výrobků VG.S4 a VH.S4

U výrobku VG.S4 a VH.S4, kde v rámci délky cycle time jednotlivých operací byl též odebrán operátor, byly sloučeny operace montáž lana do sestavy a montáž plastových koncovek pro jednoho operátora, přičemž operátor z výstupní kontroly bude vytěžovat úzké místo na operaci návlek tlumících komponent, aby bylo docíleno výstupu 240 ks/h.



Obrázek 31 Graf vybalancovaná linka pro výrobky VG.S4,VH.S4

(zdroj: vlastní)

8.5 Skupina výrobků VI.S5 a VJ.S5

Parciální produktivita je definován výstupem ve výši 285 ks/h u obou výrobků. U výrobku VI.S5 i VJ.S5 je úzké místo definováno nejdelším cycle time, tj. operace montáž tlumících komponent, kde je při nově stanovené normě možné vyrobit 240 ks/h. V tabulce níže je uvedena alokace 4 operátorů (A, B, C, D) včetně jejich výstupu v kusech na jednotlivých operacích, tak aby byl pokryt hodinový výstup linky. V rámci využití pracovního fondu operátorů je možné požadovaného hodinového výstupu dosáhnout přesunem operátora z výstupní kontroly na operaci č. 1 a doplnit tak požadovaný počet kusů připadající

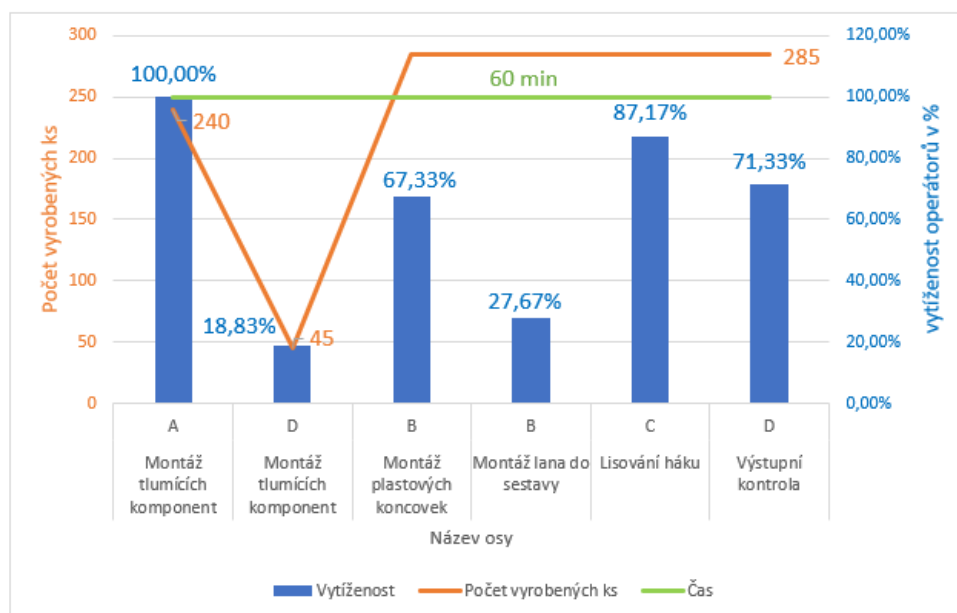
na hodinový výstup, status úzkého místa se přesune na lisování háku, toto pracoviště nelze více vytížit, jedná se o operaci prováděnou na přípravku a z titulu dosažení požadovaného výstupu to není ani žádoucí.

Tabulka 33 TOC výrobek VI.S5 a VJ.S5

Operace	Cycle time operace (s)	Operátor	Počet odpracovaných min připadající na 1 hodinu	Počet vyrobených ks
Montáž tlumících komponent	15	A	60	240
		D	11,3	45
Montáž plastových koncovek	8,5	B	40,4	285
Montáž lana do sestavy	3,5	B	16,6	285
Lisování háku	11	C	52,3	285
Výstupní kontrola	9	D	42,8	285

(zdroj: vlastní)

Níže uvedený graf znázorňuje počet kusů, vyrobených jednotlivými operátory, jenž jsou reprezentováni písmeny A, B, C, D na jednotlivých operacích v rámci 60 minut, zároveň je zde zobrazena jejich vytíženost vztažená ke zmiňovaným operacím.



Obrázek 32 Graf vytyžení operátorů při výrobě VI.S5 a VJ.S5

(zdroj: vlastní)

Při montáži výrobků VI.S5 i VJ.S5 je nežádoucí zachovat původní stav s 5 operátory, zachování původního počtu by znamenalo po dobu celé směny generovat polotovary

pro další operace, které by nebyly v průběhu výroby zpracovány. Celková vytíženost operátorů je znázorněno v tabulce níže.

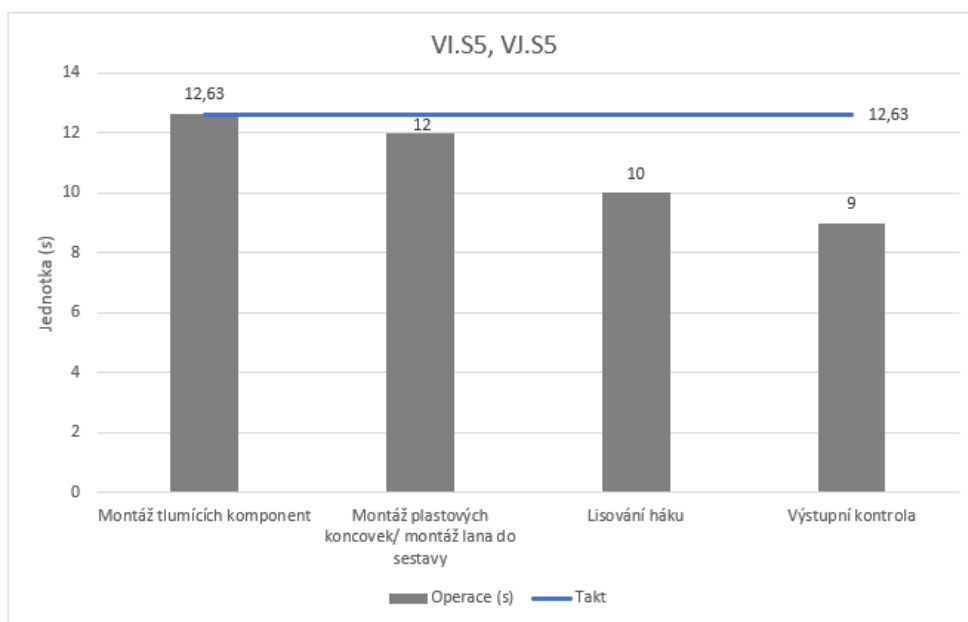
Tabulka 34 Vytíženost operátorů při výrobě VI.S5 a VJ.S5

Operátor	Vytížení v min	Vytížení v %
A	60	100
B	57	95
C	52,3	87
D	54,1	90

(zdroj: vlastní)

8.5.1 Balancování linky u výrobků VI.S5 a VJ.S5

U výrobku VI.S5 a VJ.S5, kde v rámci délky cycle time jednotlivých operací byl též odebrán operátor, byly sloučeny operace montáž lana do sestavy a montáž plastových koncovek pro jednoho operátora, přičemž operátor z výstupní kontroly bude vytěžovat úzké místo na operaci návleku tlumících komponent, aby bylo docíleno výstupu 285 ks/h.

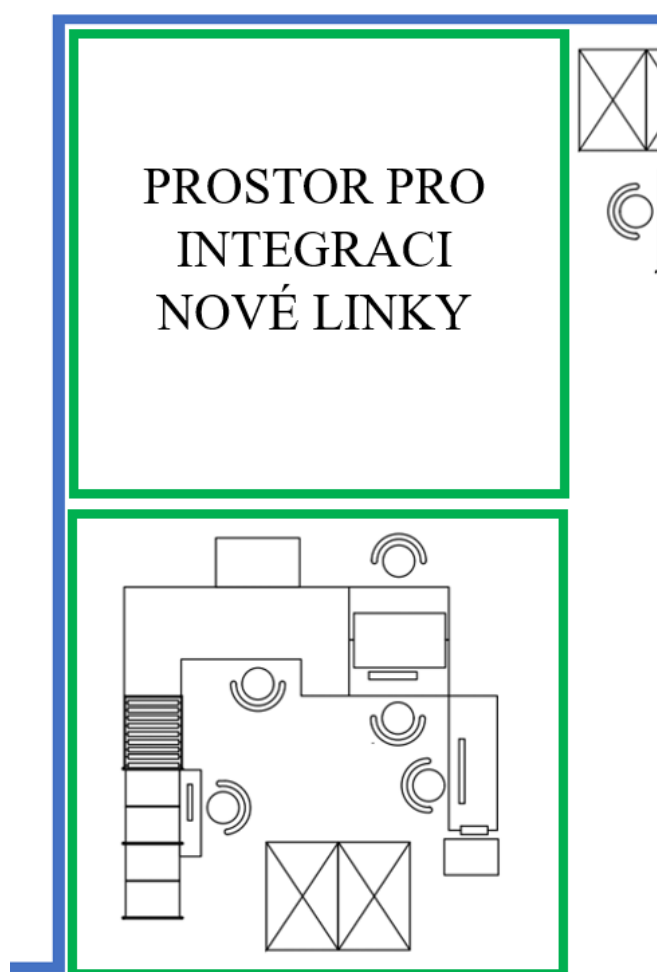


Obrázek 33 Graf vybalancovaná linka pro výrobky VG.S4, VJ.S5

(zdroj: vlastní)

8.6 Úprava layoutu

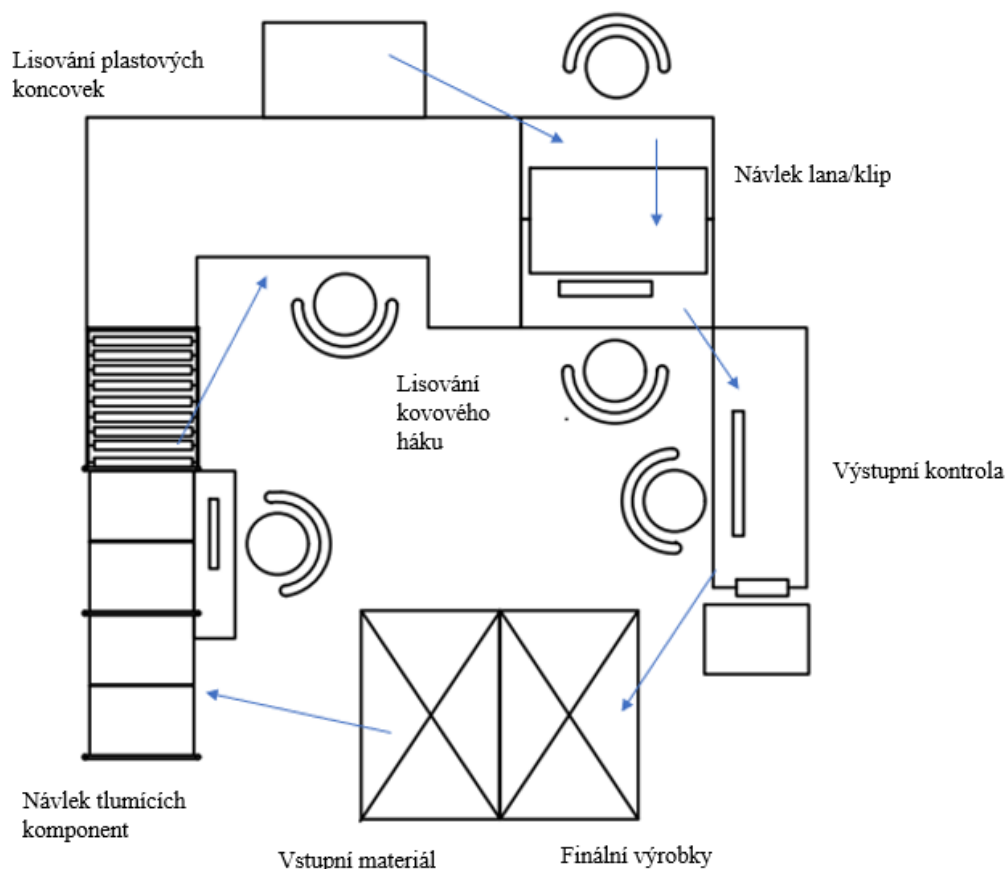
Nový layout je uspořádán do U-linky. Oproti původnímu uspořádání spolu operátoři mohou lépe komunikovat, přepravní trasy jsou kratší jak pro polotovary, tak pro operátory. Vstupní materiál i hotové díly se nacházejí na jednom místě. Pracoviště pro návlek tlumících komponent je v jedné linii pro případ, že na operaci bude pracovat v daný moment pouze jeden operátor, nebude nucen obcházet celý stůl. Změnou dispozice pracoviště se navíc uvolnil dostatečně velký prostor pro integraci dalšího pracoviště.



Obrázek 34 Nový layout linky

(zdroj: vlastní)

Obrázek 35 Tok materiálu u nového layoutu



(zdroj: vlastní)

Původní stůl, který se nachází na operaci č. 1 je modulární systém (trubkový regál), který je nastavitelný a tvarově modifikovatelný, prostřední část, která sloužila jako odkládací prostor pro polotovary byla odinstalována. Pracoviště návlék lana (klip) a lisování háku jsou nově umístěny naproti sebe, přičemž mezi nimi je skluz, kde jsou polotovary umístěny do doby zpracování na operaci lisování háku. Díly z finální kontroly jsou uloženy na paletě u hlavní svozové trasy, stejně jako vstupní materiál.

8.7 Rozpracovaná výroba

Tabulka níže obsahuje výčet výrobků s uvedenou normou pro operaci číslo 1 (Montáž tlumících komponent), přepočet minut, potažmo hodin, jež odráží nevytíženost pracovníků v rámci celé zakázky, na které pracuje 4-5 operátorů, výpočet přebytečného času operátorů pochází z kapitoly 9, kde je detailně rozepsán. Kalkulováno bylo s faktem, že první operace je tvořena čtyřmi dílčími kroky, mohou na ní tedy pracovat až čtyři operátoři zároveň. Dochází-li tedy při plnění hodinového výstupu k přebytku disponibilního času u operátorů,

přesunou na operaci číslo 1, tato operace je současně i úzkým místem, mezizásoba tedy urychlí náběh následující zakázky. V moment, kdy se buffer naplní dostatečným množstvím pro plánovanou zakázku, operátoři na první operaci přejdou na výrobek, který nadchází v plánu výroby, zvýší tak efektivitu práce na po sobě jdoucích zakázkách, nebo budou vyrábět polotovary na dané zakázce a budou je skladovat, nežli bude zakázka opět ve výrobním plánu, opět tedy urychlí náběh zakázky a po určitou dobu odpovídající počtu polotovarů nebude na první operaci potřeba operátor. V tomto případě by bylo však nutné mezizásoby evidovat v ERP systému, aby plánovaná doba pro výrobu zakázky odpovídala počtu polotovarů, které jsou již vyrobeny. U této varianty je problematické průběžné skladování polotovarů na výrobky po sobě jdoucích sérií, kdy veškerá měsíční rozpracovaná výroba bude vyžadovat skladovací prostor, je nutné podotknout, že tato práce se zabývá optimalizací pouze jednoho pracoviště, avšak firma sestává z dvou desítek obdobných pracovišť, skladování rozpracované výroby by bylo tedy prostorově velmi náročné.

Tabulka 35 Mezizásoba polotovarů

Výrobek	Norma op. č. 1 (Montáž tlumících komponent)	Délka zakázky (h)	Přebytečný čas (min)	Přebytečný čas připadající na zakázku (h)	Počet polotovarů (ks) produkovaných v přebytečném čase
VA.S1	17,8	36	8	4,80	971
VB.S1	17,8	40	12	8,00	1618
VC.S2	17,2	55	7,9	7,24	1516
VD.S2	17,2	45	5,9	4,43	926
VE.S3	21	30	3,8	1,90	326
VF.S3	21	30	3,8	1,90	326
VG.S4	15	60	23,80	23,80	5712
VH.S4	15	60	23,80	23,80	5712
VI.S5	15	42	10,6	11,62	2789
VJ.S5	15	42	10,6	11,62	2789

(zdroj: vlastní)

Druhou variantou je odvolání pracovníků po tuto dobu na jiné pracoviště a negenerování žádných zásob, z hlediska prostorového uspořádání pracoviště i umístění polotovarů v rámci skladových prostor je tato alternativa výhodnější, neboť 1 KLT box obsahuje u dílčích výrobků počet kusů, který odpovídá hodinovému výstupu, což u některých z výrobků odpovídá 1 KLT + neúplné balení u jiných je to téměř 24 KLT což odpovídá jedné paletě,

po 6 patrech, přičemž 1 patro obsahuje maximálně 4 boxy. Třetí možností je kombinace výše zmíněného dle potřeby plánu výroby.

Např. vezmeme-li výrobky VG.S4 a VH.S4, kde je přebytečný (disponibilní) čas operátorů nejvyšší a i po redukci operátora činní 23,8 hodin, znamená to, že trvání zakázky odpovídá 60 hodinám a pracují na ní nově pouze 4 operátoři, tj. (60 hodin x 4 operátoři) celkem 240 hodin, z čehož může plánovač výroby na více než 2 směny jednoho operátora přidělit na jinou linku, přičemž výstup linky zůstane zachován.

Tabulka 36 Počet balících jednotek v rámci polotovarů

Výrobek	Počet ks v balení (KLT box)	Počet polotovarů (ks)	Počet KLT boxů (ks)
VA.S1	240	971	4,0
VB.S1	240	1618	6,7
VC.S2	240	1516	6,3
VD.S2	240	926	3,9
VE.S3	240	326	1,4
VF.S3	240	326	1,4
VG.S4	240	5712	23,8
VH.S4	240	5712	23,8
VI.S5	285	2789	9,8
VJ.S5	285	2789	9,8

(zdroj: vlastní)

Výše uvedená tabulka vychází z údajů z tab. č. 35, je zde přepočteno, kolik KLT boxů u jednotlivých výrobků při daném počtu ks by operátor vygeneroval při dodržení normočasu na danou operaci, kdyby zůstal po dobu celého průběhu zakázky na lince.

9 ZHODNOCENÍ NAVRHOVANÝCH ŘEŠENÍ

Celý projekt racionalizace daného pracoviště zahrnoval několik změn, jejichž realizace vedla k požadovanému výsledku, který představoval úsporu na mzdových nákladech, změnu layoutu a optimalizaci v řízení rozpracované výroby. Hlavní cíl projektu byl splněn, dílčí cíle byly také dodrženy.

9.1 Cena úpravy pracoviště návlek lana/lisování háku

Jak bylo již zmíněno v předchozí kapitole, proběhla úprava layoutu do tvaru U, s čímž souvisel nákup a umístění skluzu mezi pracovišti návlek lana a lisování háku, kam pracovník odkládá polotovar určený pro zalisování háku.



Obrázek 36 Skluz mezi pracovišti

(zdroj: vlastní)

V ceně není zahrnuta montáž, ta byla provedena v rámci přestavby celého layoutu interním pracovníkem údržby. Cena úpravy je uvedena v tabulce níže.

Tabulka 37 Cena skluzu

Položka	DPH	Cena	Základ	DPH	Celkem
Skluz dle výkresu DRW-AW-001	21 %	1 250 Kč	1 345 Kč	282 Kč	1 627 Kč
Spojovací materiál	21 %	95 Kč			

(zdroj: vlastní)

9.2 Úspory v rámci projektu

V rámci úspor na projektu byl kladen důraz na redukci personálu, což přináší značnou úsporu v mzdových nákladech a otázku rozpracované výroby a výši mezizásob.

9.2.1 Mzdy

Operátoři výroby jsou vedeni jako agenturní zaměstnanci, jejich mzda je standardně hodinová, hodinová mzda činí 158 Kč, tj. náklad, který firma vynakládá za pronájem této pracovní síly. V tabulce níže je uveden počet hodin, který je nutné průměrně za měsíc odpracovat na zakázkách pro jednotlivé série výrobků dle forecastu (předpověď objednávek zákazníka). Zároveň je zde uveden přepočítaný počet hodin na mzdy v rámci daného měsíce, přičemž se předpokládá, že v měsíci bude odpracováno 440 hodin na výrobky x počet operátorů, tj. dvě dvanáctihodinové směny (s odpocetem přestávek) v rámci 20 pracovních dní.

Tabulka 38 Měsíční úspora na mzdách

Výrobek	Délka zakázky (h)	Mzda jednoho operátora	Původní počet operátorů	Nový počet operátorů
VA.S1	36	5688	5	5
VB.S1	40	6320	5	4
VC.S2	55	8690	5	5
VD.S2	45	7110	5	4
VE.S3	30	4740	5	4
VF.S3	30	4740	5	4
VG.S4	60	9480	5	4
VH.S4	60	9480	5	4
VI.S5	42	6636	5	4
VJ.S5	42	6636	5	4

(zdroj: vlastní)

Na základě reorganizace práce na daném pracovišti byl počet pracovníků u jednotlivých výrobků zredukován, přičemž pouze u výrobků, které obsahují operaci montáž klipu, byl zachován původní počet operátorů. Měsíční úspora na mzdách po snížení počtu pracovníků činí 55 142 Kč.

Další redukcí nákladů na mzdy může být u dílčích zakázek dosaženo v případě, že plán výroby nebude kalkulovat s rozpracovanou výrobou, disponibilní hodiny operátora (doba nad rámec času nutného k vyprodukování požadovaného výstupu) budou alokovány na jinou linku. V případě, že plán výroby s rozpracovanou výrobou kalkulovat bude, iniciace opakované zakázky bude rychlejší, avšak v zásobě bude vázán materiál, resp. finanční prostředky viz tabulka č. 4. Nutno brát na vědomí, že rozpracovaná výroba nehraje roli v nákupu materiálu na sklad při signálním stavu zásob, neboť se jedná o velkoobjemový materiál, tedy kontejnerová dodávka z Číny, je však nutné uvažovat o prostoru, na kterém je nutné polotovary skladovat, což není příliš efektivní. Tato možnost je tedy využitelná v případě situace, kdy plán výroby bude potřebovat pokrýt např. plánovanou odstávku zařízení. Úspora na mzdách je obdobná i u paralelní výroby s další zakázkou, jak bylo zmíněno výše.

V tabulce níže je uveden počet polotovarů, které jsou v průběhu zpracování jednotlivých zakázek produkovány i s ohledem na zredukování počtu pracovníků, zároveň je zde uvedena mzda, která připadá na jejich vytvoření.

Tabulka 39 Počet hodin připadajících na tvorbu rozpracované výroby

Výrobek	Počet polotovarů	Cena polotovarů (Kč)	Počet odpracovaných hodin	Cena práce (Kč)
VA.S1	971	3821,02	4,80	758,40
VB.S1	1618	6352,18	8,00	1264,00
VC.S2	1515	6925,14	7,24	1144,18
VD.S2	927	4237,35	4,43	699,15
VE.S3	326	2016,17	1,90	300,20
VF.S3	326	2022,69	1,90	300,20
VG.S4	5712	26503,68	23,80	3760,40
VH.S4	5712	28217,28	23,80	3760,40
VI.S5	2789	12521,71	11,62	1835,96
VJ.S5	2789	12493,82	11,62	1835,96

(zdroj: vlastní)

9.2.2 Redukce plýtvání

V rámci reorganizace pracoviště a redukce potřebného počtu zaměstnanců na základě nastavení nových normo časů společnost dosáhne:

1. Úsporu na mzdách samotnou redukcí pracovníků.
2. Úsporu mzdových nákladů na dílčích zakázkách na základě snížení počtu odpracovaných hodin u pracovníků provádějící operace, jejichž cycle time je nejkratší a jejichž setrvání na pracovišti by produkovalo rozpracovanou výrobu, převelením daného pracovníka do jiného hnízda v rámci jedné směny nebo zahájení paralelní montáže s další zakázkou, kdy první operace má dostatek polotovarů na dokončení aktuální zakázky a operátor tedy na první operaci zahajuje montáž zakázky následné v plánu výroby.
3. Snížení rozpracované výroby, a to za předpokladu plně využitého časového fondu pracovníka s přihlédnutím na bod výše.
4. Synchronizaci práce týmu-reorganizací pracoviště z tvaru linky L na tvar linky U, kde spolu mohou pracovníci mnohem lépe komunikovat a kontrolovat rozpracovanost na dílčích operacích, v případě nedostatečného množství polotovarů u určité operace tak mohou snadno odvolat jiného operátora z jiné operace, aby zásobu doplnil a následně se vrátil zpět na své pracoviště, což zabrání čekání a zaručí plynulost výroby.
5. Optimalizací layoutu výrobní linky získá prostor pro integraci dalšího pracoviště.

9.3 Shrnutí zhodnocení navrhovaných řešení

Data v tabulce níže vychází z tab. č. 38 a 39, kde jsou vyčísleny úspory mezd operátorů, kteří byli ze zakázek vyřazeni z důvodů nadbytečnosti. Tabulka obsahuje původní výši mzdy na jednotlivé zakázky, které na jejich výrobu bylo původně nutno vynaložit, novou výši mezd po optimalizaci počtu operátorů a také mzdu po korekci, kdy jsou odečteny náklady na hodiny, jejichž využitím by vznikala produkce nedokončené výroby, která není žádoucí a nemá vliv na parciální produktivitu, úspory jsou vyjádřeny i v procentech.

Hlavní cíl práce, kterým bylo snížení mzdových nákladů o 15-20 % byl splněn, byť u dvou výrobků z deseti na lince vyráběných, původní počet operátorů zůstává, i u těchto dvou výrobků je možné redukovat mzdové náklady připadající na dané zakázky převelením operátorů na jinou linku po dobu, která je nad rámec času nutného k produkci požadovaného

výstupu. V případě, že operátoři zůstanou pracovat na lince a budou produkovat polotovary na sklad, měsíční úspora na mzdách na zakázky bude ve výši 15,86 %, tj. 292458 Kč z původních 347600 Kč, v případě že na lince bude využit pouze čas potřebný k produkci odpovídající požadavku zákazníka bez rozpracované výroby, bude celková úspora na mzdách vycházející z průměrného měsíce odpovídat 20,37 %, což je 276799,15 Kč z původních výše mezd 347600 Kč připadající na dané pracoviště.

Tabulka 40 Průměrná celková úspora na mzdách za měsíc

Výrobek	Původní výše mezd na zakázku (Kč)	Nová výše mezd na zakázku po redukcí operátorů (Kč)	Nový výše mezd upravená o korekci doby nutné pro výrobu zakázky (Kč)	Procentuální úspora na mzdách po redukcí počtu operátorů	Procentuální úspora na mzdách po korekci doby nutné k výrobě zakázky
VA.S1	28440	28440	27681,6	0%	2,67%
VB.S1	31600	25280	24016	20,00%	25,00%
VC.S2	43450	43450	42305,82	0%	2,63%
VD.S2	35550	28440	27740,85	20,00%	22,46%
VE.S3	23700	18960	18659,8	20,00%	21,58%
VF.S3	23700	18960	18659,8	20,00%	21,58%
VG.S4	47400	37920	34159,6	20,00%	29,92%
VH.S4	47400	37920	34159,6	20,00%	29,92%
VI.S5	33180	26544	24708,04	20,00%	26,92%
VJ.S5	33180	26544	24708,04	20,00%	26,92%
Celkem	347600	292458	276799,15		

(zdroj: vlastní)

Úprava layoutu proběhla za minimálních investic, instalace skluzu mezi pracovišti montáž lana do sestavy a lisování háku činí 1625 vč DPH, přičemž samotná reorganizace proběhla v průběhu inventur, přesun všech strojů včetně elektronických připojení údržba provedla ve dvou lidech v průběhu 5 hodin, tímto bylo dosaženo prostoru, který je možné použít k integraci nového pracoviště, které může být využito k výrobě nového projektu nebo k duplikaci zařízení při navýšení výroby stávajících nebo homogenních výrobků.

ZÁVĚR

Tato práce se skládá ze dvou částí, a to teoretické a praktické. Teoretická část je zaměřena na rešerši literárních zdrojů z oblasti průmyslového inženýrství. V praktické části je uvedeno představení vybrané společnosti, ve které se tato práce zpracovává, následuje analytická část, která se zabývá současným stavem na montážním pracovišti VA.S1-VJ.S5, zahrnuje informace jako stávající normy, zákaznický takt, objemy výroby, personální obsazení, layout a technologický postup, její součástí jsou metody průmyslového inženýrství, jejichž výstupy sloužily jako podklad pro návrhy a aktivity nutné k implementaci změn, které vedly ke splnění cílů této práce. V praktické části se také nachází vymezení projektu včetně projektového listu, harmonogramu, logického rámce, dle kterého byl tento projekt realizován a RIPRAN analýza, která zohledňuje jeho rizika.

Z výsledků analytické části, resp. gemby, přímého měření práce a snímku pracovního dne bylo patrné, že stávající normy neodpovídají skutečným časům montáže, počet opracovaných hodin na zakázkách též neodpovídal počtu hodin, který je nezbytně nutný pro realizaci požadovaného výstupu a na zakázkách je evidováno mnohem více člověkohodin, pracovníci neefektivně využívali fond pracovní doby, docházelo k plýtvání v podobě osobních rozhovorů, operátoři trávili neúměrné množství času mimo pracoviště apod. Po identifikaci těchto nedostatků a následoval propočet taktu linky a potřebného počtu operátorů, vydefinování úzkých míst včetně návrhu na jejich maximální vytížení v podobě alokace operátorů dle potřeby výroby u každé výrobní série, výpočet vytíženosti a balancování linky.

Splnění dílčích cílů této práce bylo postaveno na návrzích změn týkajících se dispozic stávajícího montážního pracoviště, změna uspořádání nejenže bude hrát významnou roli ve zlepšení komunikace a organizace práce v týmu, ale dovolí uvolnit dostatečně velký prostor pro integraci nové linky. Na základě získaných reálných cycle time pro jednotlivé operace bylo možné stanovit reálné normy pro montáž, čím lze i řídit množství rozpracované výroby a tak rozhodnout, zda vyrábět polotovary na sklad, rychleji přejít na výrobu jiné série nebo operátory převelet na jiné pracoviště. Prostřednictvím těchto návrhů bylo dosaženo i hlavního cíle práce, a to snížení mzdových nákladů připadající na dané zakázky v měsíci, které bylo stanoveno na 15-20 %, přičemž redukce počtu operátorů představuje úsporu 15,86 %, v případě převelení operátorů na jinou práci po dobu, která převyšuje čas nutný pro dodržení hodinového taktu linky je to 20,37 % za měsíc při minimální jednorázové investici do úpravy layoutu v hodnotě 1625 Kč vč. DPH.

V rámci strategického cíle firmy přináší toto řešení snížení nákladů související s výrobou a vede ke zlepšení pracovních podmínky, kdy rotace umožňuje lepší koncentraci při monotónní práci.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BADIRU, A. B. 2018. *The story of industrial engineering: the rise from shop-floor management to modern digital engineering. 1th Edition.* Boca Raton: Taylor & Francis, 174 s. ISBN 978-1-138-61674-5.

BADIRU, A. B., 2014. *Industrial and Systems Engineering. 2th Edition.* Boca Raton: Taylor & Francis, 1271 s. ISBN 978-1-4665-1505-5.

BASL, Josef, Pavel MAJER a Miroslav ŠMÍRA, 2003. *Teorie omezení v podnikové praxi: zvyšování výkonnosti podniku nástroji TOC.* 1. vyd. Praha: Grada. 213 s. ISBN 802470613x.

BAUER, Miroslav, 2012. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě.* Brno: BizBooks, 193 s. ISBN 978-80-26500-29-2.

BRAU, Sebastian J., 2016. *Lean manufacturing 4.0: the technological evolution of lean.* Boca Raton: American Lean SD, 142 s. ISBN 978-15-393-2294-8.

BURIETA, Ján, 2013. *Metóda 5S - Čisté a usporiadané pracovisko.* Žilina: IPA Slovakia, 60 s. ISBN 978-80-8966704-8.

CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA, 2011. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra.* Tilina: GEORG, 138 s. ISBN 978-80- 89401-26-0

CHROMJAKOVÁ, Felicita. *Zvyšování výkonnosti výrobních a administrativních procesů,* Žilina: George, 2015, 106 s. ISBN 978-80-8154-122-3.

CHROMJAKOVÁ, Felicita. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů.* Žilina: Georg, 2013, 116 s. ISBN 978-80-8154-058-5.

DENNIS, Pascal, 2016. *Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system.* Third edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 223 s. ISBN 978-14-98708-87-6.

DLABAČ, Jaroslav. 2015. *Analýza a měření práce.* API [online]. [cit. 2024-12-12]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace>

FEKETE, Milan, 2012. *Efektívny produkčný systém.* Bratislava: Kartprint, 131 s. ISBN 9788089553099.

HARVEY, Sarah. *Kaizen: japonská metoda postupné změny návyků.* Olomouc: ANAG, 2020, 272 s. ISBN 978-807-5542-878.

Interní dokumenty společnosti Auto Controls, s.r.o.

JUROVÁ, Marie, 2015. *Organizace přípravy výroby. Vydání druhé, rozšířené a přepracované*. Brno: Akademické nakladatelství CERM. ISBN 978-80-214-5247-3.

JUROVÁ, Marie, 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 254 s. ISBN 978-80-247-5717-9.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA, 2012. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3. doplněné vydání. V Praze: C. H. Beck, 153 s. ISBN 978-80-7179-319-9.

KORMANEC, Peter, 2008. SMED. Ľilina: IPA Slovakia.

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

KOŠTURIÁK, Ján. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: ComputerPress, 2010, 234 s. Businessbooks. ISBN 978-80-251-2349-2.

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

OUDOVÁ, Alena, 2013. *Logistika: základy logistiky*. Kralice na Hané: Computer Media, 104 s. ISBN 9788074021497.

POLÁKOVÁ, Veronika a Roman BOBÁK. *Priemyselné inžinierstvo ako faktor konkurencie schopnosti výrobných podnikov*. Žilina: Georg, 2013. ISBN 978-80-8154-051-6.

ŘEPA, Václav, 2006. *Podnikové procesy: procesní řízení a modelování*. Praha: Grada, 265 s. Management v informační společnosti. ISBN 80-247-1281-4.

SIMSIT Zeynep Tuğçe, GÜNAY Noyan Sebla, VAYVAY Özalp, 2014. *Theory of Constraints: A Literature Review, Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volume 150, Pages 930-936 ISSN 1877-0428. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.09.104>.

SVOZILOVÁ, Alena, 2011. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 223 s. ISBN 978-80-24739-38-0.

ŠIMON, Michal a Antonín MILLER, 2014. *Štíhlá logistika*. Systém online [online]. [cit. 2025-1-1]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/it-pro-logistiku/stihla-logistika.htm>

TOMÁNEK, Jaroslav. *Sborník managementu změn a reengineeringu*: [sborník článků, přednášek a studií]. Praha: Computer Press, 2001. Business books (Computer Press). ISBN 80-7226-428-1

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada, 2014. Expert. ISBN 978-80-247-4486-5.

TUČEK, David a Roman BOBÁK, 2006. *Výrobní systémy*. 2. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 298 s. ISBN 8073183811.

VYTLAČIL, Milan, Miroslav STANĚK a Ivan MAŠÍN, 1997. *Podnik světové třídy*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 276 s. ISBN 80-901135-1-6.

ZANDIN, Kjell B. a Therese M. SCHMIDT, 2020. *MOST® Work Measurement Systems*. 4th Edition. Boca Raton: CRC Press, 354 s. ISBN 978036734531

SEZNAM INTERNETOVÝCH ZDROJŮ

RIPRAN, 2022. *Doporučené tabulky pro verbální hodnocení rizika*. RIPRAN [online].

Lysice: RIPRAN [cit. 2024-10-10]. Dostupné z: <https://ripran.cz/tabulky.html>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 PDCA cyklus	20
Obrázek 2 Vnitropodnikový hodnototvorný proces.....	29
Obrázek 3 DBR.....	36
Obrázek 4 Organigram.....	44
Obrázek 5 Bowden.....	45
Obrázek 6 Výrobní závod	46
Obrázek 7 Výkres bowdenu.....	52
Obrázek 8 Pozicování těsnění	53
Obrázek 9 Lisování koncovek.....	54
Obrázek 10 Návlek lana	54
Obrázek 11 Lisování háku	55
Obrázek 12 Stávající layout linky	57
Obrázek 13 Lisování plastových koncovek	58
Obrázek 14 Graf srovnání norem VA.S1	61
Obrázek 15 Graf Srovnání norem VB.S1	63
Obrázek 16 Graf snímku pracovního dne	65
Obrázek 17 Graf práce vs. prostoj	66
Obrázek 18 Graf snímku pracovního dne	68
Obrázek 19 Graf práce vs. prostoj	69
Obrázek 20 Spaghetti diagram.....	73
Obrázek 21 Graf časových rozdílů mezi původní a novou normou	74
Obrázek 22 Graf vytížení operátorů při výrobě VA.S1	84
Obrázek 23 Graf vytížení operátorů při výrobě VB.S1	85
Obrázek 24 Graf vybalancovaná linka pro výrobky VA.S1, VB.S1	87
Obrázek 25 Graf vytížení operátorů při výrobě VC.S2	88
Obrázek 26 Graf vytížení operátorů při výrobě VD.S2	90
Obrázek 27 Graf vybalancovaná linka pro výrobky VC.S2,VD.S2	91
Obrázek 28 Graf vytížení operátorů při výrobě VE.S3 a VF.S3	93
Obrázek 29 Graf vybalancovaná linka pro výrobky VE.S3, VF.S3	94
Obrázek 30 Graf vytížení operátorů při výrobě VG.S4 a VH.S4	95
Obrázek 31 Graf vybalancovaná linka pro výrobky VG.S4,VH.S4	96
Obrázek 32 Graf vytížení operátorů při výrobě VI.S5 a VJ.S5	97
Obrázek 33 Graf vybalancovaná linka pro výrobky VG.S4, VJ.S5	98
Obrázek 34 Nový layout linky	99

Obrázek 35 Tok materiálu u nového layoutu.....	100
Obrázek 36 Skluz mezi pracovišti	103

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Parciální produktivita týmu za 1 hodinu	50
Tabulka 2 Přehled mezd v jednotlivých měsících	50
Tabulka 3 Průměrný objem požadovaný zákazníkem za měsíc	51
Tabulka 4 Ceny jednotlivých komponent	52
Tabulka 5 Stávající normy	56
Tabulka 6 Gemba walk	59
Tabulka 7 Náměry výrobku VA.S1	60
Tabulka 8 Náměry výrobku VB.S1	62
Tabulka 9 Snímek pracovního dne (VA.S1)	64
Tabulka 10 Snímek pracovního dne (VB.S1)	67
Tabulka 11 Aktualizovaný seznam norem	70
Tabulka 12 Srovnání původní a nové normy	71
Tabulka 13 Počet operátorů na lince	72
Tabulka 14 Prostoje týmu (5 operátorů)	75
Tabulka 15 Projektový list	77
Tabulka 16 Časový harmonogram projektu	78
Tabulka 17 Logický rámec projektu	79
Tabulka 18 Kritéria pro hodnocení RINPRAN analýzy	80
Tabulka 19 Analýza rizik metodou RIPRAN	81
Tabulka 20 Analýza rizik metodou RIPRAN	82
Tabulka 21 TOC výrobek VA.S1	83
Tabulka 22 Vytíženost operátorů při výrobě VA.S1	84
Tabulka 23 TOC výrobek VB.S1	85
Tabulka 24 Vytíženost operátorů při výrobě VB.S1	86
Tabulka 25 TOC výrobek VC.S2	88
Tabulka 26 Vytíženost operátorů při výrobě VC.S2	89
Tabulka 27 TOC výrobek VD.S2	89
Tabulka 28 Vytíženost operátorů při výrobě VD.S2	90
Tabulka 29 TOC výrobek VE.S3 a VF.S3	92
Tabulka 30 Vytíženost operátorů při výrobě VE.S3 a VF.S3	93
Tabulka 31 TOC výrobek VG.S4 a VH.S4	95
Tabulka 32 Vytíženost operátorů při výrobě VG.S4 a VH.S4	95
Tabulka 33 TOC výrobek VI.S5 a VJ.S5	97
Tabulka 34 Vytíženost operátorů při výrobě VI.S5 a VJ.S5	98

Tabulka 35 Mezizásoba polotovarů	101
Tabulka 36 Počet balících jednotek v rámci polotovarů.....	102
Tabulka 37 Cena skluzu.....	104
Tabulka 38 Měsíční úspora na mzdách.....	104
Tabulka 39 Počet hodin připadajících na tvorbu rozpracované výroby	105
Tabulka 40 Průměrná celková úspora na mzdách za měsíc.....	107

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AIIE American institute of industrial engeneers

CAD Computer Aided Design

CAM Computer Aided Manufacturing

CIP Customer Involvement Program

CN Cenová nabídka

DBR Drum-buffer-rope

HPP Hlavní pracovní poměr

IS Informační systém

JIT Just in Time

KPI Key Performance Indicator

MRP Manufacturing Resource Planning

MTM Metods Time Measurement

MTZ Materiálové zabezpečení

MOST Maynard Operation Sequence Technique

NOK No ok

OEE Overall equipment effectiveness

PDCA Plan-do-act-check

PDM Product Data Management

PDV Průběžná doba výroby

QM Quality manager

SDCA Standardize-do-act-check

SMED Single Minute Exchange of Die

TOC Theory Of Constraints

TVP Technická příprava výroby

TWI Training Within Industry

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Náměry výrobku VA.S1

Příloha P II: Náměry výrobku VB.S1

Příloha P III: Náměry výrobku VC.S2

Příloha P IV: Náměry výrobku VD.S2

Příloha P V: Náměry výrobku VE.S3

Příloha P VI: Náměry výrobku VF.S3

Příloha P VII: Náměry výrobku VG.S4

Příloha P VIII: Náměry výrobku VH.S4

Příloha P IX: Náměry výrobku VI.S5

Příloha P X: Náměry výrobku VJ.S5

Příloha P XI: Procesní mapa organizace

PŘÍLOHA P I: NÁMĚRY VÝROBKU VA.S1

Výrobek: VA.S1 Operace: Montáž lumicích komponent Datum: 01.07.2024				Výrobek: VA.S1 Operace: Montáž plastových koncovek				Výrobek: VA.S1 Operace: Návlek lana				Výrobek: VA.S1 Operace: Montáž řilpu				Výrobek: VA.S1 Operace: Litování kovového háku				Výrobek: VA.S1 Operace: Výstupní kontrola			
Návrh č.	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Návrh č.	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Návrh č.	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Návrh č.	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Návrh č.	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Návrh č.	Operator 1	Operator 2	Operator 3
1	17,5	17,6	17,46	1	8,5	8,24	8,24	1	3,46	3,56	3,42	1	14,74	15,04	14,9	1	14,8	14,54	14,54	1	12,82	12,56	12,56
2	17,35	17,42	17,28	2	8,35	8,42	8,28	2	3,31	3,38	3,24	2	14,34	14,86	14,34	2	14,65	14,72	14,58	2	12,67	12,74	12,76
3	17,65	17,64	17,45	3	8,23	8,41	8,45	3	3,61	3,6	3,41	3	15,09	15,08	14,89	3	14,53	14,71	14,75	3	12,55	12,73	12,77
4	17,81	17,28	17,12	4	8,22	8,28	8,12	4	3,77	3,24	3,08	4	14,36	14,72	14,38	4	14,52	14,93	14,42	4	12,54	12,95	12,44
5	17,58	17,44	17,23	5	8,58	8,44	8,23	5	3,44	3,4	3,19	5	14,78	14,67	14,67	5	14,88	14,74	14,78	5	12,9	12,76	12,8
6	17,26	17,41	17,03	6	8,26	8,41	8,03	6	3,22	3,37	2,99	6	14,7	14,85	14,47	6	14,56	14,71	14,33	6	12,58	12,73	12,35
7	17,64	17,03	17,64	7	8,64	8,03	8,31	7	3,6	2,99	3,6	7	15,08	14,47	14,6	7	14,94	14,91	14,61	7	12,96	12,93	12,63
8	17,45	17,44	17,55	8	8,45	8,44	8,16	8	3,41	3,4	3,51	8	14,5	14,88	14,74	8	14,76	14,74	14,66	8	12,78	12,76	12,48
9	17,35	17,18	17,64	9	8,35	8,18	8,64	9	3,31	3,5	3,6	9	14,79	14,71	14,54	9	14,65	14,48	14,94	9	12,86	12,5	12,96
10	17,33	17,45	17,85	10	8,33	8,45	8,34	10	3,29	3,41	3,81	10	14,77	14,89	15,29	10	14,63	14,75	14,64	10	12,65	12,88	12,66
11	17,46	17,64	17,75	11	8,46	8,64	8,23	11	3,42	3,6	3,82	11	14,9	15,08	14,72	11	15,36	14,94	14,53	11	13,38	12,96	12,55
12	17,67	17,4	17,69	12	8,42	8,4	8,22	12	3,63	3,36	3,65	12	14,76	14,84	15,13	12	14,72	15,42	14,62	12	12,74	13,44	12,64
13	16,74	18,01	17,74	13	8,11	8,4	8,31	13	2,7	3,97	3,7	13	14,18	14,37	15,18	13	14,78	14,73	14,61	13	12,8	12,75	12,63
14	17,47	17,65	17,45	14	8,12	8,29	8,45	14	3,43	3,61	3,41	14	14,52	14,2	14,56	14	14,42	14,59	14,75	14	12,67	12,61	12,99
15	17,4	17,9	17,08	15	8,4	8,4	8,08	15	3,36	3,86	3,15	15	14,84	14,75	14,63	15	14,79	14,7	14,38	15	12,81	12,72	12,4
16	17,43	17,78	17,47	16	8,43	8,24	8,22	16	3,39	3,74	3,43	16	14,87	14,45	14,91	16	14,73	14,54	15,2	16	12,75	12,56	13,22
17	17,45	17,46	17,46	17	8,36	8,46	8,46	17	3,41	3,42	3,42	17	14,25	14,36	14,9	17	14,66	14,76	14,76	17	12,68	12,78	12,78
18	17,11	17,43	17,54	18	8,11	8,43	8,34	18	3,7	3,39	3,5	18	14,38	14,67	14,79	18	14,79	14,61	14,64	18	12,81	12,63	12,66
19	17,34	17,26	17,24	19	8,34	8,26	8,24	19	3,3	3,44	3,24	19	14,78	14,92	14,7	19	14,87	14,68	14,54	19	12,89	12,7	12,56
20	17,34	17,38	17,54	20	8,34	8,38	8,54	20	3,3	3,34	3,2	20	14,5	14,82	14,34	20	14,64	14,82	14,84	20	12,66	12,96	12,86
Průměr	17,456			Průměr	8,337			Průměr	14,707			Průměr	14,710			Průměr	14,748			Průměr	12,748		
Náměr (+2%)	17,805			Náměr (+2%)	8,503			Náměr (+2%)	15,001			Náměr (+2%)	15,005			Náměr (+2%)	13,002			Náměr (+2%)	13,002		
NORMA	17,8 sec			NORMA	8,5 sec			NORMA	15 sec			NORMA	15 sec			NORMA	13 sec			NORMA	13 sec		

PŘÍLOHA P II: NÁMĚRY VÝROBKU VB.S1

Výrobek: VB.S1 Operace: Montáž tlumičích komponent Datum: 04.07.2024				Výrobek: VB.S1 Operace: Montáž plastových koncovek				Výrobek: VB.S1 Operace: Návlek lana				Výrobek: VB.S1 Operace: Lisování kovového háku				Výrobek: VB.S1 Operace: Výstupní kontrola			
Náměr č.	Operátor 1	Operátor 2	Operátor 3	Náměr č.	Operátor 1	Operátor 2	Operátor 3	Náměr č.	Operátor 1	Operátor 2	Operátor 3	Náměr č.	Operátor 1	Operátor 2	Operátor 3	Náměr č.	Operátor 1	Operátor 2	Operátor 3
1	17,45	17,64	17,78	1	8,33	8,52	8,66	1	3,37	3,56	3,7	1	14,67	14,86	15	1	11,72	11,91	12,05
2	17,11	17,54	17,46	2	7,99	8,42	8,34	2	3,44	3,46	3,38	2	14,74	14,76	14,68	2	11,79	11,81	11,73
3	17,34	17,64	17,43	3	8,22	8,52	8,31	3	3,26	3,56	3,35	3	14,56	14,86	14,65	3	11,61	11,91	11,7
4	17,34	17,85	17,24	4	8,22	8,73	8,12	4	3,26	3,77	3,16	4	14,56	15,07	14,46	4	11,61	12,12	11,51
5	17,26	17,47	17,35	5	8,14	8,35	8,23	5	3,47	3,39	3,27	5	14,77	14,69	14,57	5	11,82	11,74	11,62
6	17,37	17,46	17,4	6	8,25	8,34	8,28	6	3,29	3,38	3,32	6	14,59	14,68	14,62	6	11,64	11,73	11,67
7	17,03	17,44	18,11	7	7,91	8,32	8,99	7	3,1	3,36	4,03	7	14,4	14,66	15,33	7	11,45	11,71	12,38
8	17,44	17,45	17,68	8	8,32	8,33	8,56	8	3,36	3,37	3,6	8	14,66	14,67	14,9	8	11,71	11,72	11,95
9	17,46	17,35	17,9	9	8,34	8,23	8,78	9	3,38	3,27	3,82	9	14,68	14,57	14,67	9	11,73	11,62	11,72
10	17,28	17,33	17,81	10	8,16	8,21	8,69	10	3,2	3,25	3,73	10	14,5	14,55	14,87	10	11,55	11,6	11,92
11	17,45	17,75	17,58	11	8,33	8,63	8,46	11	3,37	3,67	3,5	11	14,67	14,97	14,8	11	11,72	12,02	11,85
12	17,12	17,69	17,26	12	8	8,57	8,14	12	3,21	3,61	3,18	12	14,51	14,5	14,48	12	11,56	11,55	11,53
13	17,23	17,74	17,28	13	8,11	8,62	8,16	13	3,15	3,66	3,2	13	14,45	14,96	14,5	13	11,68	12,01	11,55
14	17,03	17,43	17,44	14	7,91	8,31	8,32	14	3,8	3,35	3,36	14	15,1	14,65	14,66	14	12,15	11,7	11,71
15	17,48	17,6	17,44	15	8,36	8,48	8,32	15	3,4	3,52	3,36	15	14,7	14,82	14,66	15	11,75	11,87	11,71
16	17,35	17,45	17,18	16	8,23	8,33	8,06	16	3,27	3,41	3,22	16	14,57	14,71	14,52	16	11,62	11,76	11,57
17	17,65	17,64	17,45	17	8,53	8,52	8,33	17	3,57	3,56	3,37	17	14,5	14,86	14,67	17	11,55	11,91	11,72
18	17,64	17,46	17,64	18	8,52	8,34	8,52	18	3,56	3,38	3,56	18	14,86	14,68	14,86	18	11,91	11,73	11,91
19	16,89	17,67	17,4	19	7,77	8,55	8,21	19	3,51	3,59	3,25	19	14,81	14,89	14,55	19	11,86	11,94	11,6
20	17,47	17,08	17,43	20	8,35	7,96	8,31	20	3,78	3,33	3,35	20	15,08	14,63	14,65	20	12,13	11,68	11,89
Průměr	17,454			Průměr	8,334			Průměr	3,432			Průměr	14,709			Průměr	11,765		
Náměr (+2%)	17,803			Náměr (+2%)	8,501			Náměr (+2%)	3,500			Náměr (+2%)	15,003			Náměr (+2%)	12,000		
NORMA	17,8 sec			NORMA	8,5 sec			NORMA	3,5 sec			NORMA	15 sec			NORMA	12 sec		

PŘÍLOHA P III: NÁMĚRY VÝROBKU VC.S2

Výrobek: VC.S2 Operace: Montáž lumíních komponent Datum: 08.07.2024				Výrobek: VC.S2 Operace: Montáž plastových koncovek				Výrobek: VC.S2 Operace: Návěs lana				Výrobek: VC.S2 Operace: Montáž klipu				Výrobek: VC.S2 Operace: Lisování kovového háku				Výrobek: VC.S2 Operace: Výstupní kontrola			
Návrh č.	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Návrh č.	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Návrh č.	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Návrh č.	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Návrh č.	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Návrh č.	Operator 1	Operator 2	Operator 3
1	16,88	17,07	17,21	1	10,59	10,78	10,92	1	3,38	3,57	3,71	1	11,26	11,45	11,05	1	14,72	14,91	15,05	1	14,76	14,5	14,87
2	16,54	16,97	16,89	2	10,25	10,68	10,6	2	3,45	3,47	3,39	2	11,33	11,35	11,27	2	14,79	14,81	14,73	2	14,61	14,68	14,7
3	16,77	17,07	16,86	3	10,48	10,78	10,57	3	3,27	3,57	3,36	3	11,15	11,45	11,24	3	14,61	14,91	14,7	3	14,49	14,67	14,71
4	16,77	17,28	16,67	4	10,48	10,99	10,38	4	3,27	3,78	3,17	4	11,15	11,66	11,05	4	14,61	15,12	14,51	4	14,48	14,89	14,38
5	16,69	16,9	16,78	5	10,4	10,61	10,49	5	3,48	3,4	3,28	5	11,36	11,12	11,16	5	14,82	14,74	14,62	5	14,84	14,7	14,5
6	16,8	16,89	16,83	6	10,51	10,6	10,54	6	3,3	3,39	3,33	6	11,18	11,27	11,21	6	14,64	14,73	14,67	6	14,52	14,67	14,29
7	16,46	16,87	16,87	7	10,17	10,58	11,25	7	3,11	3,37	3,35	7	10,99	11,25	11,92	7	14,45	14,71	15,38	7	14,9	14,87	14,57
8	16,87	16,88	17,11	8	10,58	10,59	10,82	8	3,37	3,38	3,61	8	11,25	11,26	11,34	8	14,71	14,54	14,63	8	14,72	14,7	14,42
9	16,89	16,78	17,33	9	10,6	10,49	11,04	9	3,39	3,28	3,83	9	11,27	11,16	11,26	9	14,73	14,62	14,72	9	14,8	14,76	14,9
10	16,71	16,76	17,24	10	10,42	10,47	10,95	10	3,21	3,26	3,74	10	11,09	11,14	11,46	10	14,55	14,6	14,92	10	14,59	14,82	14,6
11	16,88	17,18	17,01	11	10,59	10,89	10,72	11	3,38	3,68	3,51	11	11,26	11,45	11,39	11	14,72	14,57	14,85	11	15,32	14,9	14,49
12	16,55	17,12	16,69	12	10,26	10,83	10,4	12	3,22	3,62	3,19	12	11,1	11,09	11,07	12	14,56	14,55	14,53	12	14,68	15,38	14,58
13	16,66	17,17	16,54	13	10,37	10,88	10,42	13	3,16	3,67	3,21	13	11,04	11,35	11,09	13	14,36	15,01	14,55	13	14,87	14,69	14,57
14	16,46	16,86	16,87	14	10,17	10,57	10,58	14	3,81	3,36	3,37	14	11,69	11,24	11,25	14	14,19	14,7	14,71	14	14,61	14,87	14,93
15	16,91	17,03	16,87	15	10,62	10,74	10,58	15	3,41	3,53	3,37	15	11,29	11,34	11,08	15	14,75	14,87	14,71	15	14,75	14,66	14,67
16	16,78	16,88	16,61	16	10,49	10,59	10,32	16	3,28	3,42	3,23	16	11,16	11,3	11,11	16	14,62	14,76	14,57	16	14,69	14,5	15,16
17	17,08	17,07	16,88	17	10,79	10,78	10,59	17	3,58	3,57	3,38	17	11,09	11,45	11,26	17	14,55	14,91	14,72	17	14,62	14,72	14,72
18	17,07	16,89	17,07	18	10,78	10,6	10,78	18	3,57	3,39	3,57	18	11,45	11,27	11,45	18	14,91	14,73	14,6	18	14,75	14,57	14,6
19	16,32	16,78	16,76	19	10,03	10,5	10,47	19	3,52	3,6	3,26	19	11,4	11,48	11,14	19	14,86	14,94	14,63	19	14,83	14,64	14,5
20	16,9	16,51	16,86	20	10,61	10,22	10,57	20	3,79	3,5	3,36	20	11,51	11,22	11,24	20	14,31	14,68	14,89	20	14,6	14,9	14,8
Průměr	16,865		10,589	Průměr			3,433	Průměr	11,276		11,502	Průměr	14,709		15,004	Průměr	14,708		15,002	Návrh č.	14,708		15,002
Návrh (+2%)	17,202		10,801	Návrh (+2%)			3,502	Návrh (+2%)	11,502		11,502	Návrh (+2%)	15,004		15,004	Návrh (+2%)	15,002		15,002	NORMA	15 sec		15 sec
NORMA			10,8 sec	NORMA			3,5 sec	NORMA			11,5	NORMA			11,5	NORMA			15 sec	NORMA			15 sec

PŘÍLOHA P IV: NÁMĚRY VÝROBKU VD.S2

Výrobek: VD.S2 Operace: Montáž tlumičích komponent Datum: 11.07.2024				Výrobek: VD.S2 Operace: Návlek lana				Výrobek: VD.S2 Operace: Lisování kovového háku				Výrobek: VD.S2 Operace: Výstupní kontrola			
Náměr č.	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Náměr č.	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Náměr č.	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Náměr č.	Operator 1	Operator 2	Operator 3
1	16,85	17,04	17,18	1	3,45	3,33	3,56	1	14,71	14,59	15	1	11,81	11,69	12,1
2	16,51	16,94	16,86	2	3,44	3,51	3,37	2	14,7	14,77	14,63	2	11,8	11,87	11,73
3	16,74	17,04	16,83	3	3,32	3,5	3,54	3	14,58	14,76	14,8	3	11,68	11,86	11,9
4	16,74	17,25	16,64	4	3,31	3,37	3,21	4	14,57	14,63	14,47	4	11,67	11,73	11,57
5	16,66	16,87	16,75	5	3,67	3,53	3,32	5	14,93	14,79	14,58	5	12,03	11,89	11,68
6	16,77	17,45	16,8	6	3,35	3,5	3,33	6	14,61	14,76	14,82	6	11,71	11,86	11,92
7	16,43	16,84	17,51	7	3,73	3,12	3,4	7	14,99	14,67	14,66	7	12,09	11,77	11,76
8	16,84	16,85	17,21	8	3,54	3,53	3,25	8	14,8	14,79	14,51	8	11,56	11,67	11,61
9	16,86	16,75	17,3	9	3,44	3,27	3,73	9	14,7	14,53	14,99	9	11,8	11,63	12,09
10	16,68	16,73	17,21	10	3,42	3,71	3,43	10	14,68	14,97	14,69	10	11,78	12,07	11,79
11	16,85	17,15	16,98	11	3,55	3,73	3,32	11	14,81	14,99	14,58	11	11,91	12,09	11,68
12	16,52	17,09	16,66	12	3,51	3,49	3,41	12	14,77	14,75	14,67	12	11,87	11,85	11,77
13	16,63	17,14	16,68	13	3,2	3,51	3,4	13	14,46	14,77	14,66	13	11,56	11,87	11,24
14	16,43	16,83	16,84	14	3,21	3,38	3,54	14	14,47	14,64	14,97	14	11,57	11,74	11,45
15	16,88	17,03	16,84	15	3,49	3,49	3,26	15	14,75	14,75	14,52	15	11,85	11,5	11,62
16	16,75	16,85	16,58	16	3,52	3,33	3,31	16	14,78	14,59	14,57	16	11,88	11,69	11,67
17	17,05	17,04	16,85	17	3,45	3,55	3,55	17	14,6	14,81	14,81	17	11,7	11,91	11,91
18	17,04	16,86	17,04	18	3,2	3,52	3,43	18	14,46	14,78	14,69	18	11,56	11,88	11,79
19	16,29	17,07	16,73	19	3,43	3,35	3,33	19	14,69	14,56	14,59	19	11,79	11,66	11,69
20	16,87	16,48	16,83	20	3,43	3,47	3,63	20	14,69	14,73	14,89	20	11,47	11,83	11,79
Průměr	16,867			Průměr	3,436			Průměr	14,708			Průměr	11,765		
Náměr (+2%)	17,204			Náměr (+2%)	3,505			Náměr (+2%)	15,002			Náměr (+2%)	12,000		
NORMA	17,2 sec			NORMA	3,5 sec			NORMA	15 sec			NORMA	12 sec		

PŘÍLOHA P V: NÁMĚRY VÝROBKU VE.S3

Výrobek: VE.S3 Operace: Montáž tlumičů komponent Datum: 15.07.2024				Výrobek: VE.S3 Operace: Montáž plastových koncovek				Výrobek: VE.S3 Operace: Náviek lana				Výrobek: VE.S3 Operace: Lisování kovového háku				Výrobek: VE.S3 Operace: Výstupní kontrola			
Náměř č.	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Náměř č.	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Náměř č.	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Náměř č.	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Náměř č.	Operator 1	Operator 2	Operator 3
1	20,58	20,77	20,91	1	8,33	8,52	8,66	1	5,93	6,12	6,26	1	14,8	14,99	15,13	1	8,43	8,62	8,76
2	20,24	20,67	20,59	2	7,99	8,42	8,34	2	5,59	6,02	5,94	2	14,46	14,89	14,81	2	8,09	8,52	8,44
3	20,47	20,77	20,56	3	8,22	8,52	8,31	3	5,82	6,12	5,91	3	14,69	14,99	14,78	3	8,32	8,62	8,41
4	20,47	20,98	20,37	4	8,22	8,73	8,12	4	5,82	6,33	5,72	4	14,69	15,2	14,59	4	8,32	8,83	8,22
5	20,39	20,6	20,48	5	8,14	8,35	8,23	5	5,74	5,95	5,42	5	14,61	14,82	14,29	5	8,24	8,6	7,92
6	20,5	21,18	20,53	6	8,25	8,93	8,28	6	5,85	6,53	5,46	6	14,53	15,4	14,33	6	8,16	9,03	7,96
7	20,16	20,57	21,24	7	7,91	8,32	8,99	7	5,51	5,92	6,34	7	14,38	14,37	15,21	7	8,01	8	8,84
8	20,57	20,58	20,94	8	8,32	8,33	8,5	8	5,92	5,93	6,1	8	14,79	14,64	14,97	8	8,42	8,27	8,6
9	20,59	20,48	21,03	9	8,34	8,23	8,78	9	5,94	5,83	6,38	9	14,52	14,7	15,12	9	8,15	8,33	8,75
10	20,41	20,46	20,94	10	8,16	8,21	8,69	10	5,76	5,81	6,29	10	14,63	14,68	15,16	10	8,26	8,31	8,6
11	20,58	20,45	20,71	11	8,33	8,2	8,46	11	5,93	5,8	6,06	11	14,8	14,67	14,93	11	8,43	8,3	8,56
12	20,25	20,82	20,39	12	8	8,57	8,14	12	5,6	6,17	5,74	12	14,47	15,04	14,61	12	8,1	8,67	8,24
13	20,36	20,87	20,41	13	8,11	8,62	8,16	13	5,71	6,22	5,76	13	14,58	15,09	14,63	13	8,21	8,72	8,26
14	20,16	20,56	20,57	14	7,91	8,31	8,32	14	5,51	5,91	5,54	14	14,38	14,78	14,41	14	8,01	8,41	8,04
15	20,61	20,76	20,57	15	8,36	8,51	8,32	15	5,96	5,87	5,92	15	14,83	14,74	14,63	15	8,46	8,37	8,26
16	20,48	20,58	20,31	16	8,23	8,33	8,06	16	5,83	5,48	5,66	16	14,7	14,35	14,53	16	8,33	7,98	8,16
17	20,78	20,77	20,58	17	8,53	8,52	8,33	17	5,7	6,12	5,93	17	14,57	14,99	14,41	17	8,2	8,62	8,04
18	20,77	20,59	20,77	18	8,52	8,34	8,52	18	6	5,94	6,12	18	14,87	14,81	14,57	18	8,5	8,44	8,2
19	20,02	20,8	20,46	19	7,77	8,55	8,21	19	5,37	6,15	5,87	19	14,24	14,87	14,54	19	7,87	8,5	8,17
20	20,6	20,21	20,56	20	8,35	7,96	8,31	20	5,95	5,56	5,47	20	14,38	14,43	14,34	20	8,01	8,06	7,97
Průměr	20,590			Průměr	8,337			Průměr	5,885			Průměr	14,706			Průměr	8,335		
Náměr (+2%)	21,001			Náměr (+2%)	8,503			Náměr (+2%)	6,003			Náměr (+2%)	15,000			Náměr (+2%)	8,502		
NORMA	21 sec			NORMA	8,5 sec			NORMA	6 sec			NORMA	15 sec			NORMA	8,5 sec		

PŘÍLOHA P VI: NÁMĚRY VÝROBKU VF.S3

Výrobek: VF.S3 Operace: Montáž tlumičů komponent Datum: 17.07.2024				Výrobek: VF.S3 Operace: Montáž plastových koncovek				Výrobek: VF.S3 Operace: Návlek lana				Výrobek: VF.S3 Operace: Lisování kovového háku				Výrobek: VF.S3 Operace: Výstupní kontrola			
Náměr č.	Operátor 1	Operátor 2	Operátor 3	Náměr č.	Operátor 1	Operátor 2	Operátor 3	Náměr č.	Operátor 1	Operátor 2	Operátor 3	Náměr č.	Operátor 1	Operátor 2	Operátor 3	Náměr č.	Operátor 1	Operátor 2	Operátor 3
1	20,75	20,49	20,53	1	8,41	8,2	8,28	1	5,96	5,75	5,83	1	14,76	14,55	14,63	1	8,38	8,17	8,25
2	20,6	20,67	20,49	2	8,35	8,42	8,24	2	5,9	5,97	5,79	2	14,7	14,77	14,59	2	8,32	8,39	8,21
3	20,48	20,66	20,7	3	8,23	8,41	8,45	3	5,78	5,96	6	3	14,58	14,76	14,8	3	8,2	8,38	8,42
4	20,47	20,53	20,37	4	8,22	8,28	8,12	4	5,77	5,83	5,67	4	14,57	14,63	14,47	4	8,19	8,25	8,09
5	20,83	20,69	20,48	5	8,58	8,44	8,23	5	6,13	5,99	5,78	5	14,93	14,79	14,58	5	8,55	8,41	8,02
6	20,51	20,66	20,28	6	8,26	8,41	8,03	6	5,81	5,96	5,58	6	14,61	14,76	14,38	6	8,23	8,38	8,74
7	20,89	20,28	20,56	7	8,64	8,03	8,31	7	6,19	5,58	5,86	7	14,99	14,38	14,66	7	8,61	8,2	8,28
8	20,7	20,69	20,41	8	8,45	8,44	8,16	8	6	5,99	5,71	8	14,8	14,79	14,51	8	8,42	8,41	8,13
9	20,6	20,43	20,89	9	8,35	8,18	8,64	9	5,9	5,73	6,19	9	14,7	14,53	14,99	9	8,32	8,15	8,61
10	20,58	20,87	20,59	10	8,33	8,62	8,34	10	5,88	6,17	5,89	10	14,68	14,97	14,69	10	8,3	8,59	8,31
11	20,71	20,89	20,48	11	8,46	8,64	8,23	11	6,01	6,19	5,78	11	14,81	14,99	14,58	11	8,43	8,61	8,2
12	20,67	20,65	20,57	12	8,42	8,4	8,32	12	5,97	5,95	5,87	12	14,77	14,75	15	12	8,39	8,37	8,62
13	20,36	20,65	20,56	13	8,11	8,4	8,31	13	5,66	5,95	5,86	13	14,46	14,75	14,66	13	8,08	8,37	8,28
14	20,37	20,54	20,7	14	8,12	8,29	8,45	14	5,67	5,84	6	14	14,87	14,64	14,8	14	8,49	8,26	8,42
15	20,65	20,65	20,33	15	8,4	8,4	8,08	15	5,95	5,95	5,63	15	14,75	14,75	14,43	15	8,37	8,37	8,05
16	20,68	20,49	20,47	16	8,43	8,24	8,22	16	5,98	5,79	5,77	16	14,78	14,59	14,57	16	8,25	8,21	8,19
17	20,61	20,71	20,71	17	8,36	8,46	8,46	17	5,91	6,01	6,01	17	14,71	14,81	14,81	17	8,33	8,43	8,43
18	20,36	20,68	20,59	18	8,11	8,43	8,34	18	5,66	5,98	5,89	18	14,68	14,78	14,87	18	8,3	8,4	8,49
19	20,51	20,59	20,49	19	8,26	8,34	8,24	19	5,81	5,89	5,79	19	14,61	14,69	14,59	19	8,23	8,31	8,21
20	20,59	20,63	20,79	20	8,34	8,38	8,54	20	5,89	5,93	6,09	20	14,69	14,73	14,89	20	8,31	8,35	8,51
Průměr				Průměr				Průměr				Průměr				Průměr			
Náměr (+2%)				Náměr (+2%)				Náměr (+2%)				Náměr (+2%)				Náměr (+2%)			
NORMA				NORMA				NORMA				NORMA				NORMA			
20,589				8,337				5,887				14,706				8,336			
21,001				8,504				6,005				15,000				8,503			
21 sec				8,5 sec				6 sec				15 sec				8,5 sec			

PŘÍLOHA P VII: NÁMĚRY VÝROBKU VG.S4

Výrobek: VG.S4 Operace: Montáž tlumičích komponent Datum: 19.07.2024				Výrobek: VG.S4 Operace: Návlek lana				Výrobek: VG.S4 Operace: Lisování kovového háku				Výrobek: VG.S4 Operace: Výstupní kontrola			
Náměr č.	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Náměr č.	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Náměr č.	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Náměr č.	Operator 1	Operator 2	Operator 3
1	14,78	14,57	14,65	1	8,41	8,2	8,28	1	10,87	10,66	10,74	1	7,43	7,22	7,3
2	14,72	14,79	14,61	2	8,35	8,42	8,24	2	10,81	10,88	10,7	2	7,37	7,44	7,26
3	14,6	14,78	14,82	3	8,23	8,41	8,45	3	10,69	10,87	10,91	3	7,25	7,43	7,47
4	14,59	14,65	14,49	4	8,22	8,28	8,12	4	10,68	10,74	10,58	4	7,24	7,3	7,14
5	14,95	14,81	14,6	5	8,58	8,44	8,23	5	11,04	10,9	10,69	5	7,6	7,46	7,25
6	14,63	14,78	14,4	6	8,26	8,41	8,03	6	10,72	10,87	10,49	6	7,28	7,43	7,05
7	15,01	14,4	14,68	7	8,64	8,03	8,31	7	11,1	10,49	10,77	7	7,66	7,05	7,33
8	14,82	14,81	14,53	8	8,45	8,44	8,16	8	10,91	10,9	10,62	8	7,47	7,46	7,18
9	14,72	14,55	15,01	9	8,35	8,18	8,64	9	10,81	10,64	11,1	9	7,37	7,54	7,66
10	14,7	14,99	14,71	10	8,33	8,62	8,34	10	10,79	11,08	10,8	10	7,35	7,64	7,36
11	14,83	15,01	14,6	11	8,46	8,64	8,23	11	10,92	11,1	10,69	11	7,48	7,66	7,25
12	14,79	14,77	14,69	12	8,42	8,4	8,32	12	10,88	10,86	10,78	12	7,44	7,42	7,34
13	14,48	14,77	14,68	13	8,11	8,4	8,31	13	10,57	10,86	10,77	13	7,13	7,42	7,33
14	14,49	14,66	14,82	14	8,12	8,29	8,45	14	10,58	10,75	10,77	14	7,14	7,31	7,33
15	14,77	14,77	14,45	15	8,4	8,4	8,08	15	10,86	10,86	10,54	15	7,42	7,42	7,1
16	14,8	14,61	14,59	16	8,43	8,24	8,22	16	10,89	10,7	10,68	16	7,45	7,26	7,24
17	14,73	14,83	14,83	17	8,36	8,46	8,46	17	10,82	10,92	10,92	17	7,38	7,48	7,48
18	14,48	14,8	14,71	18	8,11	8,43	8,34	18	10,57	10,89	10,8	18	7,13	7,45	7,36
19	14,63	14,71	14,61	19	8,26	8,34	8,24	19	10,72	10,8	10,7	19	7,28	7,36	7,26
20	14,71	14,75	14,91	20	8,34	8,38	8,54	20	10,8	10,84	10,8	20	7,36	7,4	7,36
Průměr	14,707			Průměr	8,337			Průměr	10,792			Průměr	7,357		
Náměr (+2%)	15,001			Náměr (+2%)	8,504			Náměr (+2%)	11,007			Náměr (+2%)	7,504		
NORMA	15 sec			NORMA	8,5 sec			NORMA	11 sec			NORMA	7,5 sec		

PŘÍLOHA P VIII: NÁMĚRY VÝROBKU VH.S4

Výrobek: VH.S4 Operace: Montáž tlumičích komponent Datum: 22.07.2024				Výrobek: VH.S4 Operace: Návlek lana				Výrobek: VH.S4 Operace: Lisování kovového háku				Výrobek: VH.S4 Operace: Výstupní kontrola			
Náměr č.	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Náměr č.	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Náměr č.	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Náměr č.	Operator 1	Operator 2	Operator 3
1	15,01	14,8	14,42	1	8,41	8,2	8,28	1	10,75	10,54	10,62	1	7,24	7,03	7,11
2	14,95	14,38	14,38	2	8,35	8,42	8,24	2	10,69	10,76	10,58	2	7,18	7,25	7,07
3	14,83	14,57	14,59	3	8,23	8,41	8,45	3	10,57	10,75	10,79	3	7,06	7,24	7,28
4	14,82	14,88	14,26	4	8,22	8,28	8,12	4	10,56	10,62	10,46	4	7,05	7,11	6,95
5	14,46	14,78	14,37	5	8,58	8,44	8,23	5	10,92	10,78	10,57	5	7,41	7,27	7,06
6	14,86	15,01	14,17	6	8,26	8,41	8,03	6	10,6	10,75	10,37	6	7,09	7,24	6,86
7	15,24	14,63	14,45	7	8,64	8,03	8,31	7	10,98	10,37	10,65	7	7,47	6,86	7,14
8	14,46	15,04	14,3	8	8,45	8,44	8,16	8	10,79	10,78	10,5	8	7,28	7,27	6,99
9	14,95	14,78	14,78	9	8,35	8,18	8,64	9	10,69	10,52	10,98	9	7,18	11,27	7,47
10	14,93	15,22	14,48	10	8,33	8,62	8,34	10	10,67	10,96	10,68	10	7,16	7,45	7,17
11	15,06	15,24	14,37	11	8,46	8,64	8,23	11	10,8	10,98	10,57	11	7,29	7,47	7,06
12	14,34	15,01	14,46	12	8,42	8,4	8,32	12	10,76	10,74	10,66	12	7,25	7,23	7,15
13	14,71	14,75	14,33	13	8,11	8,4	8,31	13	10,45	10,74	10,65	13	6,94	7,23	7,14
14	14,72	14,89	14,59	14	8,12	8,29	8,45	14	10,46	10,63	10,42	14	6,95	7,12	7,14
15	15	14,68	14,22	15	8,4	8,4	8,08	15	10,74	10,74	10,42	15	7,23	7,23	6,91
16	15,03	14,84	14,36	16	8,43	8,24	8,22	16	10,77	10,58	10,56	16	7,26	7,07	7,05
17	14,96	15,06	14,6	17	8,36	8,46	8,46	17	10,7	10,8	10,8	17	7,19	7,29	7,29
18	14,71	14,51	14,48	18	8,11	8,43	8,34	18	10,45	10,7	10,68	18	6,94	7,26	7,17
19	14,86	14,94	14,45	19	8,26	8,34	8,24	19	10,6	10,68	10,58	19	7,09	7,17	7,07
20	14,94	14,98	14,53	20	8,34	8,38	8,54	20	10,68	10,72	18,04	20	7,17	7,21	14,53
Průměr	14,707			Průměr	8,337			Průměr	10,789			Průměr	7,355		
Náměr (+2%)	15,001			Náměr (+2%)	8,504			Náměr (+2%)	11,005			Náměr (+2%)	7,502		
NORMA	15 sec			NORMA	8,5 sec			NORMA	11 sec			NORMA	7,5 sec		

PŘÍLOHA P IX: NÁMĚRY VÝROBKU VI.S5

Výrobek: VI.S5 Operace: Montáž tlumičů komponent Datum: 25.07.2024				Výrobek: VI.S5 Operace: Návlek lana				Výrobek: VI.S5 Operace: Lisování kovového háku				Výrobek: VI.S5 Operace: Výstupní kontrola			
Náměř č.	Operátor 1	Operátor 2	Operátor 3	Náměř č.	Operátor 1	Operátor 2	Operátor 3	Náměř č.	Operátor 1	Operátor 2	Operátor 3	Náměř č.	Operátor 1	Operátor 2	Operátor 3
1	15,46	14,8	14,67	1	3,24	3,39	3,53	1	10,52	10,34	10,29	1	8,84	8,54	8,49
2	14,71	14,81	14,57	2	3,39	3,34	3,25	2	10,42	10,24	10,68	2	8,62	8,44	8,77
3	14,48	14,75	14,84	3	2,81	3,43	3,7	3	10,24	10,86	11,13	3	8,33	8,95	9,22
4	14,34	14,67	14,51	4	3,09	3,53	3,37	4	10,52	10,96	10,8	4	8,61	8,89	8,89
5	14,52	14,83	14,62	5	3,23	3,69	3,24	5	10,66	11,12	10,47	5	8,75	8,67	8,56
6	14,65	14,8	14,42	6	3,51	3,66	3,28	6	10,94	11,09	10,71	6	9,03	9,18	8,8
7	15,02	14,42	14,71	7	3,7	3,13	3,39	7	11,13	10,56	10,82	7	8,65	8,65	8,91
8	14,84	14,83	14,55	8	3,7	3,69	3,41	8	11,13	10,87	10,84	8	8,76	8,76	8,93
9	14,74	14,57	15,03	9	3,6	3,43	3,26	9	11,03	10,86	10,49	9	8,68	8,95	8,58
10	14,72	14,89	14,76	10	3,31	3,57	3,44	10	10,54	11	10,87	10	8,63	9,09	8,96
11	14,85	14,99	14,62	11	3,36	3,24	3,48	11	10,59	10,47	10,91	11	8,68	8,56	9
12	14,7	14,79	14,71	12	3,38	3,32	3,57	12	10,81	10,55	10,78	12	8,9	8,64	8,98
13	14,5	14,79	14,7	13	3,36	3,5	3,56	13	10,79	10,73	10,99	13	8,88	8,82	9,08
14	14,51	14,57	14,84	14	3,37	3,25	3,7	14	10,8	10,68	11,13	14	8,89	8,77	8,99
15	14,79	14,79	14,47	15	3,65	3,65	3,33	15	11,08	10,78	10,76	15	8,56	8,98	8,85
16	14,82	14,63	14,61	16	3,68	3,49	3,47	16	10,78	10,92	10,9	16	8,98	9,01	8,99
17	14,87	14,75	14,67	17	3,55	3,43	3,35	17	10,98	10,86	10,78	17	9,07	8,95	8,87
18	14,5	14,82	14,51	18	3,36	3,68	3,19	18	10,79	11,11	10,62	18	8,88	8,78	8,71
19	14,65	14,73	14,63	19	3,51	3,59	3,49	19	10,94	11,02	10,92	19	9,03	9,11	9,01
20	14,71	14,62	14,87	20	3,39	3,3	3,55	20	10,82	10,73	10,98	20	8,91	8,82	8,78
Průměr	14,709			Průměr	3,334			Průměr	10,786			Průměr	8,827		
Náměr (+2%)	15,003			Náměr (+2%)	3,503			Náměr (+2%)	11,001			Náměr (+2%)	9,003		
NORMA	15 sec			NORMA	3,5 sec			NORMA	11 sec			NORMA	9 sec		

PŘÍLOHA P X: NÁMĚRY VÝROBKU VJ.S5

Výrobek: VJ.S5 Operace: Montáž tlumičích komponent Datum: 29.07.2024				Výrobek: VJ.S5 Operace: Montáž plastových koncovek				Výrobek: VJ.S5 Operace: Návlek lana				Výrobek: VJ.S5 Operace: Lisování kovového háku				Výrobek: VJ.S5 Operace: Výstupní kontrola			
Náměr č.	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Náměr č.	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Náměr č.	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Náměr č.	Operator 1	Operator 2	Operator 3	Náměr č.	Operator 1	Operator 2	Operator 3
1	14,85	14,98	14,75	1	8,27	8,38	8,44	1	3,52	3,2	3,43	1	10,87	10,01	11,02	1	8,81	8,5	9,03
2	14,79	14,55	14,56	2	8,21	8,46	8,4	2	3,46	3,45	3,39	2	11,05	11,04	10,98	2	9,06	9,05	8,99
3	14,67	14,74	14,41	3	8,09	8,14	8,36	3	3,34	3,39	3,35	3	10,93	10,98	10,94	3	8,94	8,99	8,95
4	14,66	15,06	14,08	4	8,08	8,46	8,02	4	3,33	3,42	3,01	4	10,92	10,23	10,6	4	8,93	8,78	8,61
5	14,29	14,95	14,68	5	8,46	8,35	8,09	5	3,45	3,6	3,34	5	11,04	11,19	10,93	5	9,05	9,2	8,94
6	14,7	15,19	15,99	6	8,12	8,59	8,21	6	3,37	3,26	3,33	6	10,96	10,07	10,14	6	8,97	8,08	8,15
7	15,08	14,81	14,27	7	8,5	8,21	8,64	7	3,75	3,46	3,63	7	10,78	11,05	11,22	7	8,72	9,06	9,23
8	14,29	15,22	14,56	8	8,36	8,62	8,22	8	3,35	3,41	3,21	8	10,94	10,22	10,8	8	8,95	8,68	8,81
9	14,79	14,96	14,6	9	8,21	8,36	8,34	9	3,33	3,61	3,33	9	10,14	11,2	10,92	9	8,15	9,21	8,93
10	14,77	15,4	14,64	10	8,19	8,8	8,49	10	3,44	4,05	3,48	10	11,03	10,99	11,07	10	9,04	8,93	9,08
11	14,9	15,42	14,57	11	8,32	8,82	8,36	11	3,24	4,07	3,35	11	10,05	10,78	10,94	11	8,06	8,72	8,95
12	14,17	15,18	14,36	12	8,46	8,58	8,42	12	3,45	3,83	3,41	12	11,04	10,76	10,67	12	9,05	8,7	8,61
13	14,55	14,92	14,74	13	8,34	8,32	8,15	13	3,33	3,57	3,42	13	10,92	10,57	10,23	13	8,93	8,51	8,24
14	14,56	15,07	14,64	14	8,41	8,47	8,05	14	3,4	3,72	3,31	14	10,99	10,75	10,12	14	9	8,69	8,75
15	14,84	14,85	14,04	15	8,43	8,25	8,13	15	3,42	3,5	3,12	15	11,01	10,67	10,71	15	9,02	8,61	8,72
16	14,87	15,02	14,18	16	8,29	8,42	8,29	16	3,54	3,42	3,28	16	11,13	10,23	10,87	16	9,14	8,24	8,88
17	14,8	15,24	14,42	17	8,22	8,64	8,39	17	3,47	3,34	3,38	17	11,06	10,15	10,97	17	9,07	8,78	8,98
18	14,55	14,68	14,57	18	7,97	8,08	8,45	18	3,22	3,33	3,44	18	10,81	10,92	11,03	18	8,82	8,93	9,04
19	14,7	15,12	14,28	19	8,12	8,52	8,42	19	3,37	3,77	3,41	19	10,96	10,74	10,87	19	8,97	8,68	8,81
20	14,78	14,7	14,36	20	8,2	8,11	8,34	20	3,45	3,36	3,33	20	11,04	10,95	10,92	20	9,05	8,96	8,93
Průměr			14,706	Průměr			8,334	Průměr			3,432	Průměr				Průměr			8,828
Náměr (+2%)			15,000	Náměr (+2%)			8,501	Náměr (+2%)			3,501	Náměr (+2%)				Náměr (+2%)			9,004
NORMA			15 sec	NORMA			8,5 sec	NORMA			3,5 sec	NORMA				NORMA			9 sec

