

Zefektivnění pracoviště broušení a honování ve vybrané společnosti

Bc. Ľuboš Stehlík

Diplomová práce
2023



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: 2022/2023

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Luboš Stehlík**
Osobní číslo: **M210241**
Studijní program: **N0488P050002 Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Zefektivnění pracoviště broušení a honování ve vybrané společnosti**

Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte teoretické poznatky k problematice řízení výroby a přístupů k zefektivňování výrobních procesů.

II. Praktická část

- Analyzujte současný stav pracoviště broušení a honování ve vybrané společnosti.
- Na základě výsledků analýzy vypracujte návrh na zefektivnění pracoviště broušení a honování ve vybrané společnosti.
- Proveďte zhodnocení navržených řešení.

Závěr

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

Seznam doporučené literatury:

- CHROMJAKOVÁ, Felicitia. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štihlým řízením procesů*. 1. vyd. Žilina: Georg, 2013, 116 s. ISBN 978-80-8154-058-5.
- KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3. dopl. vyd. Praha: C.H. Beck, 2012, 153 s. ISBN 978-80-7179-319-9.
- KOŠTURIAK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. ISBN 80-86851-38-9.
- SALVENDY, Gavriel. *Handbook of Industrial Engineering: Technology and Operations Management*. 3rd ed. New York: Wiley, 2001, 2798 s. ISBN 0471-33057-4.
- SLACK, Nigel, Alistair BRANDON-JONES a Robert JOHNSTON. *Operations management*. 8th ed. Harlow: Pearson, 2016, 728 s. ISBN 978-12-9209-867-8.

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

Datum zadání diplomové práce: **10. února 2023**
Termín odevzdání diplomové práce: **21. dubna 2023**

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou 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;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské 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,

1. že jsem na diplomové/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
2. že odevzdaná verze diplomové/bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

Jméno a příjmení: Bc. Ľuboš Stehlík

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Diplomová práce se zaměřuje na zefektivnění pracoviště broušení a honování ve vybrané společnosti. Hlavním cílem řešení bylo najít potenciál pro možnou redukci počtu pracovníků na daném pracovišti a zavést vícestrojovou obsluhu. K tomu bylo potřeba nejdříve provést důkladnou analýzu aktuálního stavu včetně časových studií. Na základě těchto výsledků byla vyhodnocena aktuální vytiženost pracovníků. Následně byly hledány možnosti, jak zefektivnit práci, aby se vytiženost operátora dostala pod padesát procent a tím mu umožnila obsluhovat dvě linky zároveň. Bylo navrženo několik opatření, která se postupně zaváděla do praxe, testovala a vyhodnocovala. Ve výsledku bylo dosaženo stanoveného cíle, který přinesl významné finanční úspory nejenom v oblasti personálních nákladů, ale i v oblasti kvality a provozních nákladů. Celá práce byla řešena pomocí metodiky DMAIC, která umožnila systematický postup s jasně stanovenými kroky.

Klíčová slova: výrobní proces, broušení, honování, REFA, měření práce, standardizace, DMAIC

ABSTRACT

The diploma thesis focuses on increasing the efficiency of grinding and honing workplace in a selected company. The main goal was to find the potential for a possible reduction in the number of workers at the workplace and to apply multi-machine operation. To do this, a deep analysis of the current state, including time studies, had to be carried out first. Based on the results, the current workload of workers was evaluated. Subsequently, possibilities to make their work more efficient were identified, so that the operator's workload fell below fifty percent to be able to serve two production lines at the same time. Several improvements were proposed and gradually put into practice, tested and evaluated. The main goal was achieved, what brought significant financial savings not only in the area of personnel costs, but also in the area of quality and operating costs. The entire work was solved using the DMAIC methodology, which enabled a systematic procedure with clearly defined steps.

Keywords: production process, grinding, honing, REFA, work measurement, standardization, DMAIC

Na tomto mieste by som rád poďakoval každému, kto nejakým spôsobom prispel k vypracovaniu tejto diplomovej práce. Na prvom mieste patrí moja vďaka vedúcej práce, Ing. Denise Hrušeckej, Ph.D. za jej trpezlivosť, cenné rady a odborné vedenie diplomovej práce. Ďalej ďakujem svojim spolupracovníkom, ktorí boli vždy ochotní odpovedať na potrebné otázky, poskytnúť podporu pri zbere dát a prípadne konzultovať so mnou výsledky práce a návrhy.

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

OBSAH

ÚVOD	9
CIELE A METÓDY SPRACOVANIA PRÁCE	11
I TEORETICKÁ ČÁST	13
1 VÝROBNÝ PROCES A JEHO ZLEPŠOVANIE	14
1.1 PLÁNOVANIE A RIADENIE VÝROBY.....	14
1.2 ŠTÍHLA VÝROBA A ZLEPŠOVANIE PROCESOV.....	15
1.3 ĽUDSKÉ ZDROJE A VÝROBNÝ PROCES.....	18
2 PRACOVNÝ SYSTÉM REFA	20
2.1 ZÁKLADNÉ ČLENENIE ČASOV PODĚA REFA.....	21
2.2 JEDNOSTROJOVÁ VERZUS VIACSTROJOVÁ OBSLUHA.....	22
2.3 PRIAME MERANIE PRÁCE.....	23
2.4 ŠTANDARDIZÁCIA PRÁCE.....	25
3 SYSTEMATICKÝ CYKLUS ZLEPŠOVANIA PODĚA DMAIC	27
3.1 DEFINOVANIE PROBLÉMU – FÁZA DEFINE.....	28
3.2 ZBIERANIE FAKTOV A DÁT – FÁZA MEASURE.....	31
3.3 ANALÝZA PRÍČIN KĹÚČOVÝCH PROBLÉMOV – FÁZA ANALYZE.....	33
3.4 HĹADANIE RIEŠENÍ, ZLEPŠOVANIE – FÁZA IMPROVE.....	33
3.5 IMPLEMENTÁCIA A RIADENIE ZLEPŠENÍ – FÁZA CONTROL.....	34
II PRAKTICKÁ ČÁST	36
4 PREDSTAVENIE SPOLOČNOSTI	37
4.1 VÝROBNÝ PROGRAM A HLAVNÍ ZÁKAZNÍCI VYBRANÉHO ZÁVODU.....	37
4.2 PREDSTAVENIE VYBRANÉHO VÝROBNÉHO PROCESU.....	38
5 DMAIC PROJEKT ZEFEKTÍVNENIA PRACOVISKA	40
5.1 DEFINOVANIE PROJEKTU (FÁZA DEFINE).....	40
5.1.1 Zadávacia listina projektu a časový harmonogram.....	43
5.1.2 Riziková analýza.....	45
5.2 ZISŤOVANIE A MERANIE SKUTOČNÉHO STAVU (FÁZA MEASURE).....	46
5.2.1 Stručný popis pracoviska.....	46
5.2.2 Úroveň dodržiavania výrobných plánov v priebehu celého roku.....	48
5.2.3 Nekvalita na pracovisku.....	50
5.2.4 Zhrnutie kĹúčovÝch problémov k podrobnejšej analýze.....	52
5.3 PODROBNÝ ROZBOR SITUÁCIE A KĹÚČOVÝCH PROBLÉMOV (FÁZA ANALYZE).....	55
5.3.1 Základný vecný rozbor vykonávanÝch činností na pracovisku.....	55
5.3.2 Časová analýza obsluhy pracoviska podľa metodiky REFA.....	56

5.3.3	Analýza kľúčových problémov zistených pri snímkovaní.....	59
5.3.4	Zhrnutie analytickej časti	61
5.4	NÁVRH MOŽNOSTÍ RIEŠENIA (FÁZA IMPROVE)	65
5.4.1	Zníženie využiteľnosti brúsiča úpravou činností pri zapnutých strojoch.....	65
5.4.2	Zníženie počtu brúsičov a pridanie pozície manipulanta	69
5.4.3	Skúšobná prevádzka v režime brúsenia po jednom kuse	71
5.4.4	Zníženie využiteľnosti brúsiča úpravou činností pri vypnutých strojoch.....	72
5.5	ZAVEDENIE DO PRAXE A VYHODNOTENIE (FÁZA CONTROL)	77
5.5.1	Úvodné zaškolenie a príprava na zavedenie opatrení	77
5.5.2	Nové štandardy práce a motivácia k ich dodržiavaniu.....	79
5.5.3	Ekonomické vyhodnotenie zavedených opatrení a prínos pre firmu	82
ZÁVER		86
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY		88
ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK.....		92
ZOZNAM OBRÁZKOV		93
ZOZNAM TABULIEK		94
ZOZNAM PRÍLOH.....		95

ÚVOD

Diplomová práca sa zaoberá zefektívnením vybraného pracoviska jedného veľkého výrobného závodu na výrobu ložísk. Konkrétne sa jedná o pracovisko brúsenia a honovania. Spoločnosť, v ktorej je táto problematika riešená, je významným hráčom na trhu dodávateľov komponentov pre automobilový priemysel. Práca vzniká práve v dobe vysokej inflácie a s ňou súvisiacich stúpajúcich cien vstupných materiálov. Zákazníci firmy tlačia na udržanie ceny dodávaných súčiastok alebo len minimálne zvyšovanie cien. Na druhej strane stoja dodávatelia, ktorí neúprosne reagujú na situáciu a svoje vstupné materiály ponúkajú za stále vyššie ceny. Ak chce spoločnosť prežiť, musí hľadať úspory vo svojich procesoch, ktoré sú v súčasnej situácii dôležitejšie než kedykoľvek predtým.

Nielen táto situácia však bola impulzom k riešeniu projektu, ktorý je obsahom tejto diplomovej práce. Spoločnosť sa snaží každoročne zlepšovať svoje procesy a hľadať v nich úspory, aby si udržala svoju konkurencieschopnosť na trhu. Momentálne bolo ako predmet týchto úspor vybrané práve pracovisko brúsenia a honovania, kde je dlhodobo sledovaná nízka využitelnosť pracovníkov a potenciál pre zníženie ich počtu. Pracovisko však čelí aj problémom s kvalitou a sklzmi vo výrobe, preto bolo treba postupovať systematicky a odstrániť všetky nežiaduce efekty, ktoré by mohli zabrániť udržaniu dlhodobého efektu jeho zefektívnenia. V rámci projektu bolo teda pracovisko riešené komplexne, aby sa zefektívnila práca operátorov a našiel sa priestor pre možnú viac-strojovú obsluhu, ale zároveň, aby sa odstránili aj iné nežiaduce efekty, ktoré by mohli zmarit' udržateľnosť nastavených opatrení.

Práca sa skladá z niekoľkých častí. Najprv je v teoretickej časti rozobraná problematika zlepšovania procesov, štíhlej výroby, riadenia výroby všeobecne ako aj systematického riešenia problémov metodikou DMAIC. Na tieto teoretické východiská nadväzuje praktická časť, ktorá je spracovaná metodikou DMAIC. Najprv je definovaný cieľ projektu, jeho harmonogram, ohraničenie, riziká a ďalšie súvisiace okolnosti. Následne sú analyzované základné dáta o procese, ako je identifikácia pracoviska, sledovanie dlhodobej nepodarkovosti alebo plnenia výrobných plánov. Nasleduje kľúčová časť práce, ktorou je detailná analýza, predovšetkým časová analýza pracovného dňa brúsičov za účelom vyhodnotenia ich využitelnosti. Nasleduje časť návrhová, v ktorej sú vypracované možnosti, ako znížiť využitelnosť brúsičov a získať tak potenciál k tomu, aby mohli obsluhovať viac ako jednu linku. Boli vypracované niekoľké návrhy, ktoré boli postupne implementované do

praxe. Práce popisuje výsledky těchto skúšobných prevádzok a zhodnotenie, či je to cesta k požadovanému cieľu. Po otestovaní všetkých návrhov bol vytvorený nový štandard práce, ktorý je prezentovaný v záverečnej kapitole. Zároveň táto kapitola obsahuje aj finančné vyhodnotené a jasné preukázanie prínosu riešeného projektu pre spoločnosť.

CIELE A METÓDY SPRACOVANIA PRÁCE

Cieľom práce je zefektívnenie pracoviska brúsenia a honovania vo vybranej spoločnosti za účelom úspory personálnych nákladov minimálne o 25% a zavedenie tohto zefektívnenia do praxe do konca marca 2023. Keby sme mali cieľ viac konkretizovať, jedná sa o zefektívnenie práce brúsičov tak, aby bolo možné zaviesť viac-strojovú obsluhu a tým znížiť ich počet na pracovisku. Pracovisko brúsenia a honovania sa skladá celkom z 10 liniek, predmetom tejto práce sú 4 vybrané linky. Okrem úspory personálnych nákladov sa pri spracovaní práce počíta aj s úsporami v oblasti kvality, nadčasovej práce a s vyššou spoľahlivosťou v plnení výrobných plánov.

Práca je spracovaná metodiku DMAIC, kde v jednotlivých fázach cyklu boli použité tieto metódy:

- Fáza DEFINE

Najprv bol presne definovaný cieľ práce, ktorý vychádza z hlasu zákazníka. Hlas zákazníka bol presne popísaný a doplnený o merateľné ukazovatele v oblasti kvality, nákladov a času. Následne bol presne ohraničený projekt pomocou analýzy IS/IS NOT. Diagram SIPOC poslužil na stručné a výstižné popísanie procesu a umiestnenie predmetného pracoviska v ňom. Následne bol spracovaný projektový list s vymedzením členov tímu, zodpovedností, časového ohraničenia projektu, hlavného a dielčích cieľov apod. Na ten potom nadväzuje časový harmonogram a riziková analýza RIPRAN.

- Fáza MEASURE

V tejto fáze boli zbierané základné fakty o pracovisku. Najprv boli spracované analýzy plnenia plánov a nepodarkovosti. Príčiny problémov s kvalitou boli vyhodnotené pomocou Pareto diagramu. Následne boli základné fakty zhrnuté a v rámci workshopu bol vypracovaný Ishikawa diagram, kde boli s tímom identifikované predpokladané hlavné príčiny problémov na pracovisku.

- Fáza ANALYZE

Ďalším krokom bola podrobná analýza, ktorá mala za úlohu nájsť možnosti ako zefektívniť prácu brúsičov, aby sa im uvoľnila kapacita pre viac-strojovú obsluhu. Súčasťou bolo aj hľadanie riešenia problémov s kvalitou, ktorá znižuje produktivitu linky a tým znemožňuje naplnenie cieľa práce. Boli využité princípy metodiky

REFA, ako priame meranie práce, rozdelenie časov na časy za chodu stroja a pri vypnutom stroji. Ďalej bolo využité pozorovanie na mieste, fotodokumentácia, štúdium štandardov práce, ich revízia a kontrola dodržovania.

- Fáza IMPROVE

Po vyhodnotení analytickej časti práce boli navrhnuté opatrenia. Ku generovaní nápadov dochádzalo postupne, niekedy za účasti viac pracovníkov formou workshopu. Jednotlivé opatrenia boli postupne zavádzané do praxe, overované a vyhodnocované. Všetko bolo riešené metodikou REFA, kde boli eliminované určité časy a znovu prepočítaná využiteľnosť brúsičov.

- Fáza CONTROL

V poslednej fáze boli všetky navrhnuté zlepšenia uvedené do praxe. Prebehlo zaškolenie operátorov, prepracovanie pracovných štandardov, štandardov kontroly kvality a revízia výpadkových kľúčov pre možnosť rýchlej schopnosti reakcie na prípadné problémy. Súčasťou tejto fázy bolo aj finančné vyhodnotenie celého projektu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VÝROBNÝ PROCES A JEHO ZLEPŠOVANIE

Výroba je často v literatúre definovaná ako proces premeny výrobných faktorov na koncové výrobky a služby, ktoré slúžia konečnému zákazníkovi na jeho spotrebu. Cieľom výroby je uspokojenie potrieb tohoto zákazníka pomocou premeny výrobných faktorov, ktorými sú práca, kapitál, informácie a prírodné zdroje (Keřkovský a Valsa, 2012). Túto spomínanú premenu výrobných vstupov na výstupy ovplyvňujú mnohé ďalšie faktory a súvisiace procesy, ako napríklad riadenie ľudí, správa strojov a zariadení, energetický management spoločnosti, ale aj vonkajšie okolie, napríklad konkurencia, vládne predpisy, technologický pokrok a iné.

Súčasný výrobný prostredie sa veľmi rýchlo mení a je ovplyvňované nie len technologickým pokrokom, ale aj tlakom zákazníkov na vyššiu flexibilitu a schopnosť reagovať na stále vyššie požiadavky. S tým súvisia aj vyššie nároky na management výroby. Ako prezentuje van Veen-Dirks (2002), moderné výrobné prostredie je spojované s mnohými novými elementami ako sú flexibilné stroje, zavádzanie prvkov automatizácie a digitalizácie, tlakom na nízke zásoby a výrobou na zákazku a ďalšími trendami tzv. štíhlej výroby.

Podľa Tomka a Vávrovej (2007) je výroba veľmi zložitým systémom, ktorý sa skladá z mnohých podsystémov. Cieľom je, aby všetky tieto podsystémy spolu fungovali tak, aby bola zákazníkovi predaná čo najvyššia pridaná hodnota. V nasledujúcich kapitolách bude predstavená mimo iné aj problematika štíhlej výroby, ktorá v dnešných moderných výrobných systémoch hrá veľmi zásadnú roľu vo väzbe na podnikovú výkonnosť a snahu o jej neustále zvyšovanie (Chen a Liaw, 2016).

1.1 Plánovanie a riadenie výroby

Plánovanie a riadenie výroby je dôležitou súčasťou manažmentu každej výrobnej firmy. Ako vieme, manažment má niekoľko úrovní, od strategického až po operatívny. Podobne je to aj s výrobou. V strategickej rovine si firma definuje svoje stratégie vrátane zaistovania zdrojov pre ich splnenie. Operatívne riadenie výroby potom naopak rieši bezprostredné a krátkodobé situácie, ktoré denno-denne vznikajú. Plánovanie je súčasťou riadenia výroby a v súčasnej dobe veľkej komplexnosti výroby čoraz viac naberá na význame. Výrobcovia sú stále viac tlačení k vyššej diverzifikácii výrobkov, kratším dodacím termínom, nižším cenám, ustavičným inováciám a vysokej kvalite. Zlúčiť všetky tieto požiadavky a obstať

v konkurenčnom boji je preto veľmi náročné. Vhodný systém plánovania a riadenia výroby vrátane jeho počítačovej podpory je preto v dnešnej dobe nutnosťou (Mičieta a Král, 1998).

Tuček a Bobák (2006) definujú päť základných aktivít, ktoré sú dôležité pri riadení výroby, a to plánovanie, organizovanie, prikazovanie, koordinácia a kontrola. Realizácia každej zákaznickej objednávky je veľmi závislá na správnom plánovaní a následnom riadení výroby. Pokiaľ firma neplní zákaznicke termíny, stráca dobré meno a v niektorých oblastiach (napr. automobilovej výrobe) to znamená aj pomerne veľké finančné náklady v podobe penále. K tomu, aby mohol byť výrobný plán správne vypracovaný, je nutné poznať všetky problémy vo výrobe, aby bolo možné plánovať reálne scenáre. Problémy s neplnením plánovaných termínov je potom nutné detailne analyzovať a zaistiť, aby sa viac neopakovali. Informačné systémy pre plánovanie a riadenie výroby sú síce dnes už takmer nevyhnutné, je však potrebné, aby boli v poriadku predovšetkým všetky súvisiace procesy (Missbauer a Uzsoy, 2022).

Vo výrobnom podniku má z pohľadu plánovania a riadenia výroby hlavné postavenie výrobný úsek a tento by mal zaistiť nasledujúce úlohy (Mičieta a Král, 1998):

- Operatívne plánovanie výroby – spolupracuje na tvorbe plánov s ostatnými úsekmi, preveruje plány z pohľadu kapacít, realizuje plány a vyhodnocuje úspešnosť plnenia
- Koordinácia výroby – kontroluje zabezpečenie zdrojov pre výrobu, ich využitie a celkový priebeh objednávok
- Podniková kooperácia – je ďalšou úlohou riadenia výroby, ktoré zaisťuje spolupráci na podnikovej úrovni
- Riadenie medziskladov – zaisťuje skladovanie rozpracovaných, ale aj hotových výrobkov, stará sa o optimálnu výšku rozpracovanosti pre zaistenie plynulosti výroby, ale zároveň s maximálnou efektívnosťou

1.2 Štíhla výroba a zlepšovanie procesov

Pojem štíhlej výroby a štíhleho managementu dnes už nie je neznámy pre žiadnu spoločnosť. Jedná sa o prístup k riadeniu výrobného procesu, ktorý si postupne osvojujú všetky výrobné spoločnosti, pretože inak by bolo veľmi ťažké prežiť v konkurenčnom boji. Jej základným cieľom je poskytovať zákazníkovi čo najvyššiu hodnotu s minimálnymi nákladmi. História tohto prístupu je pomerne dlhá, ako vedecká disciplína sa začala formovať v spoločnosti Toyota po druhej svetovej vojne. Tzv. Toyota Production System je dnes široko rozšírený

a známy v celom svete. Jeho jednotlivé metódy a nástroje často nazývame aj ako nástroje priemyselného inžinierstva, ktoré sa zavádzaním prvkov štíhlej výroby v praxi zaoberá (Salvendy, 2001).

Podstatou štíhlej výroby je posilňovanie činností, ktoré pridávajú hodnotu a naopak eliminácia činností, ktoré prinášajú len náklady, ale žiadnu pridanú hodnotu. Tieto činnosti nazývame plytvanie a celkovo rozoznávame základných sedem druhov plytvania (Košturiak a Frolík, 2006):

- Nadvýroba – keď vyrobíme viac, než je potreba
- Nadbytočná práca – realizácia činností, o ktoré zákazník nestojí
- Zbytočné pohyby – nadmerné pohyby pracovníka, ktoré by bolo možné eliminovať napríklad lepším usporiadaním pracoviska a nástrojov
- Zásoby – zbytočne veľa zásob materiálu, rozpracovanej výroby apod.
- Čakanie – zle vybalancované činnosti, čakanie na iné procesy
- Vady, opravy – proces produkujúci nepodarky, ktoré je nutné opraviť alebo v horšom prípade nie sú viac použiteľné
- Nadbytočný transport – manipulácie a zbytočné prepravovanie komponentov v priebehu, ale aj po dokončení výrobného procesu

V niektorej literatúre sa môžeme dočítať ešte o ďalších druhoch plytvaní, najčastejšie sa ako ôsmy druh uvádza nevyužitý potenciál ľudí. Tento druh plytvania je často ignorovaný, ale môže sa v ňom skrývať veľmi veľký potenciál pre zlepšenie (Slack a kol., 2016).

Ako hovorí Chromjaková (2013), zákazníci v dnešnej dobe veľmi dôrazne vyjednávajú o cene, a preto podniky musia usilovať o elimináciu zbytočných nákladov, teda plytvania. Podľa Chromjakovej (2013) je nutné neustále posilňovať tri základné parametre, ktorými je čas produkcie, jej náklady, ale tiež kvalita, ktorá nesmie byť v snahe o krátky výrobný čas zanedbaná.

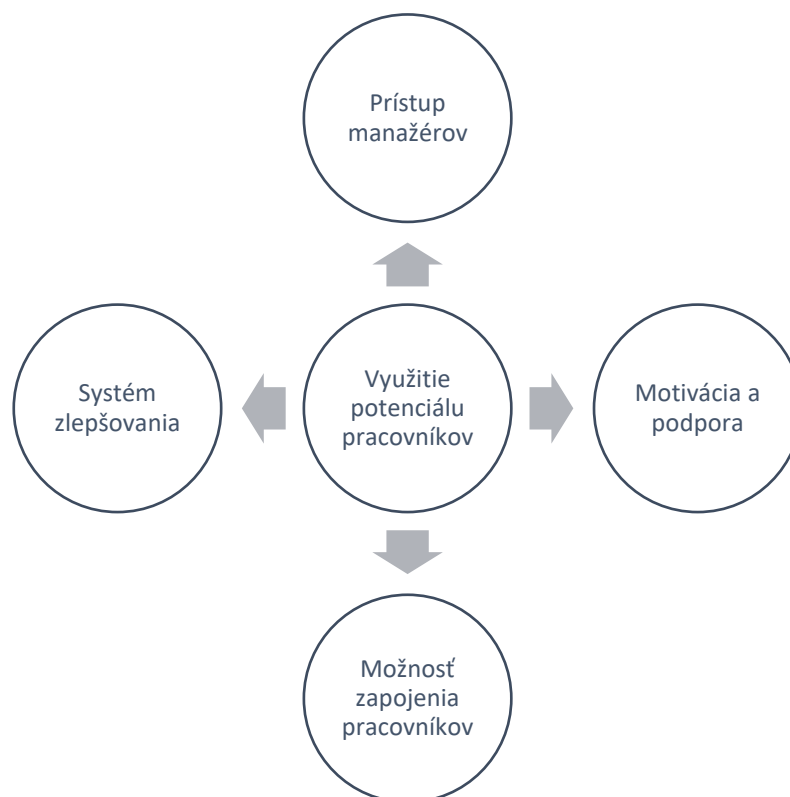
So štíhlou výrobou priamo súvisí zlepšovanie procesov. Jedná sa o neustály proces, ktorý prispieva ku zvýšeniu rôznych parametrov výkonnosti výrobných, ale aj ostatých súvisiacich procesov. V praxi sa často stretávame so zlepšovaním vo výrobe, ale aj v logistike, administratíve, vo vývoji, jednoducho v každej oblasti, ktorá má vplyv na výkonnosť celej firmy. Ako hovorí Boledovič a kol. (2011) podľa svojich skúseností z praxe, vo väčšine

firiem nesie zodpovednosť za zlepšovanie management. Podriadení pracovníci sú zasa zodpovední za udržiavanie týchto zlepšení pomocou dodržiavania štandardov (Obrázok 1).



Obrázok 1 Nové vnímanie pracovných úloh (Boledovič, 2017)

Boledovič a kol. (2011) ďalej upozorňujú aj na to, že zlepšovanie musí byť systematické. Nikdy sa nerozbehne samo a vždy potrebuje podporu zo všetkých strán a vhodne vytvorené podmienky od vedenia. Podstatní sú v tomto procese hlavne ľudia. Musia sa naučiť efektívne komunikovať a iniciatívne riešiť problémy. K tomu je potreba motivácia od nadriadených a top managementu. Všetko vystihuje nasledujúci obrázok (Obrázok 2).



Obrázok 2 Využitie potenciálu pracovníkov pri zlepšovaní (Boledovič a kol., 2011)

Viac k téme ľudské zdroje a výrobný proces v nasledujúcej kapitole.

1.3 Ľudské zdroje a výrobný proces

Aj keď sa v súčasnej dobe viac a viac procesov automatizuje a robotizuje, ľudské zdroje stále zostávajú kľúčovým výrobným faktorom. Či už sa jedná o výrobných pracovníkov a operátorov na linkách, alebo o riadiacich pracovníkov, od ich schopností a zodpovednosť častokrát veľmi závisí konečný výstup a produkovaná hodnota pre zákazníka. Riadenie ľudských zdrojov je preto veľmi dôležitým prvkom pre zaistenie výkonnosti výrobného procesu. Aj Jensen a Alting (2006) hovoria, že ľudský faktor je najdôležitejší, pokiaľ chceme optimalizovať výrobné systémy.

Ľudské zdroje sú výrobný faktor, za ktorý firma musí platiť, preto je dôležité, aby boli využité čo najefektívnejšie. Najčastejšie používaným ukazovateľom efektívnosti využívania výrobného faktora práce je produktivita práce (Kucharčíková a kol., 2011). Produktivitu meriame ako množstvo výstupu vyprodukovaného určitým množstvom vstupov. V prípade ľudských zdrojov môžeme merať produktivitu napríklad ako množstvo zisku vyprodukovaného jedným človekom, alebo jednoducho množstvo vyrobených kusov, ktoré pripadajú na jedného operátora vo výrobe (Keřkovský a Valsa, 2012).

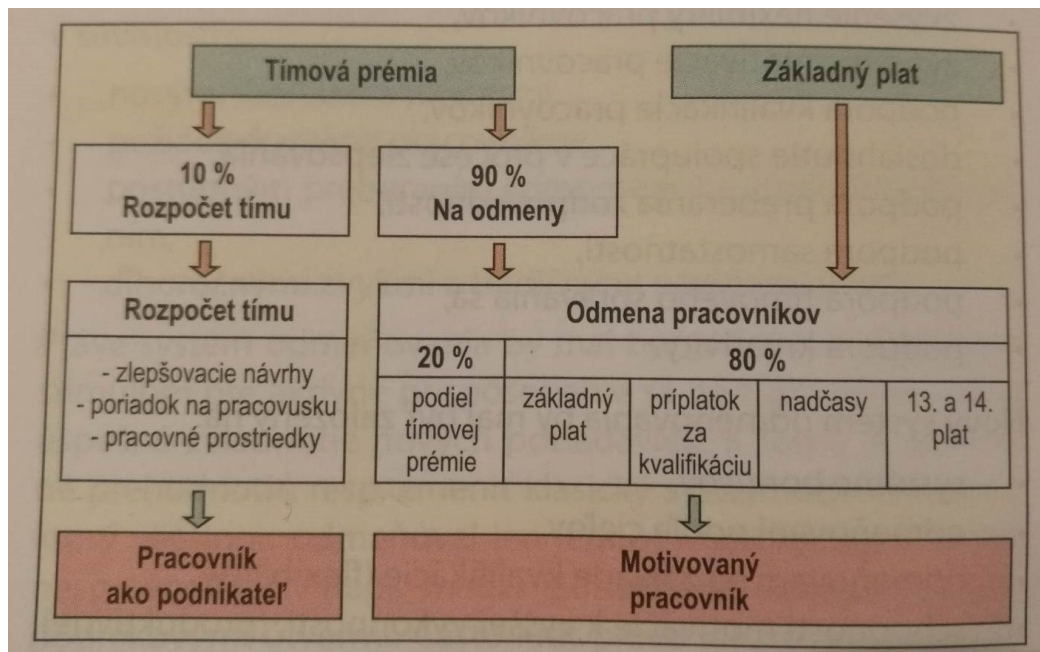
Jurová (2016) pri definovaní otázok, na ktoré je nutné odpovedať pri plánovaní a riadení výroby, tiež zdôrazňuje otázku motivácie zamestnancov k maximálnej produktivite. Motivovaní pracovníci hrajú dôležitú úlohu aj pri snahách o zlepšovanie procesov. Tento fakt zdôrazňuje aj Chromjaková (2013), keď tvrdí, že je nutné hľadať spôsoby ako naštartovať ľudí k neustálemu zlepšovaniu, ako ich motivovať v iniciatívnom hľadaní inovačných riešení. Ľudia musia byť zapojení do identifikácie pridanej hodnoty a odstraňovania plytvania, inak systém nikdy nebude fungovať podľa predstáv.

Vo výrobnom prostredí často pracujú ľudia v tímoch. Alebo sa tak minimálne tvárime. Tímová práca totiž neznamená len pracovnú skupinu. Pracovať v tíme znamená, mať spoločné ciele, na ktorých sa všetci členovia tímu podieľajú. Debnár a kol. (2007) zhrnújú základné princípy tímovej práce takto:

- Tím má presne vymedzené úlohy, personál, peniaze, požiadavky na kvalitu a iné.
- Všetci členovia tímu sú vzájomne rovnocenní, aj keď majú svojho vedúceho. Ten je však skorej len hovorcom tímu, ktorí moderuje diskusie, rieši konflikty apod.. Nejedná sa však o pozíciu na úrovni majstra.

- Členovia v tíme, ale aj tímy samotné nie sú konkurenčné jednotky, ale mali by vzájomne spolupracovať.
- Majster koordinuje prácu podriadených tímov a vytvára im podmienky pre efektívnu prácu.

Častým úskalím, ktoré narušuje tímovú prácu je aj transparentné a spravodlivé odmeňovanie. Aby teda ľudia pracovali efektívne, tímovo a boli prínosom pre výrobný proces a jeho výkonnosť, je veľmi dôležité dbať práve na spravodlivé ohodnotenie ich práce. Len tak môže byť človek správne motivovaný a zainteresovaný na výstupe. Príklad motivačného systému odmeňovania je uvedený na nasledujúcom obrázku (Obrázok 3).



Obrázok 3 Príklad motivačného systému odmeňovania (Debnár a kol., 2007)

2 PRACOVNÝ SYSTÉM REFA

Pracovný systém REFA alebo metodika REFA je špeciálny systém pre realizáciu časových štúdií, analýzu práce a vytváranie vhodných pracovných podmienok, ktorý bol vyvinutý v Nemecku a využíva sa v podstate celosvetovo. Jedná sa o komplexný systém, nie len obyčajné snímkovanie. REFA má v podstate tri základné ciele (interné materiály spoločnosti, 2023):

- zaistiť, aby boli splnené požiadavky zákazníka v požadovanom termíne a kvalite,
- upevniť konkurencieschopnosť spoločnosti v podobe zníženia nákladov a zvýšenia produktivity a flexibility procesov a
- dlhodobo vytvárať vhodné pracovné podmienky pre pracovníkov na všetkých úrovniach, od výrobných pracovníkov až po manažérske funkcie.

Pod systémom REFA sa často rozumie meranie práce pomocou priameho merania. To však nie je jediným obsahom systému REFA. Jedná sa o komplexný nástroj, ktorý zahŕňa aj systém školení a zaučovania pracovníkov, celkovú štandardizáciu v rámci organizácie práce, systém auditovania práce apod. (Clarke, 2005).

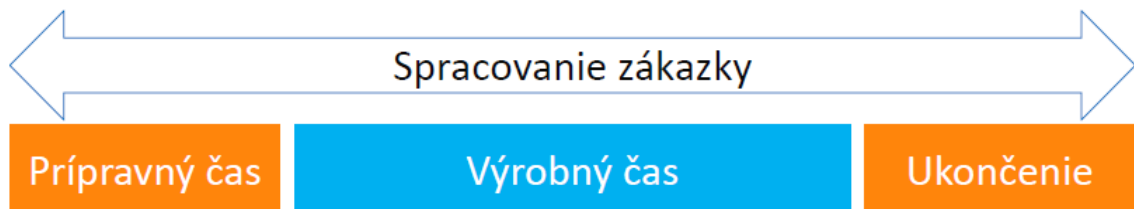
Či už sa jedná o pracovný systém REFA alebo iné nástroje, analýza a meranie práce sú veľmi dôležité pre zvyšovanie produktivity ľudí a celkovo pracoviska. Musí sa však jednať o systematický postup, v rámci ktorého preskúmame súčasný spôsob vykonávania práce, meriame jednotlivé časy a hľadáme neefektívnosti, ktoré sú potom predmetom zlepšovania (Višňanský a kol., 2010).

Najčastejšie dôvody, prečo meriame a analyzujeme prácu, sú (Salvendy, 2001):

- Hľadanie neefektívnosti v pracovných postupoch a ich odstraňovanie
- Zjednodušovanie práce
- Štandardizácia pracovných postupov a možnosť jednoduchšieho zaškolenia nových pracovníkov
- Vypracovanie kvalitných podkladov pre plánovanie výroby, kalkulácie a odmeňovanie pracovníkov v podobe pracovných noriem
- Lepšie porozumenie pracovnému procesu
- Zdieľanie dobrých praktík v iných procesoch

2.1 Základné členenie časov podľa REFA

Základom pre aplikáciu metodiky REFA a normovanie formou priameho pozorovania, je rozčlenenie časov z rôznych uhlov pohľadu podľa účelu merania. Základné členenie času v priebehu spracovania zákazky je možné vidieť na nasledujúcom obrázku (Obrázok 4).



Obrázok 4 Základné členenie času REFA (Višňanský a kol., 2020)

Prípravný a ukončovací čas zahrnuje činnosti ako nastavenie stroja, dovoz a odvoz materiálu, prípadne odpadu z pracoviska, príprava nástrojov, kontrola prvého a posledného kusa, čistenie a iné. Vlastný výrobný čas potom zahrnuje činnosti priamo spojené s výrobou ako je vkladanie materiálu do stroja, kontroly v rámci cyklového času, montáž, vyberanie a odkladanie hotových výrobkov do debničiek alebo na pás apod. Tieto časy je ďalej možné členiť na časy, ktoré pracovník môže ovplyvniť (manuálne práce) a časy, ktoré sú závislé na cyklovom čase stroja a pracovník ich ovplyvniť nemôže (Višňanský a kol., 2020).

Pri časových analýzach podľa metodiky REFA je ďalej nutné rozlišovať, či meriame spotrebu času z pohľadu operátora alebo stroja. U oboch máme dve kategórie činností (Višňanský a kol., 2020):

- Operátor alebo stroj pracuje
- Operátor alebo stroj nepracuje

Je vhodné sledovať oba objekty zároveň a vyhodnotiť, ktoré činnosti operátor realizuje pri zapnutých a ktoré pri vypnutých strojoch. Toto členenie času je veľmi dôležité pre následné hľadanie potenciálu na zlepšenie. Podobným spôsobom napríklad postupoval aj Pavka (2017) pri analýze a normovaní práce v jednej nemenovanej spoločnosti, ktoré popisuje vo svojom článku (Pavka, 2017). Na základe metodiky REFA a výsledkov meraní tak vypracoval finálnu normu spotreby času, ale tiež podmienky pre jej dosiahnutie, ktoré sú nemenej dôležité.

2.2 Jednostrojová verus viacstrojová obsluha

Pri analýze pracovného systému a meraní práce je dôležité rozlišovať režim, v ktorom operátor pracuje. V rámci zefektívňovania pracovných metód sa často stretávame s pojmom viacstrojová obsluha. Operátor, ktorý obsluhuje stroj, je často závislý na jeho cyklovom čase. Môže sa preto stať, že v priebehu pracovnej zmeny nie je dostatočne využitý a často čaká na dokončenie automatického cyklu stroja. Takto nevyužitý pracovník by preto mohol obsluhovať viac strojov naraz, pokiaľ pre to sú zaistené potrebné pracovné podmienky. K tým základným patria (Višňanský a kol., 2020):

- Automatické vypínanie zariadenia po pracovnom cykle
- Dostatočne dlhý cyklový čas zariadení, aby operátor obsluhu stíhal a nedochádzalo k tomu, že naopak stroj bude čakať na operátora
- Vhodný layout zariadení, aby operátor stíhal obsluhovať viac strojov
- Eliminácia vedľajších úkonov v závislosti na vyťaženosť pracovníka, predovšetkým kontrolných a logistických činností
- Kontrola ergonomického zaťaženia

Ako zdôrazňujú a na svojom príklade ukazujú Liu a kol. (2014), zavádzanie viacstrojovej obsluhy nie je tak jednoduché a vyžaduje veľmi starostlivú koordináciu procesov, strojov, ľudí, pravidiel apod. Jedná sa o prínosný prístup vzhľadom k lepšiemu využitiu pracovníkov, ale pri nesprávnej aplikácii môže spôsobiť zníženie využitia strojov a zariadení. Dôkladná analýza a testovanie je preto nevyhnutné.

Pri zavádzaní viacstrojovej obsluhy niekedy stačí len úprava v organizácii práce a jej zefektívnenie, ktoré prinesie pracovníkovi dostatočný časový priestor pre obsluhovanie viac ako jedného zariadenia. Niekedy si však jej zavádzanie vyžaduje aj technologické zmeny, hlavne v prípadoch, keď na to príslušné stroje a zariadenia nie sú ešte dostatočne pripravené. Jednou z kľúčových úprav je napríklad vybavenie výrobného zariadenia automatickým vyhadzovačom hotových výrobkov, ktorý dáva operátorovi dostatočný časový priestor na odobratie hotového kusu a nehrozí zablokovanie stroja a zbytočné prestoje. Zároveň mu umožňuje jednoduchšie zakladanie nového dielu a zvyšuje tým produktivitu výroby odbúraním činností vykladanie dielu zo stroja (Váchal a Vochozka, 2013).

2.3 Priame meranie práce

Meranie spotreby času pri práci je veľmi dôležitou súčasťou metodiky REFA a v podstate kľúčové pre nastavenie výrobných procesov, predovšetkým plánovanie výroby. Spotrebu času pri práci je možné merať priamo aj nepriamo. Nepriame meranie práce predpokladá vopred stanové časové ohodnotenie jednotlivých pohybov, z ktorých potom normovač skladá jednotlivé časové úseky a stanovuje normovaný čas, ktorý by operácia mala trvať (Salvendy, 2001). V praxi sa však veľmi často používa práve aj priame meranie práce, ktorého účel môže byť rovnaký, to znamená stanoviť spotrebu času pri práci. Oveľa vyššie využitie však má priame meranie práce k celkovej analýze pracoviska, získanie základného obrazu o tom, čo sa na pracovisku deje a ako reálne pracovník svoj pracovný čas využíva. Cieľom takéhoto merania je potom hľadať potenciál k zlepšeniu a úspore času pri práci (Mašín, 2000).

Praktická realizácia priameho merania práce spočíva vo využívaní elektronických alebo papierových formulárov, do ktorých sú zapisované jednotlivé pozorované činnosti a ich časové ohodnotenie (príklad formulára REFA - Obrázok 5).

Firma XY		REFA-Zeitaufnahmebogen				Ablage-Nr.: 4	
		Blatt: 1		von		Blättern	
Arbeitsaufgabe: Skládání a navlékání							
Auftrag Nr.		Menge m des Arbeitsauftrages: 11		Abteilung: Montá2		Kostenstelle	
Datum der Zeitaufnahme		Beginn		Ende		Dauer: 300 min	
		Uhrzeit 9:00 Menge 3		Uhrzeit 14:00 Menge 6			
		Zusammensetzung der Zeit je Einheit		Zeit in min		Herkunft	
		Grundzeit tg der Zeitaufnahmen		90,0		siehe ZA Rückseite	
		Zuschläge für allg. Tätigkeiten		0,0		Ermittlung durch ZA	
		Summe Grundzeit tg		90,0			
		Verteilzeit		6%		5,4	
		sonstige Zuschläge		0%		0,0	
		Zeit je Einheit te1		95,4			
		te1/te100/te1000 in min/h					
		Rüstzeit tr in min/h					

Obrázok 5 Príklad formulára REFA (Pavka, 2017)

Meranie môže prebiehať buď formou chronometráže, snímky pracovného dňa (Obrázok 6), momentového pozorovania alebo inými vlastnými metódami. Cieľom musí byť čo najvernejší obrázok o tom, ako je čas práce v priebehu pracovnej zmeny štruktúrovaný.

	Datum: 20. 8. 2010		POZOROVACÍ LIST PRO SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE A SNÍMEK PRŮBĚHU PRÁCE	List č.: 1 Pozoroval: Dlabač Pozorovaný: Fiala	
	Směna: ranní				
	Od do: 6:00 - 14:00				
Pracoviště: Montáž (linka 2)			Název stroje (ev. číslo):		
Výrobek 1 (název, číslo): AH 330			Dosažený výr. výkon:		
Výrobek 2 (název, číslo): AH 530			Dosažený výr. výkon:		
Výrobek 3 (název, číslo)			Dosažený výr. výkon:		
Postupný čas	Výpočet času			Symbol	Popis
	od	do	čas		
0:00:00	0:00:00	0:00:01	0:00:01	MP	Mimo pracoviště - hledání prázdné přepravy
0:00:01	0:00:01	0:00:02	0:00:01	PVP	Práce na vlastním pracovišti - montáž
0:00:02	0:00:02	0:00:03	0:00:01	DOK	Dokumentace - zápis počtu vyrobených kusů
0:00:03	0:00:03	0:00:04	0:00:01	Č	Čekání na díly z lakovny

postupný čas odečítaný ze stopky vždy při změně činnosti operátora	čas zahájení a ukončení činnosti (dva pod sebou uvedené postupné časy)	vypočítaná doba trvání činnosti (od - do)	symbol pro popis dané činnosti	vysvětlení daného symbolu či poznámka k vykonávané činnosti
--	--	---	--------------------------------	---

Obrázok 6 Príklad snímky pracovného dňa (Dlabač, 2015)

Pokiaľ realizujeme snímkovanie za účelom odhalenia plytvania, je potom dôležité vyhodnotenie, v ktorom si urobíme percentuálne zastúpenie jednotlivých typov činností a zistíme, na čo sa zamerať (príklad vyhodnotenia snímky pracovného dňa - Obrázok 7).

Frézař, frézka BTH 123, 30.7.2007, 6:00-15:00



Obrázok 7 Príklad vyhodnotenia snímky pracovného dňa (Pavelka, 2015)

Snímka pracovného dňa je často využívaná predovšetkým pri operáciách, ktoré sú časovo náročné a ich cyklus nie je predvídateľný. Zaznamenávame potom všetky časové úkony pre vyhodnotenie spotreby času. Viac relevantná je chronometráž, ktorou môžeme prácu nanormovať tým, že nameriame viacero cyklov tej istej činnosti. Podmienkou je však, že musí ísť o pravidelne sa opakujúce činnosti (Višňanský a kol., 2010).

Višňanský a kol. (2010) upozorňujú na to, že merať spotrebu času na vykonanie určitej práce je možné len v prípade, ak:

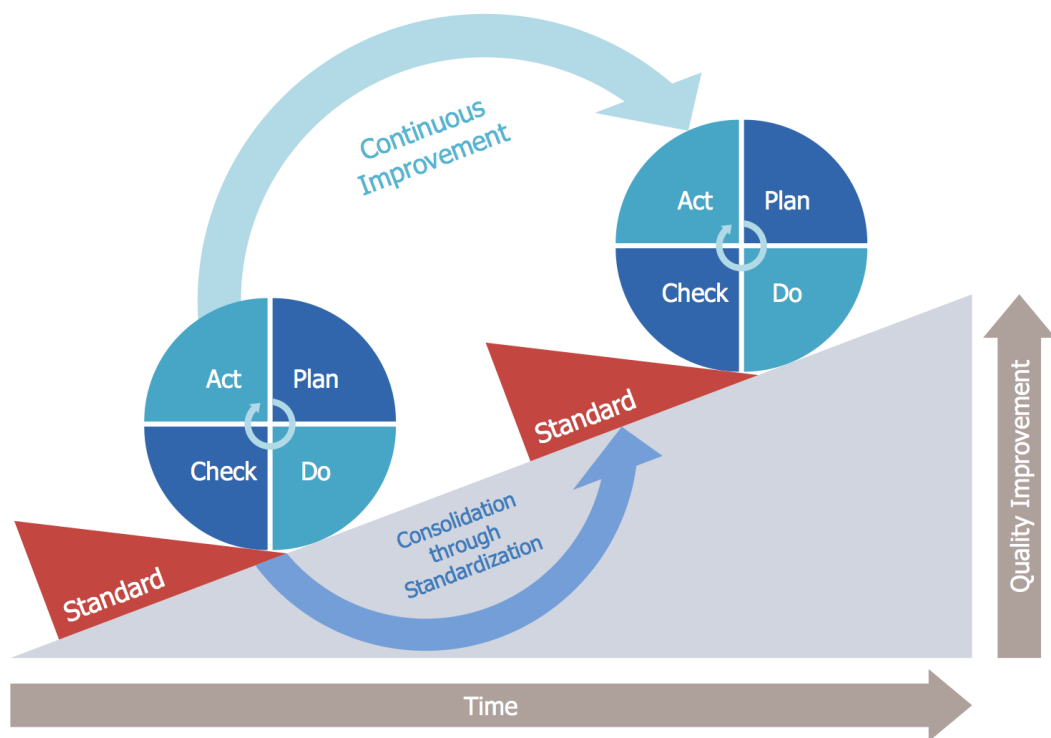
- je možné prácu kvantifikovať,
- ak sa práca vykonáva podľa určitého pracovného postupu a
- ak má práca dostatočný objem z pohľadu produktivity práce.

Alternatívou k metódam priameho merania práce sú potom rôzne systémy vopred určených časov, ktoré sa používajú k normovaniu práce. Ich výhodou je vyššia objektivnosť, keďže nedochádza k skresleniu z dôvodu rôzneho pracovného tempa pracovníkov.

2.4 Štandardizácia práce

S analýzou a meraním práce ide ruku v ruke aj štandardizácia práce a pracovných postupov. Nie je možné nastaviť ideálne pracovné podmienky a nastaviť pravidlá organizácie práce bez toho, aby tieto nové nastavenia podliehali štandardu. Bez štandardu sa situácia totiž vráti tam, kde bola predtým. Štandardizácia je základným princípom štíhlej výroby, ale ako hovorí Graban (2018), nemala by byť samoúčelná. Štandardizácia musí napomáhať k zlepšovaniu a nie je v žiadnom prípade trvalá. Aj procesy, ktoré sme nejakým spôsobom „zaštandardizovali“ sú stále predmetom zlepšovania a štandard sa potom aj flexibilne upravuje.

Štandardizácia sa netýka len práce a pracovných postupov, často sú predmetom štandardu rôzne usporiadania, organizácia na pracovisku, uloženie pracovných pomôcok pre jednoduchšiu orientáciu, veľmi často sa so štandardizáciou stretáme napríklad aj v logistike pri štandardizácii prepravných jednotiek, obalového materiálu, pravidiel rozvozu materiálu po výrobe a podobne. Účelom štandardizácie je predovšetkým to, aby sme zlepšenie, ktorého sme dosiahli, udržali a nevrátili sa k pôvodnému stavu. Štandard pomáha udržať akúsi úroveň a keď sa dobre zabehne do praxe, je dôležité v zlepšovaní pokračovať a posunúť sa zasa o úroveň vyššiu a túto novú úroveň potom opäť opatriť novým štandardom. Skvele tento princíp popisuje nasledujúci obrázok (Obrázok 8).



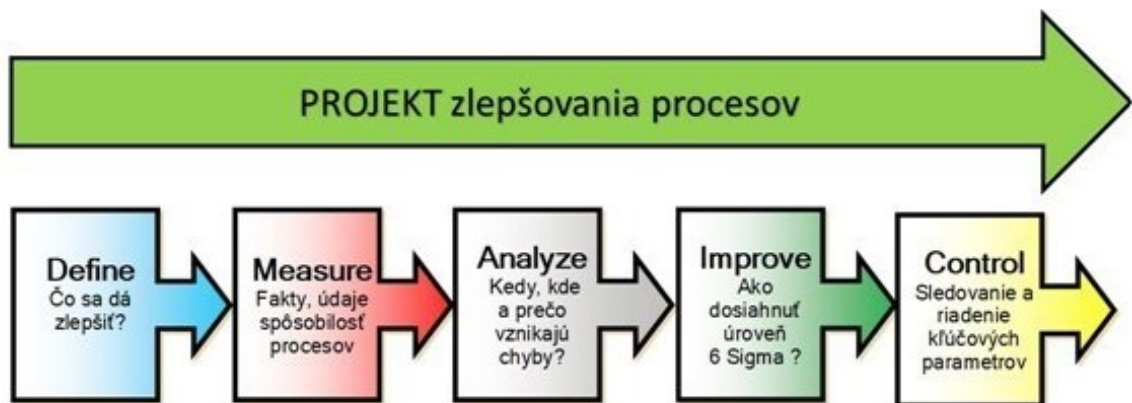
Obrázok 8 Štandardizácia v procese zlepšovania (CeMS-CO, 2017)

Štandardov existuje veľmi veľa druhov. Štandardizuje sa usporiadanie pracoviska, rozmery manipulačných jednotiek, pracovné postupy, dress-code a iné. Účel je vždy ale ten istý, a to zjednodušenie procesov, zavedenie poriadku a jednotnosti, zníženie nadmerného plytvania, prehľadnosť a možnosť ďalšieho posunu k vyššej produktivite (Slack a kol., 2016).

3 SYSTEMATICKÝ CYKLUS ZLEPŠOVANIA PODĽA DMAIC

Zlepšovanie procesov je základnou úlohou každého priemyselného inžiniera. Jedná sa neustály proces, ktorý by mal prebiehať ako cyklus. Cieľom je neustále hľadať potenciál pre zlepšenie a vyhodnocovať, či sa podarilo posunúť zasa bližšie k dlhodobým cieľom. Ako hovorí Boledovič (2011), pre naštartovanie zlepšovania je veľmi dôležitá podpora zhora, ale tiež je nutné iniciovať spoluprácu zdola. S týmto súhlasí aj Chromjaková (2013), ktorá tiež hovorí, že základom úspechu je iniciatíva všetkých ľudí, ktorí pomáhajú hľadať inovačné riešenia.

Cyklus zlepšovania DMAIC je pôvodne nástrojom pre systematické vedenie projektov v oblasti zlepšovania a kvality, je neodmysliteľnou súčasťou metodiky Lean Six Sigma. Brue (2005) nazýva DMAIC kľúčom, ktorý odomyká cestu ku skutočnému úspechu v podnikaní. Nie každý problém je však vhodný pre projektové zlepšovanie. Projektové zlepšovanie je totiž veľmi zložité a časovo náročné. Typický DMAIC projekt väčšinou trvá v priemere 6 mesiacov, niekedy aj okolo jedného roku. Projektovým zlepšovaním je preto vhodné riešiť zložitejšie a komplexnejšie problémy, ktoré nemôžeme riešiť jednoduchším a rýchlejšim spôsobom (Košturiak, 2010).



Obrázok 9 Postup zlepšovania podľa DMAIC (Burieta, 2020)

Metodika projektového zlepšovania DMAIC sa skladá celkom z piatich fáz (Obrázok 9), pričom každej z nich musí byť venovaná dostatočná pozornosť a dostatočne vymedzený čas. V nasledujúcich kapitolách si podrobnejšie popíšeme, čo je súčasťou jednotlivých fáz DMAIC a vysvetlíme jednotlivé nástroje.

3.1 Definovanie problému – fáza DEFINE

Prvou fázou riadenia projektov podľa DMAIC je fáza DEFINE. Táto fáza je veľmi dôležitá a mala by jej byť venovaná dostatočná pozornosť. Nejedná sa totiž len o strohé zadefinovanie cieľa zlepšovania, ale celkovo stanovenie všetkých mantinelov a podrobný popis toho, čo chceme projektom dosiahnuť. Je dôležitá pre vymedzenie hraníc a pokiaľ ju tím podcení, môže sa v priebehu riešenia projektu stať, že sa odkloní od pôvodného zámeru. Hneď prvým dôležitým krokom je správne definovaný cieľ. Každý cieľ by mal byť jasný a špecifický, merateľný, odsúhlasený všetkými stranami, realistický a časovo ohraničený. Takémuto zadefinovaniu cieľa sa hovorí „SMART“ a je základom úspešného vedenia projektov (Lojda, 2011). Okrem podrobného definovania cieľa je vhodné v tejto fáze vymedziť, čo je a čo už nie je predmetom riešenia projektu – tzv. IS/IS NOT analýza. Táto analýza je jednoduchá, ale pomáha udržať koncentráciu na hlavnú linku riešenia problému a neodkláňať sa iným smerom, čo je u zložitých problémov veľmi časté (Hohmann, 2014).

Vhodný spôsob, ako si podrobne rozpísať obsah a ciele daného projektu, je vytvorenie tzv. projektového zadania alebo zakladacej listiny projektu (Project Charter). Jedná sa často o jednostránkový dokument, ktorý obsahuje základné údaje o projekte, ako je názov, projektový tím, dátumy predpokladaného začiatku a ukončenia projektu, dôvody riešenia projektu, hlavný cieľ a dielčie ciele, stručný popis projektu, merateľné úspory, prínosy pre zákazníka, vstupy, výstupy, riziká, prípadne míľniky projektu a iné (Obrázok 10).

Zakládacá listina projektu

Projekt:	Zavedení Dropboxu		
Garant:	Jiří Novák - Ředitel společnosti		
Projektový manažer:	Jiří Benedikt - Lean manažer		
Projektový tým:	Jméno	% Úvazku	
	Anna Nová - IT specialitka	10%	
	Noe Dvořák - Člen projektového týmu	20%	
	Petr Novotný - Projektový manažer	20%	
Popis projektu	Nárůst členů týmu i objem sdílených dat v posledních letech narostl tak, že týmy ztratí hodně času dohledáváním informací, nefunguje archivace a často kolují konfliktní verze dokumentů. Jako jednoduché řešení byl vybrán systém firemního úložiště Dropbox, který bude zaveden pro sdílení dokumentu napříč firmou.		
Cíl projektu	Vytvořit místo pro uložení dokumentů, nastavit strukturu ukládání dat, standardní postupy a na vše vyškolit všechny zaměstnance. Také pak dojde k překlopení dat do nové struktury.		
Měřitelný přínos	Ukazatel	Současný stav	Cíl na konci projektu
	Procento dokumentů na Dropboxu	0%	100%
	Procento zaměstnanců používajících Dropbox	0%	100%
	Počet týmů se zavedeným Droboxem	0%	100%

Obrázok 10 Príklad zakladacej listiny projektu (Benedikt, n.d.)

Ďalšími metódami využívanými v tejto fáze sú napríklad hlasy zákazníka (VOC – Voice of Customer) a ich očakávania od projektu v oblasti kvality, nákladov a času (CTQ – Critical to Quality, CTC – Critical to Cost a CTT – Critical to Time), kde sa jednoznačne určia zákazníci a kritické podmienky uspokojenia ich potrieb (Burieta, 2020). Služi potom aj ako spätná väzba splnenia cieľov voči zákazníkovi.

Ďalej môžeme využiť ďalšie štandardné nástroje projektového riadenia ako časový harmonogram, logický rámec projektu, rizikové analýzy apod. Asi ten najviac využívaný nástroj v tejto fáze je tzv. SIPOC diagram. Jedná o akúsi detailnejšiu verziu procesného diagramu, v rámci ktorej definujeme dodávateľov, vstupy, výstupy a zákazníkov pre každý krok daného procesu (Obrázok 11).



Obrázok 11 Príklad SIPOC diagramu (Burieta, 2020)

U SIPOC diagramu je dôležité postupovať od stredu. Pod písmenom „P“ si najprv rozpíšeme jednotlivé kroky sledovaného procesu tak, ako idú po sebe. Potom sa snažíme u každom kroku nájsť jeho zákazníka a dodávateľa. Musíme hľadať tých najbližších zákazníkov a dodávateľov, nejedná sa o zákazníkov externých, ktorí sú prijímatelia výsledného produktu procesu, ale pýtame sa, kto je zákazníkom v každej jednej fáze. Len takto dokážeme viac pochopiť jednotlivé vzťahy vo vnútri procesu a nezameriavať sa len na vonkajšie okolie a finálneho zákazníka (Slack, 2016).

Dôležitou súčasťou fáze DEFINE je vypracovanie časového plánu realizácie jednotlivých krokov projektu. Jeho cieľom je efektívne riadenie projektu, stanovenie priebežných termínov – míľnikov a tým pádom možnosť spätnej kontroly, či sa riešenie projektu vyvíja podľa očakávaní a plánovaný termín dokončenia projektu je reálny (Kormanec a kol., 2011).

Pri kompletnom definovaní projektu je v neposlednom rade potrebné podrobiť tento projekt aj rizikovej analýze. Existuje viacero spôsobov, ako túto rizikovú analýzu spracovať, jednou z najbežnejších je analýza RIPRAN. Skladá sa z niekoľkých častí. Najprv je nutné posúdiť, aké riziká môžu vôbec vzniknúť a aká je ich pravdepodobnosť a dopad na projekt. Túto pravdepodobnosť a dopad rizika je možné popísať slovne (malá, stredná, vysoká), alebo pomocou percentuálneho vyjadrenia. V percentuálnom vyjadrení sa za vysokú pravdepodobnosť vzniku rizika považuje pravdepodobnosť nad 66%, naopak pod 33% sa jedná o pravdepodobnosť nízku (Doležal a kol., 2012). Z kombinácie pravdepodobnosti vzniku a dopadu rizika na projekt sa potom pomocou prevodnej tabuľky zisťuje celková hodnota rizika (Tabuľka 1).

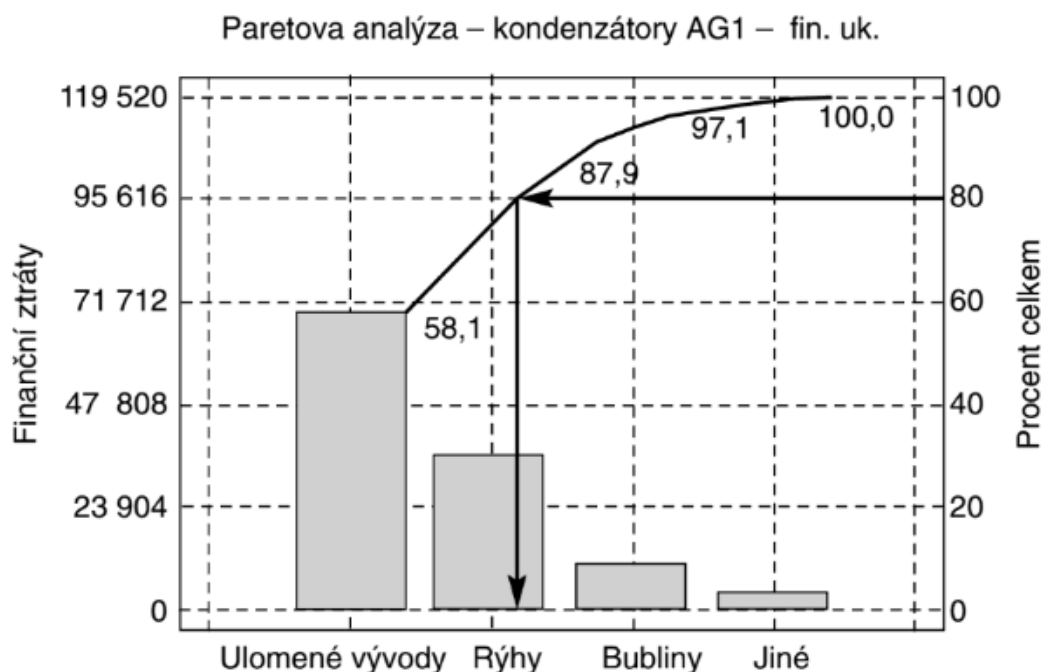
Tabuľka 1 Prevodová tabuľka pre hodnotenie celkovej miery rizika (Doležal a kol., 2012)

	Vysoký dopad	Stredný dopad	Malý dopad
Vysoká pravdepodobnosť	vysoká hodnota rizika VHR	vysoká hodnota rizika VHR	stredná hodnota rizika SHR
Stredná pravdepodobnosť	vysoká hodnota rizika VHR	nízka hodnota rizika NHR	nízka hodnota rizika NHR
Nízka pravdepodobnosť	nízka hodnota rizika NHR	nízka hodnota rizika NHR	stredná hodnota rizika SHR

Metóda RIPRAN korešponduje s požiadavkami na riadenie kvality procesov a je kompatibilná s požiadavkami noriem pre riadenie kvality, resp. riadenie rizík v projektoch, napr. ČSN ISO 10 006 alebo ČSN EN 62 198 (RIPRAN, n.d.).

3.2 Zbieranie faktov a dát – fáza MEASURE

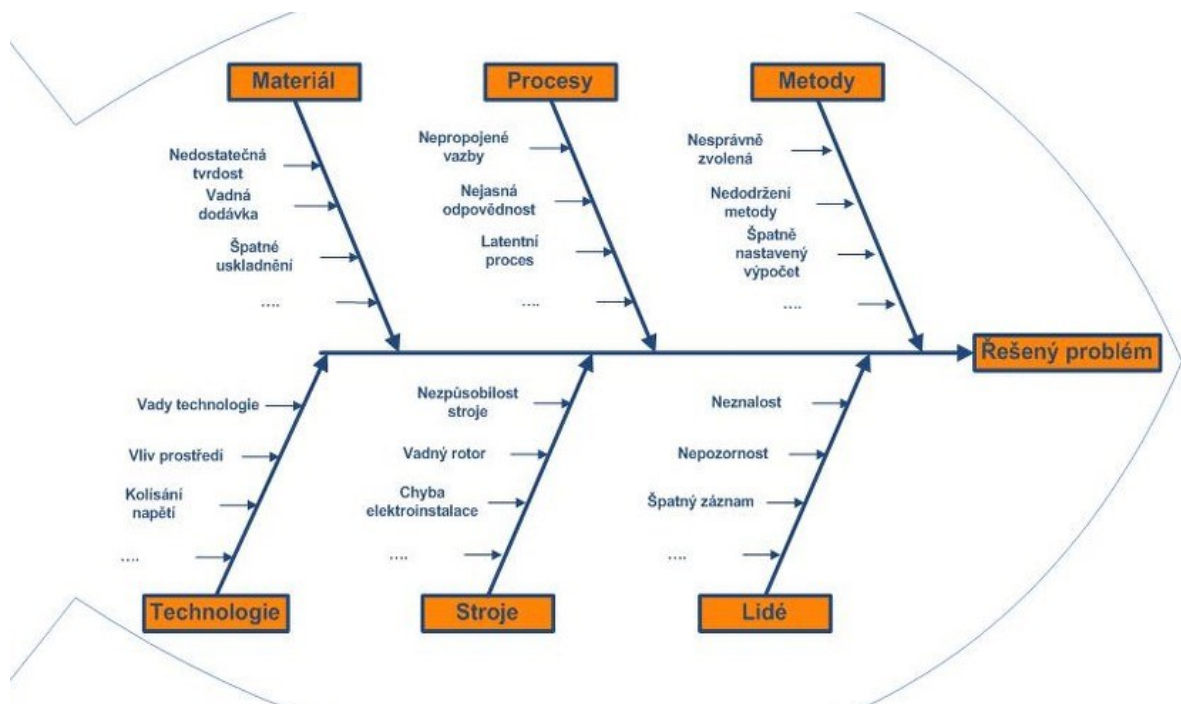
Druhou fázou cyklu DMAIC je fáza MEASURE. Ako už jej názov napovedá, jedná sa o zber merateľných faktov o danom procese, probléme. Súčasťou by malo byť vyčíslenie problémov a ich klasifikácia napríklad pomocou Paretovej analýzy, ktorá nám pomáha zamerať sa na tie najdôležitejšie problémy alebo ich príčiny, podľa toho, čo práve analyzujeme (príklad: Obrázok 12). Typickým príkladom môže byť riešenie poruchovosti zariadenia, pri ktorom si z informačného systému pripravíme podklady pre jasné preukázanie, že toto je problémom a na základe rozdelenia na konkrétne príčiny vieme vybrať tie hlavné pomocou Pareta (Nenadál a kol., 2015).



Obrázok 12 Príklad Paretoho diagramu (Nenadál a kol., 2015)

Okrem Pareta môžeme použiť celú radu ďalších známych metód, nie len numerických, ako je FMEA analýza, diagram príležitostí, procesné mapy, Ishikawa diagram a iné. Predovšetkým Ishikawa diagram je v praxi veľmi často používaným nástrojom, pretože je pomerne komplexný, jednoduchý a pomáha lepšie generovať nápady tým, že je štruktúrovaný do niekoľkých oblastí. Často sa pre tento diagram používa aj názor diagram rybacej kosti, pretože svojim vzhľadom pripomína rybaciú kosť. Menej zaužívané názvy sú diagram príčin a následkov alebo diagram 5 Ms (Saeger, 2015). Podstatou je hľadanie príčin určitého problému v niekoľkých oblastiach, spravidla sa jedná o ľudí, procesy, metódy, stroje a zariadenia, materiál, okolité prostredie, prípadne management firmy alebo iné, pre

daný problém špecifickej oblasti. No a práve v týchto vopred definovaných oblastiach potom tím hľadá príčiny problému a zapisuje ich do diagramu ako subpríčiny. Ishikawov diagram je užitočný hlavne vtedy, keď je čo najviac vetvený do detailu. To znamená, že je vhodné sa na každú príčinu ešte pýtať ďalej „prečo“ k nej dochádza. Tým sa dopátrame skutočných kmeňových príčin problémov. Príklad takého diagramu je možné vidieť na nasledujúcom obrázku (Obrázok 13). Hlavné kosti diagramu sa môžu líšiť podľa toho, či daná oblasť problém ovplyvňuje alebo nie.



Obrázok 13 Príklad Ishikawa diagramu (Střelec, 2012)

Cieľom tejto fázy je zatiaľ nezaujať overiť fakty o procese a jeho okolí, bez podrobnejšej hlbšej analýzy. Čím viac faktov nazbierame, tým viac spojitostí vieme odhaliť. Často nám v tejto fáze pomáhajú údaje, ktoré sú dlhodobo zbierané alebo archivované napríklad v podnikovom informačnom systéme. Z histórie dokážeme vyčítať rôzne fakty o pohyboch zásob, poruchovosti zariadení, fluktuácii pracovníkov apod., podľa toho, aký problém práve riešime.

3.3 Analýza príčin klúčových problémov – fáza ANALYZE

Tretia fáza je najviac klúčová a mala by jej byť venovaná čo najväčšia pozornosť a čas. Tu sa totiž jedná o podrobný rozbor situácie a hĺbkovú analýzu dielčích problémov s cieľom nápravy. Jej obsahom môže byť prakticky čokoľvek, čo pomáha detailne zisťovať príčiny problémov. Často tu využívame rôzne štatistické nástroje pre hodnotenie stability procesov, ale aj rôzne nástroje brainstormingu, 5xProč apod. Pokiaľ sa zaoberáme časovými štúdiami a zlepšovaním v oblasti pracovných metód, často táto fáza obsahuje snímky pracovného dňa, momentové pozorovanie, chronometráž, revíziu noriem práce apod.

Kormanec a kol. (2011) uvádzajú zoznam otázok, na ktoré je vhodné hľadať odpoveď práve v priebehu tejto tretej fázy cyklu DMAIC:

- Ktoré konkrétne faktory ovplyvňujú riešený problém?
- Ako môžeme tieto faktory generovať a hodnotiť mieru ich vplyvu na problém?
- Aké sú zdroje úzkych miest v systéme, prípadne rozptylu?
- Ktoré z týchto zdrojov vieme riadiť a ovplyvňovať?
- Ktoré premenné sú zásadné pre výkonnosť procesu, prípadne ktoré z nich najviac ovplyvňujú priemer a rozptyl hodnôt?
- Aké typy plytvania máme v procese a čo je ich príčinou?

Analýzy v tejto fáze môžu mať kvantitatívnu aj kvalitatívnu povahu, záleží na type problému. Kvalitatívna analýza sa snaží odhaliť všetky možné kombinácie faktorov, ktoré môžu viesť k vzniku problému. Kvantitatívna analýza k tomu ešte pomáha číselne vyhodnotiť váhu týchto faktorov, prípadne poradie a iné (Kormanec a kol., 2011).

3.4 Hľadanie riešení, zlepšovanie – fáza IMPROVE

Cieľom fázy IMPROVE je hľadať riešenia problému, ktoré by mali nadväzovať na výsledky predchádzajúcich analýz. K využitiu sa ponúkajú podobné nástroje ako vo fáze ANALYZE, pretože je nutné najprv generovať nápad na zlepšenie. Takže tu môžu byť účinné metódy ako brainstorming, Ishikawa diagram, 5xProč a iné. Tieto metódy pomáhajú generovať základné nápady. Ich prepracovanie do detailu už je potom predmetom detailnejších metód a nástrojov z oblasti priemyselného inžinierstva. Podľa povahy problému môže ísť o TPM, SMED, 5S, TOC, DFMA a mnohé iné (Košťuriak a Frolík, 2006).

Ako už bolo uvedené v predchádzajúcich kapitolách, zlepšovanie nie je otázkou jednorazovej akcie, ale dôležitá je aj udržateľnosť zlepšení. To potvrdzuje aj Slack a kol. (2016), ktorí kladú dôraz vo fáze IMPROVE sa venovať aj dlhodobej stabilite procesov a redukcii variability. Návrhy a opatrenia, ktoré sa v tejto fáze vygenerujú, síce majú pozitívny vplyv na riešenie problému, ale oveľa náročnejšie je potom udržať nový stav dlhodobo a hlavne motivovať ľudí k tomu, aby tento stav udržovali.

Kormanec a kol. (2011) uvádzajú konkrétne otázky, ktoré je vhodné si v tejto fáze položiť, napríklad:

- Ako generovať zlepšenia a ako ich hodnotiť?
- Ako testovať navrhnuté riešenia, prípadne simulovať návrhy?
- Ako vyhodnocovať prínos jednotlivých návrhov?
- Ako napláňovať realizáciu návrhov?

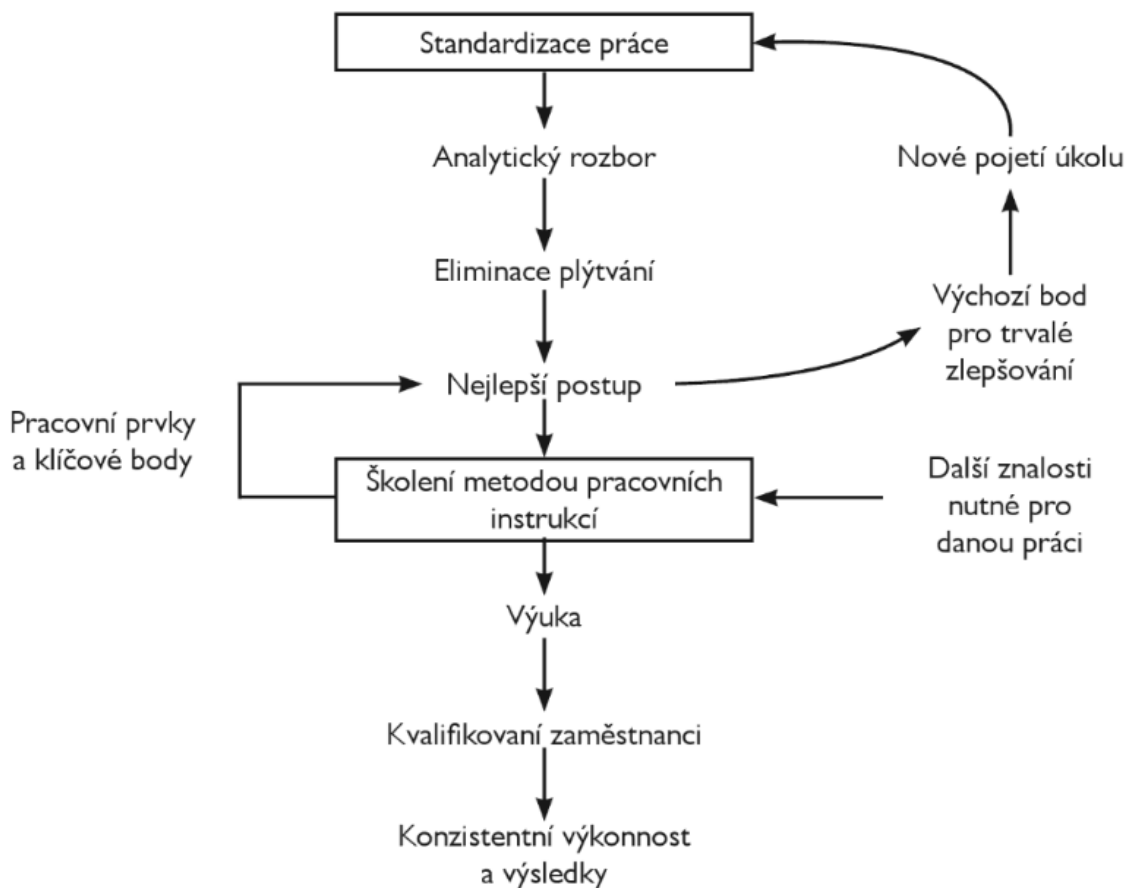
Vítek (2012) zdôrazňuje ešte aj potrebu testovania návrhov. Navrhnuté riešenia je vhodné zaviesť do praxe najprv formou pilotného testu. Na tomto teste sa overí ich funkčnosť a rozhodne, či je aktuálny stav dostačujúci, alebo sa budú hľadať iné varianty. Cieľom je teda nie len vytvoriť, ale aj vyskúšať a následne implementovať riešenia, ktoré odstránia identifikované hlavné príčiny riešeného problému.

3.5 Implementácia a riadenie zlepšení – fáza CONTROL

Táto fáza je záverečnou fázou cyklu DMAIC a jedná sa v podstate o uzatvorenie celého projektu. Je to fáza implementačná a hodnotiacia. V prvom rade v nej dochádza k zavádzaniu návrhov do praxe a ich stabilizácii. Väčšinou tu vytvárame štandardy, ktoré nám pomáhajú udržať dlhodobé efekty zavedených opatrení. Súčasťou vytvárania štandardov práce je samozrejme aj školenie pracovníkov. Tieto štandardy majú v podstate formu pracovných inštrukcií, kedy sa snažíme pracovníka naučiť ten najefektívnejší spôsob vykonávania danej činnosti, pri ktorom je eliminované nežiaduce plytvanie.

Liker a Meier (2016) v otázke štandardizácie práce riešia problematiku pracovných inštrukcií. Aby mohol byť operátor zaškolený, potrebuje poznať presné pracovné inštrukcie. Tie však nie je možné vytvoriť bez štandardizácie práce. Liker a Meier preto zdôrazňujú, že je lepšie najprv proces stabilizovať, štandardizovať, aby sa eliminovalo plytvanie a až následne rozdeliť na menšie časti pre ich jednoduchšie preškolenie. Je potrebné v tomto

postupovať naozaj systematicky, aby zo školenia nevznikol chaos a pracovníci naozaj pochopili dôležitosť vykonávania jednotlivých činností presne podľa nastavených inštrukcií. Celý proces je vysvetlený v nasledujúcom obrázku (Obrázok 14).



Obrázok 14 Schéma procesu štandardizácie práce a zaškolenia (Liker a Meier, 2016)

Pokiaľ sa podarí úspešne zaviesť všetky zlepšenia do práce, štandardizovať prácu a naučiť operátorov, ako majú svoje činnosti vykonávať, je potom otázkou udržateľnosť. Jedna možnosť je forma častých auditov a kontroly funkčnosti systému, ďalšou je premietnutie opatrení do odmeňovania pracovníkov alebo aj priamych nadriadených (vedúcich tímov, majstrov, predákov apod.).

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 PREDSTAVENIE SPOLOČNOSTI

Diplomová práca bola riešená v spoločnosti, ktorá je popredným dodávateľom pre automobilový priemysel, so zameraním predovšetkým na ložiskové systémy. Hlavné sídlo spoločnosti je v Nemecku, na Slovensku má spoločnosť dva výrobné závody a radí sa k najväčším zamestnávateľom na Slovensku s celkovým počtom zamestnancov cez 8000. Diplomová práca bola riešená práve v jednom zo slovenských výrobných závodov.

Organizačná štruktúra spoločnosti je dosť komplikovaná, keďže spoločnosť je súčasťou koncernu s množstvom závodov po celom svete. Celý koncert riadi generálny riaditeľ a ten zodpovedná za jednotlivé divízie, ktorú sú mu podriadené. Každá divízia má svojho vedúceho, divízie sú členené ešte aj podľa regiónov. Výrobný závod, v ktorom bola spracovaná táto diplomová práca, spadá do Európskeho regiónu.

Každý výrobný závod sa ďalej organizačne člení na jednotlivé segmenty a tie ďalej na menšie sektory, ktoré majú vždy svojich vedúcich výroby. Pod vedúcimi výroby sú ďalej vedúci tímov, ktorí majú na starosti konkrétny tím operátorov na výrobných linkách. Jedná sa v podstate o obdobu pozície majstra (Stehlík, 2021).

4.1 Výrobný program a hlavní zákazníci vybraného závodu

Výrobný závod, v ktorom bola riešená diplomová práca, je tvorený šiestimi výrobnými halami a jednou veľkou logistickou halou. Hlavným výrobným programom je výroba a montáž ložísk a prevodoviek vrátane súvisiacich výskumných a vývojových činností. Výrobky odoberajú predovšetkým zákazníci z oblasti automobilového priemyslu ako BMW, Volkswagen, Audi, Honda, Toyota, alebo Scania a ďalší. Mimo to spoločnosť dodáva svoje produkty aj do iných priemyselných odvetví, ktoré však tvoria ani nie štvrtinu odbytu. Jedná sa napríklad o firmy ako Bosh, Stihl alebo Husquarna.

Jedná sa o moderný závod, ktorý má k dispozícii množstvo moderných technológií pre spracovanie kovových materiálov, ako sú napríklad trieskové obrábanie, tepelné spracovanie, tvárnenie, zváranie, úprava povrchov alebo montáž.

Segment a konkrétne pracovisko, v rámci ktorého bola spracovávaná táto diplomová práca, vyrába prevažne ložiskové krúžky (Obrázok 15). Jedná sa o finálny produkt, ktorý potom putuje už rovno externému zákazníkovi.



Obrázok 15 Ložiskový krúžok
(interné materiály)

Ložiskový krúžok je finálny produkt. Po dokončení výroby sa posiela priamo zákazníkovi, nie je teda súčasťou žiadneho montážneho procesu ložiska priamo v spoločnosti. Ložiskový krúžok sa montuje do ložiska až u konečného zákazníka (Stehlík, 2021).

4.2 Predstavenie vybraného výrobného procesu

Pre potreby spracovania diplomovej práce bol vybraný proces výroby ložiskových krúžkov, konkrétne pracovisko brúsenia a honovania, kde bol najvyšší potenciál na zlepšenie. Práca bola riešená formou projektu DMAIC, čo je v našej spoločnosti zvyklosťou pokiaľ sa jedná o akékoľvek zlepšovanie. Aby boli jasné všetky súvislosti vybraného procesu na celkový materiálový tok, v stručnosti si popíšeme jednotlivé kroky výroby ložiskového krúžka od vstupného materiálu až po finálny produkt určený pre konečného zákazníka.

Sústruženie je prvou operáciou v materiálovom toku. Zo železných tyčí, ktoré predstavujú vstupný materiál, sa na tomto pracovisku najprv odpichnú potrebné veľkosti polotovaru a následne vysústružia na základný tvar hotového výrobku.

Druhým krokom je **pranie**, kde sa polotovary vyčistia od hrubých nečistôt po sústružení. Vyprané diely čakajú v debničkách na odvoz k ďalšiemu pracovisku.

Kalenie je tretím krokom v materiálovom toku. Jedná sa o chemicko-tepelné opracovanie a jeho účelom je vytvrdenie materiálu. Z tejto operácie už putujú výrobky na našu kľúčovú operáciu, ktorou je brúsenie a honovanie.

Brúsenie a honovanie je operácia, na ktorú sa zameriava celá táto diplomová práca. Jedná sa o kľúčové pracovisko, ktoré je najviac vyťažené a tým v podstate predstavuje aj úzke miesto celého procesu. Diely sú po privezení z pracoviska kalenie vyložené na pás, z ktorého

automaticky vstupujú do brúsno-honovacieho stroja, tzv. verbundu. Tento stroj vybrúsi polotovary do finálneho tvaru, jedná sa teda o brúsenie presných rozmerov podľa potrieb zákazníka. Medzi brúskou a honovačkou sa nachádza automatická kontrolná stanica, tzv. systém MAS (Merací Automatický Systém). Systém zmeria, či je rozmer otvoru správne vybrúsený a pokiaľ áno, pustí polotovary ďalej do honovačky. Nezhodné kusy MAS systém automaticky vytriedi a vyhodí ako nepodarok. Honovaním sa rozumie dokončovanie výroby, kde sa presne vybrúsený polovar zhonuje na požadovanú drsnosť. Operátor ešte na konci vykoná finálnu kontrolu a hotové výrobky preloží do debničky k poslednej operácii.

Po brúsení a honovaní nasleduje znovu **pranie**. V minulosti sa výrobky odvážali na vzdialenejšie pracovisko prania, čo bolo veľmi neefektívne. Dnes je pranie už súčasťou niektorých optosurfov, čo sú posledné stroje v materiálovom toku. Na pranie sa teda odváža len časť produkcie a ďalšia sa operie na finálnom pracovisku v zabudovanej práčke. Cieľom prania je hlavne odstrániť honovací kal.

Posledným pracoviskom je **výstupná kontrola a konzervácia**. Zbežná kontrola síce už prebiehala na pracovisku brúsenia a honovania, ale jednalo sa len o náhodnú kontrolu kvality, zatiaľ čo na tomto finálnom pracovisku už ide o kontrolu 100 %-nú, tzn. že sa skontroluje každý jeden kus. Kontrola prebieha v niekoľkých etapách. Najprv sa jedná o vizuálnu kontrolu operátorom, ktorý zisťuje rôzne narazeniny, odreniny apod. Následne sa diely vložia do stroja (optosurf), ktorý dôkladne premeria všetky ďalšie parametre, hlavne rozmer dielu, vlnitosť, hrany apod. Zhodné diely sú následne automaticky presunuté do časti konzervácie, kde prebehne chemická povrchová úprava proti korózii. Týmto celý proces končí, hotový diel sa ukladá do krabice, ktorá je odoslaná na expedíciu (Stehlík, 2021).

5 DMAIC PROJEKT ZEFEKTÍVNENIA PRACOVISKA

Projekt zefektívnenia pracoviska brúsenia a honovania bol riešený metodikou DMAIC, ktorá je vhodná pre udržanie systematického postupu pri riešení komplexných problémov. Predpokladom metodiky je schopnosť získať relevantné merateľné údaje pre podrobné zhodnotenie súčasného stavu, čo v tomto prípade nebol problém.

5.1 Definovanie projektu (fáza DEFINE)

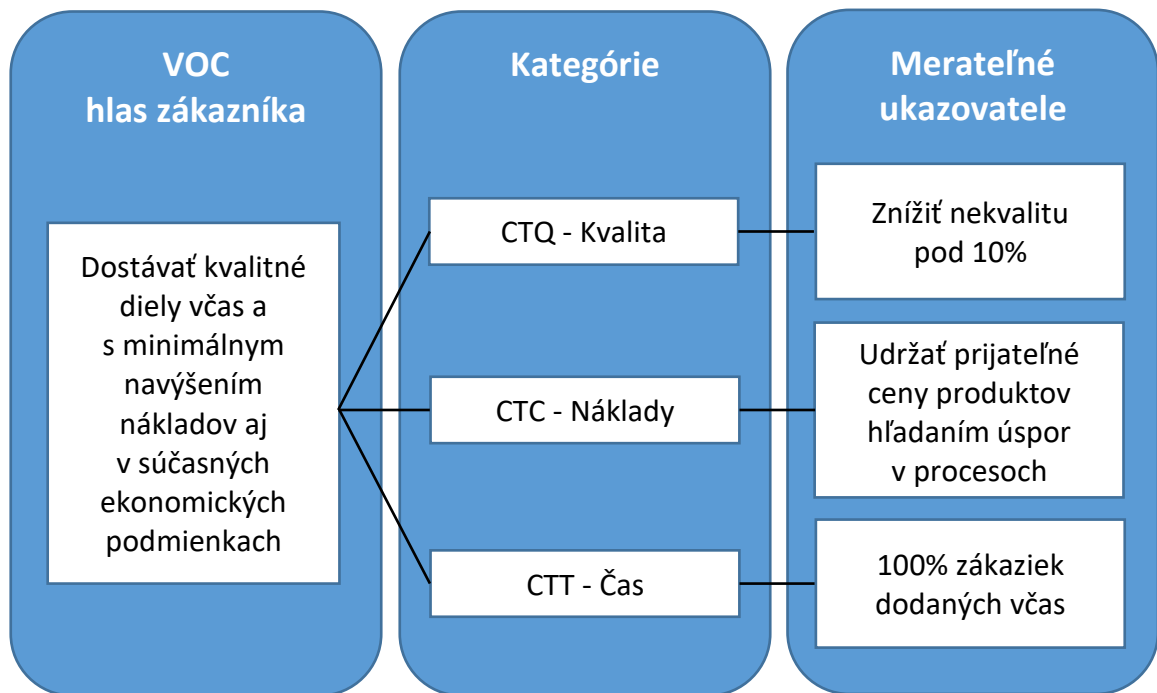
V prvej fáze riešenia projektu bolo potrebné podrobne zadefinovať projektové zadanie, dohodnúť sa v rámci projektového tímu, čo bude a nebude súčasťou projektu a predovšetkým nastaviť jednoznačný a merateľný cieľ.

Cieľom práce je zefektívnenie pracoviska brúsenia a honovania, konkrétne brúsohonovacích liniek č. 87, 88, 91 a 92, za účelom úspory personálnych nákladov minimálne o 25% a zavedenie do praxe do konca marca 2023. Hlavný cieľ práce je minimálna požiadavka. Zníženie personálnych nákladov o 25% znamená úsporu aspoň jedného zo 4 pracovníkov, ktorí obsluhujú 4 predmetné linky. Dlhodobou snahou je však dosiahnuť úplnú viac-strojovú obsluhu a znížiť počet pracovníkov až na polovicu. Preto sú všetky činnosti v rámci riešenia projektu smerované k tomu, aby tento minimálny cieľ bol nielen naplnený, ale aj prekročený.

Okrem toho je snahou hľadať finančné úspory aj v ďalších súvisiacich oblastiach. S hlavným cieľom totiž súvisia ešte dielčie ciele, ktorými sú:

- zníženie nekvality na vybranom pracovisku,
- zlepšenie spoľahlivosti pracoviska v plnení výrobných plánov a
- zníženie počtu mimoriadnych zmien z dôvodu doháňania chýbajúcej kapacity.

Cieľ práce vyplynul zo snahy o udržanie zákazníkov v náročných podmienkach vysokej inflácie v posledných rokoch. Aby bola spoločnosť konkurencieschopná, potrebuje hľadať cesty, ktoré jej pomôžu udržať si ziskovosť produktov aj pri náraste materiálových nákladov tak, aby nemusela citelne zvyšovať ceny voči svojim zákazníkom. Viac je táto nadväznosť na hlas zákazníka rozpísaná v nasledujúcom grafe (Obrázok 16). Opatreniami, ktoré v rámci projektu boli riešené, sme sa snažili reagovať na všetky kategórie v odpovedi na hlas zákazníka, tzn. v oblasti kvality, nákladov aj času.



Obrázok 16 Hlas zákazníka a merateľné ukazovatele – diagram VOC: CTQ/CTC/CTT (vlastné spracovanie)

Pomocou jednoduchšej metódy IS/IS NOT sme si najprv v tíme vymedzili hranice, aby sme v priebehu riešenia neskĺzli k rozšíreniu záberu projektu, ale sústredili sa na hlavnú líniu. Nižšie uvedená tabuľka (Tabuľka 2) teda zhrnuje, čo je a čo už nie je predmetom riešenia.

Tabuľka 2 IS/IS NOT analýza k vymedzeniu predmetu riešenia (vlastné spracovanie)

IS (je predmetom riešenia)	IS NOT (nie je predmetom riešenia)
Brúsno-honovacie linky 87, 88, 91 a 92	Ďalšie brúsno-honovacie linky
Produkčné procesy na uvedených linkách	Údržba, logistika a iné procesy
Činnosti obsluhy linky – brúsičov	Činnosti ostatných pracovníkov
Úspora nákladov	Navýšenie výrobnnej kapacity

Brúsno-honovacie linky číslo 87, 88, 91 a 92 boli vybrané ako pilotné linky pre vybraný projekt, pretože produkcia, ktorá je na nich vyrábaná, je veľmi podobná. Ďalej majú spoločné rysy aj v tom, že na všetkých prebieha výroba po 2 ks a každú z nich obsluhuje jeden operátor. Dá sa teda predpokladať, že analýzy realizované na jednotlivých linkách budú vykazovať podobné rysy a je možné uplatniť pre ich zlepšenie spoločné návrhy. Rovnako tak zamýšľaná viac-strojová obsluha by mala byť menej náročná práve na týchto linkách, pretože sú blízko seba a produkujú viac-menej rovnaké výrobky.

Pre lepšie porozumenie väzby skúmaného pracoviska na celý proces výroby ložiskových krúžkov v danom výrobnom závode bol vypracovaný SIPOC diagram. Jeho účelom je identifikovať jednotlivé kroky procesu, ale aj jeho dodávateľov, zákazníkov, vstupy, výstupy a všetky potrebné väzby. V nasledujúcej tabuľke je možné vidieť kompletný SIPOC diagram (Tabuľka 3) s vyznačením časti procesu, ktorému sa venuje táto práca. Je nutné ešte poznamenať, že na konci výrobného procesu je možné vetvenie, t.j. po operácii brúsenia a honovania ide polotovar buď do centrálnej práčky alebo už priamo na pracovisko výstupnej kontroly, tzv. optosurfov. Záleží na tom, či daný optosurf disponuje vlastnou práčkou alebo nie.

Tabuľka 3 SIPOC diagram procesu výroby ložiskových krúžkov (vlastné spracovanie)

S Suppliers (dodávateľia)	I Inputs (vstupy)	P Process (proces)	O Outputs (výstupy)	C Customers (zákazníci)
externý dodávateľ	železné tyče	sústruženie	nahrubo vysústružené ložiskové krúžky	centrálna práčka
sústruženie	nahrubo vysústružené ložiskové krúžky + pracia emulzia	pranie	ložiskové krúžky zbavené hrubých nečistôt a spôn	kalenie
centrálna práčka	oprané ložiskové krúžky + kaliaca tekutina	kalenie	zakalené nahrubo vysústružené ložiskové krúžky	brúsno-honovacie verbuny
kalenie	zakalené nahrubo vysústružené ložiskové krúžky	brúsenie a honovanie	ložiskové krúžky vybrúsené na presný finálny rozmer a zhonované na potrebnú drsnosť	centrálna práčka alebo optosurfy (výstupná kontrola)
brúsno-honovacie verbuny	konečný produkt - vybrúsené a zhonované ložiskové krúžky + pracia emulzia	pranie	finálne ložiskové krúžky zbavené jemných nečistôt	výstupná kontrola a konzervácia
brúsno-honovacie verbuny alebo centrálna práčka	konečný produkt – vybrúsené a zhonované (príp. aj oprané) ložiskové krúžky	výstupná kontrola a konzervácia	finálny produkt – ložiskový krúžok zodpovedajúci požiadavkám zákazníka	externý zákazník

5.1.1 Zadávacia listina projektu a časový harmonogram

Po úvodnom vyjasnení si priorit a cieľov boli všetky parametre zadania projektu prepísané do tzv. zadávacej listiny projektu, alebo anglicky nazývanej „project charter“ (Tabuľka 4). V tejto sme si už jasne špecifikovali jednotlivé role tímu, zodpovednosti, konkretizovali ciele a ich výstupy.

Tabuľka 4 Zadávacia listina projektu (vlastné spracovanie)

Názov projektu	Zefektívnenie pracoviska brúsenia a honovania		
Pracovisko	Brúsno-honovacie verbuny	Vedúci pracoviska	Bc. Ľuboš Stehlík, vedúci výroby
Detailný popis problému	Pracovisko brúsenia a honovania dlhodobo vykazuje problémy s vysokou variabilitou výstupu, vysokou mierou nekvality a nutných opráv nepodarkov, čo spôsobuje problémy s plnením výrobného plánu a nutnosťou mimoriadnych pracovných zmien. Ďalej je dlhodobo sledovaná nevyváženosť vo využití operátorov, ktorí nie sú dostatočne vyťažení a tým dochádza k plytvaniu v podobe čakanie a veľkej miery neproduktívnych činností. Na druhú stranu pre uvažované zavedenie viac-strojovej obsluhy je potrebné hľadať cesty ešte k nižšiemu vyťaženiu, aby bolo možné obsluhovať dve linky jedným operátorom a odstrániť tým väčšinu plytvania.		
Hlavný projektový cieľ	Zefektívnenie pracoviska brúsenia a honovania, konkrétne brúsno-honovacích liniek č. 87, 88, 91 a 92, za účelom úspory personálnych nákladov minimálne o 25%.		
Dielčie ciele	<ul style="list-style-type: none"> - zníženie počtu operátorov na pracovisku - zníženie nekvality na vybranom pracovisku - zlepšenie spoľahlivosti pracoviska v plnení výrobných plánov - zníženie počtu mimoriadnych zmien z dôvodu doháňania chýbajúcej kapacity 	Metriky	<ul style="list-style-type: none"> - úspora min. 3 operátorov (1 na zmenu) - pokles počtu nepodarkov min. o 50% - zníženie počtu mimoriadnych zmien z dôvodu neplnenia výrobných plánov a opráv nepodarkov o min. 50%
Projektový manažér	Bc. Ľuboš Stehlík, vedúci výroby	Ďalší členovia tímu	jednotliví vedúci tímov technológovia
Dátum zahájenia	1. 10. 2022	Dátum ukončenia	31. 3. 2023
Očakávané finančné výsledky	Ročná úspora operatívnych nákladov pracoviska min. 250 tis. €		
Riziká	Súčasťou priloženej analýzy RIPRAN		

Zadávací listina projektu je závazný dokument, podľa ktorého celý tím postupoval. Súčasťou je aj časové ohraňenie, ktoré bolo potom rozpracované do detailnejšieho časového harmonogramu. Ako je možné vidieť vo vyššie uvedenom zadávacom liste projektu, celková dĺžka jeho trvania bola naplánovaná na 6 mesiacov, a to na prelome rokov 2022 a 2023. V rámci tohto obdobia boli postupne realizované jednotlivé kroky od úvodného nadefinovania projektu, cez dôkladnú analýzu až po časť, v rámci ktorej sa hľadali možné cesty zlepšenia aktuálneho stavu. Celkový časový harmonogram projektu je uvedený v nasledujúcej tabuľke (Tabuľka 5).

Tabuľka 5 Časový harmonogram projektu (vlastné spracovanie)

Časový harmonogram projektu	10/2022				11/2022				12/2022				01/2023				02/2023				03/2024					
Jednotlivé činnosti	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Definovanie cieľov projektu, úvodné schôdzky																										
Špecifikácia pracoviska, výber liniek, fáza MEASURE																										
Zber základných merateľných dát, fáza MEASURE																										
Zber dát k analýze práce, snímky, REFA																										
Zpracovanie analýz, vyhodnotenie																										
Workshop, identifikácia kľúčových problémov																										
Návrhy na zefektívnenie činností za chodu stroja																										
Overovanie návrhov skúšobnou prevádzkou																										
Návrhy na zefektívnenie činností pri vypnutých strojoch																										
Overovanie návrhov skúšobnou prevádzkou																										
Workshop, vyhodnotenie, štandardizácia procesov																										
Zavedenie do bežnej praxe																										

Časový harmonogram projektu bol dodržaný. Postupovalo sa v jednotlivých krokoch, ktoré na seba nadväzovali a vzájomne sa neprekrývali. Bolo vždy nutné ukončiť najprv jednu fázu, aby mal tím relevantné podklady pre ďalší krok. Po úvodnom workshope, kde sa spoločne vymedzil tím a projektové ciele, nasledoval zber dát a analýza REFA. Táto fáza mala trvanie viac ako mesiac a do konca roka 2022 potom boli tieto dáta vyhodnocované, aby po novom roku mohol tím začať s hľadaním riešení. Hneď na začiatku roku 2023 sa konal workshop, na ktorom boli prezentované výsledky analýz. Tím potom spoločne hľadal riešenia uvedených problémov. Padlo niekoľko návrhov, ktoré boli postupne zavádzané do praxe. Najprv sa jednalo o návrhy zefektívnenia činností za chodu stroja. Keďže tieto návrhy si vyžadovali aj isté technické riešenia, fáza trvala až 3 týždne, než bolo možné spustiť skúšobnú 2-týždennú prevádzku. Potom sa postupne zaviedli aj návrhy na zefektívnenie činností pri vypnutých strojoch, tieto sa tiež overili v praxi a po záverečnom vyhodnotení bol vybraný najvhodnejší scenár, ktorý sa stal štandardom.

5.1.2 Riziková analýza

V priebehu realizácie projektu hrozia viaceré riziká, s ktorými je nutné počítať a vopred si stanoviť opatrenia, ako im predchádzať, alebo aspoň zmierniť ich dopad na úspešné splnenie projektových cieľov. K identifikácii a analýze týchto rizík bola využitá metóda RIPRAN (Tabuľka 6). Jej bližší popis je možné nájsť v teoretickej časti práce, ako aj prevodové tabuľky pre určenie miery hodnoty rizika (malá, stredná, veľká).

Tabuľka 6 Riziková analýza RIPRAN (vlastné spracovanie)

Riziko	P vzniku	Scenár	Dopad na projekt	Hodnota rizika	Opatrenie
Nízka podpora vedenia	10% MP	Projekt nebude dokončený	100% VD	SHR	Pravidelné prezentácie čiastočných výstupov
Neochota spolupráce v tíme	30% SP	Náročná komunikácia, nekvalitné výstupy	30% SD	SHR	Pravidelné schôdzky, podpora komunikácie
Chyby pri zbere dát	50% SP	Nesprávne východiská	20% SD	SHR	Opakovaný zber dát s možnosťou porovnania výstupov
Chybná interpretácia dát	10% MP	Nesprávne podklady k rozhodnutiam	50% VD	SHR	Kontrola viacerých osôb
Nevhodne navrhnuté riešenia	30% SP	Návrhy neprinesú očakávané výsledky	30% VD	VHR	Rozhodovanie v tíme, workshop, detailné konzultovanie s odborníkmi
Nízka motivácia ľudí dodržiavať opatrenia	70% VP	Zlepšenie sa neprejaví, alebo prejaví v oveľa nižšej miere	20% SD	VHR	Priame naviazanie na mzdovú zložku, zainteresovanie vedúcich tímov
Nedodržanie termínu projektu	30% SP	Výstupy projektu sú realizované oneskorene	5% MD	MHR	Pravidelné kontroly jednotlivých etáp

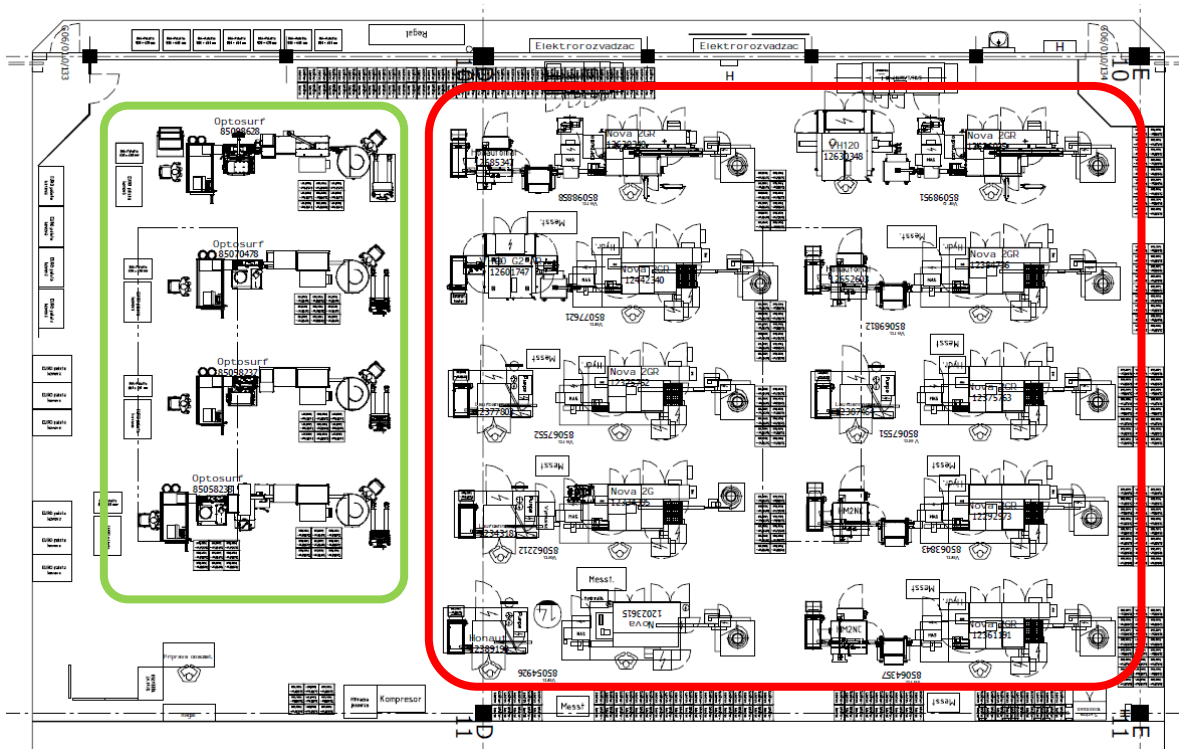
Celkom bolo identifikovaných sedem rizík, z ktorých vyšla po kombinácii pravdepodobnosti vzniku a miery dopadu na projekt vysoká miera rizika u dvoch. Konkrétne sa jedná o nevhodne navrhnuté riešenia a nízku motiváciu ľudí dodržiavať nastavené opatrenia. Pre všetky riziká sme zaviedli opatrenia k ich zmierneniu a aj v prípade týchto dvoch hlavných veríme, že pri dôslednom dodržiavaní opatrení k ich predchádzaniu, nebudú v skutočnosti naplnené.

5.2 Zisťovanie a meranie skutočného stavu (fáza MEASURE)

V rámci tejto fázy prebehlo zisťovanie faktov o aktuálnom stave na vybranom pracovisku a vyhodnotenie dostupných dát, ktoré sú relevantné pre riešený problém. Pozornosť bola sústredená predovšetkým na kľúčové pracovisko brúsenia a honovania, prípadne ďalšie súvisiace pracoviská.

5.2.1 Stručný popis pracoviska

Pracovisko, ktorý sa zaoberá táto diplomová práca a celý projekt DMAIC, je pracovisko brúsenia a honovania, ako už bolo spomínané vyššie. V závode sa nachádza celkom 10 liniek pre brúsenie a honovanie (tzv. verbunov), niektoré fungujú v režime výroby po 1 kuse a niektoré v režime po 2 kusoch (viď. červené označenie v layoute). Na tieto pracoviská nadväzujú kontrolné stanice, tzv. optosurfy, ktoré sú na tomto výrobnom úseku celkom 4 (viď. zelené označenie v layoute).



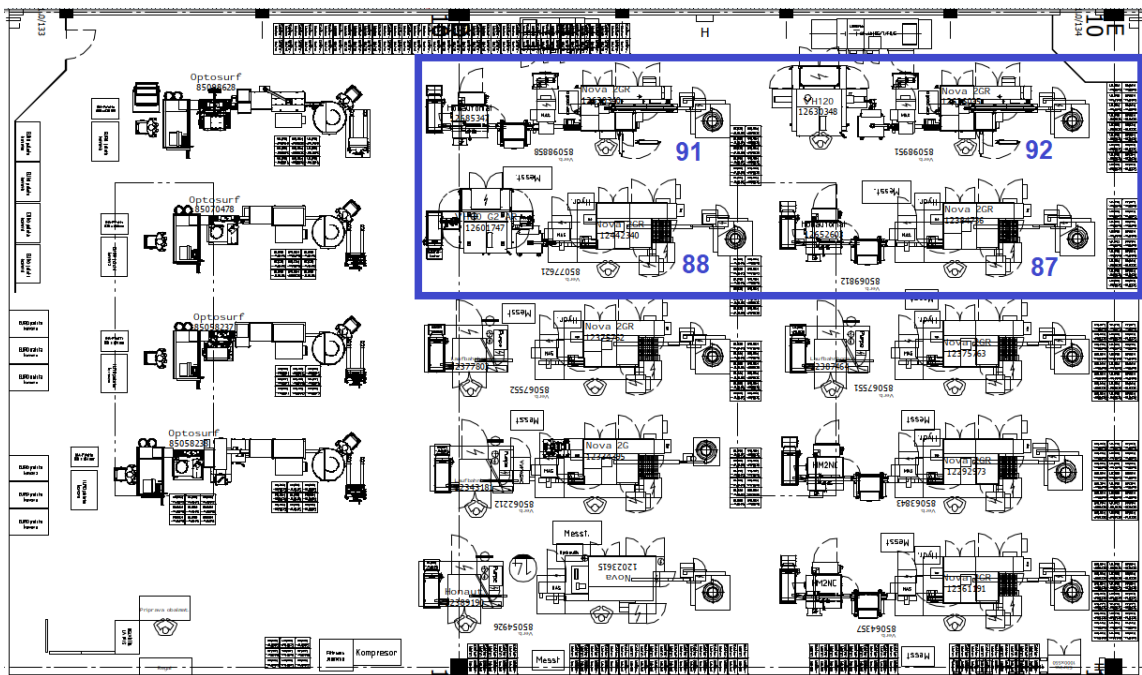
Obrázok 17 Layout pracoviska brúsenia a honovania a optosurfov (vlastné spracovanie)

Na danom pracovisku prebieha výroba vonkajších ložiskových krúžkov (Obrázok 18). Jedná sa o poslednú časť celkového výrobného procesu, ktorý bol bližšie popísaný v kapitole 4.2. Po výstupnej kontrole (pracovisko optosurf) smerujú hotové výrobky už priamo na expedíciu konečnému zákazníkovi.



Obrázok 18 Príklad produktu
vyrábaného na predmetných linkách
(vlastné spracovanie)

V rámci pilotného projektu sú detailnejšie riešené len prvé 4 pracoviská brúsenia a honovania z celkového počtu 10 pracovísk. Jedná sa o pracoviská s číselným označením 87, 88, 91 a 92 (Obrázok 19). Tieto pracoviská obsluhuje celkom 12 pracovníkov na troch pracovných zmenách, tj. každú výrobnú linku má na starosti vždy jeden operátor na každej pracovnej zmene. Linky brúšia vždy 2 kusy ložiskových krúžkov zaraz.



Obrázok 19 Vybrané pracoviská brúsenia a honovania (vlastné spracovanie)

Výrobný plán na danom pracovisku je riadený odvolávkami zákazníka, ktorý zadáva spoločnosti svoju ročnú požiadavku a túto potom v priebehu roka upresňuje. Konkrétne výrobné rozvrhy preto nie sú stabilné a líšia sa podľa aktuálneho stavu plnenia požiadaviek zákazníka a prípadných sklzov vo výrobe. Vždy sú však dimenzované tak, aby neprevyšovali maximálnu výrobnú kapacitu pracovnej zmeny.

Základné vstupné číselné fakty o linkách:

- Brúsenie po 2 ks naraz
- Cyklový čas pripadajúci na jeden obrábaný kus = 0,092 min (jedná sa o priemerný čas, ktorý sa môže mierne odlišovať v závislosti na type produktu, odchýlka je však zanedbateľná)
- Priemerný bežný výstup za zmenu vrátane nepodarkov = cca 4000 ks (môže výrazne kolísat v závislosti na poruchovosti a iných problémoch)

V priebehu riešenia projektu bola na predmetné linky púšťaná produkcia, ktorá nevykazovala žiadne výkyvy v cyklovom čase, aby výsledky porovnaní boli čo najviac relevantné.

5.2.2 Úroveň dodržiavania výrobných plánov v priebehu celého roku

V prvom rade bolo potrebné preskúmať, ako je na tom pracovisko z pohľadu plánovanej a skutočnej výrobnéj kapacity, ako často dochádza k neplneniu plánu a ako sa táto situácia v minulosti riešila. Tieto údaje veľmi napovedajú predovšetkým o tom, aké nadbytočné náklady na danom pracovisku vznikajú z dôvodu neplnenia výrobnéj kapacity. Nižšie uvedená tabuľka (Tabuľka 7) ukazuje rozdiely v počte plánovaných a skutočne odvedených kusov za jednotlivé mesiace roku 2022.

Ako je možné vidieť, pracovisko bolo ku koncu roku v sklze o viac ako 200tis. kusov, čo tvorí necelé 2% z plánovanej výrobnéj kapacity. Tento sklz bol spôsobený predovšetkým na počiatku roka v mesiacoch január, február a apríl, časť potom ešte v septembri. Kusy vyrobené naviac v ostatných mesiacoch nestihli pokryť tento sklz, ktorý sa automaticky prenáša do ďalšieho obdobia.

Tabuľka 7 Plán výroby verzus odvedené kusy za rok 2022 (vlastné spracovanie)

Mesiac v roku	Plán výroby na daný mesiac v ks	Reálne odvedené kusy za daný mesiac	Rozdiel
Január	1 290 000	1 079 542	-210 458
Február	1 200 000	1 101 712	-98 288
Marec	1 403 000	1 427 924	24 924
Apríl	1 170 000	975 716	-194 284
Máj	1 320 000	1 338 372	18 372
Jún	1 200 000	1 223 002	23 002
Júl	900 000	920 518	20 518
August	1 205 000	1 265 525	60 525
September	1 100 000	1 036 454	-63 546
Október	1 155 000	1 207 822	52 822
November	832 000	920 308	88 308
December	494 000	552 818	58 818
Spolu	13 269 000	13 049 713	-219 287

Keby sme sa pozreli na tieto údaje detailnejšie, zistili by sme, že vo väčšine mesiacov v roku sa nachádza viac dní, kedy plánovaná výrobná kapacita nie je naplnená, ako tých, kedy naplnená je. Priemerne za celý rok bolo každý mesiac viac ako 12 dní v sklze a len približne 7 dní, kedy bol plán splnený (Tabuľka 8). Príčiny neplnenia plánu sú rôzne a detailnejšie budú rozobraté v nasledujúcich kapitolách. Často súvisia s vysokou nekvalitou, poruchovosťou zariadení alebo aj výkyvmi v plánovaní.

S neplnením výrobného plánu súvisí aj počet mimoriadnych zmien v mesiaci, ktoré sú plánované na doplnenie potrebnej výrobnéj kapacity, aby nedošlo k ohrozeniu plnenia dodávok voči zákazníkovi. Priemerne sa jedná mesačne o necelé 4 takéto mimoriadne zmeny, väčšinou sobotné, ale výnimkou nie sú ani nedeľné zmeny, prípadne práca naplánovaná na štátny sviatok. Nutnosť zavádzania mimoriadnych zmien samozrejme nie je žiaduca, pretože prináša zbytočné náklady a v prípade práce vo sviatok alebo v nedeľu aj príplatky, ktoré potom výrobu značne predražujú. Druhým problémom je vôbec zaobstaráť personálne pokrytie v prípade týchto mimoriadnych zmien.

Tabuľka 8 Sumár dní v roku 2022 podľa plnenia/neplnenia plánu (vlastné spracovanie)

Mesiac v roku	Počet dní v sklze	Počet dní, v ktorých bol splnený plán	Pracovné dni celkom (bez celozávodnej dovolenky)	Počet mimoriadnych zmien v mesiaci (soboty, nedele, sviatky)
Január	19	1	20	6
Február	16	4	20	6
Marec	17	6	23	4
Apríl	20	1	21	1
Máj	14	8	22	4
Jún	13	9	22	5
Júl	14	1	15	6
August	12	10	22	6
September	12	8	20	3
Október	7	14	21	4
November	2	18	20	0
December	4	9	13	1
Suma	150	89	239	46
Priemer	12,5	7,4	19,9	3,8

Mimoriadne zmeny neboli pôvodne plánované a dochádza k nim vyslovene z dôvodu neplnenia výrobného plánu z rôznych príčin. Tieto mimoriadne zmeny generujú zbytočné náklady, zvlášť pokiaľ sa jedná o prácu v nedeľu alebo vo sviatok.

5.2.3 Nekvalita na pracovisku

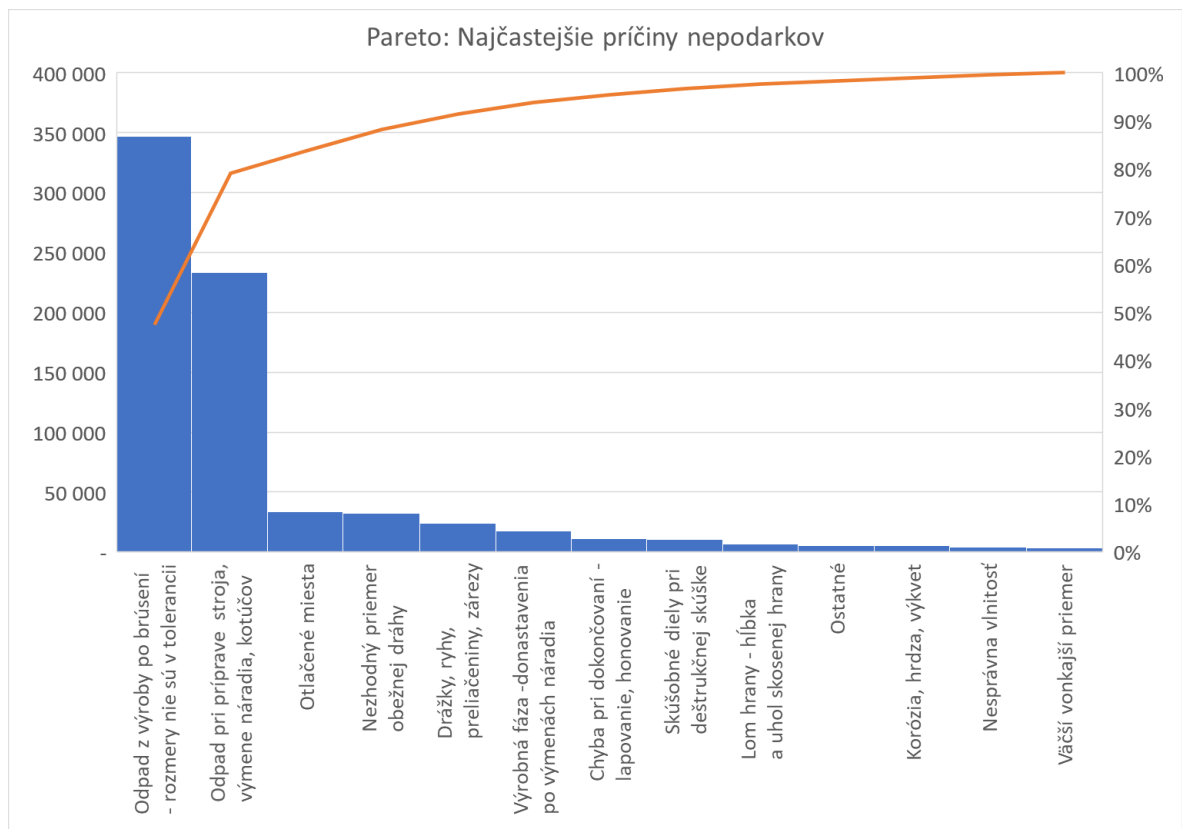
V ďalšom kroku bola pozornosť upriamená na otázku kvality. Z dostupných dát bolo zistené, aký bol stav nekvality na pracovisku brúsenia a honovania v jednotlivých mesiacoch roku 2022 (Tabuľka 9). Tabuľka ďalej obsahuje tiež údaje o zachytenej nekvalite na pracovisku finálnej kontroly (optosurfov), ktoré priamo súvisia s pracoviskom brúsenia a honovania. Jedná sa totiž o kontrolné zariadenia, ktoré merajú parametre hotových výrobkov, ako ich povrch, vlnitosť, rôzne typy mechanických poškodení, narazenín, ale aj správny rozmer otvoru vzniknutého brúsením na predchádzajúcom pracovisku. To znamená, že medzi zachytenými nepodarkami na pracovisku optosurfov sú hlavne také, ktoré vznikli na pracovisku brúsenia a honovania, len ich obsluha voľným okom neodhalila.

Tabuľka 9 Počet nepodarkov za rok 2022 (vlastné spracovanie)

Mesiac v roku	Počet nepodarkov zachytených na pracovisku brúsenia a honovania	Počet nepodarkov zachytených na pracovisku optosurfov	Počet nepodarkov za obe pracoviská spolu
Január	29 092	17 007	46 099
Február	37 638	29 797	67 435
Marec	44 630	24 897	69 527
Apríl	52 341	23 799	76 140
Máj	46 671	20 460	67 131
Jún	52 979	33 841	86 820
Júl	42 739	20 712	63 451
August	40 696	37 226	77 922
September	43 574	21 921	65 495
Október	37 589	13 567	51 156
November	23 484	16 332	39 816
December	16 334	6 548	22 882
Spolu	467 767	266 107	733 874

Ako je možné vidieť, celkový počet nepodarkov na pracovisku je veľmi vysoký, viac ako 700tis. kusov za rok. Jedná sa o údaje za všetky linky. Podiel nepodarkovosti je približne rovnaký v priemere za jednu linku, preto môžeme počítať, že za nami riešené linky 87, 88, 91 a 92 vyprodukuje ročne približne 293 550 nepodarkov (40% z celku). Samozrejme tento stav generuje nemalé náklady, ktoré sa šplhajú až do stoviek tisíc euro. V tomto prehľade ešte nie sú uvedené nepodarky, ktorú sa vracajú späť do procesu, pretože sú opraviteľné. Ich počet je menší, ale tiež pomerne významný. Prispieva navyše k nutnosti mimoriadnych zmien, pretože uberá kapacitu linky, ktorá sa potom dostáva do sklzu.

V nasledujúcom grafe (Obrázok 20) je možné vidieť, ktoré sú najčastejšie príčiny vzniku nepodarkov. Graf je interpretovaný ako Pareto diagram, aby bolo možné na prvý pohľad identifikovať podiel jednotlivých príčin na celkovom počte nepodarkov. Z grafu je hneď na prvý pohľad jasné, že kľúčové sú dve príčiny, ktoré majú za následok takmer 80% všetkých nepodarkov. Obe príčiny sa vzťahujú práve k pracovisku brúsenia a honovania, a to bez ohľadu na to, či boli odhalené až na pracovisku finálnej kontroly, alebo ešte na pracovisku brúsenia a honovania. Súvisia totiž so špatne vybrúseným rozmerom a odpadom po výmene náradia, predovšetkým brúsnych kotúčov.



Obrázok 20 Pareto diagram najčastejších príčin nepodarkov (vlastné spracovanie)

Odhalené príčiny nepodarkov boli následne rozobraté a analyzované v rámci fázy ANALYZE, aby bolo možné ich do budúcnosti čo najviac eliminovať.

5.2.4 Zhrnutie kľúčových problémov k podrobnejšej analýze

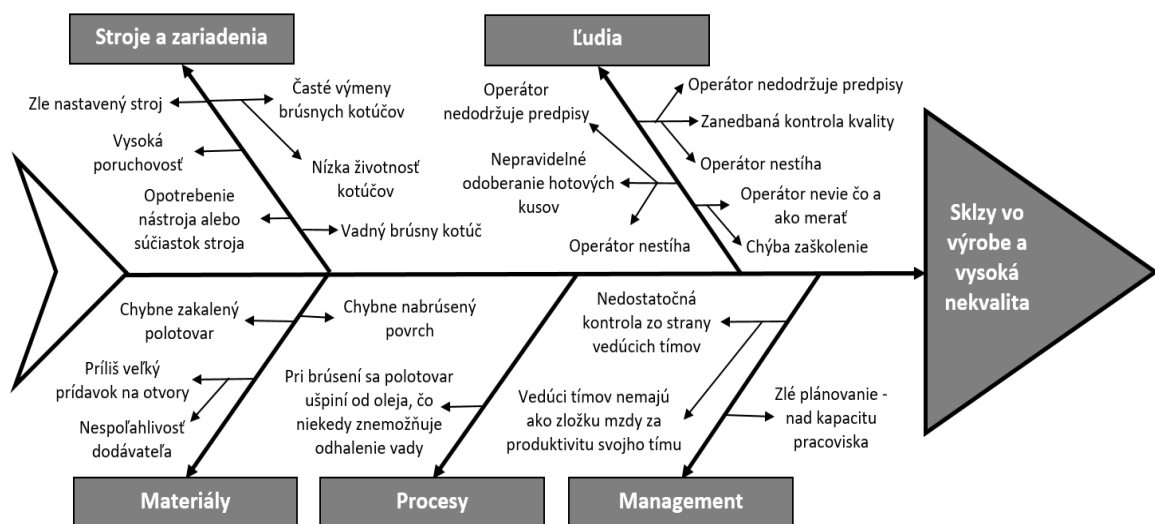
Z prvotnej základnej analýzy dostupných dát vyplynulo, že najzávažnejšími problémami na vybranom pracovisku sú:

- neplnenie naplánovaných denných výstupov a z toho plynúca nutnosť častých mimoriadnych zmien na doháňanie sklzov výroby
- pomerne vysoká nekvalita identifikovaná priamo na pracovisku brúsenia a honovania, ale aj na nadväzujúcom pracovisku finálnej kontroly

Aby mohol byť splnený hlavný cieľ projektu, ktorým je úspora personálnych nákladov na pracovisku, musia byť najprv vyriešené vyššie uvedené problémy. Znížením počtu pracovníkov by sa totiž ešte viac ohrozilo plnenie výrobného plánu. Preto je nutná detailná analýza k odhaleniu príčin týchto identifikovaných problémov.

Predtým, než došlo k ďalším krokom riešenia projektu, bol zvolaný workshop, na ktorom sa zúčastnení formou brainstormingu a s využitím pomocných nástrojov ako napríklad Ishikawow diagram, dohodli na ďalších krokoch spojených s detailnou analýzou. Od začiatku bolo jasné, že je nutné urobiť podrobnú analýzu a meranie práce príslušných operátorov, aby sa našiel potenciál pre uvoľnenie ich kapacity k obsluhovaniu dvoch strojov zároveň. V priebehu workshopu sa však hľadali ďalšie oblasti, na ktoré by bolo vhodné upriamiť pozornosť a viac sledovať ich výskyt v praxi napr. práve pri realizácii snímok pracovného dňa. Jednalo sa predovšetkým o určenie príčin nekvality a neplnenia výrobných plánov. Pokiaľ tieto problémy nebudú v budúcnosti vyriešené, tak síce na základe snímku pracovného dňa bude navrhnutá reorganizácia práce, ale vysoká nekvalita alebo sklzy v plnení plánu aj tak znemožnia efektívne fungovanie viac-strojovej obsluhy a problémy sa ešte viac prehĺbia. Výstupy workshopu vo forme Ishikawa diagramu sú zhrnuté na nasledujúcom obrázku (Obrázok 21).

Pre vypracovanie Ishikawa diagramu bolo využitých päť hlavných „kostí“, konkrétne išlo o stroje a zariadenia, ľudí, materiály, procesy a management. V podobných analýzach sa ešte často rieši aj prostredie alebo metódy, ale tieto oblasti neboli pre tento typ problému relevantné, preto nie sú v diagrame uvedené.



Obrázok 21 Ishikawa diagram príčin neplnenia plánu a nekvality (vlastné spracovanie)

Problém vysokej nekvality a sklzov vo výrobe bol riešený v rámci jedného diagramu, pretože sa jedná o dve oblasti, ktoré spolu veľmi úzko súvisia. V podstate sklzy vo výrobe sú spôsobené z veľkej miery práve vysokou nekvalitou. Niektoré nepodarky sú opraviteľné,

takže ich opravy potom uberajú kapacitu linky a spôsobujú práve sklzy vo výrobe a nutné zavádzanie mimoriadnych pracovných zmien.

Z jednotlivých nápadov, ktoré podľa zúčastnených mali negatívny vplyv na dodržovanie termínov a kvalitu vo výrobe, boli vybrané tie, ktoré boli tímom považované za najzávažnejšie príčiny. Pomocou bodovacej techniky sa tím spoločne zhodol na tom, že za väčšinou problémov stoja tieto kľúčové príčiny:

- Operátori nedodržia predpisy a štandardy práce presne tak, ako sú uvedené napríklad v návode na kontrolu.
- Operátori často nestíhajú, pretože sú zahltení nečakanými problémami alebo práve preto, že nedodržia štandardy a nahromadí sa im práca a potom dochádza k nedostatočnej kontrole kvality.
- Časté výmeny brúsnych kotúčov spôsobujú časté odstávky brúsky, príp. aj problémy s nastavením po každej výmene, ktorá nemusí byť hneď na prvý pokus správne.
- Chýbajúce zaškolenie brúsičov ako aj chýbajúca kontrola zo strany vedúcich tímov, ktorí nie sú na výstupe tímov hmotne zainteresovaní, sú tiež príčiny problémov, ktoré stoja za zmienku a hlbšie preskúmanie.

Príčiny, ktoré súvisia s technológiou, s poruchovosťou zariadení, zlou kvalitou brúsnych kotúčov alebo chybou komponentu už z predchádzajúceho pracoviska, nie sú považované za tak závažné. Ich podiel na nepodarkovosti je nižší, než u predchádzajúcich, resp. pokiaľ k týmto príčinám aj dôjde, tak keby bol brúsič schopný vadu odhaliť včas, nevníka toľko nepodarkov a problém sa rieši urgentne. Preto sa tím spoločne zhodol, že hlavná pozornosť by mala byť upriamená predovšetkým na človeka a spôsob jeho práce a riešenia problémov na predmetných linkách. Až hlbšou analýzou je možné lepšie porozumieť, čo sa skutočne na pracovisku deje a čo stojí za väčšinou problémov.

V nasledujúcej kapitole je podrobne rozobraná organizácia práce na danom pracovisku, a to pomocou priameho merania v rámci pracovného systému REFA. Cieľom bolo odhaliť časovú dotáciu jednotlivých činností a ďalšie konkrétne súvislosti, ktoré neboli odhalené na workshope.

5.3 Podrobný rozbor situácie a kľúčových problémov (fáza ANALYZE)

K tomu, aby bolo možné odhaliť kľúčové príčiny zistených problémov na pracovisku a tiež potenciál k naplneniu projektového cieľa, je nutné podrobiť pracovisko podrobnejšej analýze. V tejto kapitole budú postupne prezentované jednotlivé dielčie analýzy, ktoré boli k týmto účelom realizované.

5.3.1 Základný vecný rozbor vykonávaných činností na pracovisku

Činnosti na všetkých vybraných linkách (č. 87, 88, 91 a 92) sú viac-menej totožné. Každú linku obsluhuje na každej zmene vždy jeden operátor. Pokiaľ sa pozrieme na pracovnú náplň operátora po smeru linky od vstupu k výstupu, sú jeho zodpovednosti nasledujúce:

- Naloženie vstupného materiálu na začiatku linky, tzn. vyskladanie z debničky do tzv. trasáku, odkiaľ materiál automaticky vstupuje do brúsky
- Materiál následne prechádza brúskou a meracím zariadením (MAS) a postupuje do honovačky, operátor v tejto fáze len sleduje funkčnosť zariadenia a prípadne zasiahne pokiaľ dochádza k problémom alebo občas skontroluje kvalitu a overí, či MAS vyhodnocuje nepodarky správne a nevyhadzuje aj dobré kusy
- Výmeny brúsnych kotúčov a diamantov po ich opotrebení niekoľkokrát za zmenu
- Kontrola kvality na konci linky pred uložením do debničky
- Zbieranie hotových kusov z honovačky, tzn. na konci linky a ukladanie do debničiek

Spotrebu času v rámci pracovnej zmeny je možné podľa metodiky REFA členiť z pohľadu operátora na časy, kedy operátor vykonáva činnosť a na časy, kedy je jeho činnosť prerušená. Druhý pohľad členenia spotreby času je z pohľadu stroja, a to na činnosti, kedy stroj pracuje a na činnosti, kedy je stroj vypnutý. Pre účely nášho projektu uvádzame členenie spotreby času z pohľadu stroja, aby bolo možné identifikovať potenciál pre jeho vyššie využitie a zároveň posúdiť úroveň využitia pracovného času operátora s cieľom vyhodnotenia možností zavedenia viac-strojovej obsluhy na pracovisku.

V súčasnom stave sa na všetkých štyroch analyzovaných linkách vyrába po 2 ks. Na pracovisku existujú aj stroje, ktoré sú schopné brúsiť len po jednom kuse, to ale nie je prípad vyššie uvedených štyroch liniek, ktoré boli vybrané pre pilotný projekt. Táto skutočnosť však nemá žiaden zásadný vplyv na činnosti operátora, samozrejme s výnimkou vyššieho výstupu za časovú jednotku, ktorý je potrebné na konci linky odobrať a uložiť do debničky.

5.3.2 Časová analýza obsluhy pracoviska podľa metodiky REFA

Keďže je naša spoločnosť nemecká, využíva pracovný systém REFA. Preto som tento systém využil aj pri časovej analýze nášho predmetného pracoviska. Základom bola realizácia niekoľkých snímkov pracovného dňa jednotlivých operátorov v kombinácii s chronometrážou, z ktorých boli vypočítané časy jednotlivých dielčích činností za účelom získania prehľadu o efektívnosti využitia pracovného času v priebehu zmeny a tiež hľadania potenciálu pre zefektívnenie pracovných operácií. Výsledkom tejto analýzy je stanovenie percentuálnej vyťaženia jednotlivých pracovníkov, ktorú je dôležité poznať pre zvažované zavedenie viac-strojovej obsluhy na pracovisku.

V nasledujúcej tabuľke (Tabuľka 10) sú uvedené priemerné časy trvania jednotlivých **činností**, ktoré sú vykonávané **pri vypnutých strojoch** vrátane ich frekvencie a celkového času stráveného týmito činnosťami v priebehu celej pracovnej zmeny. Časové údaje sú uvedené len za linku číslo 87, ďalšie analýzy je možné nájsť v prílohách (P I-P IV).

Tabuľka 10 Činnosti pracovníka pri vypnutých strojoch na linke č. 87 (vlastné spracovanie)

Činnosť pracovníka	Početnosť za zmenu	Trvanie (min)	Celkom za zmenu (min)
Výmena brúsneho kotúča (BK), nastavenie a korekcia medzi BK	3	8	24,00
Výmena diamantu, nastavenie a korekcia medzi BK	1	8	8,00
Kalibrácia MAS (Merací Automatický Systém)	4	0,5	2,00
Kontrola istiaceho elementu (IE) na brúske na začiatku zmeny a po prestávke	2	1,5	3,00
Kontrola IE na MAS na začiatku zmeny a po prestávke	2	1,5	3,00
Výmena honovacích kameňov	7	0,67	4,67
Kontrola IE na honovačke na začiatku zmeny a po prestávke	2	1,5	3,00
Čistenie kalu v brúske po prestávke 1x za deň	1	15	15,00
Dodatočné nastavenia na brúske	1	20	20,00
Dodatočné nastavenia na honovačke	1	10	10,00
Prípadné iné výpadky	1	5	5,00
Spolu			97,67

Tabuľka 11 obsahuje zasa časové údaje k činnostiam, ktoré prebiehajú za chodu stroja. Tieto činnosti tvoria celkovo niečo cez 3,5h zmeny a ich trvanie sa môže mierne odlišovať v závislosti na type produktu, ktorý je momentálne na linke spracovávaný. Tieto odchýlky však nie sú zvlášť významné, preto je možné nižšie uvedené údaje využiť pre výpočet celkovej vyťaženia operátora s vysokou spoľahlivosťou.

Tabuľka 11 Činnosti pracovníka pri zapnutých strojoch na linke č. 87 (vlastné spracovanie)

Činnosť pracovníka	Početnosť za zmenu	Trvanie (min)	Celkom za zmenu (min)
Kontrola IE odmagnetovač na začiatku zmeny a po prestávke	2	1	2,00
Nakladanie vstupného materiálu do trasáku - ručné nakladanie	25,25	0,67	16,83
Dovezenie debničky s dielmi (vstup)	1,98	0,17	0,33
Manipulácia s debničkou (vstup)	9,88	0,17	1,65
Odvoz prázdnych debničiek od trasáku	1,98	1,00	1,98
Manipulácia s debničkou (výstup)	11,11	0,17	1,85
Značenie debničky (výstup)	11,11	0,17	1,85
Odvoz hotovej produkcie k vedúcemu tímu	2,22	1,00	2,22
Dovoz debničiek od optosurfu (na opravu)	2,22	0,50	1,11
Vykladanie z pásu za honovačkou - každých 5 minút	80,8	0,67	53,87
Meranie podľa návodu na kontrolu každých 5 minút	80,8	1,00	80,80
Zápis produkcie, každé 2h	4	0,33	1,33
Zápis do karty meradiel a IE	1	1,00	1,00
QS ostrovček + morenie	2	4,00	8,00
Umývanie zeme	1	10,00	10,00
Čistenie pracoviska na konci zmeny	1	5,00	5,00
Predanie zmeny	1	5,00	5,00
Zaznamenanie výpadkov a produkcie do systému	50	0,08	5,17
Personálne prestávky (WC, pitný režim...)	1	18,00	18,00
Spolu			217,99

Ako je možné z vyššie uvedených analýz vyčítať, viac ako hodinu a pol v rámci jednej zmeny je stroj vypnutý z dôvodu rôznych nastavení a výmen. Veľký podiel na tomto čase má výmena brúsneho kotúča, ktorá sa opakuje niekedy aj viac-krát ako 3-krát za zmenu. Podobne aj činnosti ako dodatočné nastavenia na brúske alebo honovačke nie je možné jednoznačne časovo ohodnotiť, pretože k nim dochádza v závislosti na produkcii nepodarkov a niekedy sa opakujú aj viac-krát za zmenu. Celkový čas, kedy stroje neprodukurujú, môže byť teda na niektorých zmenách ešte o niečo vyšší, než bolo zaznamenané v priebehu nášho snímkovania.

Keď spočítame oba typy činností, zistíme, že pracovník v priebehu zmeny pracuje 315,66 minút. Pri 7,5h zmene sa jedná o využitelnosť na úrovni 70,15 % (315,66 z 450 min). Vo zvyšku času vykonáva neproduktívne činnosti, prevažne sa jedná o čakanie na stroj, zbytočnú chôdzu, rozhovory a iné. Jeho využitie síce nie je 100 %-né, ale stále pomerne vysoké k tomu, aby zvládol viac-strojovú obsluhu.

Podobné detailné časové analýzy boli vypracované za všetky sledované linky. Nižšie sú uvedené výsledky jednotlivých časov a využitelnosti operátorov (Tabuľka 12). Skladba vykonávaných činností je na všetkých linkách rovnaká, líši sa mierne len časové ohodnotenie v závislosti na tom, aký typ produkcie je práve na linke spracovávaný, prípadne čiastočne tiež na výkonnosti operátora.

Tabuľka 12 Súhrnné výsledky časových analýz liniek 87, 88, 91 a 92 (vlastné spracovanie)

Linka	Činnosti pri vypnutých strojoch (min)	Činnosti pri zapnutých strojoch (min)	Spotreba času operátora za zmenu (min)	Využitelnosť operátora
87	97,67	217,99	315,66	70,15 %
88	97,67	213,14	310,81	69,07 %
91	97,67	218,15	315,81	70,18 %
92	97,67	215,15	312,81	69,51 %
Priemer	97,67	216,11	313,77	69,73 %

Ako je možné vidieť pri porovnaní všetkých výsledkov, rozdiely vo využitelnosti operátorov na jednotlivých linkách sú minimálne. Linky sú prakticky totožné a líši sa vždy len typ aktuálne opracovávaného dielu. Aj keď teda existujú viaceré faktory, ktoré ovplyvňujú čas jednotlivých činností, tieto odchýlky nie sú tak závažné, aby sa nedali výsledky týchto analýz

brať za smerodajné pre ďalšie kroky smerujúce k možnej eliminácii celkového počtu operátorov na pracovisku.

5.3.3 Analýza kľúčových problémov zistených pri snímkovaní

Ako sme už spomínali vyššie, každú linku obsluhuje jeden operátor. Na vybraných štyroch linkách teda pracujú na jednej zmene 4 operátori. Linky pracujú v 3-zmennom pracovnom režime, tzn. obslužnosť 12 operátorov za deň. Každý stroj produkuje po 2 kusy. V priebehu snímkovania boli zaznamenané viaceré situácie, pri ktorých operátor nestíhal niektoré činnosti alebo došlo k veľmi vysokej nekvalite. Nižšie si uvedieme kľúčové problémy linky, ktoré najviac ovplyvňujú využitie operátora v priebehu zmeny, kvalitu ako aj produktivitu celej linky všeobecne.

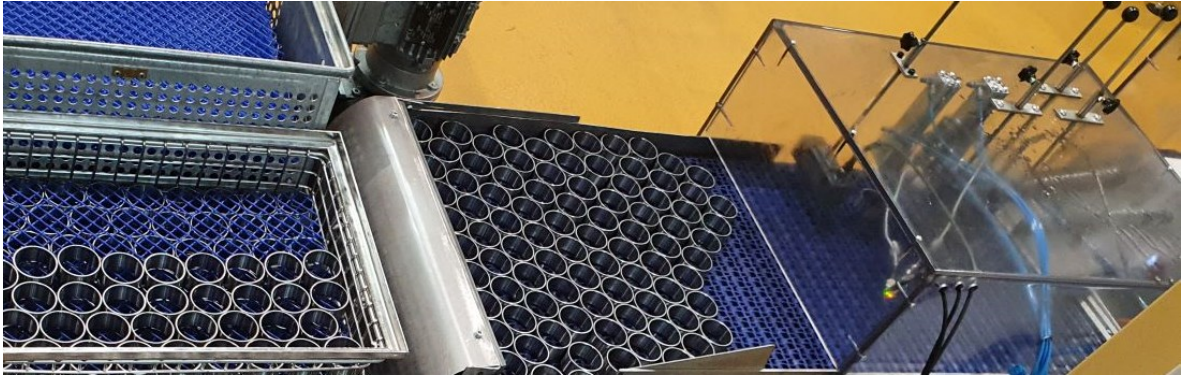
1. problém: Odoberanie hotových kusov na konci linky a ukladanie do debničky

Podľa pracovného štandardu by mal operátor linky každých 10 minút odobrať hotové kusy na konci linky z pásu a tieto uložiť do debničky. Na konci pásu je priestor pre cca 100 kusov hotových výrobkov (Obrázok 22), z ktorého sa potom prekladajú do prístupnej debničky a odvádzajú na pracovisko výstupnej kontroly a konzervácie (optosurf), prípadne ešte predtým na pranie (ak daný optosurf nemá vlastnú práčku).



Obrázok 22 Priestor pre hotové výrobky na konci linky (vlastné spracovanie)

Pokiaľ časový interval 10 minút na vykladanie hotových výrobkov nie je dodržaný, stane sa, že sa výrobky nahromadia na konci výrobného pásu a siahajú až do priestoru ofukovacieho zariadenia, tzv. tunela. Keď snímače tohto zariadenia zaregistrujú, že v priestore sa nachádzajú nahromadené výrobky, ofukovacie zariadenie sa deaktivuje.



Obrázok 23 Priestor ofukovacieho zariadenia na konci linky (vlastné spracovanie)

Pri snímkaní boli zaznamenané dva problémy súvisiace s touto časťou linky. Buď operátor v snahe predísť nahromadeniu kusov na konci linky vykladal kusy častejšie, a to v intervale cca 5 min. alebo nestíhal ani štandardom daný interval a výrobky sa na konci linky nahromadili. V prvom prípade síce bola zaistená plynulosť vykladania kusov a nedošlo k zastaveniu ofukovacieho zariadenia, ale ani v tomto prípade sa nejedná o ideálny stav. Pokiaľ operátor prechádza na koniec linky príliš často, dochádza k plytvaniu v podobe zbytočnej chôdze, čo má za následok, že zasa operátor nestíha spoľahlivo vykonávať iné činnosti, napr. kontrolu kvality.

2. problém: Časté výmeny brúsnych kotúčov

Ďalší problém, ktorý podstatne zamestnáva operátora v priebehu zmeny a tiež znižuje výrobnú kapacitu linky, je výmena brúsnych kotúčov. Operátor musí 3-4 krát za zmenu (niekedy aj častejšie) meniť brúsne kotúče. Táto výmena je pomerne časovo náročná, pretože vyžaduje následné nastavenie a korekcie medzi brúsnymi kotúčmi. Priemerne bol tento čas nameraný na 8 minút, tento časový údaj sa však môže líšiť podľa skúseností operátora a môže byť aj dlhší. Keď počítame, že k takejto výmene dôjde 3-4 krát za zmenu, berie nám minimálne polhodinu pracovnej kapacity stroja, pretože pri tejto výmene musí byť linka zastavená.

S týmto problémom ďalej súvisí aj nekvalita. Čím viac výmen brúsnych kotúčov, tým vyššie riziko produkcie nepodarkov. Každá výmena totiž vyžaduje spoľahlivé nastavenie a keď toto

nie je správne vykonané na prvý krát, stroj produkuje nepodarky a musí sa znova nastaviť a skorigovať.

3. problém: Nevyváženosť v kontrole kvality

Ďalším problémom, ktorý bol pri snímkovaní zaznamenaný, je kontrola kvality hotových výrobkov. Podľa štandardu by operátor mal kvalitu kontrolovať každých 10 minút. Podobne ako u vykladania hotových kusov na konci linky, aj tu dochádza k nevyváženosti a dvom extrémom. V priebehu snímkovania dochádzalo ku kontrole kvality každých 5 minút, čím operátor umelo navyšoval svoje využitie. Z dlhodobej skúsenosti však vieme, že v prípade kontroly kvality dochádza často aj k opačnému problému. Operátor nekvalitu zabúda alebo nestíha kontrolovať v stanovených 10-minútových intervaloch, čo niekedy spôsobí neskoré zachytenie problému a vyprodukovanie zbytočne veľkého počtu nepodarkov. Tieto nepodarky sa následne musia buď vyhodiť, čo generuje zbytočné náklady, alebo opravovať, s čím súvisí, že sa neplní výrobný plán, resp. je nutné pridávať mimoriadne zmeny práve na tieto opravy, ako bolo spomínané a vyčíslené vo fáze MEASURE (viď kapitola 5.2).

5.3.4 Zhrnutie analytickej časti

Vo fáze MEASURE boli na základe prvotnej všeobecnej analýzy problému identifikované tieto skutočnosti:

- Vybrané pracovisko brúsno-honovacích strojov má dlhodobo problémy s plnením výrobných plánov, **za rok 2022 bolo pracovisko celkovo v sklze o viac ako 200tis. výrobkov** oproti plánu.
- S vyššie uvedeným problémom súvisí aj nutnosť mimoriadnych zmien, aby bolo možné dobehnúť sklzy, resp. opraviť veľké množstvo nepodarkov. **Len za rok 2022 bolo nutných 46 mimoriadnych zmien** (soboty, nedele, sviatky), čo sú necelé 4 mimoriadne zmeny za mesiac.
- Posledným problémom bol počet nepodarkov. **Len v roku 2022 bolo vyprodukovaných viac ako 700tis. neopraviteľných nepodarkov.**

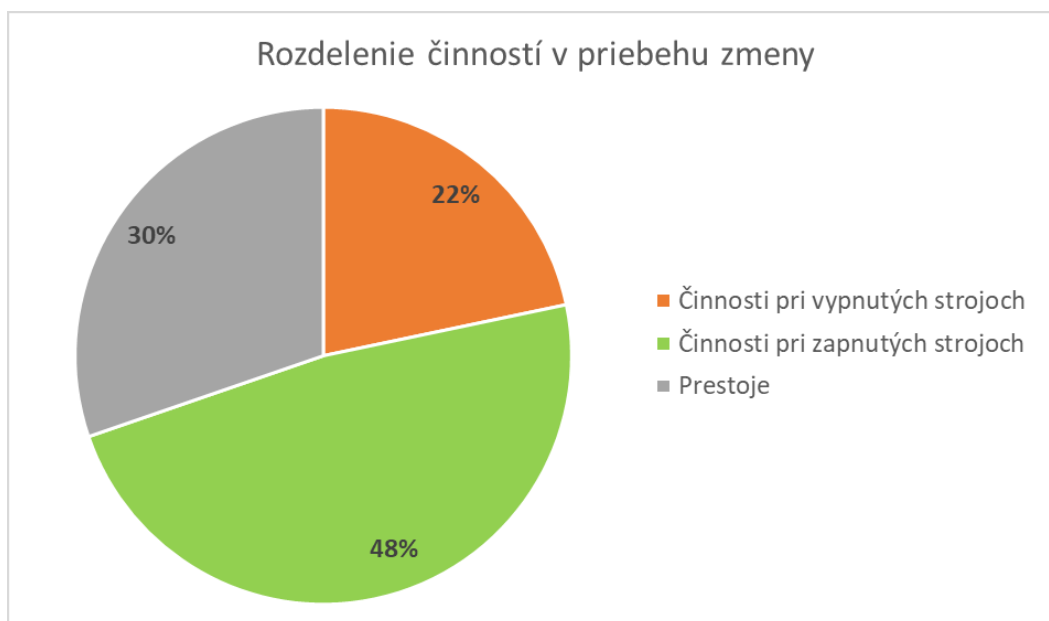
Tieto údaje poskytl základný prehľad o situácii na pracovisku, ktorá bola ďalej podrobne analyzovaná v rámci fázy ANALYZE. Keďže bolo cieľom práce znížiť obslužnosť pracoviska, bolo nutné vyriešiť vyššie uvedené problémy a podrobnou analýzou práce nájsť tiež potenciál k jej zefektívneniu, aby operátor zvládal obsluhovať dva stroje zaraz. Bola teda realizovaná analýza REFA, pomocou ktorej sa analyzovala využiteľnosť brúsiča.

Pomocou priameho merania sa na každej linke spočítala spotreba času operátora/brúsiča na činnosti pri zapnutých strojach a vypnutých strojach, z čoho sa vypočítala využiteľnosť. Priemerné namerané hodnoty sú nasledujúce:

- Činnosti pri vypnutých strojach = 97,67 minút za zmenu
- Činnosti pri zapnutých strojach = 216,11 minút za zmenu
- Pracovné činnosti celkom = 313,77 minút za zmenu
- Prestoje (väčšinou z dôvodu čakania na stroj) = 136,23 minút za zmenu
- Využiteľnosť operátora (podiel produktívnych činností k časovému fondu 450 minút za zmenu) = 69,73%

Výsledky za jednotlivé linky sa od seba odlišovali minimálne, odchýlka od priemeru nebola ani v jednom prípade vyššia než 1,5%.

Na nasledujúcom grafe (Obrázok 24) je možné vidieť zhrnutie činností, ktoré vykonáva operátor v priebehu zmeny. Približne 70% činností tvorí práca a až 30% predstavujú prestoje. V čase prestojov operátor väčšinou vyčkáva na automatický chod stroja alebo rieši mimopracovné rozhovory a iné. Prestoje nie sú žiaduce, preto tvoria potenciál k tomu, aby mohol brúsič ešte vykonávať ďalšie činnosti. Zároveň ich objem však nie je tak veľký, aby mohol obsluhovať dve linky zároveň.



Obrázok 24 Rozdelenie činností brúsiča v priebehu zmeny (vlastné spracovanie)

V d'älšej časti analýzy boli podrobnejšie rozobrané kľúčové problémy odhalené pri priamom meraní práce. Jednalo sa o činnosti, v ktorých bol viditeľný potenciál pre zlepšenie a zníženie využiteľnosti operátora, aby v budúcnosti mohol vykonávať aj obsluhu d'älšej linky. Jedná sa o tieto problémy:

- **Odoberanie hotových kusov na konci linky a ukladanie do debničky**
 - o nedodržiavanie časového intervalu odoberania každých 10 minút
 - brúsič odoberá hotové výrobky v 5 minútových intervaloch, čím umelo navyšuje svoju využiteľnosť
 - brúsič odoberá hotové výrobky za dlhšiu dobu než 10 minút, preto sa stáva, že sa výrobky na konci pásu nahromadia, niekedy aj vyblokujú ofukovacie zariadenie, ale hlavne potom komplikujú precízne vykonanie kontroly kvality podľa predpisu
 - o obmedzený priestor na konci linky pre hromadenie hotových kusov a zasekávanie ofukovacieho zariadenia v prípade oneskoreného odobratia výrobkov a uloženia do debničky
- **Časté výmeny brúsnych kotúčov**
 - o výmeny 3 až 4 krát za zmenu
 - o nutnosť zastavenia linky pri výmene
 - o nutnosť nastavenia po výmene, riziko produkcie nepodarkov pri zlom nastavení, ako aj d'älšie časové straty v prípade dodatočných nastavení
- **Nevyváženosť v kontrole kvality**
 - o nedodržiavanie časového intervalu kontroly kvality každých 10 minút
 - brúsič kontroluje v 5 minútových intervaloch, čím umelo navyšuje svoju využiteľnosť
 - brúsič kontroluje za dlhšiu dobu než 10 minút, čo je rizikové, pretože pri nahromadení veľkého množstva hotových kusov na konci linky operátor nepozná, kde sú prvé a posledné kusy pre danú debničku, preto niekedy vykoná kontrolu podľa štandardu a hrozí vyššia nepodarkovosť

Čo ešte nebolo spomínané vyššie, ale je možné z analýz vypožorovať, je tiež využitie stroja. Nejedná sa síce o kľúčový problém, ktorý riešime, ale určite má tiež vplyv na dodržiavanie výrobných plánov a súvis s plánovanými opatreniami. Využitie brúsok sa pohybuje v súčasnosti na úrovni cca 80%, čo nie je zlý výsledok. Pre záverečné zhodnotenie projektu je dôležité tento fakt zdôrazniť, pretože plánovanými úpravami sa aj toto využitie mierne zvýši. Konkrétne využitie všetkých brúsok je možné vyčítať z analýz REFA podľa času práce operátora pri vypnutých strojoch (Tabuľka 10). Je potrebné len upozorniť, že do činností pri vypnutých strojoch máme v tejto tabuľke zahrnuté činnosti na brúskach i honovačkách. Honovačky je preto nutné z týchto časov odfiltrovať, na nich odstávky nie sú tak časté a neovplyvňujú pracovný cyklus brúsky.

Keďže činnosti pri vypnutých strojoch sa od seba neodlišujú v závislosti na type produkcie, ktorá sa práve vyrába, na všetkých linkách boli namerané rovnaké časy:

- Celkový čas činností operátora pri vypnutých strojoch = 97,67 minút
- Z toho len čas pripadajúci na brúsky = 80 minút
- **Súčasná využiteľnosť brúsok v rámci disponibilného času zmeny = 82,2%**
(podiel času, kedy brúska nepracuje = $80/450$, to je 17,8%)

Všetky vyššie uvedené zistenia sú východiskom pre hľadanie možných zlepšení. Časové úspory je možné nájsť u činností pri vypnutých aj zapnutých strojoch. Súčasne je nutné sa zamerať aj na nepodarkovosť, ktorá je skrytým zlodejom času, pretože čím viac nepodarkov linka vyprodukuje, tým viac zmien je nutných zaviesť, aby sa splnila plánovaná výrobná kapacita. Niektoré nepodarky sú aj opraviteľné, takže síce neberú v podobe nevyužitého materiálu, ale určite spoločnosť stoja náklady v podobe nutnosti ich opätovného opracovania a tiež brzdia produkciu linky.

Nasleduje fáza IMPROVE, kde sú popísané návrhy na zlepšenia. U týchto návrhov sa postupovalo v jednotlivých krokoch. Najprv bola pozornosť zameraná na činnosti pri zapnutých strojoch. Následne sa hľadali časové úspory aj u činností pri vypnutých strojoch. Každý z návrhov bol vždy postupne otestovaný v praxi, aby bolo možné vyhodnotiť jeho realizovateľnosť.

5.4 Návrh možností riešenia (fáza IMPROVE)

V ďalšom kroku boli navrhnuté opatrenia smerujúce k úspore personálnych nákladov na danom pracovisku a súčasne lepšiemu využitiu operátorov. Tieto opatrenia museli byť veľmi opatrne implementované a zvažované, aby nedošlo k prehĺbeniu problémov s neplnením výrobných plánov a navýšeniu nekvality. Práve naopak, dielčimi cieľmi návrhov bolo zlepšiť situáciu v oblasti kvality a zároveň zaistiť, že výrobné plány budú plnené vo väčšej miere ako v súčasnosti a nebude tak nutné časté zavádzanie mimoriadnych zmien.

5.4.1 Zníženie využiteľnosti brúsiča úpravou činností pri zapnutých strojoch

Prvým krokom bolo nájsť potenciál v pracovnej náplni brúsičov tak, aby v budúcnosti zvládali viac-strojovú obsluhu. V súčasnosti je ich využitie okolo 70% a i v tomto stave sa často stáva, že niektoré činnosti nezvládajú, z čoho vznikajú problémy na strane kvality alebo sklzov vo výrobe. Pri podrobnej analýze REFA bolo zistené, že ich využiteľnosť je možné znížiť viacerými spôsobmi. V prvom rade bola pozornosť zameraná na činnosti pri zapnutých strojoch, kde bolo možné vidieť najvyšší potenciál. Najprv sme sa s tímom pokúsili o prepočet hodnôt pri **dodržiavaní štandardov** práce a pracovných postupov daných v návode na kontrolu. Veľa nedostatkov, ktoré boli zistené pri analýze, totiž súvisia s tým, že obsluha vykonáva svoje činnosti nekoordinovane a nerešpektuje už skoršie prepočítané a nastavené pravidlá. Konkrétne sa jedná o:

- **vykladanie z pásu za honovačkou**, ktoré by malo prebiehať **každých 10 minút** (nie každých 5 minút, ako bolo možné vidieť v priebehu snímkovania) a
- **kontrolu rozmerov hotových výrobkov**, ktorá bola tiež pôvodne nastavená na **každých 10 minút**, ale operátor ju vykonával častejšie. Z oboch týchto nedostatkov plynú zbytočné presuny sem a tam a strata kapacity brúsiča. Navyiac sa potom paradoxne neskoršie dostáva do sklzu a pri nečakanom probléme nestihne vykladať alebo kontrolovať ani v stanovenom intervale 10 minút.

Brúsiči boli krátko zaškolení a inštruovaní, aby dodržiavali vyššie uvedené pravidlá, ktorú sú aj súčasťou návodu na kontrolu, len nie sú dôsledne dodržiavané. Už po zavedení týchto jednoduchých opatrení sme mohli v praxi pozorovať isté zlepšenie. Nižšie v tabuľke (Tabuľka 13) sú uvedené výsledky nových meraní na linke č. 87 pri dôslednom dodržiavaní štandardov práce.

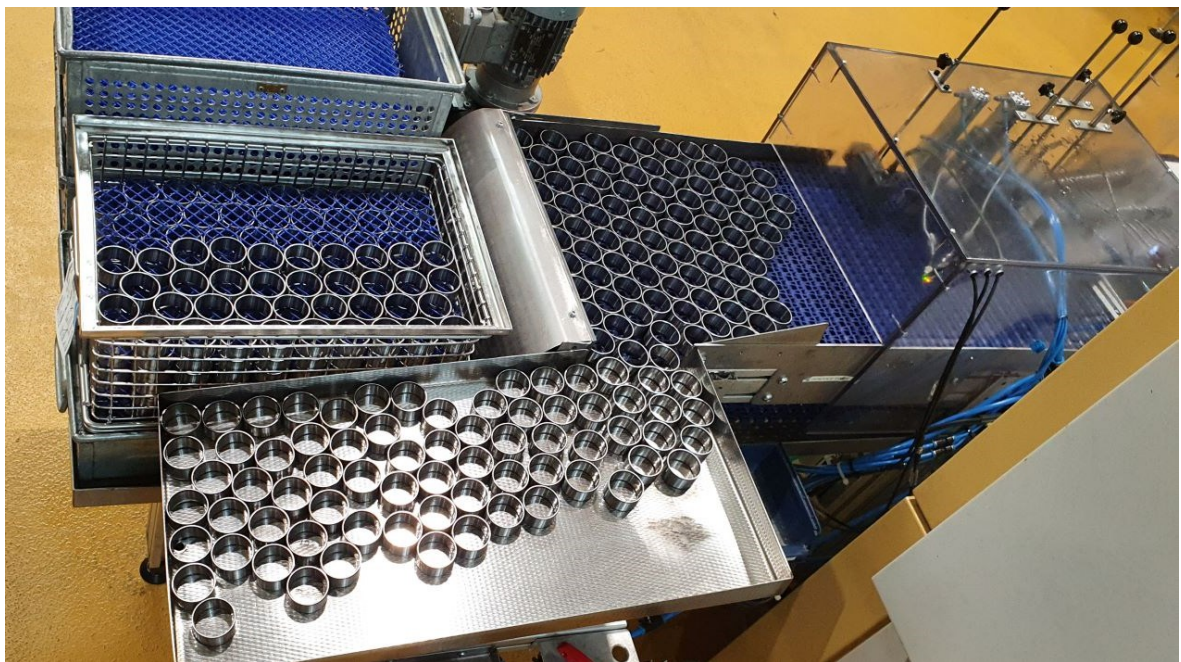
Tabuľka 13 Činnosti pracovníka pri dodržovaní štandardov práce (vlastné spracovanie)

Činnosť pracovníka pri zapnutých strojoch	Početnosť za zmenu	Trvanie (min)	Celkom za zmenu (min)
Kontrola IE odmagnetovač na začiatku zmeny a po prestávke	2	1	2,00
Nakladanie vstupného materiálu do trasáku - ručné nakladanie	25,25	0,67	16,83
Dovezenie debničky s dielmi (vstup)	1,98	0,17	0,33
Manipulácia s debničkou (vstup)	9,88	0,17	1,65
Odvoz prázdnych debničiek od trasáku	1,98	1,00	1,98
Manipulácia s debničkou (výstup)	11,11	0,17	1,85
Značenie debničky (výstup)	11,11	0,17	1,85
Odvoz hotovej produkcie k vedúcemu tímu	2,22	1,00	2,22
Dovoz debničiek od optosurfu (na opravu)	2,22	0,50	1,11
Vykladanie z pásu za honovačkou - každých 10 minút	40,4	0,67	26,93
Meranie podľa návodu na kontrolu každých 10 minút	40,4	1,00	40,40
Zápis produkcie, každé 2h	4	0,33	1,33
Zápis do karty meradiel a IE	1	1,00	1,00
QS ostrovček + morenie	2	4,00	8,00
Umývanie zeme	1	10,00	10,00
Čistenie pracoviska na konci zmeny	1	5,00	5,00
Predanie zmeny	1	5,00	5,00
Zaznamenanie výpadkov a produkcie do systému	50	0,08	5,17
Personálne prestávky (WC, pitný režim...)	1	18,00	18,00
Spolu			150,66

Celková spotreba času sa pri dodržiavaní štandardov znížila na 150,66 minút. Spotreba času pri vypnutých strojoch zostala nezmenená, a to pôvodných 97,67 minút. Spolu má teda brúsič v priebehu zmeny spotrebu času na prácu 248,33 minút, čo predstavuje niečo málo cez 55% využiteľného času zmeny. Ako je možné vidieť, už pri zavedení tohto jednoduchého opatrenia je využiteľnosť pracovníka veľmi blízka 50%, čo by bolo minimum pre možné zavedenie viac-strojovej obsluhy.

Vyššie popísaný návrh je ideálny stav, v praxi pri dlhšom pozorovaní sme však narazili na problém, ktorý bol popísaný už v analytickej časti práci. Operátor má problém s dodržiavaním 10 minútového intervalu vykladania hotových kusov z dôvodu nízkej kapacity pásu na konci linky. Ako sme spomínali skorej, do tohto priestoru sa vojde len cca 100 ks hotových výrobkov a pokiaľ sa operátor omešká o pár sekúnd, výrobky sa tu nahromadia a spôsobia deaktivovanie ofukovacieho zariadenia. Nielenže to má potom za následok možný vznik nepodarkov, ale aj zastavenie celej linky a v neposlednej rade stres operátora s odoberaním kusov a jeho zdržanie k vykonávaní ďalších činností včas. Keďže na konci linky dochádza aj ku kontrole kvality, ďalší nežiaduci efekt je aj ten, že operátor potom neskontroluje kvalitu dôsledne, aby postíhal všetko vyložiť.

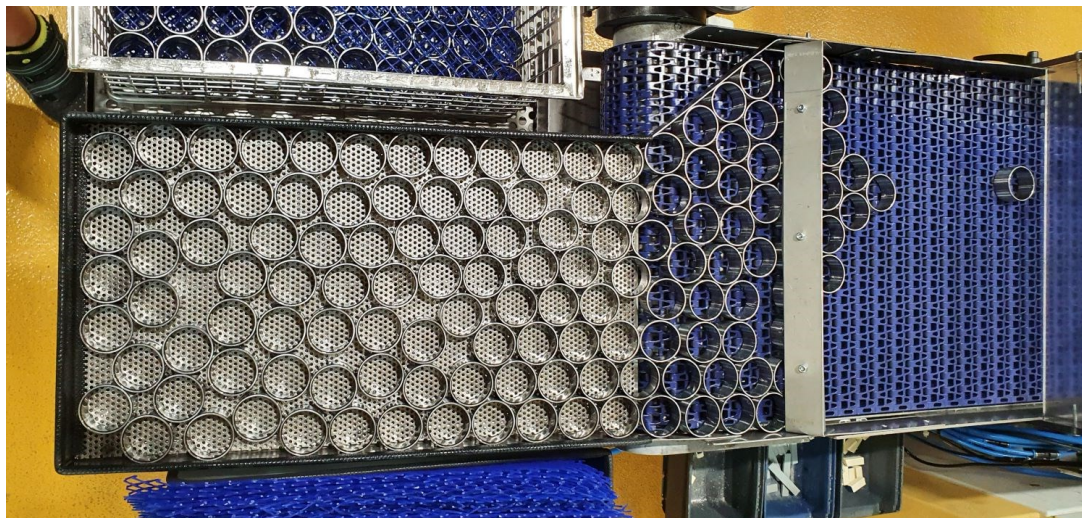
Aby sa toto nestávalo, bol vypracovaný návrh na rozšírenie kapacity priestoru na konci linky, aby operátor stíhal v 10 minútových intervaloch vykladať hotové kusy do debničiek bez toho, aby riskoval komplikácie pri výrobe. Návrh spočíval v pridaní plošiny, najprv z bočnej strany (Obrázok 25), čím sa kapacita rozšírila viac ako dvojnásobne.



Obrázok 25 Návrh č.1 na rozšírenie priestoru na konci linky (vlastné spracovanie)

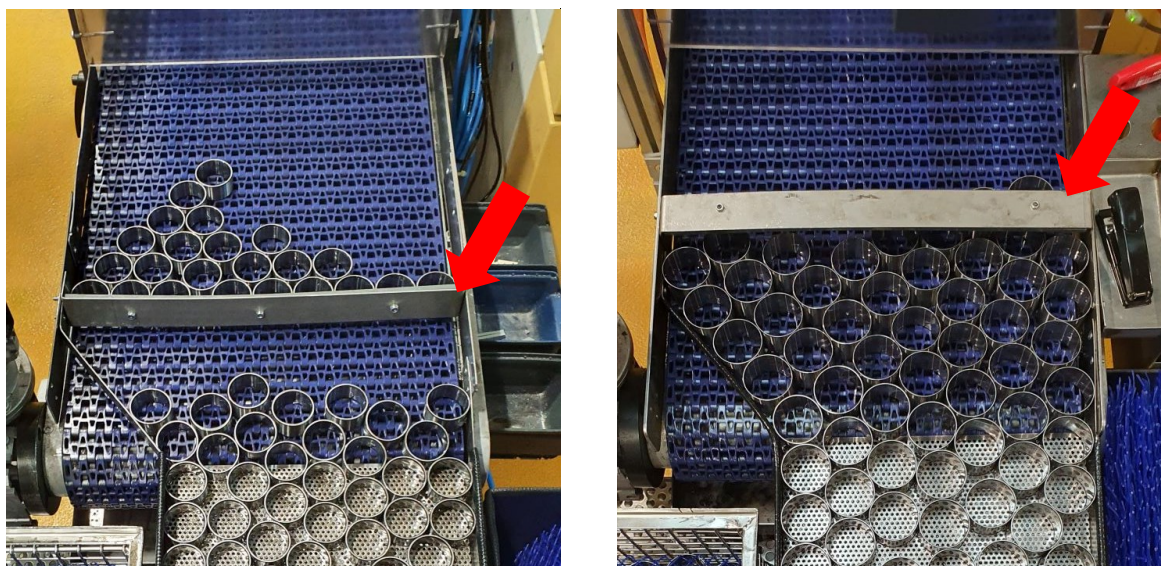
Jednalo sa o najjednoduchšie a rýchle riešenie, ktoré bolo následne otestované v praxi. Keďže bol zistený preukázateľný prínos pre plynulé vykladanie hotových kusov a tiež pre lepšie dodržiavanie 10-minútových intervalov na vykladanie, bol návrh ešte raz prepracovaný do vhodnejšej podoby. Prvé riešenie totiž malo menší nedostatok vo veľmi úzkom priestore medzi koncom pásu a pridanou bočnou plošinou. Niekedy sa tu diely

zasekávali. V druhom návrhu bol teda koniec pásu celkovo predĺžený a prídavná plošina namontovaná priamo za ním (Obrázok 26).



Obrázok 26 Návrh č.2 na rozšírenie priestoru na konci linky (vlastné spracovanie)

Tento návrh bol vypracovaný aj s budúcou myšlienkou na pridanie možnej nastaviteľnej závery (Obrázok 27), ktorá by presne odpočítala a zablokovala kusy v množstve vyprodukovanom za stanovený 10-minútový interval odoberania, presne podľa štandardu. Závera by síce operátorovi nebránila odobrať všetky hotové kusy, aby nehrozilo zablokovanie linky v prípade nahromadenia produkcie, ale zároveň by mu dávala spätnú väzbu o tom, či dodržiava stanovený časový limit odoberania.



Obrázok 27 Návrh č. 2 – detail na pridanie závery (vlastné spracovanie)

Klíčový prínos vyššie popísanej závory však spočíva v tom, že operátorovi pomáha lepšie a spoľahlivejšie kontrolovať kvalitu. Operátor má totiž pred vyložením kusov do debničky za úlohu skontrolovať prvé dva kusy a posledné dva kusy, ktoré do debničky vkladá. Pokiaľ však má na konci linky nahromadenú produkciu do viac debničiek, nevie, kde presne končí produkcia pre danú debničku a stane sa tak, že z jednej várky neskontroluje všetky potrebné kusy a môže tak prísť k neskorému zachyteniu nepodarkov. Závora teda bude plniť funkciu akejsi medzi-debničky, ktorá umožní spoľahlivejšiu kontrolu kvality.

Aj napriek všetkým vyššie uvedeným opatreniam ešte využiteľnosť pracovníka stále nedosahuje úroveň pod 50%, aby zvládol obsluhovať dva stroje. Preto bolo v nasledujúcom kroku navrhnuté riešenie na čiastočné zníženie počtu pracovníkov na linke s tým, že niektoré operácie budú delegované na novú pozíciu manipulanta. Viac v ďalšej kapitole.

5.4.2 Zníženie počtu brúsičov a pridanie pozície manipulanta

V pôvodnom stave na predmetných linkách pracovali štyria brúsiči na jednej zmene. To znamená, že každú z našich štyroch brúsno-honovacích liniek obsluhovala vždy jedna osoba. Keďže sa pomocou doposiaľ realizovaných opatrení nepodarilo znížiť využiteľnosť pracovníka pod 50%, nie je možné zatiaľ znížiť počet brúsičov na dvoch. Preto bola zavedená nová pozícia, tzv. manipulanta a boli vyčlenené činnosti, ktoré bude realizovať brúsič a ktoré tento manipulant (Tabuľka 14).

Brúsič by teda obsluhoval vždy 2 linky, ale niektoré manipulačné práce by mu odpadli a tieto by vykonával iný operátor – manipulant, ktorý by bol na celom pracovisku len jeden a obsluhoval by všetky štyri predmetné brúsno-honovacie linky. Počet pracovníkov na zmene by sa nám teda týmto krokom podarilo stiahnuť na 3, to znamená, že celkovo by bola na danom pracovisku úspora 3 pracovníkov (pracuje sa na 3 zmeny). Už týmto opatrením by bol dosiahnutý cieľ projektu, ktorým bolo znížiť obslužnosť pracoviska minimálne o 25%, teda zo štyroch pracovníkov aspoň na troch na jednej zmene.

Ako je možné vidieť z nižšie uvedených prepočtov (Tabuľka 14), činnosti delegované na manipulanta mu zaberú niečo málo cez jednu hodinu. Manipulant by mal teda dostatok času obsluhovať všetky štyri linky a zostávalo by mu dostatok času aj na presuny a prípadné nečakané udalosti.

Tabuľka 14 Činnosti brúsiča a manipulanta (vlastné spracovanie)

Činnosť pracovníka pri zapnutých strojoch	Počet za zmenu	Trvanie (min)	Celkom za zmenu (min)	Brúsič verzus manipulant
Kontrola IE odmagnetovač na začiatku zmeny a po prestávke	2	1	2,00	brúsič
Nakladanie vstupného materiálu do trasáku	25,25	0,67	16,83	manipulant
Dovezenie debničky s dielmi (vstup)	1,98	0,17	0,33	manipulant
Manipulácia s debničkou (vstup)	9,88	0,17	1,65	manipulant
Odvoz prázdnych debničiek od trasáku	1,98	1,00	1,98	manipulant
Manipulácia s debničkou (výstup)	11,11	0,17	1,85	manipulant
Značenie debničky (výstup)	11,11	0,17	1,85	brúsič
Odvoz hotovej produkcie k vedúcemu	2,22	1,00	2,22	manipulant
Dovoz debničiek od optosurfu	2,22	0,50	1,11	manipulant
Vykladanie z pásu za honovačkou - každých 10 minút	40,4	0,67	26,93	manipulant
Meranie podľa návodu na kontrolu každých 10 minút	40,4	1,00	40,40	brúsič
Zápis produkcie, každé 2h	4	0,33	1,33	brúsič
Zápis do karty meradiel a IE	1	1,00	1,00	brúsič
QS ostrovček + morenie	2	4,00	8,00	brúsič
Umývanie zeme	1	10,00	10,00	manipulant
Čistenie pracoviska na konci zmeny	1	5,00	5,00	brúsič
Predanie zmeny	1	5,00	5,00	brúsič
Zaznamenanie výpadkov a výstupov	50	0,08	5,17	brúsič
Personálne prestávky (WC, atd.)	1	18,00	18,00	brúsič
Spolu brúsič			87,75	
Spolu manipulant			62,90	

Čo sa týka brúsiča, jeho činnosti vykonávané za chodu stroja sa týmto opatrením znížili z pôvodných 150,66 minút na 87,75. Keď k tomu pripočítame činnosti vykonávané pri zastavení stroja (ako sú výmeny brúsnych kotúčov a rôzne iné natavenia), ktoré v súčasnosti zaberajú z jeho pracovného času cca 97,67 minút, obsluha jednej linky mu zaberie v rámci zmeny 185,42 minút, čo predstavuje 41,2 % využiteľného času zmeny (podiel z 450 minút). **Využitelnosť operátora** sa teda týmto opatrením podarila znížiť pod 50% na vyššie

spomínaných **41,2 %**, čo je kľúčová podmienka pre zavedenie viac-strojovej obsluhy. Navyiac mu zostala i dostatočná časová rezerva na presun medzi linkami, ktoré sú bezprostredne vedľa seba, preto presuny nie sú nijako zvlášť časovo náročné.

5.4.3 Skúšobná prevádzka v režime brúsenia po jednom kuse

Vyššie uvedené opatrenia boli zavedené do praxe za účelom overenia ich realizovateľnosti a zároveň pre vychytanie prípadných ďalších nedostatkov. Aj keď vyššie uvedené prepočty ukazujú, že brúsiči ako aj manipulant by mali bez problémov stíhať svoju prácu, všetky linky boli najprv spustené v režime brúsenia po jednom kuse, aby si všetci pracovníci zvykli na nové podmienky a nerobili pod časovým stresom chyby. Výsledné časy sú preto ešte o niečo nižšie. Kompletný záznam merania je uvedený v prílohách (P V – P VIII). Skúšobnej prevádzke predchádzal workshop, na ktorom boli všetci pracovníci oboznámení s novými podmienkami práce, konkrétne na tomto workshope prebehlo:

- preškolenie všetkých brúsičov a manipulantov, ktorí obsluhujú linky 87, 88, 91 a 92 o tom, aké činnosti majú robiť a v akých časových intervaloch,
- preškolenie brúsičov o správnom zadávaní kľúčov pre jednotlivé typy výpadkov do MES systému, aby bolo tieto možné správne vyhodnocovať,
- diskutovanie ďalších návrhov na zlepšenie aktuálneho stavu.

Výsledky po dvoj-týždennej skúšobnej prevádzke sú zhrnuté v nasledujúcej tabuľke (Tabuľka 15). Jedná sa o priemerné výsledky za všetky štyri sledované linky a za celé obdobie 2 týždňov (6.2.2023 – 17.2.2023) a porovnanie s pôvodným stavom.

Tabuľka 15 Výsledky skúšobnej prevádzky po prvej sérii zlepšení (vlastné spracovanie)

Parameter	Pôvodný stav	Nový stav	Rozdiel
Režim výroby	po 2 kusy	po 1 kuse	- 1 kus
Počet pracovníkov na jednej linke	1	0,75	- 0,25
Činnosti pri zapnutých strojoch (v režime brúsenia po 1 ks)	216,11 min.	146,26 min.	- 69,85 min.
Činnosti pri vypnutých strojoch	97,67 min.	97,67 min.	0
Využitelnosť pracovníka a manipulantu dohromady	69,73 %	54,21 %	- 15,52 %
Priemerný počet vyrobených kusov na jednej linke za zmenu	3 884 ks	3 280 ks	- 604 ks
Priemerný počet nepodarkov	289 ks	92 ks	- 197 ks
Priemerný počet OK kusov	3 595 ks	3 188 ks	- 407 ks

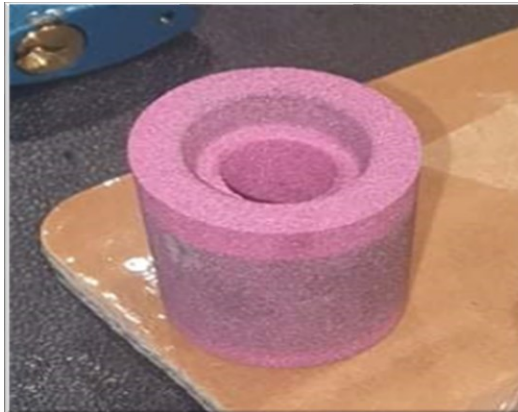
Z vyššie uvedenej tabuľky (Tabuľka 15) vyplýva, že po zavedení skúšobnej prevádzky brúsenia po jednom kuse s úbytkom 1 operátora na 4 predmetné linky, sme dosiahli zlepšenia v mnohých oblastiach. Jediným negatívom je nižší výstup, ktorý však nie je až tak nízky ako by sa dalo očakávať. Brúsenie po jednom kuse totiž neznamena automaticky zníženie výstupu na polovicu. Pokiaľ brúska ide v režime jednokusového brúsenia, je možné zvýšiť rýchlosť brúsenia, je menej náchylná na produkciu nepodarkov a hlavne pri zachytení nekvality sa vyprodukuje menej nezhodných kusov do doby, než je táto nekvalita operátorom odhalená. Ako je možné vidieť, priemerný počet nepodarkov sa znížil pomerne radikálne, takže nižší priemerný počet OK kusov je vykompenzovaný tým, že bude podstatne menej opráv nezhodných kusov a menej nutných mimoriadnych zmien.

Detailnejšie prepočty nákladových úspor zatiaľ neuvádzame, pretože po zavedení skúšobnej prevádzky stále nie sme v stave, ktorý chceme dosiahnuť. Cieľom je eliminovať aj pozíciu manipulanta a zaviesť úplnú viac-strojovú obsluhu, tzn. docieľiť aby jeden operátor bol schopný naplno obsluhovať dve linky. Po tomto opatrení by sa využiteľnosť operátora (pokiaľ by nemal k ruke manipulanta a všetky činnosti vykonával sám) pohybovala okolo 54 %, čo je ešte stále veľa. V ďalšom kroku sme sa preto zamerali na činnosti pri vypnutých strojoch. Konkrétne návrhy sú uvedené v nasledujúcej kapitole.

5.4.4 Zníženie využiteľnosti brúsiča úpravou činností pri vypnutých strojoch

V ďalšej etape hľadania spôsobov pre zlepšenie súčasného stavu na linke sme sa zamerali na činnosti operátora pri vypnutých strojoch. Podľa realizovaných analýz tieto činnosti zaberajú viac ako hodinu a pol pracovného času brúsiča a navyše znižujú celkovú výrobnú kapacitu linky, pretože pri ich vykonávaní stroj musí byť zastavený. Podľa časovej analýzy prezentovanej v kapitole 5.3.2 sa jedná o niekoľko typov činností, ktoré sme si postupne rozobrali v priebehu workshopu a o ktorých sme diskutovali. Pomocou brainstormingu bolo rozhodnuté, že pozornosť je potrebné zamerať hlavne na výmeny brúsneho kotúča a diamantu. Jedná sa o činnosti, ktoré zaberajú viac ako pol hodiny z pracovnej zmeny (niekedy aj viac, pokiaľ sa brúsny kotúč rýchlejšie opotrebí) a často majú navyše negatívny dopad aj na kvalitu. Po každej výmene brúsneho kotúča musí nasledovať jeho nastavenie a korekcia medzi ostatnými brúsnyimi kotúčmi a pokiaľ toto nastavenie nie je na prvý pokus dokonalé, spôsobí produkciu nepodarkov a tiež nutnosť opätovného zastavenia stroja a nového nastavenia. Preto nami namerané časy predstavujú ideálny stav, ale realita je niekedy oveľa horšia.

V súčasnosti sa na brúsno-honovacích linkách využíva klasický typ keramického brúsneho kotúča (Obrázok 28). V závislosti na objeme produkcie k jeho výmene dochádza 3 až 4 razy za jednu pracovnú zmenu. Niekedy sa ešte stane, že brúsny kotúč je chybný už od dodávateľa, a tak dochádza ešte k ďalšej výmene a nastaveniu naviac, čo ubera kapacitu linky a brzdí prácu brúsiča. K tomu ešte naviac raz za zmenu dochádza aj k výmene diamantu, ktorá súvisí s týmto typom brúsenia.



Obrázok 28 Keramický brúsny kotúč
(vlastné spracovanie)

Alternatívou ku keramickým brúsnym kotúčom sú bórnitridové brúsne kotúče, tzv. CNB kotúče (Obrázok 29). Tieto kotúče majú v porovnaní s keramickými oveľa väčšiu životnosť, ich výmeny preto nie sú tak časté a odpadá tiež aj potreba výmeny diamantu. Po prepočtoch na objem produkcie, ktorá je na predmetných linkách realizovaná, by CBN kotúč vyžadoval výmenu približne po 16 pracovných zmenách.



Obrázok 29 CBN kotúč (vlastné spracovanie)

Dôvodom, prečo sa doposiaľ nevyužívali CBN kotúče, bola ich vysoká cena v porovnaní s keramickými kotúčmi. Zatiaľ čo jeden keramický kotúč stojí približne 3€, CBN kotúč stojí

až okolo 25€. Keď sa však pozrieme na spotrebu oboch typov kotúčov, CBN kotúče nakoniec vyjdú podstatne lacnejšie:

- Spotreba keramických kotúčov za 16 zmien = $3 \times 16 = 48$ ks, tj. 144€
- Spotreba CBN kotúčov za 16 zmien = 1, tj. 25€

Už tieto čísla ukazujú, že táto zmena sa vyplatí. Nás však viac zaujíma efekt na využiteľnosť operátora a vyťaženosť samotného brúsno-honovacieho verbunu, pretože výmenou keramických kotúčov za CBN kotúče prakticky úplne odpadne vymieňanie a nastavovanie brúsnych kotúčov v priebehu zmeny a bude sa realizovať len približne raz za týždeň. Tým pádom sa brúsičovi ušetrí viac ako 30 minút jeho pracovnej kapacity, strojom sa zvýši využiteľnosť a s tým súvisiaci vyšší výstup a navyše toto opatrenie bude mať pozitívny vplyv aj na zníženie počtu nepodarkov na pracovisku, ktoré sú spôsobené nastavením po výmene brúsneho kotúča.

V nasledujúcej tabuľke (Tabuľka 16) je možné vidieť nový prepočet spotreby času operátora na činnosti pri vypnutých strojoch podľa pôvodných meraní metodikou REFA.

Tabuľka 16 Činnosti pri vypnutých strojoch po zavedení CBN kotúčov (vlastné spracovanie)

Činnosť pracovníka	Početnosť za zmenu	Trvanie (min)	Celkom za zmenu (min)
Výmena brúsneho kotúča (BK), nastavenie a korekcia medzi BK	0	8	0
Výmena diamantu, nastavenie a korekcia medzi BK	0	8	0
Kalibrácia MAS (Merací Automatický Systém)	4	0,5	2,00
Kontrola istiaceho elementu (IE) na brúske na začiatku zmeny a po prestávke	2	1,5	3,00
Kontrola IE na MAS na začiatku zmeny a po prestávke	2	1,5	3,00
Výmena honovacích kameňov	7	0,67	4,67
Kontrola IE na honovačke na začiatku zmeny a po prestávke	2	1,5	3,00
Čistenie kalu v brúske po prestávke 1x za deň	1	15	15,00
Dodatočné nastavenia na brúske	1	20	20,00
Dodatočné nastavenia na honovačke	1	10	10,00
Prípadné iné výpadky	1	5	5,00
Spolu			65,67

Pozitívne dopady tohto opatrenia na využiteľnosť operátora a brúsky sú uvedené v nasledujúcej tabuľke (Tabuľka 17). Tabuľka obsahuje údaje za linku 87, situácia na ostatných linkách je veľmi podobná. Pri prepočte nového stavu sa vychádzalo z predpokladu, že zatiaľ ponecháme brúsenie po 1 ks, ktoré bolo zavedené po prvej sérii opatrení, ale pokúsime sa vyčíslit' využiteľnosť operátora bez toho, aby bolo nutné zavádzať pozíciu manipulanta. Odstránenie operácie výmeny brúsneho kotúča a diamantu by totiž malo prispieť k navýšeniu voľnej časovej kapacity a brúsič by sa mal dostať so svojou využiteľnosťou pod potrebných 50 %, čo sa aj podarilo, ako možno vyčítať z výsledkov.

Ďalším prínosom je aj fakt, že odstránením odstávok z dôvodu výmeny brúsneho kotúča a následného nastavenia stroja sa ušetrí cca 30 minút celkovej kapacity brúsky. Brúsenie v režime jedného kusu má cyklový čas okolo 0,11 minúty, čo znamená možné navýšenie kapacity o 273 kusov. Rozdiel celkového výstupu OK kusov medzi pôvodným stavom brúsenia po dvoch kusoch a novým stavom brúsenia po jednom kuse, ale po zavedení viacerých vyššie diskutovaných opatrení, sa týmto skoro úplne vyrovnal.

Tabuľka 17 Zhrnutie pozitívnych efektov pri používaní CBN kotúčov (vlastné spracovanie)

Parameter	Pôvodný stav	Nový stav	Rozdiel
Spotreba času brúsiča na operácie pri vypnutých strojoch	97,67 min	65,67 min	- 32 min
Celková spotreba času vrátane činností pri zapnutých strojoch (v novom stave zatiaľ ponechané brúsenie po jednom kuse)	217,99 min	144,36 min	- 73,63 min
Celková využiteľnosť pracovníka	70,15 %	46,67 %	- 23,48 %
Využitie stroja – brúsky	82,22 %	89,33 %	+ 7,11 %
Priemerný počet vyrobených kusov	3 884 ks	3 553 ks	- 331 ks
Priemerný počet nepodarkov	289 ks	27 ks	- 262 ks
Priemerný počet OK kusov	3 595 ks	3 526 ks	- 69 ks

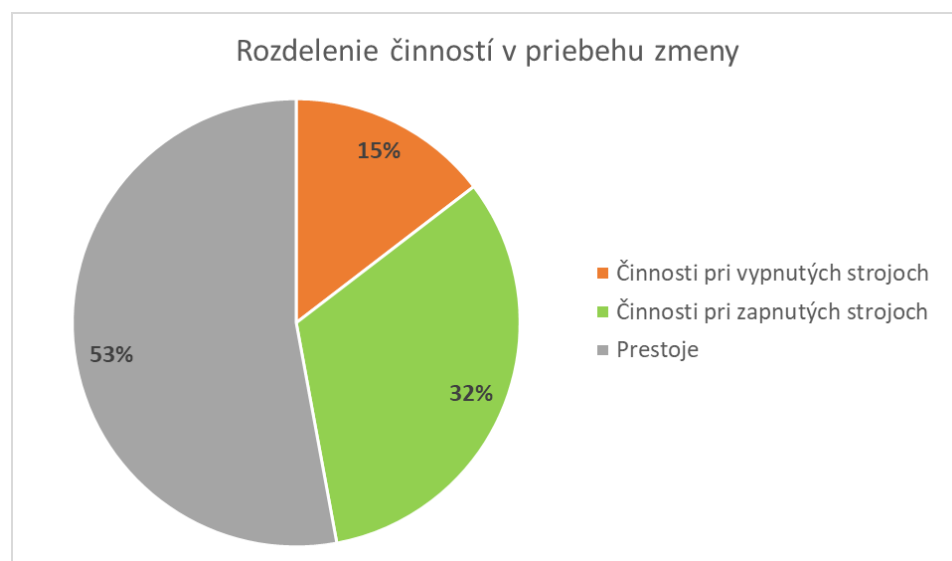
V prípade keramických brúsnych kotúčov sa vyskytuje z dlhodobého hľadiska ešte jeden problém, ktorý sa týmto rozhodnutím tiež odbúra. Brúsne kotúče niekedy prídu od dodávateľa už poškodené alebo nepresné. Po ich výmene teda dochádza k produkcii nepodarkov a brúsny kotúč sa musí znova vymeniť, čím sa ešte viac zníži kapacita výrobnéj linky. Tento fakt nebol zachytený pri snímkovaní, pretože sa nejedná o každodenný jav, ale môže k nemu dochádzať. Výmenou keramických kotúčov za kotúče CBN sa toto riziko odbúra.

Keď zhrnieme výsledky časových analýz po aplikácii vyššie uvedených opatrení, je možné sledovať, že údaje za každú linku zvlášť sú veľmi podobné (Tabuľka 18). Využitelnosť operátora sa znížila pod požadovanú hranicu 50 %. Všetko zatiaľ v režime brúsenia po jednom kuse, nakoľko rezerva nie je tak vysoká a brúsiči si musia zvyknúť na nové podmienky práce. Ako však priebežné výsledky ukazujú, pokiaľ by sme aj zostali natrvalo v režime brúsenia po jednom kuse, výsledný rozdiel v počtu dobrých kusov je tak minimálny, že nespôsobí závažné problémy s plnením plánu a umožní lepšie si udržať požadovanú kvalitu a nízke percento nepodarkovosti.

Tabuľka 18 Súhrnné výsledky časových analýz liniek 87, 88, 91 a 92 po všetkých zlepšeniach (vlastné spracovanie)

Linka	Činnosti pri vypnutých strojoch (min)	Činnosti pri zapnutých strojoch (min)	Spotreba času operátora za zmenu (min)	Využitelnosť operátora
87	65,67	144,36	210,03	46,67 %
88	65,67	144,56	210,23	46,72 %
91	65,67	149,56	215,23	47,83 %
92	65,67	146,56	212,23	47,16 %
Priemer	65,67	146,26	211,93	47,10 %

V nasledujúcom grafe (Obrázok 30) je možné priemerné výsledky vidieť ešte prehľadne v rozdelení na prácu a prestoje. Vidíme, že prestoje teraz tvoria viac ako 50% pracovnej zmeny, čo znamená, že v tomto čase zvládne operátor obsluhovať ešte ďalšiu linku.



Obrázok 30 Rozdelenie činností brúsiča po opatreniach (vlastné spracovanie)

Pri skúšobných prevádzkach bola vždy snaha púšťať na jednotlivé linky podobnú produkciu, aby výsledky neboli skreslené. Je však nutné podotknúť, že existujú aj výrobky, ktoré majú o niečo vyšší cyklový čas, preto v ich prípade by boli čísla o niečo vyššie. Vždy sa však nachádzame v tolerancii $\pm 5 \%$, takže výpočty sú využiteľné pre zavedenie nových štandardov práce.

5.5 Zavedenie do praxe a vyhodnotenie (fáza CONTROL)

Všetky navrhované opatrenia boli po skúšobnej prevádzke zavedené do praxe ako štandard. Len zhrnieme, že sa jedná o tieto úpravy:

- dodržiavanie 10-minútových intervalov vykladania hotových kusov a merania kvality na konci brúsno-honovacej linky, k čomu prispela úprava na konci linky v podobe zväčšenia priestoru pre hotové kusy a tiež zavedenie režimu výroby po jednom kuse,
- náhrada keramických brúsnych kotúčov CBN kotúčmi, čo zaistilo zníženie časovej náročnosti operácií pri vypnutých strojoch, navýšenie kapacity linky a zníženie zaťaženia operátora.

Všetky úpravy boli spočiatku realizované s pozíciou manipulanta, ktorá sa postupne odbúrala, pretože podľa časových štúdií by po zavedení daných opatrení mal zvládať operátor obsluhovať dve linky zaraz ešte aj s určitou časovou rezervou. Stále sa však nachádzame v režime výroby po jednom kuse.

5.5.1 Úvodné zaškolenie a príprava na zavedenie opatrení

Pred zavedením všetkých návrhov do praxe prebehlo zaškolenie príslušných pracovníkov, predovšetkým brúsičov a vedúcich tímov. Zaškoleniu predchádzal workshop, na ktorom mohli všetci zúčastnení vyjadriť svoje názory, pripomienky a objasniť sa ich otázky. Keďže jedným z rizík identifikovaných v rámci analýzy RIPRAN bolo aj riziko nevhodne navrhnutých riešení, pravidelné konzultácie a zvolávanie workshopov k jednotlivým etapám projektu bolo samozrejmosťou a bolo nutné toto realizovať aj pred koncom projektu a zavedením všetkých opatrení do praxe. Informovanosť všetkých zainteresovaných osôb je kľúčová pre to, aby navrhnuté riešenia skutočne fungovali. Preto bola zaškoleniu operátorov venovaná patričná pozornosť a ešte než sa všetko implementovali, mali možnosť sa k úpravám vyjadriť alebo požiadať o opätovné vysvetlenie.

Pracovníci, ktorí boli vďaka opatreniam eliminovaní, boli prevedení na iné pozície vo firme a vykryli tak miesta, na ktoré by bolo nutné prijímať nových pracovníkov, napr. z dôvodu fluktuácie alebo odchodu do dôchodku.

Je dôležité podotknúť, že zaškolenie brúsičov by malo prebiehať pravidelne. V priebehu pozorovania bolo zistené, že nie vždy brúsič vie presne ako má postupovať a nedodržiavanie časových intervalov niekedy vyplýva aj z toho, že nebol poriadne zaškolený a všetko si osvojoval tzv. za pochodu. Zaškolenie každého nového brúsiča sa musí do budúcnosti dodržiavať a nesmie podceniť. Inak sa bude linka opäť dostávať do sklzov.

Predmetom zaškolenia boli tieto body:

- Vysvetlenie brúsičom obsluhujúcim linky 87, 88, 91 a 92, aké činnosti majú vykonávať a v akých časových intervaloch, konkrétne išlo o
 - vykladanie polotovarov z debničky do trasáku,
 - vykladanie kusov z pásu za honovačkou do debničky
 - kontrolu kvality za honovačkou, meranie podľa návodu na kontrolu,
 - čistenie kalu v brúske po prestávke a
 - umývanie zeme okolo linky.
- Vysvetlenie dôvodu výmeny keramických brúsnych kotúčov za CBN kotúče a objasnenie nového spôsobu výmeny brúsnych kotúčov, kedy brúsič už nevymieňa na každej zmene, ale výmena je realizovaná až po cca 16 zmenách.
- Preškolenie brúsičov o správnom zadávaní výpadkových kľúčov do MES systému tak, aby vedúci a iní kompetentní pracovníci vedeli z reportov správne vyhodnotiť skutočné dôvody odstávok brúsok a honovačiek a tieto porovnať s normovanými činnosťami podľa REFA.

Posledný bod síce nebol predmetom predchádzajúcich analýz, ale po zavedení skúšobnej prevádzky bolo zistené, že brúsiči nesprávne zadávajú výpadkové kľúče a je potom možné, že nastavené pravidlá a namerané hodnoty nebudú v budúcnosti odpovedať výsledkom REFA analýzy. Je potrebné, aby kompetentní mali relevantný zdroj informácií k tomu, aby sa prípadné problémy riešili včas a nič neohrozilo systém viac-strojovej obsluhy, ktorý bol v rámci riešenia tohto projektu nastavený. Jedná sa v podstate aj o reakciu na jedno z rizík, ktoré boli identifikované už v rámci analýzy RIPRAN, a to riziko nízkej motivácie ľudí

dodržovať opatrenia. Malo by byť práve aj snahou vedúcich tímov dohliadať na to, že brúsiči nie len dodržiajú štandardizované pracovné postupy, ale aj podávajú správnu spätnú väzbu o problémoch, ktoré na linke nastávajú. Len tak bude možné udržať nový stav s potrebnými výsledkami dlhodobo.

5.5.2 Nové štandardy práce a motivácia k ich dodržiavaniu

V súvislosti s novými opatreniami došlo tiež k vytvoreniu nových a aktualizácii pôvodných štandardov práce a iných predpisov súvisiacich s daným pracoviskom, ako je napríklad návod na kontrolu alebo štandard zadávania výpadkových kľúčov. Všeobecný štandard práce pre pozíciu brúsiča vychádza z analýzy REFA. Jeho skrátenú formu, prepísanú do tabuľky pre účely tejto práce (bez loga a ďalších identifikačných údajov o spoločnosti alebo jej pracovníkoch z dôvodu dôvernosti dát) uvádzame nižšie v tabuľke (Tabuľka 19).

Tabuľka 19 Štandard práce brúsiča na brúsno-honovacích verbunoch (vlastné spracovanie)

Činnosť	Počet opakovaní za zmenu	Trvanie jedného cyklu (min.)	Stav stroja
Kalibrácia MAS	4	0,5	vypnutý
Kontrola IE na brúske na začiatku zmeny a po prestávke	2	1,5	vypnutý
Kontrola IE na MAS na začiatku zmeny a po prestávke	2	1,5	vypnutý
Kontrola IE na honovačke na začiatku zmeny a po prestávke	2	1,5	vypnutý
Kontrola IE odmagnetovač na začiatku zmeny a po prestávke	2	1	zapnutý
Dovezenie debničiek s dielmi k brúske	1-2	0,17	zapnutý
Manipulácia s debničkou na vstupe	9-10	0,17	zapnutý
Nakladanie vstupného materiálu do trasáku	18-25	0,67	zapnutý
Odvoz prázdnych debničiek od trasáku	1-2	1	zapnutý
Vykládanie dielov z pásu za honovačkou – každých 10 minút	40-41	0,67	zapnutý
Meranie dielov podľa návodu na kontrolu – každých 10 minút	40-41	1	zapnutý
Manipulácia s debničkou na výstupe	11-12	0,17	zapnutý
Značenie debničky na výstupe	11-12	0,17	zapnutý
Odvoz hotovej produkcie k vedúcemu	2-3	1	zapnutý
Dovoz debničiek od optosurfu	2-3	0,5	zapnutý
Zápis hotovej produkcie, každé 2h	4	0,33	zapnutý
Zaznamenávanie výpadkov a výstupov do systému	50	0,08	zapnutý
Výmena honovacích kameňov	7	0,67	vypnutý
Dodatočné nastavenia na honovačke	1-2	10	vypnutý
Čistenie kalu v brúske po prestávke 1x za deň	1	15	vypnutý
Dodatočné nastavenia na brúske	1-2	20	vypnutý
QS ostrovček a morenie	2	4	zapnutý
Zápis do karty meradiel IE	1	1	zapnutý
Umývanie zeme	1	10	zapnutý
Čistenie pracoviska na konci zmeny	1	5	zapnutý
Predanie zmeny	1	5	zapnutý
Výmena brúsneho kotúča CBN, nastavenie, korekcia medzi BK – mimoriadna činnosť raz za 16 zmien	1 x za 16 zmien	10	vypnutý

Činnosti sú v tabuľke usporiadané chronologicky od tých, ktoré prebiehajú na začiatku zmeny, cez tie, ktoré sú vykonávané priebežne až po činnosti vykonávané na konci zmeny. Rovnaký popis práce vo firemnej šablóne je už implementovaný priamo na pracovisku.

Pri zavedení opatrení do praxe prebehla aj revízia a aktualizácia návodov na kontrolu a uvoľnenie hotových kusov. Čiastočný výrez tohto dokumentu je uvedený na nasledujúcom obrázku (Obrázok 31). Z dôvodu citlivosti dát (dokument vždy obsahuje aj údaje o konkrétnom typorozmere a detaile produktu) nie je možné priložiť kompletný dokument.

#.	Skúšobný parameter	*Za- vaz- nosť	Cieľová hodnota / Tolerancie	Skúšobný prostriedok	*V	Frekvencia kontroly	Veľ- kosť vzorky	Skúšobná dokumentácia	Druhy chýb	Skutočná hodnota Uvoľnenie	X
Alternativa merania - meradlo ZPG!											
*** BRUSENIE ***											
60	KRUHOVITOST - OBEZ. DR. - VNUT. PRIEMER		HT +0,0050 mm	M - 011648627-0000 - 70 Meradlo kruhovitosti	Q	uvol. procesu a vymena narad.	2 KUS	uvolnovaci list			
*** BRUSENIE ***											
60	KRUHOVITOST - OBEZ. DR. - VNUT. PRIEMER		HT +0,0050 mm	M - 031168825-0000 - 90 Automat merania otvoru	P	100 %-na skuska		histogram			
*** BRUSENIE ***											
70	ROVNOBEZNOST - OBEZ. DR. - VNUT. PRIEMER		HT +0,0040 mm	M - 011603780-0000 - 30 MP trojbod.s mer.zdvihom 65	P	kazdych 10 minut	2 KUS	ziadna dokumentacia ku skuske			
*** BRUSENIE ***											
80	ROVNOBEZNOST - OBEZ. DR. - VNUT. PRIEMER		HT +0,0040 mm	M - 031168825-0000 - 90 Automat merania otvoru	P	100 %-na skuska		histogram			
Alternativa merania - meradlo ZPG!											
*** BRUSENIE ***											
90	SIRKA	SC	20,9400 mm +0,0600 mm -0,0600 mm	M - 012312665-0000 - 40 Střpový merací stojan/NORMA	P	kazdych 10 minut	2 KUS	ziadna dokumentacia ku skuske			
*** BRUSENIE ***											

Obrázok 31 Ukážka časti návodu na kontrolu (vlastné spracovanie)

Výpadkové kľúče boli revidované a aktualizované ešte v úvodnej etape riešenia projekt ako vedľajší proces, ktorý nie je priamo naviazaný na cieľ projektu. Ak však chceme udržať nastavené štandardy a zaistiť, že prezentované výsledky budú naozaj stabilne dosahované, je nutné sa v budúcnosti zaoberať aj nečakanými výpadkami a poruchami, ktoré vážne narušujú chod pracoviska a plnenie noriem. Preto paralelne s analýzou súčasného stavu a analýzou REFA dochádzalo aj k revízii týchto výpadkových kľúčov. Po tejto revízii bolo vyhodnotené, ktoré výpadkové kľúče sú najviac na linkách zadávané. K tomuto sledovaniu došlo v priebehu mesiaca december 2022 a január 2023. Ukážka najčastejších výpadkov na linke 87 za sledované obdobie 1.12.2022 až 16.1.2023 je uvedená na nasledujúcom obrázku (Obrázok 32).

ASL	Popis	Trvanie (min)	Pocetnost
0	STROJ VYRABA	13 740	1 806
20	STROJ V PRESTAVBE	76	6
30	ČAKANIE NA OBRABANIE	327	66
160	POŽIAR STR./POŠK. POCASIM	2	1
200	VOLNÁ KAPACITA	15	21
220	PREDCHÁDZAJÚCI STROJ STOJÍ	15	2
230	NASLEDUJÚCI STROJ STOJÍ	13	2
242	Vymena honovacich kamenov	126	88
247	Zaseknuty kus pred bruskou	39	23
249	Zaseknuty kus pred honovackou	33	18
261	Praca na inom stroji /2 stroje	281	169
262	Korekcia rozmeru/miera	461	743
263	Donastavenie MAS	100	42
266	Donastavenie dopravnika	7	2
269	Orovnavanie brus.kotuca CBN	330	144
300	PROBLÉM S NÁRADÍM	2	4
420	CHÝBAJ. PERS. - PRESTÁVKA	969	33
470	INTERNÉ ŠKOLENIE + AUDIT	60	3
480	POHYBL. CAS A PLATENE NÁVSTEVY	0	1
490	PODNIKOVÉ SCHODZE	4	1
720	SKÚŠKY VÝROBNÉHO ODDELENIA	33	1
800	DONASTAVENIE	246	154
820	PRESTOJ PRI DONASTAVENÍ	81	71
830	VÝMENA BRÚSNEHO KOTÚCA	10	1
860	PORUCHA MERACÍCH AUTOMATOV	4	1
960	ČAKANIE NA QS/ZAISTENIE KVALIT	34	2
990	CISTENIE STROJOV	200	22
995	INTERN	0	20
999	NEODOVODNENE	410	186

Obrázok 32 Zaznamenané výpadky na linke 87 (vlastné spracovanie)

K výpadkovým kľúčom je potrebné poznamenať, že konkrétne na tejto linke došlo až k 186 neodôvodneným výpadkom. Pre bezproblémový chod pracoviska je dôležité, aby operátori zadávali presné dôvody výpadkov. Pokiaľ tieto chýbajú v databáze, je nutné neodkladne túto záležitosť riešiť s nadriadenými. Operátori boli poučení o tejto skutočnosti.

Všetky návrhy prezentované vo fáze IMPROVE boli zavedené do praxe a podľa prepočtov by mali priniesť pomerne vysoké úspory. Je však nutné, aby sa udržal stav a boli dodržované dlhodobo. Už v minulosti bola zavedená pohyblivá zložka mzdy operátorov, ktorá je priamo nadviazaná na ich výkonnosť. Ako sme sa však presvedčili v praxi, ani táto pohyblivá zložka nie je dostatočne motivujúca a operátori často svoje povinnosti neplnia podľa štandardov. Jedným z uvažovaných opatrení ako zaistiť udržateľnosť, je zaviesť **motivačnú zložku aj pre vedúcich tímov**. Títo by mali vyššiu snahu iniciatívne sa podieľať na kontrole a riadení svojich podriadených a zabrániť sklznutiu k pôvodným zvyklostiam.

5.5.3 Ekonomické vyhodnotenie zavedených opatrení a prínos pre firmu

Všetky opatrenia boli zavádzané s dôrazom na zlepšenie ekonomických výsledkov pracoviska a celého segmentu. V tejto kapitole sú zhrnuté jednotlivé prínosy všetkých opatrení, ale aj vynaložené náklady k ich realizácii. Začneme od nákladov, ktoré boli vzhľadom k povahe opatrení naozaj minimálne. Do nákladov sa dajú započítať nasledujúce položky:

- Pridaná plošina na konci linky - 400 € za ks **1 600 €**
- Personálne náklady - snímkovanie, analýzy apod. **5 200 €**

Pridanou plošinou na konci linky sa rozumie predĺženie, ktorým sa zväčšil priestor pre hotové výrobky, než ich operátor vyskladá do pristavenej debničky. Náklad na túto úpravu je pomerne vysoký, pretože okrem pridania plechu bolo nutné celý koniec linky trochu upraviť, vyvýšiť a všetky tieto technologické zásahy boli dohromady vyčíslené na 400 € za jednu linku. Úprava prebehla na všetkých štyroch predmetných linkách, takže celkový náklad predstavuje 1600 €. Čo sa týka personálnych nákladov, ich vyčíslenie je pomerne komplikované, pretože väčšinu činností, ktoré boli na projekte realizované, vykonávajú zodpovední pracovníci v rámci svojej bežnej pracovnej náplne. Do nákladov teda boli zahrnuté len mimoriadne aktivity priamo súvisiace s projektom, ako realizácie snímok pracovného dňa, spracovanie analýz REFA, prepočty a prípravy nových štandardov práce, realizácia a účasť na workshopoch apod.. Na týchto aktivitách sa podieľal z veľkej časti vedúci výroby, ktorý je autorom tejto diplomovej práce, prípadne členovia jeho tímu. Podrobný rozpad položiek personálnych nákladov nie je možné uvádzať z dôvodu citlivosti dát. Nákup drahších CBN kotúčov namiesto pôvodných keramických brúsnych kotúčov do nákladov nezahrnujeme, pretože v konečnom dôsledku vzhľadom k ich výrazne nižšej spotrebe táto úprava nepredstavuje náklad, ale finančnú úsporu.

Oveľa viac položiek sa nachádza na strane finančných prínosov z realizácie projektu. Všetky sú zhrnuté v nasledujúcej tabuľke (Tabuľka 20) vrátane porovnania pôvodného a nového stavu. Údaje sú uvedené za všetky 4 riešené linky dohromady a prepočítané na jeden rok. Za pôvodný stav sa považuje brúsenie po 2 ks a bez akýchkoľvek úprav, tzn. úplne pôvodné namerané časové údaje a stavy ohľadom nepodarkovosti a nadčasov za rok 2022. Za nový stav považujeme brúsenie po 1 ks, zavedenie viac-strojovej obsluhy a všetky ďalšie zmeny popísané vo fáze IMPROVE. Medzi-krok s manipulantom do vyhodnotenia už neuvádzame a budeme počítať s tým, že každý operátor by mal zvládať obsluhovať 2 stroje, ako bolo

v reálnej prevádzke už úspešne odskúšané. Z dôvodu dôvernosti a citlivosti dát boli niektoré finančné údaje upravené a pre vyčíslenie personálnych nákladov boli použité priemerné hodinové sadzby používané v prostredí automobilového priemyslu na pozícii operátorov výroby. Toto skreslenie nie je príliš významné a výsledky je možné považovať za veľmi blízke reálnym prepočtom s reálnymi finančnými údajmi priamo zo spoločnosti.

Tabuľka 20 Zhrnutie všetkých finančných prínosov návrhov (vlastné spracovanie)

Položka/Opatrenie	Pôvodný stav	Nový stav	Finančná úspora
Zníženie počtu operátorov na jednej zmene zo 4 na 2, t.j. celkové zníženie počtu operátorov na pracovisku z 12 na 6 (práca na 3 zmeny)	283 680 €	141 840 €	141 840 €
Výmena keramických kotúčov (3 €) za CBN kotúče (25 €). Spotreba keramických kotúčov bola 3 ks/zmena, spotreba CBN kotúčov je 1 ks/16 zmien.	25 920 €	3 375 €	22 545 €
Zníženie počtu neopraviteľných nepodarkov z pôvodných 293 550 na cca 77 760 kusov za rok	176 130 €	46 656 €	129 474 €
Lepšie plnenie plánu a zníženie počtu nadčasových zmien (soboty, nedele, sviatky) – z pôvodných 46 na polovicu	25 760 €	12 880 €	12 880 €
Finančná úspora spolu			306 739 €

Pri výpočte personálnych nákladov boli z dôvodu citlivosti dát použité kvalifikované odhady priemernej výšky nákladov na zamestnancov podobných pozícií v Slovenskej republike v roku 2022. Nejedná sa teda o skutočnú sadzbu spoločnosti, ale jej veľmi blízky údaj, takže výsledok nie je nijako extrémne skreslený. Prepočty zahŕňajú všetky náklady, ktoré má zamestnávateľ spojené so zamestnancom, teda okrem vyplatenej mzdy aj všetky odvody, príspevky do fondov, výdavky na ochranné pomôcky, náhrady za dovolenky, príspevky na stravovanie apod. Celkovo tak jeden zamestnanec na pozícii operátora linky vyjde firmu mesačne v priemere na 1970 €. S týmto údajom boli vyčíslené celkové ročné náklady na počet operátorov pôvodného a nového stavu.

V prípade prepočtu spotreby brúsnych kotúčov vychádzame zo základnej informácie, že keramický kotúč vydrží cca 3h, preto je nutné ho meniť 3x za zmenu. Jedná sa o najviac optimistickú variantu, pretože častokrát sa mení aj 4x za zmenu a v prípade chybného brúsneho kotúča je nutná opätovná výmena okamžite. V tomto prípade môže ísť aj o 5 výmen za zmenu, ale tieto situácie sú skorej ojedinelé. Nový CNB kotúč stačí meniť cca raz za 16 zmien. Počítame, že rok mal 250 pracovných dní, z toho 10 pracovných dní je celozávodná dovolenka, to znamená približne 720 pracovných zmien do roka. V prípade

klasických keramických kotúčov sa teda jedná o spotrebu 2 160 kusov na jednej linke a 8 640 kusov na všetkých štyroch predmetných linkách. Čísla nie sú úplne presné, pretože neberieme do úvahy mimoriadne zmeny alebo častejšie výmeny kotúčov v prípade rýchlejšieho opotrebenia (niekedy sa mení aj 4x alebo viackrát za zmenu, ako bolo uvedené vyššie). U nových CBN kotúčov by potom spotreba za rok predstavovala 45 kusov na jednej linke (720 zmien za rok / 16), tzn. 135 kusov za všetky 4 linky.

Čo sa týka nepodarkov, tieto generujú dva typy nákladov. Pokiaľ je kus nezhodný a neopraviteľný, musí byť zlikvidovaný, čím spoločnosti vzniká strata v celkovej cene dielu vrátane materiálu a doposiaľ vykonanej práce na ňom. Tento náklad bol pre účely tejto práce odhadnutý približne na 0,6 € za kus (ceny materiálov sú rôzne a údaj je navyše zámerne mierne skreslený z dôvodu citlivosti dát). Druhý prípad nastáva vtedy, keď je nezhodný kus ešte opraviteľný, napr. je málo vybrúsený a je možné ho vrátiť späť na operáciu brúsenie a prebrúsiť znovu. V prípade takéhoto dielu je nákladom pre spoločnosť „len“ stratená kapacita pracoviska, resp. cena práce na operácii brúsenie. Pokiaľ je takýchto prípadov veľa, linka nestíha plniť výrobné plány a je nutné zavádzanie mimoriadnych pracovných zmien (sobota, nedeľa, sviatok). Po zavedení opatrení bol počet neopraviteľných nepodarkov na jednej linke znížený až na cca 27 ks za zmenu (Tabuľka 17). Ak budeme považovať všetky z nich za neopraviteľné, pôvodný celkový počet nepodarkov na predmetných brúsnohonovacích linkách by teda mohol poklesnúť z pôvodných 293 550 kusov za rok na cca 77 760 ks za rok. Je otázne, do akej miery mala vplyv na veľmi vysoký počet nepodarkov v minulosti disciplinovanosť operátorov. V priebehu riešenia projektu a merania za účelom spracovania časových analýz boli brúsiči viac pod dohľadom, nízka nepodarkovosť teda môže byť čiastočne ovplyvnená aj týmto javom. O to viac by ale vedenie daného výrobného úseku malo usilovať o dlhodobé udržanie disciplinovanosti, mimo iné aj vyššie spomínanou hmotnou zainteresovanosťou priamych nadriadených – t.j. vedúcich tímov.

Odhad v oblasti zníženia počtu potrebných mimoriadnych zmien je náročnejší na presný prepočet. Dôvody týchto mimoriadnych zmien sú totiž rôzne a neexistujú presne archivované údaje o tom, prečo kedy k tejto mimoriadnej zmene došlo, aby sa dalo presne spočítať prínos navrhovaných opatrení na tento nežiaduci jav. Veľmi často ich však ovplyvňujú práve opraviteľné nepodarky, ktoré znižujú kapacitu výrobných liniek, a preto nie je možné splniť výrobný plán včas a je nutná mimoriadna zmena napr. v sobotu alebo v nedeľu. Často však sú dôvody mimoriadnych zmien spôsobené aj vysokou mierou chorobnosti na pracovisku, nečakanými poruchami strojov a zariadení apod. Tieto oblasti

však neboli obsahom riešenia projektu, a preto nie sú k dispozícii relevantné dáta, aby bolo možné urobiť presný prepočet. Kvalifikovaným odhadom vedúceho výroby, ktorý má dlhodobé skúsenosti s riadením predmetného pracoviska, bolo stanovené, že počet mimoriadnych zmien by mohol klesnúť aj na polovicu (tento údaj potvrdzujú aj prvé výsledky skúšobnej prevádzky od začiatku nového roku, kedy sú plány plnené oveľa lepšie a mimoriadnych zmien bolo treba minimum). V tabuľke teda počítame s tým, že počet mimoriadnych zmien sa zníži z pôvodných 46 za rok na 23 za rok. Počítame teda s úsporou nákladov na nadčasoch brúsičov ako aj nákladoch súvisiacich s chodom zariadení (napr. spotreba energií). Sumu týchto nákladov prepočítanú koeficientom z dôvodu citlivosti dát, sme vyčíslili na 140 € na jednu linku a jednu mimoriadnu zmenu. Počítajme, že pri nutnej nadčasovej práci budú vždy v chode všetky 4 linky.

Ako uvádza výsledná tabuľka (Tabuľka 20), celkové ročné úspory po zavedení všetkých opatrení by mohli byť až **306 739 €**. Všetko však záleží na dodržiavaní zavedených pravidiel a dôslednom dohľade vedúcich tímov. V priebehu snímkovania pôvodného aj nového stavu situácia fungovala podľa prepočtov a návrhov, v realite je však často tendencia k poklesu úsilia o udržanie tohto stavu. Je preto dôležité dôsledné dodržiavanie štandardov. Nakoľko náklady na projekt boli vyčíslené len na necelých **7 000 €**, návratnosť je prakticky okamžitá, a to do dvoch týždňov.

Cieľ práce, znížiť personálne náklady o minimálne 25% bol významne prekročený. Nielenže došlo k zníženiu personálnych nákladov až o 50%, ale k významnej, dokonca ešte vyššej úspore došlo aj v oblasti kvality. Jej udržateľnosť je však otázkou, pretože podklady k budúcemu stavu boli postavené na niekoľkých skúšobných meraniach. Všetko bude závisieť na disciplinovanosti brúsičov a ďalších zainteresovaných pracovníkov.

ZÁVER

Cieľom diplomovej práce bolo zefektívnenie pracoviska brúsenia a honovania za účelom nájdenia potenciálu k redukcii personálnych nákladov. Tento cieľ bol mimo iné iniciovaný aj aktuálnou situáciou vo svete, kedy rastú ceny výrobných vstupov a energií a mnoho firiem bojuje s existenčnými problémami. Táto situácia sa samozrejme dotkla aj spoločnosti, v ktorej bola riešená táto diplomová práca. Síce sa nejedná vyslovene o existenčné problémy, ale spoločnosť musela zareagovať na rastúce ceny vstupného materiálu na jednej strane a tlak zákazníkov na udržanie cien odoberaných komponentov na strane druhej. Jedinou cestou, ako nestratiť svoju konkurencieschopnosť, je hľadať úspory v interných procesoch.

Predmetom tejto práce bolo teda zefektívnenie procesu výroby ložiskových krúžkov, konkrétne pracoviska brúsenia a honovania. Podrobnou analýzou aktuálnej situácie na pracovisku a z nej vyplývajúcich záverov sa podarilo navrhnúť niekoľko zlepšení. Tieto zlepšenia smerovali predovšetkým k zefektívneniu práce brúsičov, ale priniesli pozitívne efekty aj v oblasti kvality a nadčasovej práce. Na štyroch vybraných brúsno-honovacích linkách sa podarilo reorganizáciou práce zaviesť viac-strojovú obsluhu. Namiesto štyroch brúsičov na jednej zmene, kedy jeden brúsič obsluhoval vždy len jednu linku, sa podarilo zredukovať počet brúsičov na dvoch. Každý brúsič má teraz na starosti dve brúsno-honovacie linky. Keďže sa na danom pracovisku pracuje na tri zmeny, jedná sa o úsporu 6 ľudí, čo prinieslo nemalé ekonomické efekty. Pôvodne bolo cieľom zredukovať počet pracovníkov aspoň o 25%, touto úpravou došlo k redukcii na 50%.

Zavedené opatrenia prispeli aj ku zníženiu nekvality na pracovisku. Nekvalita bola spôsobená predovšetkým nedodržovaním štandardov pre kontrolu kvality, chaotickou prácou brúsičov, nedostatočnou zainteresovanosťou a tak aj motiváciou vedúcich tímov k dohliadaniu na dodržovanie pravidiel, alebo častými výmenami brúsnych kotúčov, kedy po ich výmene a nastavení dochádzalo k produkcii nepodarkov. Všetky tieto nežiaduce efekty sa podarilo výrazne zredukovať, čo viedlo ku zníženiu nekvality o viac ako 70%. V tomto prípade hovoríme o neopraviteľných nepodarkoch, ktoré znamenali tiež nemalé náklady pre firmu. Zlepšenia majú nepriamy vplyv aj na počet nadčasov, keďže niektoré z nepodarkov boli opraviteľné a ich časté opravovanie uberalo kapacitu linky. Aby bol potom naplnený výrobný plán, museli sa často zavádzať aj víkendové zmeny. Zavedením

daných opatření došlo k redukci aj týchto mimoriadnych zmien. Ako výrazná je táto redukcia, ukáže ešte čas, keďže zavedené opatrenia sú implementované len pár týždňov.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- [1] BENEDIKT, Jiří, n. d. Lean projektový plán v Excelu a návod na jednoduché řízení projektů [online] Jiří Benedikt Future skills trainer [cit. 2023-02-24]. Dostupné z: <https://www.jiribenedikt.com/materialy/projektovy-management/>.
- [2] BOLEDOVIČ, Ľudovít, 2011. *Zlepšovanie procesov: robme správne veci lepšie, rýchlejšie a lacnejšie*. 2. vyd. Žilina: IPA Slovakia, 50 s.
- [3] BOLEDOVIČ, Ľudovít, 2017. Zlepšovanie procesov. *IPA Slovakia* [online]. 27. 2. 2017 [cit. 2023-03-13]. Dostupné z: <https://www.ipaslovakia.sk/clanok/zlepsovanie-procesov>.
- [4] BRUE, Greg, 2005. *Six Sigma for Managers*. New York: McGraw-Hill, 48 s. ISBN 0-07-145548-5.
- [5] BURIETA, Ján, 2020. Správne zadefinovaný Lean Six Sigma projekt = 30% úspechu. *IPA Slovakia* [online]. 2020 [cit. 2023-02-24]. Dostupné z: <https://www.ipaslovakia.sk/clanok/spravne-zadefinovany-projekt-30-uspechu>.
- [6] CeMS-CO, 2017. PDCA cyklus. *Certifikace Manažerských Systémů* [online]. 2017 [cit. 2023-02-22]. Dostupné z: <https://www.cems-cz.com/blog/231-pdca-cyklus>.
- [7] CLARKE, Constanze, 2005. *Automotive Production Systems and Standardisation*. Heidelberg: Physica-Verlag, 238 s. ISBN 978-3-7908-1578-8.
- [8] DEBNÁR, Róbert, Ľudovít BOLEDOVIČ, Ján KOŠTURIAK a Jozef KRIŠŤÁK, 2007. *Výrobné tímy*. Žilina: IPA Slovakia, 46 s.
- [9] DLABAČ, Jaroslav, 2015. Analýza a měření práce. *Akademie productivity a inovací* [online]. 2015 [cit. 2023-02-22]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace>.
- [10] DOLEŽAL, Jan, Pavel MÁCHAL a Branislav LACKO, 2012. *Projektový management podle IPMA*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-8-0247-4275-5.
- [11] GRABAN, Mark, 2018. Standardizace práce v Leanu. *Průmyslové inženýrství* [online]. 29. 08. 2018 [cit. 2023-02-22]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/standardizace-prace-v-leanu/>.
- [12] HOHMANN, Chris, 2014. Is / is not analysis [online]. 02. 08. 2014 [cit. 2023-02-21]. Dostupné z: <https://hohmannchris.wordpress.com/2014/08/02/is-is-not-analysis/>.

- [13] CHEN, Liang-Husan a Shu-Yi LIAW, 2016. Measuring performance via production management: a pattern analysis. *International Journal of Productivity and Performance Management* [online]. Emerald: London, **55**(1), 79-89 [cit. 2023-02-10]. ISSN 1741-0401. Dostupné z: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/17410400610635516/full/html>.
- [14] CHROMJAKOVÁ, Felicita, 2013. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů*. 1. vyd. Žilina: Georg, 116 s. ISBN 978-80-8154-058-5.
- [15] Interné materiály spoločnosti, 2023.
- [16] JENSEN Per Langaa a Leo ALTING, 2006. Human Factors in the Management of Production. *CIRP Annals* [online]. Elsevier: Amsterdam, **55**(1), 457-460 [cit. 2023-02-10]. ISSN 0007-8506. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0007850607604582?via%3Dihub>.
- [17] JUROVÁ, Marie, 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 254 s. ISBN 978-80-2475-717-9.
- [18] KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA, 2012. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3. dopl. vyd. Praha: C.H. Beck, 153 s. ISBN 978-80-7179-319-9.
- [19] KORMANEC, Peter, Ján KOŠTURIÁK a Anna STRNÁTKOVÁ, 2011. *Lean Sigma*. Žilina: IPA Slovakia, 50 s.
- [20] KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing, 237 s. ISBN 80-86851-38-9.
- [21] KOŠTURIÁK, Ján. 2010. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press, 234 s. ISBN 978-80-2512-349-2.
- [22] KUCHARČÍKOVÁ, Alžbeta, Emese TOKARČÍKOVÁ, Mária ĎURIŠOVÁ, Anna JACKOVÁ, Zuzana KOZUBÍKOVÁ a Josef VODÁK. *Efektivní výroba: Využijte výrobní faktory a připravte se na změny na trzích*. Brno: Computer Press, 344 s. ISBN 978-80-251-2524-3.
- [23] LIKER, Jeffrey, K. a David MEIER, 2016. *Toyota Talent: Řízení rozvoje zaměstnanců podle Toyoty*. Praha: Grada Publishing, 336 s. ISBN 978-80-271-9385-1.

- [24] LIU, Jinfei, Ming CHEN a Xianglong QI, 2014. Analysis and Simulation of One Worker with Multi-Machine Mode. *Advanced Materials Research* [online]. Scientific.Net: Baech, 889-890, 1227-1230 [cit. 2023-02-20]. ISSN 1662-8985. Dostupné z: <https://www.scientific.net/AMR.889-890.1227>.
- [25] LOJDA, Jan, 2011. *Manažerské dovednosti*. Praha: Grada Publishing, 184 s. ISBN 978-80-247-3902-1.
- [26] MAŠÍN, Ivan, 2000. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-6-7.
- [27] MIČIETA, Branislav a Jaroslav KRÁL, 1998. *Plánovanie a riadenie výroby*. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, 210 s. ISBN 80-7100-430-8.
- [28] MISSBAUER, Hubert a Reha UZSOY, 2022. Order release in production planning and control systems: challenges and opportunities. *International Journal of Production Research* [online]. Taylor & Francis: Oxon, 60(1), 256-276 [cit. 2023-02-14]. ISSN 1366-588X. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00207543.2021.1994165>.
- [29] NENADÁL, Jaroslav, Růžena PETŘÍKOVÁ, Jiří PLURA, Darja NOSKIEVIČOVÁ a Josef TOŠENOVSKÝ, 2015. *Moderní management jakosti: principy, postupy, metody*. Praha: Management Press, 380 s. ISBN 978-80-7261-186-7.
- [30] PAVELKA, Marcel, 2015. Naučte se vidět a odstraňovat plýtvání. *MM spektrum* [online]. 08. 04. 2015 [cit. 2023-02-22]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/naucte-se-videt-a-odstranovat-plytvani>.
- [31] PAVKA, Marek, 2017. Analýza a normování práce ve společnosti XY. *Akademie produktivity a inovací* [online]. 17. 8. 2017 [cit. 2023-02-17]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25860n-analyza-a-normovani-prace-ve-spolecnosti-xy>.
- [32] RIPRAN, n.d. Charakteristika metody RIPRAN. *Ripran.cz* [online]. [cit. 2023-03-14]. Dostupné z: <https://ripran.cz/>.
- [33] SAEGER, Ariane, 2015. *Ishikawa Diagram: Anticipate and Solve Problems Within Your Business*. Belgicko: 50Minutes.com, 32 s. ISBN 978-28-0626-842-6.
- [34] SALVENDY, Gavriel, 2001. *Handbook of Industrial Engineering: Technology and Operations Management*. New York: Wiley, 2798 s. ISBN 0471-33057-4.

- [35] SLACK, Nigel, Alistar BRANDON-JONES a Robert JOHNSTON, 2016. *Operations management*. Harlow: Pearson, 728 s. ISBN 978-12-9209-867-8.
- [36] STEHLÍK, Luboš, 2021. *Analýza výrobního procesu a identifikace potenciálu ke zvýšení produktivity ve vybrané společnosti*. Zlín, 2021. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta Managementu a ekonomiky, Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů. Vedoucí práce Ing. Denisa HRUŠECKÁ, Ph.D.
- [37] STŘELEK, Jiří, 2012. Ishikawa diagram. *Vlastnicesta.cz* [online]. 23. 4. 2012 [cit. 2023-03-18]. Dostupné z: <https://www.vlastnicesta.cz/metody/ishikawa-diagram-1/>.
- [38] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2007. *Řízení výroby a nákupu*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 384 s. ISBN 978-80-247-1479-0.
- [39] TUČEK, David a Roman BOBÁK, 2006. *Výrobní systémy*. Vyd. 2. upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 298 s. ISBN 80-731-8381-1.
- [40] VÁCHAL, Jan a Marek VOCHOZKA, 2013. *Podnikové řízení*. Praha: Grada Publishing, 688 s. ISBN 80-247-8682-6.
- [41] VAN VEEN-DIRKS, Paula, 2005. Management control and the production environment: A review. *International Journal of Production Economics* [online]. Elsevier: Amsterdam, 93, 263-272 [cit. 2023-02-14]. ISSN 1873-7579. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527304002488?via%3Dihub>
- [42] VIŠŇANSKÝ, Matúš, Peter KORMANEC a Roman BAČE, 2020. *Prezentácia zo školenia Základný tréning REFA*. 4industry consulting: Žilina.
- [43] VIŠŇANSKÝ, Matúš, Jozef KRISŤÁK a Marek KYSEL, 2010. *Analýza, meranie a normovanie práce*. Žilina: IPA Slovakia, 46 s.
- [44] VÍTEK, Václav, 2012. DMAIC - Model řízení Six Sigma projektu. *Svět produktivity* [online]. 2012 [cit. 2023-03-17]. Dostupné z: <https://www.svetproduktivity.cz/slovník/DMAIC-Model-rizeni- Six-Sigma-projektu.htm>.

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK

BK	Brúsny kotúč
CTC	Critical to Cost – ktoré parametre sú kritické vo vzťahu k nákladom
CTQ	Critical to Quality – ktoré parametre sú kritické vo vzťahu ku kvalite
CTT	Critical to Time – ktoré parametre sú kritické vo vzťahu k času
DMAIC	Systematický cyklus zlepšovania alebo metodika pre vedenie projektov
MAS	Merací automatický systém
MES	Výrobný riadiaci systém
IE	Istiaci element
REFA	Pracovný systém založený na priamom meraní práce
RIPRAN	Riziková analýza
SIPOC	Nástroj pro popis procesu podle metodiky DMAIC
SMART	Spôsob definovania cieľa, aby bol špecifický, merateľný, realistický, aktívne ovplyvniteľný a termínovaný
VOC	Voice of Customer – hlas zákazníka

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1 Nové vnímanie pracovných úloh (Boledovič, 2017)	17
Obrázok 2 Využitie potenciálu pracovníkov pri zlepšovaní (Boledovič a kol., 2011).....	17
Obrázok 3 Príklad motivačného systému odmeňovania (Debnár a kol., 2007)	19
Obrázok 4 Základné členenie času REFA (Višňanský a kol., 2020).....	21
Obrázok 5 Príklad formulára REFA (Pavka, 2017).....	23
Obrázok 6 Príklad snímky pracovného dňa (Dlabač, 2015).....	24
Obrázok 7 Príklad vyhodnotenia snímky pracovného dňa (Pavelka, 2015).....	24
Obrázok 8 Štandardizácia v procese zlepšovania (CeMS-CO, 2017)	26
Obrázok 9 Postup zlepšovania podľa DMAIC (Burieta, 2020).....	27
Obrázok 10 Príklad zakladacej listiny projektu (Benedikt, n.d.).....	28
Obrázok 11 Príklad SIPOC diagramu (Burieta, 2020)	29
Obrázok 12 Príklad Paretovho diagramu (Nenadál a kol., 2015).....	31
Obrázok 13 Príklad Ishikawa diagramu (Střelec, 2012).....	32
Obrázok 14 Schéma procesu štandardizácie práce a zaškolenia (Liker a Meier, 2016).....	35
Obrázok 15 Ložiskový krúžok (interné materiály).....	38
Obrázok 16 Hlas zákazníka a merateľné ukazovatele – diagram VOC: CTQ/CTC/CTT (vlastné spracovanie)	41
Obrázok 17 Layout pracoviska brúsenia a honovania a optosurfov (vlastné spracovanie).	46
Obrázok 18 Príklad produktu vyrábaného na predmetných linkách (vlastné spracovanie)	47
Obrázok 19 Vybrané pracoviská brúsenia a honovania (vlastné spracovanie)	47
Obrázok 20 Pareto diagram najčastejších príčin nepodarkov (vlastné spracovanie).....	52
Obrázok 21 Ishikawa diagram príčin neplnenia plánu a nekvality (vlastné spracovanie)...	53
Obrázok 22 Priestor pre hotové výrobky na konci linky (vlastné spracovanie).....	59
Obrázok 23 Priestor ofukovacieho zariadenia na konci linky (vlastné spracovanie)	60
Obrázok 24 Rozdelenie činností brúsiča v priebehu zmeny (vlastné spracovanie).....	62
Obrázok 25 Návrh č.1 na rozšírenie priestoru na konci linky (vlastné spracovanie)	67
Obrázok 26 Návrh č.2 na rozšírenie priestoru na konci linky (vlastné spracovanie)	68
Obrázok 27 Návrh č. 2 – detail na pridanú závoru (vlastné spracovanie)	68
Obrázok 28 Keramický brúsny kotúč (vlastné spracovanie)	73
Obrázok 29 CBN kotúč (vlastné spracovanie)	73
Obrázok 30 Rozdelenie činností brúsiča po opatreniach (vlastné spracovanie).....	76
Obrázok 31 Ukážka časti návodu na kontrolu (vlastné spracovanie).....	80
Obrázok 32 Zaznamenané výpadky na linke 87 (vlastné spracovanie).....	81

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1 Prevodová tabuľka pre hodnotenie celkovej miery rizika (Doležal a kol., 2012)	30
Tabuľka 2 IS/IS NOT analýza k vymedzeniu predmetu riešenia (vlastné spracovanie)	41
Tabuľka 3 SIPOC diagram procesu výroby ložiskových krúžkov (vlastné spracovanie)	42
Tabuľka 4 Zadávacia listina projektu (vlastné spracovanie)	43
Tabuľka 5 Časový harmonogram projektu (vlastné spracovanie)	44
Tabuľka 6 Riziková analýza RIPRAN (vlastné spracovanie)	45
Tabuľka 7 Plán výroby verzus odvedené kusy za rok 2022 (vlastné spracovanie)	49
Tabuľka 8 Sumár dní v roku 2022 podľa plnenia/neplnenia plánu (vlastné spracovanie) ..	50
Tabuľka 9 Počet nepodarkov za rok 2022 (vlastné spracovanie)	51
Tabuľka 10 Činnosti pracovníka pri vypnutých strojoch na linke č. 87 (vlastné spracovanie)	56
Tabuľka 11 Činnosti pracovníka pri zapnutých strojoch na linke č. 87 (vlastné spracovanie)	57
Tabuľka 12 Súhrnné výsledky časových analýz liniek 87, 88, 91 a 92 (vlastné spracovanie)	58
Tabuľka 13 Činnosti pracovníka pri dodržovaní štandardov práce (vlastné spracovanie) ..	66
Tabuľka 14 Činnosti brúsiča a manipulanta (vlastné spracovanie)	70
Tabuľka 15 Výsledky skúšobnej prevádzky po prvej sérii zlepšení (vlastné spracovanie) ..	71
Tabuľka 16 Činnosti pri vypnutých strojoch po zavedení CBN kotúčov (vlastné spracovanie)	74
Tabuľka 17 Zhrnutie pozitívnych efektov pri používaní CBN kotúčov (vlastné spracovanie)	75
Tabuľka 18 Súhrnné výsledky časových analýz liniek 87, 88, 91 a 92 po všetkých zlepšeniach (vlastné spracovanie)	76
Tabuľka 19 Štandard práce brúsiča na brúsno-honovacích verbunoch (vlastné spracovanie)	79
Tabuľka 20 Zhrnutie všetkých finančných prínosov návrhov (vlastné spracovanie)	83

ZOZNAM PRÍLOH

Príloha P I: Linka 87 – analýza REFA – pôvodný stav

Príloha P II: Linka 88 – analýza REFA – pôvodný stav

Príloha P III: Linka 91 – analýza REFA – pôvodný stav

Príloha P IV: Linka 92 – analýza REFA – pôvodný stav

Príloha P V: Linka 87 – analýza REFA – konečný stav

Príloha P VI: Linka 88 – analýza REFA – konečný stav

Príloha P VII: Linka 91 – analýza REFA – konečný stav

Príloha P VIII: Linka 92 – analýza REFA – konečný stav

PRÍLOHA P I: LINKA 87 – ANALÝZA REFA – PÔVODNÝ STAV

Činnosti pracovníka pri vypnutých strojoch	Početnosť za zmenu	Trvanie (min)	Celkom za zmenu (min)
Výmena brúsneho kotúča (BK), nastavenie a korekcia medzi BK	3	8	24,00
Výmena diamanu, nastavenie a korekcia medzi BK	1	8	8,00
Kalibrácia MAS (Merací Automatický Systém)	4	0,5	2,00
Kontrola IE na brúske na začiatku zmeny a po prestávke	2	1,5	3,00
Kontrola IE na MAS na začiatku zmeny a po prestávke	2	1,5	3,00
Výmena honovacích kameňov	7	0,67	4,67
Kontrola IE na honovačke na začiatku zmeny a po prestávke	2	1,5	3,00
Čistenie kalu v brúske po prestávke 1x za deň	1	15	15,00
Dodatočné nastavenia na brúske	1	20	20,00
Dodatočné nastavenia na honovačke	1	10	10,00
Prípadné iné výpadky	1	5	5,00
Spolu			97,67

Činnosti pracovníka pri zapnutých strojoch	Početnosť za zmenu	Trvanie (min)	Celkom za zmenu (min)
Kontrola IE odmagnetovač na začiatku zmeny a po prestávke	2	1	2,00
Nakladanie vstupného materiálu do trasáku - ručné nakladanie	25,25	0,67	16,83
Dovezenie debničky s dielmi (vstup)	1,98	0,17	0,33
Manipulácia s debničkou (vstup)	9,88	0,17	1,65
Odvoz prázdnych debničiek od trasáku	1,98	1,00	1,98
Manipulácia s debničkou (výstup)	11,11	0,17	1,85
Značenie debničky (výstup)	11,11	0,17	1,85
Odvoz hotovej produkcie k vedúcemu tímu	2,22	1,00	2,22
Dovoz debničiek od optosurfu (na opravu)	2,22	0,50	1,11
Vykladanie z pásu za honovačkou - každých 5 minút	80,8	0,67	53,87
Meranie podľa návodu na kontrolu každých 5 minút	80,8	1,00	80,80
Zápis produkcie, každé 2h	4	0,33	1,33
Zápis do karty meradiel a IE	1	1,00	1,00
QS ostrovček + morenie	2	4,00	8,00
Umývanie zeme	1	10,00	10,00
Čistenie pracoviska na konci zmeny	1	5,00	5,00
Predanie zmeny	1	5,00	5,00
Zaznamenanie výpadkov a produkcie do systému	50	0,08	5,17
Personálne prestávky (WC, pitný režim...)	1	18,00	18,00
Spolu			217,99

PRÍLOHA P II: LINKA 88 – ANALÝZA REFA – PÔVODNÝ STAV

Činnosti pracovníka pri vypnutých strojoch	Početnosť za zmenu	Trvanie (min)	Celkom za zmenu (min)
Výmena brúsneho kotúča (BK), nastavenie a korekcia medzi BK	3	8	24,00
Výmena diamanu, nastavenie a korekcia medzi BK	1	8	8,00
Kalibrácia MAS (Merací Automatický Systém)	4	0,5	2,00
Kontrola IE na brúske na začiatku zmeny a po prestávke	2	1,5	3,00
Kontrola IE na MAS na začiatku zmeny a po prestávke	2	1,5	3,00
Výmena honovacích kameňov	7	0,67	4,67
Kontrola IE na honovačke na začiatku zmeny a po prestávke	2	1,5	3,00
Čistenie kalu v brúske po prestávke 1x za deň	1	15	15,00
Dodatočné nastavenia na brúske	1	20	20,00
Dodatočné nastavenia na honovačke	1	10	10,00
Prípadné iné výpadky	1	5	5,00
Spolu			97,67

Činnosti pracovníka pri zapnutých strojoch	Početnosť za zmenu	Trvanie (min)	Celkom za zmenu (min)
Kontrola IE odmagnetovač na začiatku zmeny a po prestávke	2	1	2,00
Nakladanie vstupného materiálu do trasáku - ručné nakladanie	19,42	0,67	12,95
Dovezenie debničky s dielmi (vstup)	1,94	0,17	0,32
Manipulácia s debničkou (vstup)	9,71	0,17	1,62
Odvoz prázdnych debničiek od trasáku	1,94	1,00	1,94
Manipulácia s debničkou (výstup)	9,71	0,17	1,62
Značenie debničky (výstup)	9,71	0,17	1,62
Odvoz hotovej produkcie k vedúcemu tímu	1,94	1,00	1,94
Dovoz debničiek od optosurfu (na opravu)	1,94	0,50	0,97
Vykladanie z pásu za honovačkou - každých 5 minút	80,8	0,67	53,87
Meranie podľa návodu na kontrolu každých 5 minút	80,8	1,00	80,80
Zápis produkcie, každé 2h	4	0,33	1,33
Zápis do karty meradiel a IE	1	1,00	1,00
QS ostrovček + morenie	2	4,00	8,00
Umývanie zeme	1	10,00	10,00
Čistenie pracoviska na konci zmeny	1	5,00	5,00
Predanie zmeny	1	5,00	5,00
Zaznamenanie výpadkov a produkcie do systému	50	0,08	5,17
Personálne prestávky (WC, pitný režim...)	1	18,00	18,00
Spolu			213,14

PRÍLOHA P III: LINKA 91 – ANALÝZA REFA – PÔVODNÝ STAV

Činnosti pracovníka pri vypnutých strojoch	Početnosť za zmenu	Trvanie (min)	Celkom za zmenu (min)
Výmena brúsneho kotúča (BK), nastavenie a korekcia medzi BK	3	8	24,00
Výmena diamanu, nastavenie a korekcia medzi BK	1	8	8,00
Kalibrácia MAS (Merací Automatický Systém)	4	0,5	2,00
Kontrola IE na brúske na začiatku zmeny a po prestávke	2	1,5	3,00
Kontrola IE na MAS na začiatku zmeny a po prestávke	2	1,5	3,00
Výmena honovacích kameňov	7	0,67	4,67
Kontrola IE na honovačke na začiatku zmeny a po prestávke	2	1,5	3,00
Čistenie kalu v brúske po prestávke 1x za deň	1	15	15,00
Dodatočné nastavenia na brúske	1	20	20,00
Dodatočné nastavenia na honovačke	1	10	10,00
Prípadné iné výpadky	1	5	5,00
Spolu			97,67

Činnosti pracovníka pri zapnutých strojoch	Početnosť za zmenu	Trvanie (min)	Celkom za zmenu (min)
Kontrola IE odmagnetovač na začiatku zmeny a po prestávke	2	1	2,00
Nakladanie vstupného materiálu do trasáku - ručné nakladanie	19,42	0,67	12,95
Dovezenie debničky s dielmi (vstup)	1,94	0,17	0,32
Manipulácia s debničkou (vstup)	9,71	0,17	1,62
Odvoz prázdnych debničiek od trasáku	1,94	1,00	1,94
Manipulácia s debničkou (výstup)	9,71	0,17	1,62
Značenie debničky (výstup)	9,71	0,17	1,62
Odvoz hotovej produkcie k vedúcemu tímu	1,94	1,00	1,94
Dovoz debničiek od optosurfu (na opravu)	1,94	0,50	0,97
Vykladanie z pásu za honovačkou - každých 5 minút	80,8	0,67	53,87
Meranie podľa návodu na kontrolu každých 5 minút	80,8	1,00	80,80
Zápis produkcie, každé 2h	4	0,33	1,33
Zápis do karty meradiel a IE	1	1,00	1,00
QS ostrovček + morenie	2	4,00	8,00
Umývanie zeme	1	15,00	15,00
Čistenie pracoviska na konci zmeny	1	5,00	5,00
Predanie zmeny	1	5,00	5,00
Zaznamenanie výpadkov a produkcie do systému	50	0,08	5,17
Personálne prestávky (WC, pitný režim...)	1	18,00	18,00
Spolu			218,15

PRÍLOHA P IV: LINKA 92 – ANALÝZA REFA – PÔVODNÝ STAV

Činnosti pracovníka pri vypnutých strojoch	Početnosť za zmenu	Trvanie (min)	Celkom za zmenu (min)
Výmena brúsneho kotúča (BK), nastavenie a korekcia medzi BK	3	8	24,00
Výmena diamanu, nastavenie a korekcia medzi BK	1	8	8,00
Kalibrácia MAS (Merací Automatický Systém)	4	0,5	2,00
Kontrola IE na brúske na začiatku zmeny a po prestávke	2	1,5	3,00
Kontrola IE na MAS na začiatku zmeny a po prestávke	2	1,5	3,00
Výmena honovacích kameňov	7	0,67	4,67
Kontrola IE na honovačke na začiatku zmeny a po prestávke	2	1,5	3,00
Čistenie kalu v brúske po prestávke 1x za deň	1	15	15,00
Dodatočné nastavenia na brúske	1	20	20,00
Dodatočné nastavenia na honovačke	1	10	10,00
Prípadné iné výpadky	1	5	5,00
Spolu			97,67

Činnosti pracovníka pri zapnutých strojoch	Početnosť za zmenu	Trvanie (min)	Celkom za zmenu (min)
Kontrola IE odmagnetovač na začiatku zmeny a po prestávke	2	1	2,00
Nakladanie vstupného materiálu do trasáku - ručné nakladanie	19,42	0,67	12,95
Dovezenie debničky s dielmi (vstup)	1,94	0,17	0,32
Manipulácia s debničkou (vstup)	9,71	0,17	1,62
Odvoz prázdnych debničiek od trasáku	1,94	1,00	1,94
Manipulácia s debničkou (výstup)	9,71	0,17	1,62
Značenie debničky (výstup)	9,71	0,17	1,62
Odvoz hotovej produkcie k vedúcemu tímu	1,94	1,00	1,94
Dovoz debničiek od optosurfu (na opravu)	1,94	0,50	0,97
Vykladanie z pásu za honovačkou - každých 5 minút	80,8	0,67	53,87
Meranie podľa návodu na kontrolu každých 5 minút	80,8	1,00	80,80
Zápis produkcie, každé 2h	4	0,33	1,33
Zápis do karty meradiel a IE	1	1,00	1,00
QS ostrovček + morenie	2	4,00	8,00
Umývanie zeme	1	12,00	12,00
Čistenie pracoviska na konci zmeny	1	5,00	5,00
Predanie zmeny	1	5,00	5,00
Zaznamenanie výpadkov a produkcie do systému	50	0,08	5,17
Personálne prestávky (WC, pitný režim...)	1	18,00	18,00
Spolu			215,15

PRÍLOHA P V: LINKA 87 – ANALÝZA REFA – KONEČNÝ STAV

Činnosť pracovníka	Početnosť za zmenu	Trvanie (min)	Celkom za zmenu (min)
Výmena BK, nastavenie a korekcia medzi BK	0	8	0
Výmena diamantu, nastavenie a korekcia medzi BK	0	8	0
Kalibrácia MAS (Merací Automatický Systém)	4	0,5	2,00
Kontrola IE na brúske na začiatku zmeny a po prestávke	2	1,5	3,00
Kontrola IE na MAS na začiatku zmeny a po prestávke	2	1,5	3,00
Výmena honovacích kameňov	7	0,67	4,67
Kontrola IE na honovačke na začiatku zmeny a po prestávke	2	1,5	3,00
Čistenie kalu v brúske po prestávke 1x za deň	1	15	15,00
Dodatočné nastavenia na brúske	1	20	20,00
Dodatočné nastavenia na honovačke	1	10	10,00
Prípadné iné výpadky	1	5	5,00
Spolu			65,67

Činnosti pracovníka pri zapnutých strojoch	Početnosť za zmenu	Trvanie (min)	Celkom za zmenu (min)
Kontrola IE odmagnetovač na začiatku zmeny a po prestávke	2	1	2,00
Nakladanie vstupného materiálu do trasáku - ručné nakladanie	18,36	0,67	12,24
Dovezenie debničky s dielmi (vstup)	1,68	0,17	0,28
Manipulácia s debničkou (vstup)	8,42	0,17	1,40
Odvoz prázdnych debničiek od trasáku	1,68	1,00	1,68
Manipulácia s debničkou (výstup)	9,35	0,17	1,56
Značenie debničky (výstup)	9,35	0,17	1,56
Odvoz hotovej produkcie k vedúcemu tímu	1,87	1,00	1,87
Dovoz debničiek od optosurfu (na opravu)	1,87	0,50	0,94
Vykládanie z pásu za honovačkou - každých 5 minút	40,4	0,67	26,93
Meranie podľa návodu na kontrolu každých 5 minút	40,4	1,00	40,40
Zápis produkcie, každé 2h	4	0,33	1,33
Zápis do karty meradiel a IE	1	1,00	1,00
QS ostrovček + morenie	2	4,00	8,00
Umývanie zeme	1	10,00	10,00
Čistenie pracoviska na konci zmeny	1	5,00	5,00
Predanie zmeny	1	5,00	5,00
Zaznamenanie výpadkov a produkcie do systému	50	0,08	5,17
Personálne prestávky (WC, pitný režim...)	1	18,00	18,00
Spolu			144,36

PRÍLOHA P VI: LINKA 88 – ANALÝZA REFA – KONEČNÝ STAV

Činnosť pracovníka	Početnosť za zmenu	Trvanie (min)	Celkom za zmenu (min)
Výmena BK, nastavenie a korekcia medzi BK	0	8	0
Výmena diamantu, nastavenie a korekcia medzi BK	0	8	0
Kalibrácia MAS (Merací Automatický Systém)	4	0,5	2,00
Kontrola IE na brúske na začiatku zmeny a po prestávke	2	1,5	3,00
Kontrola IE na MAS na začiatku zmeny a po prestávke	2	1,5	3,00
Výmena honovacích kameňov	7	0,67	4,67
Kontrola IE na honovačke na začiatku zmeny a po prestávke	2	1,5	3,00
Čistenie kalu v brúske po prestávke 1x za deň	1	15	15,00
Dodatočné nastavenia na brúske	1	20	20,00
Dodatočné nastavenia na honovačke	1	10	10,00
Prípadné iné výpadky	1	5	5,00
Spolu			65,67

Činnosti pracovníka pri zapnutých strojoch	Početnosť za zmenu	Trvanie (min)	Celkom za zmenu (min)
Kontrola IE odmagnetovač na začiatku zmeny a po prestávke	2	1	2,00
Nakladanie vstupného materiálu do trasáku - ručné nakladanie	18,36	0,67	12,24
Dovezenie debničky s dielmi (vstup)	1,84	0,17	0,31
Manipulácia s debničkou (vstup)	9,18	0,17	1,53
Odvoz prázdnych debničiek od trasáku	1,84	1,00	1,84
Manipulácia s debničkou (výstup)	9,18	0,17	1,53
Značenie debničky (výstup)	9,18	0,17	1,53
Odvoz hotovej produkcie k vedúcemu tímu	1,84	1,00	1,84
Dovoz debničiek od optosurfu (na opravu)	1,84	0,50	0,92
Vykládanie z pásu za honovačkou - každých 5 minút	40,4	0,67	26,93
Meranie podľa návodu na kontrolu každých 5 minút	40,4	1,00	40,40
Zápis produkcie, každé 2h	4	0,33	1,33
Zápis do karty meradiel a IE	1	1,00	1,00
QS ostrovček + morenie	2	4,00	8,00
Umývanie zeme	1	10,00	10,00
Čistenie pracoviska na konci zmeny	1	5,00	5,00
Predanie zmeny	1	5,00	5,00
Zaznamenanie výpadkov a produkcie do systému	50	0,08	5,17
Personálne prestávky (WC, pitný režim...)	1	18,00	18,00
Spolu			144,56

PRÍLOHA P VII: LINKA 91 – ANALÝZA REFA – KONEČNÝ STAV

Činnosť pracovníka	Početnosť za zmenu	Trvanie (min)	Celkom za zmenu (min)
Výmena BK, nastavenie a korekcia medzi BK	0	8	0
Výmena diamantu, nastavenie a korekcia medzi BK	0	8	0
Kalibrácia MAS (Merací Automatický Systém)	4	0,5	2,00
Kontrola IE na brúske na začiatku zmeny a po prestávke	2	1,5	3,00
Kontrola IE na MAS na začiatku zmeny a po prestávke	2	1,5	3,00
Výmena honovacích kameňov	7	0,67	4,67
Kontrola IE na honovačke na začiatku zmeny a po prestávke	2	1,5	3,00
Čistenie kalu v brúske po prestávke 1x za deň	1	15	15,00
Dodatočné nastavenia na brúske	1	20	20,00
Dodatočné nastavenia na honovačke	1	10	10,00
Prípadné iné výpadky	1	5	5,00
Spolu			65,67

Činnosti pracovníka pri zapnutých strojoch	Početnosť za zmenu	Trvanie (min)	Celkom za zmenu (min)
Kontrola IE odmagnetovač na začiatku zmeny a po prestávke	2	1	2,00
Nakladanie vstupného materiálu do trasáku - ručné nakladanie	18,36	0,67	12,24
Dovezenie debničky s dielmi (vstup)	1,84	0,17	0,31
Manipulácia s debničkou (vstup)	9,18	0,17	1,53
Odvoz prázdnych debničiek od trasáku	1,84	1,00	1,84
Manipulácia s debničkou (výstup)	9,18	0,17	1,53
Značenie debničky (výstup)	9,18	0,17	1,53
Odvoz hotovej produkcie k vedúcemu tímu	1,84	1,00	1,84
Dovoz debničiek od optosurfu (na opravu)	1,84	0,50	0,92
Vykladanie z pásu za honovačkou - každých 5 minút	40,4	0,67	26,93
Meranie podľa návodu na kontrolu každých 5 minút	40,4	1,00	40,40
Zápis produkcie, každé 2h	4	0,33	1,33
Zápis do karty meradiel a IE	1	1,00	1,00
QS ostrovček + morenie	2	4,00	8,00
Umývanie zeme	1	15,00	15,00
Čistenie pracoviska na konci zmeny	1	5,00	5,00
Predanie zmeny	1	5,00	5,00
Zaznamenanie výpadkov a produkcie do systému	50	0,08	5,17
Personálne prestávky (WC, pitný režim...)	1	18,00	18,00
Spolu			149,56

PRÍLOHA P VIII: LINKA 92 – ANALÝZA REFA – KONEČNÝ STAV

Činnosť pracovníka	Početnosť za zmenu	Trvanie (min)	Celkom za zmenu (min)
Výmena BK, nastavenie a korekcia medzi BK	0	8	0
Výmena diamantu, nastavenie a korekcia medzi BK	0	8	0
Kalibrácia MAS (Merací Automatický Systém)	4	0,5	2,00
Kontrola IE na brúske na začiatku zmeny a po prestávke	2	1,5	3,00
Kontrola IE na MAS na začiatku zmeny a po prestávke	2	1,5	3,00
Výmena honovacích kameňov	7	0,67	4,67
Kontrola IE na honovačke na začiatku zmeny a po prestávke	2	1,5	3,00
Čistenie kalu v brúske po prestávke 1x za deň	1	15	15,00
Dodatočné nastavenia na brúske	1	20	20,00
Dodatočné nastavenia na honovačke	1	10	10,00
Prípadné iné výpadky	1	5	5,00
Spolu			65,67

Činnosti pracovníka pri zapnutých strojoch	Početnosť za zmenu	Trvanie (min)	Celkom za zmenu (min)
Kontrola IE odmagnetovač na začiatku zmeny a po prestávke	2	1	2,00
Nakladanie vstupného materiálu do trasáku - ručné nakladanie	18,36	0,67	12,24
Dovezenie debničky s dielmi (vstup)	1,84	0,17	0,31
Manipulácia s debničkou (vstup)	9,18	0,17	1,53
Odvoz prázdnych debničiek od trasáku	1,84	1,00	1,84
Manipulácia s debničkou (výstup)	9,18	0,17	1,53
Značenie debničky (výstup)	9,18	0,17	1,53
Odvoz hotovej produkcie k vedúcemu tímu	1,84	1,00	1,84
Dovoz debničiek od optosurfu (na opravu)	1,84	0,50	0,92
Vykladanie z pásu za honovačkou - každých 5 minút	40,4	0,67	26,93
Meranie podľa návodu na kontrolu každých 5 minút	40,4	1,00	40,40
Zápis produkcie, každé 2h	4	0,33	1,33
Zápis do karty meradiel a IE	1	1,00	1,00
QS ostrovček + morenie	2	4,00	8,00
Umývanie zeme	1	12,00	12,00
Čistenie pracoviska na konci zmeny	1	5,00	5,00
Predanie zmeny	1	5,00	5,00
Zaznamenanie výpadkov a produkcie do systému	50	0,08	5,17
Personálne prestávky (WC, pitný režim...)	1	18,00	18,00
Spolu			146,56