

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

Bakalářský studijní program: Strojírenství
Zaměření: Řízení výroby

ZVÝŠENÍ PRODUKTIVITY VÝROBY OZUBENÝCH KOL 3-5 RYCHLOSTI PŘEVODOVKY MQ 200 V ŠKODA AUTO A.S., ZÁVOD MLADÁ BOLESLAV

INCREASE OF PRODUCTIVITY OF PRODUCTION WHEEL GEARS 3-5 SPEEDS GEARBOX MQ 200 IN SKODA AUTO a.s., PLANT MLADÁ BOLESLAV

KOM - 975

Martina Wagnerová

Vedoucí práce: Ing. Štěpánka Dvořáčková, Ph.D.
Konzultant: Ing. Pavel Šimek - Škoda Auto a.s.

Počet stran:	49
Počet příloh	5
Počet tabulek:	9
Počet obrázků:	23
Počet grafů:	12

23.05.2011

**ZVÝŠENÍ PRODUKTIVITY VÝROBY OZUBENÝCH KOL 3-5 RYCHLOSTI
PŘEVODOVKY MQ 200 V ŠKODA AUTO A.S., ZÁVOD MLADÁ BOLESLAV**

ANOTACE:

Práce se zabývá hodnocením stavu výroby ozubených kol 3-5 rychlosti převodovky MQ 200 v Škoda Auto a.s., závod Mladá Boleslav.

Cílem této práce je návrh nových řešení, pomocí nichž bylo docíleno zvýšení produktivity výroby ozubených kol převodovky MQ 200 za udržení stávajícího objemu výroby. V nových návrzích byly zohledněny požadavky na řešení vytížení strojů a strojní obsluhy, organizaci pracovišť a náklady vynaložené na realizaci opatření.

**INCREASE OF PRODUCTIVITY OF PRODUCTION WHEEL GEARS 3-5
SPEEDS GEARBOX MQ 200 IN SKODA AUTO a.s.,
PLANT MLADÁ BOLESLAV**

ANNOTATION:

The thesis describes an assessing the state of production wheel gears 3-5 speed gearbox MQ 200 in Škoda Auto a.s., plant Mladá Boleslav.

The aim of this thesis is a propose of new solution, which were activated increase of productivity of production wheel gears MQ 200. Requirements to solution handling and work place management costs of implementation measures were taken into account in new proposals.

Klíčová slova: VÝROBA, PRODUKTIVITA, MQ 200, OZUBENÉ KOLO
Key words: PRODUCTION, PRODUCTIVITY, MQ 200, GEAR WHEEL

Zpracovatel: TU v Liberci, KOM

Dokončeno: květen 2011

Archivní označ. zprávy:

Počet stran:	49
Počet příloh	5
Počet tabulek:	9
Počet obrázků:	23
Počet grafů:	12

PROHLÁŠENÍ

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

27.05.2011

Martina Wagnerová



Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat mé vedoucí bakalářské práce Ing. Štěpánce Dvořáčkové, Ph.D., za poskytnutí cenných rad, pevné vedení a trpělivost, díky které dospěla tato práce ke zdárnému konci

Dále bych chtěla poděkovat za vstřícné jednání, cenné informace a možnost zpracování bakalářské práce v závodu VAP Škoda Auto a.s. Mladá Boleslav panu Ing. Pavlu Šimkovi a panu Bc. Davidu Raduškovi.



OBSAH

1 Úvod	7
2 Teoretická část	9
2.1 Popis stávajícího stavu výroby ozubených kol 3-5 rychlosti převodovky MQ 200 v Škoda Auto a.s., závod Mladá Boleslav	9
2.1.1 Výrobní operace číslo 5 + 10	11
2.1.2 Výrobní operace číslo 45	12
2.1.3 Výrobní operace 11	12
2.1.4 Výrobní operace číslo 72	13
2.1.5 Výrobní operace číslo 70	13
2.1.6 Kalení	14
2.1.7 Kontrolní operace číslo 150	14
2.1.8 Stávající rozvržení pracoviště pro výrobu ozubených kol 3-5 rychlosti převodovky MQ 200 v Škoda Auto a.s., závod Mladá Boleslav	16
3 Experimentální část	20
3.1 Metodika měření	20
3.1.1 Měření časových hodnot, rozčlenění časů	20
3.1.2 Vyhodnocení naměřených hodnot	21
4 Vlastní řešení	27
4.1 Shrnutí zjištění ke stávajícímu stavu výroby ozubených kol 3-5 rychlosti převodovky MQ 200 v Škoda Auto a.s., závod Mladá Boleslav	27
4.2 Návrh řešení	27
4.2.1 Návrh nového řešení číslo 01	28
4.2.1.1 Popis nového návrhu na zlepšení číslo 01	28
4.2.1.2 Hodnocení návrhu na zlepšení číslo 01	29
4.2.2 Návrh nového řešení číslo 02	34
4.2.2.1 Popis nového návrhu na zlepšení číslo 02	34
4.2.2.2 Hodnocení návrhu na zlepšení číslo 02	35
4.2.3 Návrh nového řešení číslo 03	40
4.2.3.1 Popis nového návrhu na zlepšení číslo 03	40
4.2.3.2 Hodnocení návrhu na zlepšení číslo 03	41
4.3 Ekonomické zhodnocení	46
5 Diskuze výsledků	47
6 Závěr	51



SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A ZNAČEK

AUDI	– značka automobilky
KPO	– kontrolní plán operací
MQ 200	– typ převodovky - 5-ti stupňová mechanická převodovka
MQ 100	– typ převodovky - 5-ti stupňová mechanická převodovka
DG 200	– typ převodovky - automatická převodovka
NS	– nákladové středisko
SEAT	– značka automobilky
VA	– výroba agregátů
VAP	– výroba převodovek
VSI	– průmyslové inženýrství
VW	– Volkswagen - značka koncernu (automobilky)
Hala M2	– výrobní hala pro výrobu převodovek
TSI	– zážehový přeplňovaný motor
HTP	– zážehový tříválcový motor
TDI	– vznětový motor
KW	– kilo-Watt - jednotka výkonu



Zvýšení produktivity výroby ozubených kol 3-5 rychlosti převodovky MQ 200 v Škoda Auto a.s., závod Mladá Boleslav

1 Úvod

V dnešní době, kdy konkurence v automobilovém průmyslu dosahuje poměrně vysokých hodnot, je snahou každé automobilky svou produktivitu zvyšovat a zároveň snižovat výrobní náklady, aby jejich produkty držely co nejnižší cenu. Vytížení strojů a strojní obsluhy je jedno z měřítek produktivity výroby.

Bakalářská práce se zabývá zvýšením produktivity výroby ozubených kol pro 3-5 rychlost převodovky MQ 200 v Škoda Auto a.s., závod Mladá Boleslav.

Produktivitu je možné ovlivňovat několika způsoby, jedním z nich je množství personálu na pracovišti, dalším je rozmístění obráběcích strojů po pracovišti. Pro každé pracoviště jsou zpracovány layouty. Layoutem je nazýván plán, na kterém je vyznačena poloha strojů a jejich příslušenství, odkládací a manipulační prostory, a jiné. Tyto plány, layouty, slouží pro přehlednost celých výrobních a montážních hal. Díky těmto layoutům je možné navrhovat stále nová a nová řešení, která se vyhodnocují a v případě zjištění možnosti zvýšení vytížení strojů, obsluhy a ušetření výrobních prostor, se realizují. Realizace nových návrhů je také závislá na výšce možné investice a její návratnosti. Pracoviště se může jen upravit. Tím se může snížit množství neproduktivních časů, případně se sníží i počet strojní obsluhy. Nebo se celé pracoviště může přestavět, zmodernizovat a tím lze získat rychlejší, přesnější a i kvalitnější výrobu.

Cílem bakalářské práce je návrh nového řešení, kterým bude dosaženo zvýšení produktivity výroby ozubených kol 3-5 rychlosti převodovky MQ 200 v Škoda Auto a.s., závod Mladá Boleslav.

Práce je členěna do dvou hlavních částí a to do části teoretické a části experimentální. V teoretické části je uveden popis stávajícího stavu výroby obsahující přehled prováděných výrobních operací. Součástí této teoretické části je i zprůhlednění rozmístění strojů do layoutu celého pracoviště.

V části experimentální je popsána metodika měření, kterou byly získávány vstupní i výstupní hodnoty. Dále je experimentální část zaměřena na vyhodnocení naměřených dat, jejich statistickému zpracování a zprůhlednění informací do grafů.



Vlastním řešením jsou potom návrhy nových řešení. Každý návrh je popsán a zhodnocen před zavedením změn a po jejich realizaci.

Součástí experimentální části je i ekonomické zhodnocení a diskuze výsledků. V diskuzi výsledků jsou zpřehledněny úspory, vynaložené náklady a jejich návratnost. Diskuze výsledků potom hodnotí práci jako celek.



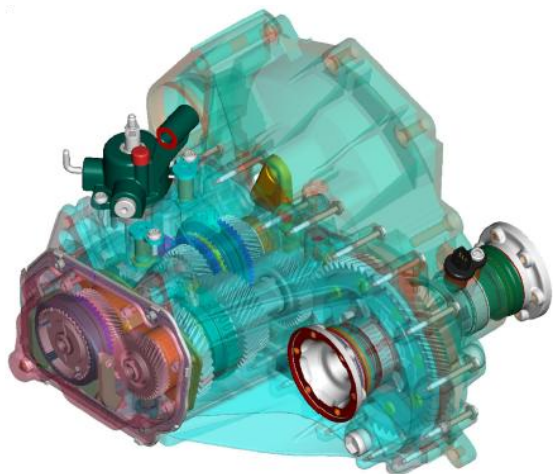
2 Teoretická část

Teoretická část je věnována popisu stávajícího stavu výroby ozubených kol 3-5 rychlosti v Škoda Auto a.s., závod Mladá Boleslav. Popisuje jednotlivé výrobní operace a stávající rozvržení pracoviště.

2.1 Popis stávajícího stavu výroby ozubených kol 3-5 rychlosti převodovky MQ 200 v Škoda Auto a.s. Mladá Boleslav

Společnost Škoda Auto a.s. Mladá Boleslav patří mezi závody koncernu Volkswagen. Firma je v České republice zastoupena hned 3mi závody. Závod Kvasiny, kde se vyrábí vozy značky Yeti a Superb. Montážní závod Vrchlabí, který je zastoupen modely vozů Octavia a Roomster. Vrchlabí bude dále pobočným závodem pro výrobu převodovek DQ 200. Hlavním výrobním závodem je Mladá Boleslav, kde sídlí vedení společnosti a je zde zastoupena jak výroba vozů modely Octavia a Fabia, tak i výroba agregátů (motory, převodovky, nápravy).

V závodě VA (Výroba agregátů) se denně zkompletuje a připraví k expedici cca 2350 motorů. Tyto motory jsou buď expedovány na montážní haly závodů Škoda auto a.s. a nebo do dalších závodů celého koncernu.



Obr.1 Přebodovka MQ 200

Ve Škoda Auto se vyrábí motory 1,2 TSI/63KW, 1,2TSI/77KW, 1,2HTP/44KW, 1,2HTP/51KW a kompletuje se motor 2,0TDI CR/125KW.

Přebodovka MQ 200 je jedním z hlavních projektů závodu VAP v Škoda Auto a.s. Mladá Boleslav. Tato přebodovka je využívána v nejrůznějších modelech vozů

celého koncernu Volkswagen. Pro představu je tato přebodovka montována například do vozů Škoda Octavia, Škoda Fabia, VW Polo, VW Golf, a dalších.

Denně se vyrobí spolu s motory také cca 2600 ks přebodovek MQ 200. Jako další projekty se připravuje výroba přebodovky MQ 100, která je připravována do vozů New Small Family značky VW, SEAT a Škoda.



A v neposlední řadě výroba převodovky DQ 200 - automatická převodovka, která je využívána v řadě vozů celého koncernu VW.

Vstupním materiálem pro výrobu ozubených kol 3-5 rychlosti převodovky MQ 200 jsou výkovky.

Výkovky jsou na pracoviště dopraveny v plechových přepravních boxech (viz pravá část obr. 2). Většina operací probíhá pro každou rychlost na stroji samostatně, pouze pro operace protahování a praní jsou pro všechna ozubená kola 3–5 rychlosti stroje společné. Ke každému pracovišti pro výrobní operace, náleží měřicí středisko, kde se kontrolují opracované rozměry.



Obr. 2 Vstupní materiál - výkovek

Před první operací strojní obsluha vytiskne tzv. Sledovací kartu ozubení (viz Příloha č. 4).

Sledovací karta doprovází obrobky po celou dobu výroby ozubených kol. Do karty jsou zaznamenány všechny prováděné výrobní i kontrolní operace. Je zde také zaznamenáno, kolik kusů v dávce bylo obrobno a kolik z nich bylo vyřazeno jako neshodný díl.

Převodovka MQ 200 je dodávána do vozů značky Škoda, Volkswagen, SEAT a dalších. Číslo dílu, které je také uvedeno na sledovací kartě ozubení, identifikuje pro kterou značku vozu je ozubené kolo převodovky MQ 200 určeno.

V níže uvedené tabulce 1, je uveden kompletní přehled prováděných operací na obrobku v posloupnosti tak, jak za sebou následují.



Číslo operace	Název a stručný popis operace
Výrobní operace 5+10	Soustružení - operace 5 pravá strana obrobku - operace 10 levá strana obrobku
Výrobní operace 45	Frézování - hlavní ozubení
Výrobní operace 11	Protahování - vnitřní drážkování
Výrobní operace 72	Praní - odmaštění obrobku po operaci protahování
Výrobní operace 70	Ševingování - hlavní ozubení
Chemicko-tepelné zpracování	Kalení
Kontrolní operace 150	Kontrolní operace odvalováním

Tabulka 2.1: Přehled prováděných operací při výrobě ozubených kol

2.1.1 Výrobní operace číslo 5+10

První výrobní operace pod číslem 5 a 10 prováděné na polotovaru jsou soustružení.

Soustružení je prováděno na vertikálních soustruzích EMAG se zásobníky. Operace 5+10 pro kolo 3. rychlosti jsou prováděny na 3 strojích značky EMAG. Pro kola 4. a 5. rychlosti jsou pracoviště vybavena po 2 strojích značky EMAG.

Před vlastním obráběním je nutné provést vizuální kontrolu výkovku. V případě, že je na výkovku odhalena nepřijatelná vada, musí být výkovek vyřazen jako neshodný díl. Takto vyřazené díly jsou označeny, a posléze zlikvidovány.



Obr. 3 Soustruh EMAG VSC 200



Obr. 4 Obrobek po operaci 5+10
(3. rychlost)



Při operaci č. 5 se opracovává pravá strana výkovku. Soustruží se čela výkovku, vnější a vnitřní průměry. Dále se soustružením srazí hrany na obrobku. Operací č. 10 se obrábí levá strana obrobku. Soustruží čelo obrobku a vnější průměr. Po provedení operace č. 5 a operace č. 10 je předepsaná kontrola rozměrů obrobku dle kontrolního plánu operací (viz příloha 5).

2.1.2 Výrobní operace číslo 45

Další výrobní operací je frézování. Obrobky se zde frézují na odvalovací frézce se zásobníkem značky PFAUTER. Frézuje se hlavní ozubení s přídavkem pro ševingování. Dále je prováděno srážení podélných hran ozubení.

Po provedení celé výrobní operace je obrobek podroben kontrole rozměrů dle KPO (Kontrolní plán operací).



Obr. 5 Frézka značky PFAUTER
se zásobníkem



Obr. 6 Obrobek po operaci č. 45
(3. rychlost)

2.1.3 Výrobní operace číslo 11

Další operací je protahování. Operace protahování je vykonávána na protahovacím stroji se zásobníkem značky KLINK. Při této operaci se protahuje vnitřní drážkování a provádí se srážení podélných hran drážkování.

Po provedení celé výrobní operace následuje kontrola rozměrů dle kontrolního plánu operací.



Obr. 7 Obrobek po operaci č. 11
(3. rychlost)



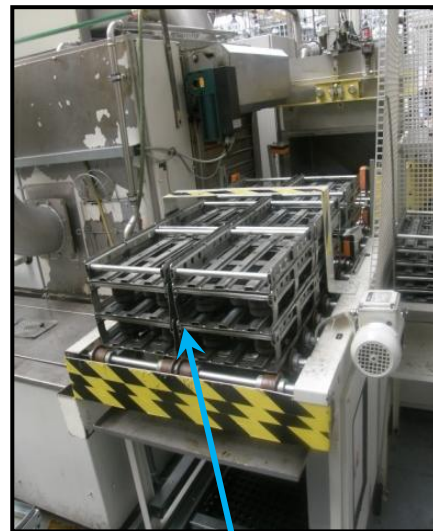
Obr. 8 Dopravník protahovacího
stroje KLINK



2.1.4 Výrobní operace číslo 72

Po protahování je nutné obrobky odmastit. Další operací, která je na obrobku prováděna, je praní. Obrobky se ukládají do speciálních schránek po 32 kusech.

Schránky se vkládají postupně na poháněný válečkový dopravník pračky ve 2 vrstvách a jsou polohovány fixačními kolíky. Celý cyklus se skládá z praní, oplachování a sušení. Délka uvedeného cyklu je 6 minut. Jedna várka pro tuto operaci je složená ze čtyř schránek. Po operaci praní se jednotlivé kusy ukládají do čistých speciálně upravených palet (Obr. 15).



Schránka pro operaci praní

*Obr. 9 Schránky s obrobky
na dopravníku stroje pro operaci praní*

2.1.5 Výrobní operace číslo 70

Následující operace je ševingování. Ševingování patří mezi dokončovací operace pro výrobu ozubených kol.

Pro ševingování ozubených kol jsou využívány ševingovací stroje se zásobníkem značky HURT. Při této operaci se ševinguje ozubení (podélná i výšková modifikace). Provádí se sražení hran ozubení. Ševingováním je docíleno snížení drsnosti povrchu boku zubů. Zároveň je tak dosaženo i zpřesnění geometrického tvaru zubu [12].



Modifikace zubů je popsána tvarem boční křivky a evolventy. Výšková modifikace má vliv na tvar evolventy po výškové stránce zubů. Podélná modifikace ovlivňuje ozubení po stránce šířky zubů. Díky modifikacím lze omezovat deformace zubů, vůle těles ozubených kol, vůle hřídelí a ložisek.

*Obr. 10 Obrobek po operaci č.70
(3. rychlost)*

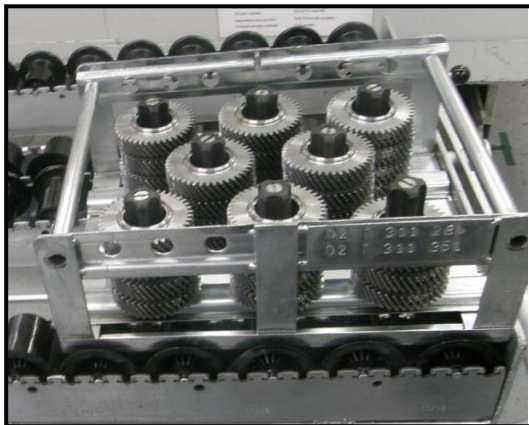


2.1.6 Kalení

Kalení je jedním ze způsobů chemicko-tepelného zpracování. V technologickém postupu jsou tyto operace značeny čísla 90, 100, 105, 110. Při řešení bakalářské práce nebylo na tyto operace pohlíženo, jelikož se nacházejí mimo pracoviště NS2143.

Kalením ozubených kol je docíleno zvýšení tvrdosti jejich povrchu. Ztrácí ale svou houževnatost a stávají se tím křehčí.

Zakalená ozubená kola jsou nazpět dopravena ve speciálně upravených paletách. Tyto palety jsou vybaveny trny, na které jsou ozubená kola nasunuta maximálně ve 4 kusech na sobě. Tento způsob uložení má zabránit vzájemnému poškození ozubených kol.



Obr. 11 Ozubená kola uložena ve speciálně upravené paletě

2.1.7 Kontrolní operace číslo 150

Kontrolní operace č. 150 prováděná na ozubených kolech 3-5 rychlosti je kontrola odvalováním. Tato operace se provádí na strojích CM-Digit.

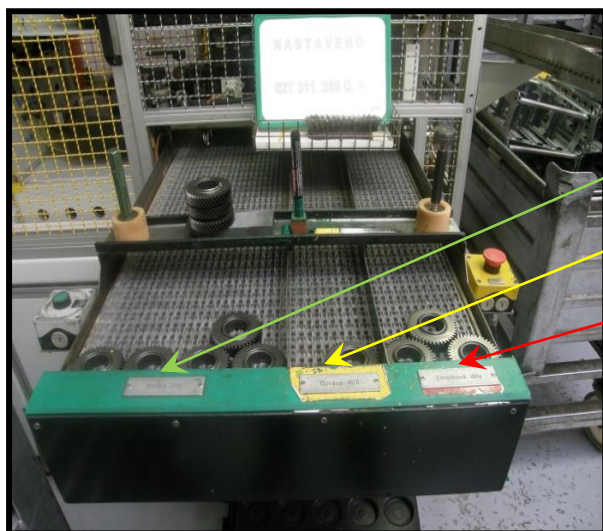
Při této zkoušce se vyhodnocuje vyváženost kola. Obsluha při odvalování kola zaznamenává nepřiměřenou hlučnost. Tato hlučnost může být způsobena nečistotou nebo šrámy. Pokud je zkouška vyhodnocena jako nevyhovující, jsou tato ozubená kola označena a vyřazena jako nevyhovující díly. V případě kladného vyhodnocení následuje vzhledová kontrola.

Při vzhledové kontrole se kontrolují části ozubených kol, které nejsou podrobené odvalovací kontrole - čela ozubených kol a vnitřní drážkování.



Po této kontrole jsou kola uložena do čisté palety a jsou odvezena na montáž převodovky MQ 200.

Na obrázku č. 12 je zachyceno řešení vyhodnocení zkoušky odvalováním. Ozubenému kolu je po skončení zkoušky přiřazen status níže zvýrazněný status.

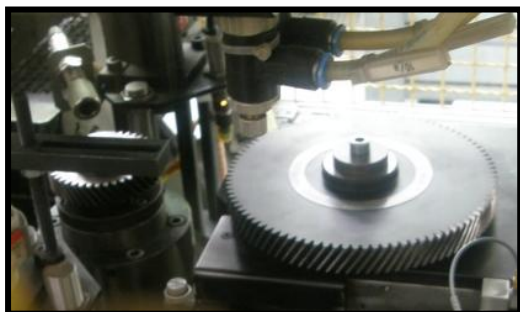


Dobrý kus - zelená barva

Neshodný díl - opravitelný - žlutá barva

Neshodný díl - zmetek - červená barva

Obr. 12 Vyhodnocení zkoušky odvalováním na stroji CM-Digit



*Obr. 13 Kolo připravené ke kontrole odvalováním
(3. rychlost)*

Na obrázku č. 13 je potom fotograficky zaznamenáno ozubené kolo připravené ke kontrole odvalováním.



*Obr. 14 Kontrolované ozubené kolo
(3. rychlost)*

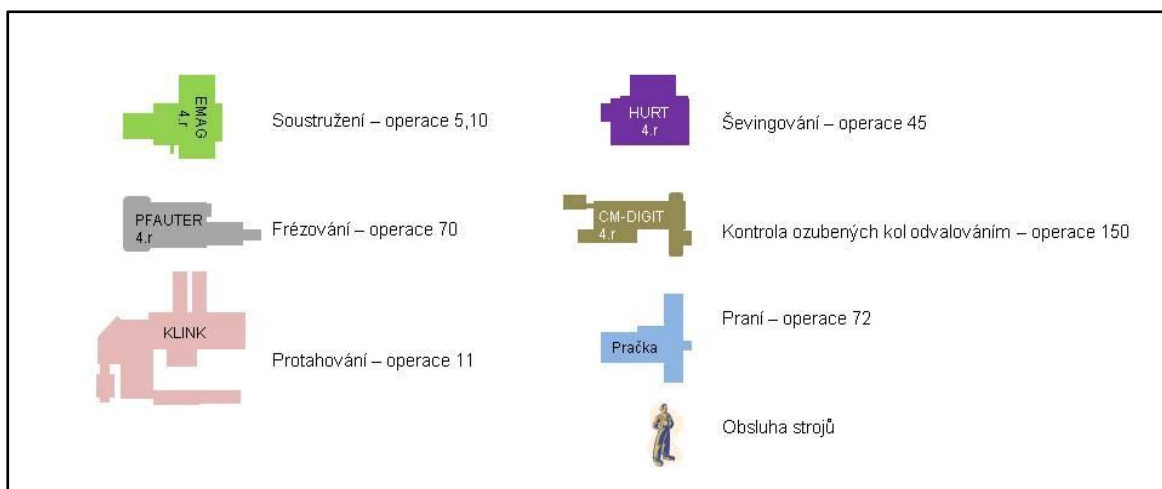
Obrázek č. 18 je zachycuje pohled na ozubené kolo během kontroly odvalováním.



2.1.8 Stávající rozvržení pracoviště pro výrobu ozubených kol 3-5 rychlosti převodovky MQ 200 v Škoda Auto a.s., závod Mladá Boleslav

Stávající rozmístění strojů na pracovišti pro výrobu ozubených kol je znázorněno na layoutu pracoviště obr. 16. Legenda k tomuto layoutu je zprůhledněna do obrázku 15.

Pohyb materiálu po pracovišti je znázorněn na layoutu č. 17.



Obr. 15 Legenda k Layoutu na obr. 16

Layout je plán pracoviště, kde je znázorněno rozložení strojů a jejich příslušenství, manipulační prostory, komunikace a dopravníky. Na těchto plánech je vyznačena i obsluha příslušných pracovišť, týmové prostory a manipulační technika - jeřáb, vysokozdvizný vozík.

Na pracovišti pro výrobu ozubených kol 3-5 rychlosti je soustředěno celkem 19 strojů. Pracuje zde celkem 8 výrobních dělníků na pozici strojní obsluhy.

Rozčlenění strojní obsluhy:

- tří-strojová obsluha - 4 výrobní dělníci,
- dvou-strojová obsluha - 3 výrobní dělníci,
- jedno-strojová obsluha - 1 výrobní dělník.



Layout č. 21 zobrazuje pohyb materiálu po pracovišti. Vstupní materiál v podobě výkovků je dopraven na jednotlivá pracoviště pro operace 5 +10. Tato pracoviště jsou na layoutu znázorněna modrými rámečky s popisem 1. Operace.

Po provedení operací 5+10 je materiál přepraven na operaci 45 - frézování. Frézky jsou vyznačeny žlutým rámečkem. Stroje pro ozubená kola 3. a 4. rychlosti jsou umístěny v horní části layoutu. Frézka pro kolo 5. rychlosti je soustředěna vedle soustruhů EMAG pro kolo 5. rychlosti.

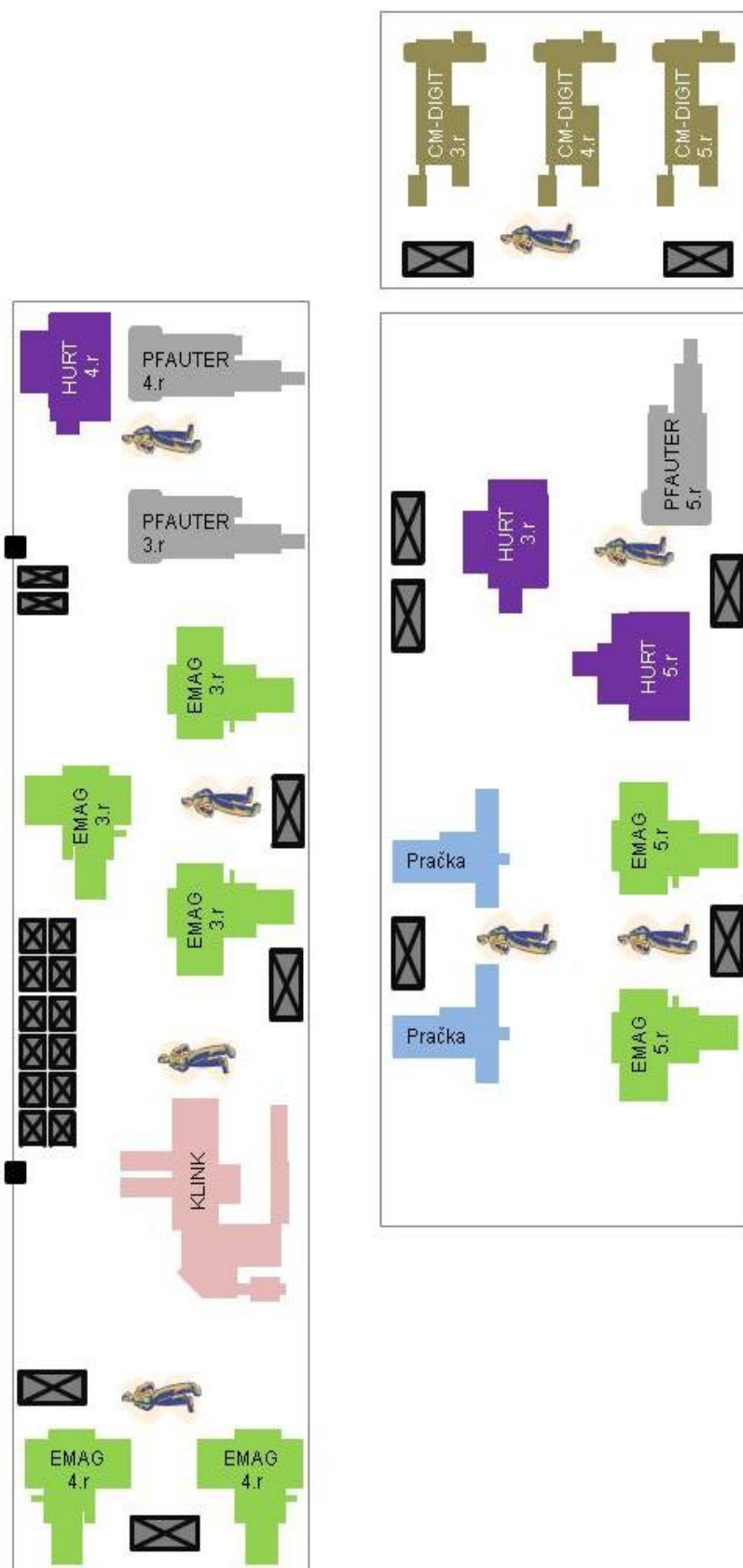
Společný stroj pro operaci 11 - protahování, je umístěn v levé části layoutu a je znázorněn oranžovým rámečkem. Po provedení této operace následuje praní. Obě pračky jsou umístěny na layoutu vertikálně přes komunikaci pod strojem KLINK a jsou zvýrazněny červeným rámečkem.

Operace č. 70, ševingování, je zvýrazněna fialovými rámečky.

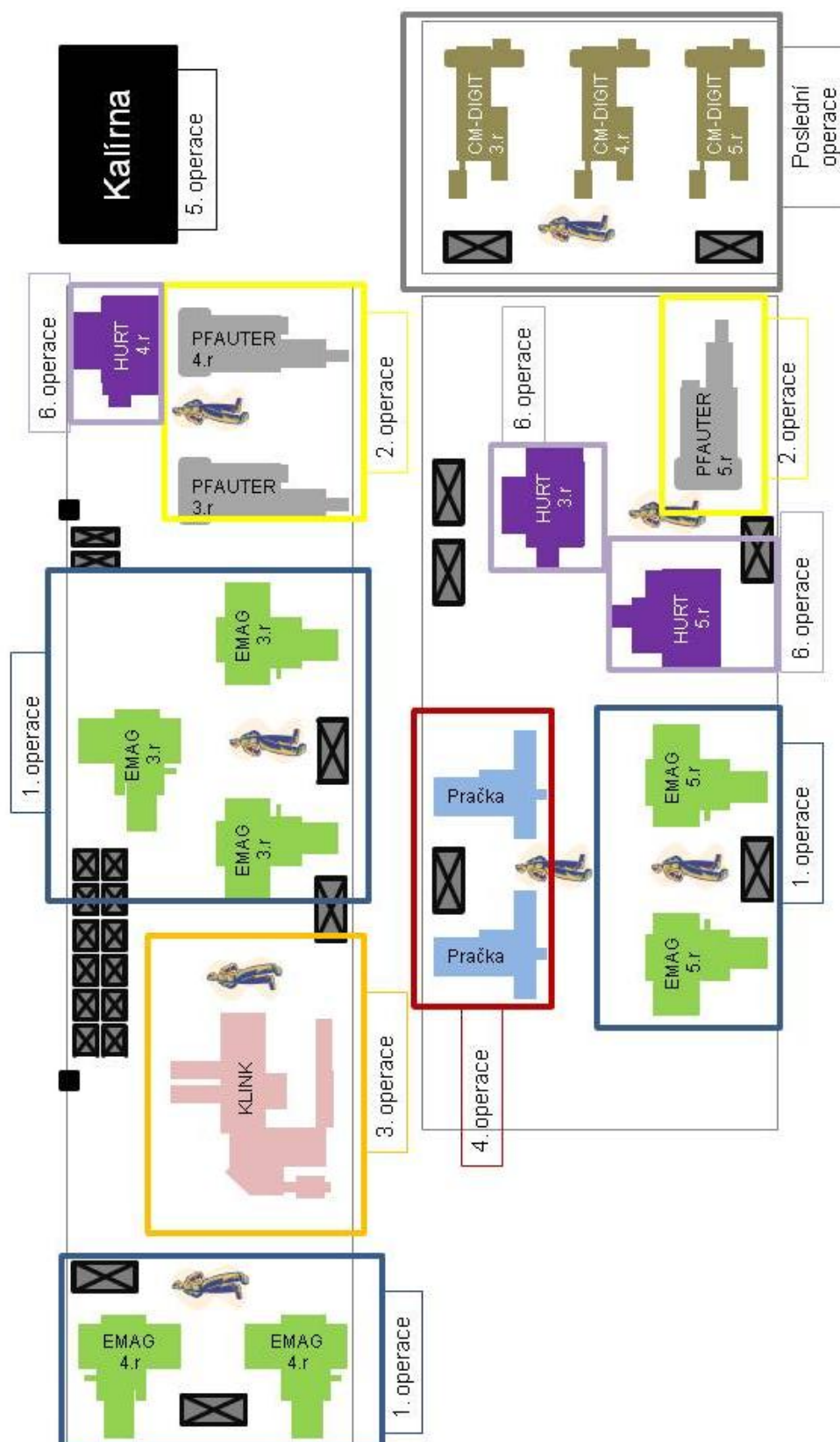
Operace kalení je na layoutu umístěna mimo vyznačené pracoviště (v pravém horním rohu layoutu), protože operace pro chemicko-tepelné zpracování je umístěna v jiné hale. Na layoutu je tato operace zvýrazněna černým rámečkem s popisem operace.

Kontrolní operace č. 150 je na layoutu soustředěna do levého dolního rohu a stroje jsou zvýrazněny šedým rámečkem.

Propojením trajektorií toku materiálu pracovištěm je patrné, že rozmístění strojů není zcela efektivní.



Obr. 16 Layout pracoviště na výrobu ozubených kol 3-5 rychlosti převodovky MQ 200



Obr. 17 Pohyb materiálu po pracovišti



3 Experimentální část

Část experimentální je zaměřena na vyhodnocení dat získaných měření. Dále je věnována jednotlivým návrhům nových řešení, jejich vzájemnému porovnání a vyhodnocení přínosů aplikovaného návrhu.

3.1 Metodika měření

Ve Škoda Auto a.s. se vyhodnocováním vytížení strojů, vytížením strojní obsluhy a montážních dělníků zabývá útvar VSI - Průmyslové inženýrství. Metodika získávání vstupních hodnot byla v případě řešení této bakalářské práce s tímto odborným útvarem konzultována.

3.1.1 Měření časových hodnot, rozčlenění časů

Jednotlivé dílčí časy byly měřeny pomocí kalibrovaného elektronického měřidla na odměřování časových intervalů = stopky zn. Spokey Asomar. Toto měřidlo disponuje pamětí na 10 mezičasů s maximální chybou $\pm 0,01s$.

Bylo provedeno celkem 10 měření pro každé pracoviště, resp. každého pracovníka. Měření probíhalo ve třech směnách (ranní, odpolední, noční). V každé směně pracuje celkem 8 pracovníků NS 2143. To znamená, že pro jednu směnu proběhlo 80 měření. Pro lepší zpřehlednění a orientaci v tabulkách a grafech byly směny pracovně označeny jako A – ranní směna, B – odpolední směna, C – noční směna.

Pro měření byla použita metoda výběrové chronometráže, jejímž předmětem není celá operace, ale pouze některé opakující se úkony. Pozorovatel zaznamenává jen průběžný čas začátku a ukončení vybraných úkonů. Jednotlivé naměřené hodnoty byly zapisovány do připravených formulářů, tzv. Pozorovacího listu pro chronometráž. (viz Příloha 5) Tento pozorovací list byl upraven tak, aby vyhovoval náměrům pro pracoviště NS 2143. Vytížení strojní obsluhy bylo nejprve sledováno v intervalu 1 směny, tj. po dobu 7,5 hodin. Poté byl stanoven interval pro měření v délce 3 hodin, tj. 180 minut. Sledován byl pohyb pracovníka po pracovišti, včetně manipulace, měření a čekání.



Časy byly rozčleněny na:

- produktivní časy – manipulace, kontrola rozměrů,
- neproduktivní časy – čekání, pohyb obsluhy.

Manipulace

Manipulace je čas, kdy strojní obsluha nakládá materiál do zásobníku, vykládá materiál ze stroje do palet, seřizuje stroj. Je to čas, který přidává výrobku hodnotu (není hodnocen jako plýtvání). Manipulace je řazena mezi produktivní časy.

Kontrola rozměrů

Mezi produktivní časy je řazena i kontrola rozměrů. Je to čas, který je nutný pro udržení kvality výrobku. Četnost kontrolních operací je předepsána dle KPO (KPO - Kontrolní plán operací - viz Příloha 6).

Čekání

Čekáním je myšlena doba, kdy obsluha stroje čeká na vyprázdnění zásobníku. Je to čas, který je řazen mezi neproduktivní, protože výrobku nepřidává žádnou hodnotu. Jsou to veškeré činnosti, které přímo či nepřímo zbytečně spotřebovávají zdroje [16].

Pohyb obsluhy

Pohyb obsluhy je řazen mezi neproduktivní časy. V případě, že obsluha obsluhuje více jak jeden stroj, je její pohyb po pracovišti nutný, v opačném případě, je nutné tento čas eliminovat.

3.1.2 Vyhodnocení naměřených hodnot

V této kapitole je pozornost věnována vyhodnocení naměřených hodnot dle metodiky měření uvedené v kapitole 3.1.1. Vyhodnoceny zde byly hodnoty naměřené jako vstupní - tedy hodnoty před zavedením změn.

Pro objektivní vyhodnocení naměřených hodnot bylo použito následujících matematických veličin: aritmetický průměr (3.1), rozptyl (3.2), výběrová směrodatná odchylka (3.3) a statistický interval spolehlivosti (3.4)



Aritmetický průměr vyjadřuje průměrnou hodnotu všech naměřených hodnot.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3.1)$$

Pomocí rozptylu a směrodatné odchylky lze určit, jak daleko se nachází hodnota naměřená od hodnoty průměrné.

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (3.2)$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} \quad (3.3)$$

Statistický interval spolehlivosti je potom intervalem, který určuje, v jakém intervalu bude střední hodnota výsledků dalšího měření s předpokládanou pravděpodobností umístěna.

$$\bar{x}_{\max} = \bar{x} \pm t_{\alpha, n-1} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}} \quad (3.4)$$

Celkem bylo naměřeno 320 hodnot pro 1 směnu, tj. 960 hodnot pro 3 směny. Tyto hodnoty byly použity jako vstupní a byly zpřehledněny do tabulky 3.1.1

V tabulce 3.1.1 jsou produktivní časy znázorněny zeleně a neproduktivní červeně. Ke každé strojní obsluze jsou v tabulce uvedeny hodnoty v této posloupnosti: aritmetický průměr, výběrová směrodatná odchylka, statistický interval spolehlivosti.

K výpočtu jednotlivých statistických veličin, zpracování tabulek a grafických výstupů byl použit program MS Excel 2007.

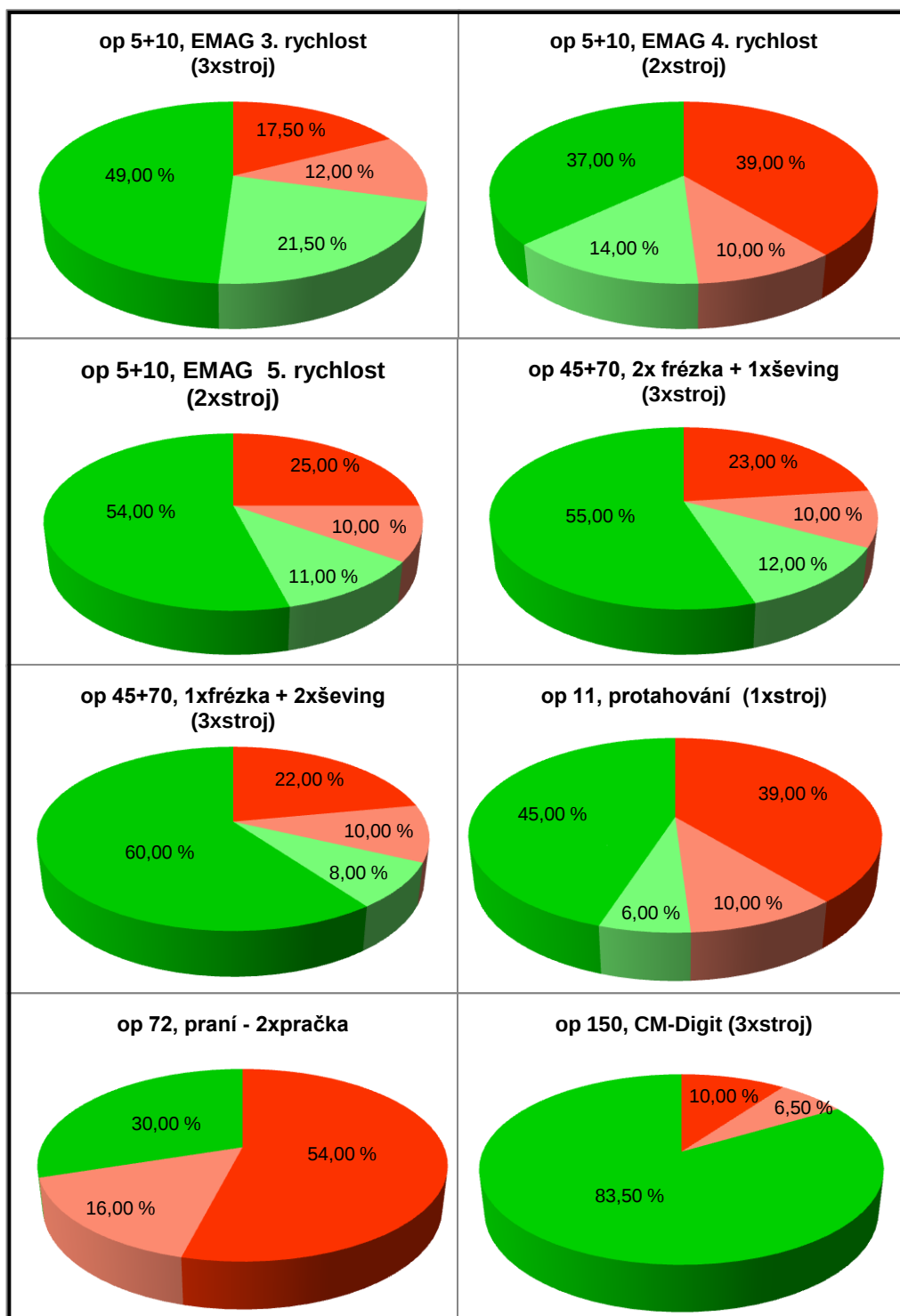
Tabulka 3.1.1 znázorňuje, jak jsou jednotlivé strojní obsluhy zatíženy časy produktivními i neproduktivními. Členění časů bylo blíže specifikováno v kapitole 3.1.1. Během měření dílčích časů byly naměřeny i velké výchyly způsobeny poruchou stroje, tyto výchyly nejsou do výpočtů zahrnuty. Pro řešení bylo provedeno nové měření, které nebylo již ovlivněno poruchou stroje.



Strojní obsluha směna A	Statistické veličiny	Neproduktivní časy		Produktivní časy	
		Čekání [min]	Pohyb obsluhy [min]	Kontrola rozměrů [min]	Manipulace [min]
op 5+10, EMAG 3. rychlost (3xstroj)	$\bar{x}$	31,50	21,60	38,70	88,20
	σ	0,97	0,52	0,96	1,52
	$\bar{x}_{\max}$	$\pm 0,60$	$\pm 0,33$	$\pm 0,59$	$\pm 0,94$
op 5+10, EMAG 4. rychlost (2xstroj)	$\bar{x}$	70,20	18,00	25,20	66,60
	σ	1,15	1,48	1,35	1,01
	$\bar{x}_{\max}$	$\pm 0,71$	$\pm 0,92$	$\pm 0,84$	$\pm 0,63$
op 5+10, EMAG 5. rychlost (2xstroj)	$\bar{x}$	45,00	18,00	19,80	97,20
	σ	0,47	1,08	1,84	1,43
	$\bar{x}_{\max}$	$\pm 0,29$	$\pm 0,67$	$\pm 1,14$	$\pm 0,89$
op 45+70, 2x frézka + 1xševing (3xstroj)	$\bar{x}$	41,40	18,00	21,60	99,00
	σ	0,80	1,13	0,99	0,75
	$\bar{x}_{\max}$	$\pm 0,50$	$\pm 0,70$	$\pm 0,62$	$\pm 0,46$
op 45+70, 1xfrézka + 2xševing (3xstroj)	$\bar{x}$	39,60	18,00	14,40	108,00
	σ	1,36	1,04	0,96	1,94
	$\bar{x}_{\max}$	$\pm 0,84$	$\pm 0,64$	$\pm 0,60$	$\pm 1,20$
op 11, protahování (1xstroj)	$\bar{x}$	70,20	18,00	10,80	81,00
	σ	1,14	1,21	1,02	0,81
	$\bar{x}_{\max}$	$\pm 0,71$	$\pm 0,75$	$\pm 0,63$	$\pm 0,50$
op 72, praní - 2xpřačka	$\bar{x}$	97,20	28,80	0,00	54,00
	σ	1,51	5,02	0,00	4,63
	$\bar{x}_{\max}$	$\pm 0,94$	$\pm 3,11$	-	$\pm 2,87$
op 150, CM-Digit (3xstroj)	$\bar{x}$	18,00	11,70	0,00	150,30
	σ	1,34	0,53	0,00	0,71
	$\bar{x}_{\max}$	$\pm 0,83$	$\pm 0,53$	-	$\pm 0,52$

Tabulka 3.1.1: Naměřené průměrné hodnoty v procentuelním vyjádření pro směnu A

Pro grafické vyjádření hodnot uvedených v tabulce 3.1.1 bylo použito výsečových grafů pro jednotlivé strojní obsluhy. Grafy znázorňují procentuelní rozčlenění dílčích časů zjištěných měření.



■ Manipulace
■ Kontrola rozměrů
■ Pohyb obsluhy
■ Čekání

Graf 1: Vytížení strojní obsluhy NS 2143 - směna A



Z grafu 1 je zřejmé, že nejvíce neproduktivních časů bylo naměřeno u operace č. 72 - praní. Tato hodnota zaujímá celkem 54% z celkové doby měření. Další operací zatíženou neproduktivními časy je operace č. 5+10 - soustružení pro kolo 4. rychlosti.

Naopak nejvíce vytíženou výrobní operací, resp. strojní obsluhou, je obsluha operace č. 150 - kontrola odvalování. Tato strojní obsluha pracuje se třemi stroji značky CM-Digit.

Úkolem bakalářské práce bude zvýšit produktivitu u pracovišť se strojní obsluhou zatíženou více jak 30% neproduktivním časem - čekání.

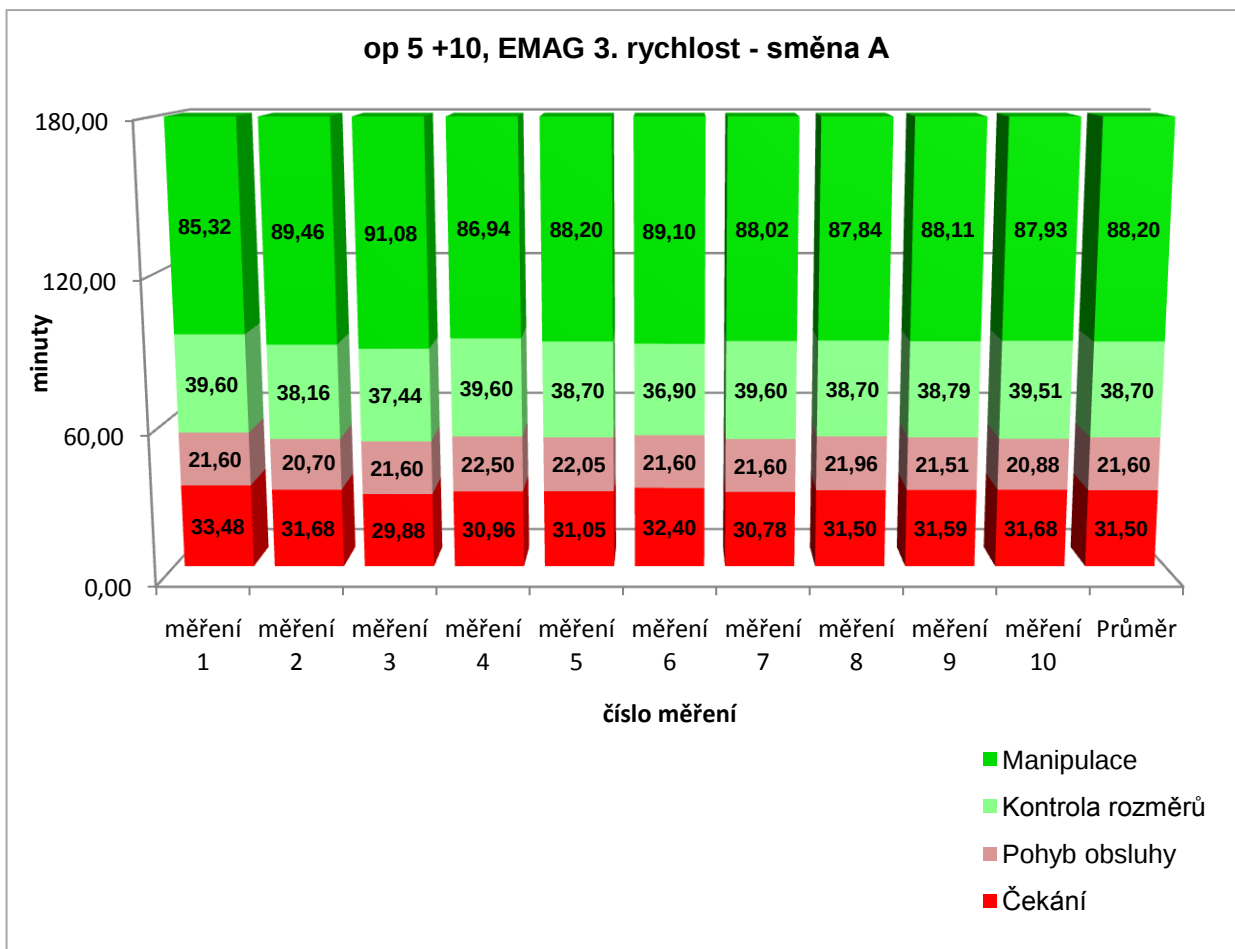
V tabulce 3.1.2 je kompletní přehled naměřených časů pro strojní obsluhy pro operaci číslo 5+10 (kolo 3. rychlosti), směna A. Hodnoty v tabulce jsou uvedeny v minutovém a procentuelním vyjádření.

Operace směna A	min				%			
op 5+10, EMAG 3. rychlost (3xstroj)	Čekání	Pohyb obsluhy	Kontrola rozměrů	Manipu- lace	Čekání	Pohyb obsluhy	Kontrola rozměrů	Manipu- lace
měření 1	33,48	21,60	39,60	85,32	18,60	12,00	33,48	21,60
měření 2	31,68	20,70	38,16	89,46	17,60	11,50	31,68	20,70
měření 3	29,88	21,60	37,44	91,08	16,60	12,00	29,88	21,60
měření 4	30,96	22,50	39,60	86,94	17,20	12,50	30,96	22,50
měření 5	31,05	22,05	38,70	88,20	17,25	12,25	31,05	22,05
měření 6	32,40	21,60	36,90	89,10	18,00	12,00	32,40	21,60
měření 7	30,78	21,60	39,60	88,02	17,10	12,00	30,78	21,60
měření 8	31,50	21,96	38,70	87,84	17,50	12,20	31,50	21,96
měření 9	31,59	21,51	38,79	88,11	17,55	11,95	31,59	21,51
měření 10	31,68	20,88	39,51	87,93	17,60	11,60	31,68	20,88
Průměr	31,50	21,60	38,70	88,20	17,50	12,00	31,50	21,60

*Tabulka 3.1.2 Přehled naměřených časů pro strojní obsluhu operace 5+10
(3 rychlost) – směna A*

Do tabulky 3.1.2 byly zpřehledněny naměřené hodnoty pracoviště pro operace 5+10, kola 3. rychlosti. Nejvyšší hodnota pro neproduktivní čas čekání byla naměřena při náměru č. 1 (33, 48 min.), oproti tomu nejnižší hodnota byla naměřena při náměru č. 3 (29, 88 min.). Hodnoty z tabulky 3.1.2 jsou zpřehledněny do sloupcového grafu č. 2.

Kompletní přehled všech naměřených hodnot pro všechna pracoviště a všechny směny je v příloze č. 1 - Databáze naměřených hodnot.



Graf 2: Vytížení strojní obsluhy operace 5+10 pro kolo 3. rychlosti – směna A

Z grafu 2 je zřejmé, že nejvyšší hodnota pro manipulaci byla zjištěna při měření číslo 3. Tato hodnota je rovna 91,08 minutám, v procentuelním vyjádření je to 50,6% celkové doby měření. Další informací vyplývající z grafu 2 je, že pro operace 5+10 (soustružení, kolo 3. rychlosti) jsou průměrné hodnoty neproduktivních časů rovny 53,1 min. a pro produktivní časy 127,2 min. z celkové doby měření 180 min.



4 Vlastní řešení

Kapitola vlastní řešení je věnována návrhům nových řešení pro zvýšení produktivity výroby ozubených kol 3-5 rychlosti převodovky MQ 200 v Škoda Auto a.s., závod a.s. Mladá Boleslav. Tato řešení jsou v dané kapitole podrobně popsána a zhodnocena.

4.1 Shrnutí zjištění ke stávajícímu stavu výroby ozubených kol 3-5 rychlosti převodovky MQ 200 v Škoda Auto a.s., závod Mladá Boleslav

Z layoutu pracoviště na layoutu 16 je patrné, že uspořádání pracoviště není zcela ideálně řešené. Nedostatkem lze označit tok materiálu výrobním pracovištěm (obr.17). Z obrázku č.17 je zřejmé, že obrobky jsou během výroby přemísťovány přes celé výrobní pracoviště.

Pozornost bude zaměřena na rozložení strojů ve výrobním středisku. Sloučením skupin různorodých strojů na pracoviště se stejným typem strojů bude docíleno toho, že strojní obsluha bude na strojích provádět pouze jednu operaci.

Z pohledu rozdělení měřených časů (graf 1) je zřejmé, že nejefektivněji uspořádané pracoviště je pracoviště pro kontrolu odvalování na strojích DM-Digit.

Z grafu 1 je názorně vidět, že neproduktivní časy zatěžují nejvíce operace 72, 11 a 5+10 pro kolo 4. rychlosti.

4.2 Návrh řešení

Tato kapitola bude věnována návrhům nových řešení. Budou zde popsány a podrobně rozebrány jednotlivé návrhy. Jednotlivé návrhy budou představeny, popsány a vyhodnoceny. Veškeré navržené změny jsou v bakalářské práci značeny pořadovými čísly 01 - X. Veškeré změny pracovišť jsou zaznamenány do layoutů jako původní stav a nový stav.



4.2.1 Návrh na zlepšení číslo 01

Návrh na zlepšení číslo 1 vychází z layoutu na obr. 16, na kterém je znázorněno rozložení strojů po pracovišti. Pro práci se stroji, které jsou použity pro výrobu ozubených kol 3-5 rychlosti převodovky MQ 200 je nutné, aby strojní obsluha byla speciálně proškolená pro práci s těmito stroji. Z tohoto důvodu, se první návrh zabývá sjednocením strojů provádějící jednu operaci, v jedno pracoviště.

4.2.1.1 Popis nového návrhu na zlepšení číslo 01

Z obrázku 16, kde je zaznamenán stav před zavedením změn je vidět, že na výrobním pracovišti výroby ozubených kol 3-5 rychlosti převodovky MQ 200, jsou 2 pracoviště s různorodými stroji. Jedná se o pracoviště provádějící operace 45+70 (ševingování, frézování) Na obrázku 22 jsou tato dvě pracoviště znázorněna červeným kolečkem.

Bylo navrženo zaměnit vzájemně stroje:

- ševingovací stroj - HURT,
- odvalovací frézka - PFAUTER.

Touto záměnou strojů bylo docíleno vzniku pracovišť o 3 strojích, pracujících na stejné operaci.

Postupy strojní obsluhy před záměnou strojů:

Pro operaci číslo 45 +70, 1x frézka + 2x ševingovací stroj:

Strojní obsluha naloží zásobník stroje 1 (frézka) naložení zásobníku stroje 1 (frézka), následuje přesun ke stroji 2. U stroje 2 strojní obsluha naloží zásobník stroje 2 (ševingovací stroj). Po naložení zásobníku strojní obsluha přejde ke stroji 3 (ševingovací stroj). Opět je zde naložen zásobník stroje. Po naložení zásobníků strojní obsluha postupně odebírá hotové díly z dopravníků stojů 1-3. Na hotových dílech strojní obsluha provádí kontrolu rozměrů předepsaných dle KPO (kontrolní plán operací) pro operace frézování a ševingování.



Pro operaci číslo 45 +70, 2x frézka + 1x ševingovací stroj:

Strojní obsluha naloží zásobník stroje 1 (ševingovací stroj), následuje přesun ke stroji 2 (frézka) a naložení zásobníku tohoto stroje. Strojní obsluha po naložení zásobníku stroje 2 přejde ke stroji 3 (frézka) a naloží zásobník tohoto stroje. Po naložení všech zásobníků, které dopravují materiál do strojů, strojní obsluha ze strojů odebírá hotové díly. Na těchto dílech provádí v předepsaném intervalu dle KPO kontrolu rozměrů.

Postupy strojní obsluhy po záměně strojů:

Pro operaci číslo 45, 3x odvalovací frézka:

Strojní obsluha naloží postupně zásobníky strojů 1, 2 a 3 (frézka), mezi kterými přechází. po naložení zásobníků strojní obsluha odebírá již hotové kusy ze strojů. Na těchto hotových kusech provádí strojní obsluha kontrolu rozměrů dle KPO pro operaci frézování.

Pro operaci číslo 70, 3x ševingovací stroj:

Postup pro tuto operaci je analogický jako u předchozího případu, který byl popsán pro 3 stroje operace frézování. Toto upravené pracoviště oproti pracovišti vybavenými 3mi odvalovacími frézky disponuje 3mi ševingovacími stroji.

4.2.1.2 Hodnocení návrhu na zlepšení číslo 01

Sjednocením pracovišť pro operaci ševingování a operaci frézování, bylo docíleno zjednodušení práce tím, že strojní obsluha pracuje pouze s jedním typem strojů a na jedné operaci. Uspořádáním pracovišť byl získán i větší prostor pro upravení manipulačních prostor u pracoviště se ševingovacími stroji.

Původní naměřené hodnoty jsou zpřehledněny do tabulky 4.2.1. Pracoviště, na kterých byla provedena změna, jsou zvýrazněna červenou barvou. Nově naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 4.2.2. Stroje, které byly přesunuty jsou zvýrazněny zelenou barvou.



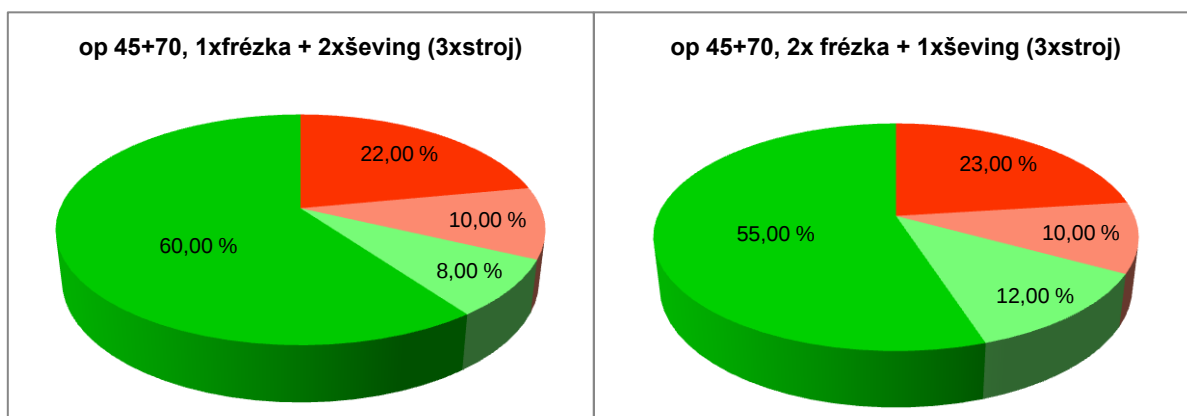
Obsluha / naměřené hodnoty [%]	Neproduktivní časy		Produktivní časy	
	Čekání	Pohyb obsluhy	Kontrola rozměrů	Manipulace
op 5+10, EMAG 3. rychlost (3xstroj)	17,50	12,00	21,50	49,00
op 5+10, EMAG 4. rychlost (2xstroj)	39,00	10,00	14,00	37,00
op 5+10, EMAG 5. rychlost (2xstroj)	25,00	10,00	11,00	54,00
op 45+70, 2x frézka + 1xševing (3xstroj)	23,00	10,00	12,00	55,00
op 45+70, 1xfrézka + 2xševing (3xstroj)	22,00	10,00	8,00	60,00
op 11, protahování (1xstroj)	39,00	10,00	6,00	45,00
op 72, praní - 2xpřačka	54,00	16,00	0,00	30,00
op 150, CM-Digit (3xstroj)	10,00	6,50	0,00	83,50

Tabulka 4.2.1: Vytížení strojní obsluhy operace 45+70 před zavedením změny – směna A

Obsluha / naměřené hodnoty [%]	Neproduktivní časy		Produktivní časy	
	Čekání	Pohyb obsluhy	Kontrola rozměrů	Manipulace
op 5+10, EMAG 3. rychlost (3xstroj)	17,50	12,00	21,50	49,00
op 5+10, EMAG 4.+5. rychlost (4xstroj)	6,00	10,00	25,00	59,00
op 45 frézování (3xstroj)	20,00	10,00	15,00	55,00
op 70+72 - ševingování (3xstroj)+praní	6,00	16,00	8,00	70,00
op 11+72, protahování (1xstroj)+praní	10,00	16,00	8,00	66,00
op 150, CM-Digit (3xstroj)	10,00	6,50	0,00	83,50

Tabulka 4.2.2: Vytížení strojní obsluhy operace 45+70 po zavedení změny – směna A

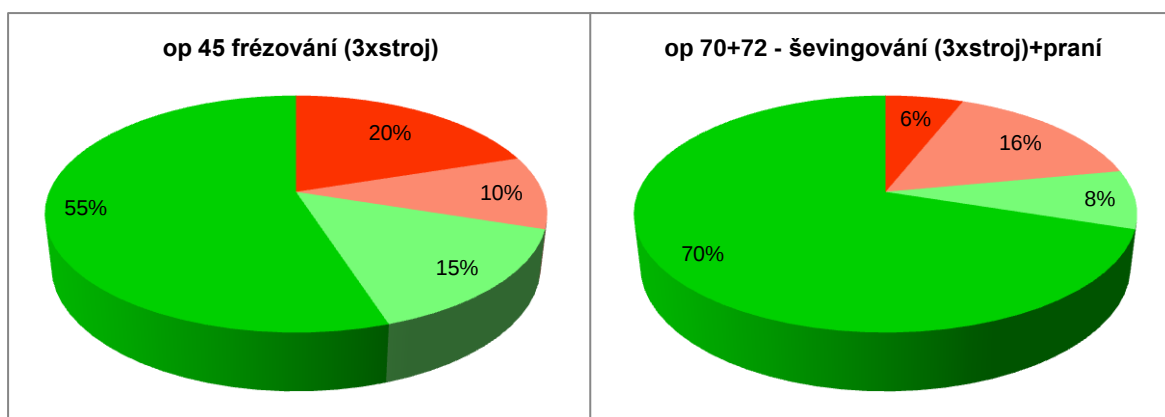
Hodnoty z tabulek jsou zpřehledněny do grafu 2, grafu 3 a grafu 4.



Graf 3: Vytížení strojní obsluhy operace 45+70 před zavedením změny – směna A

Legenda k uvedeným grafům:

- Manipulace
- Kontrola rozměrů
- Pohyb obsluhy
- Čekání



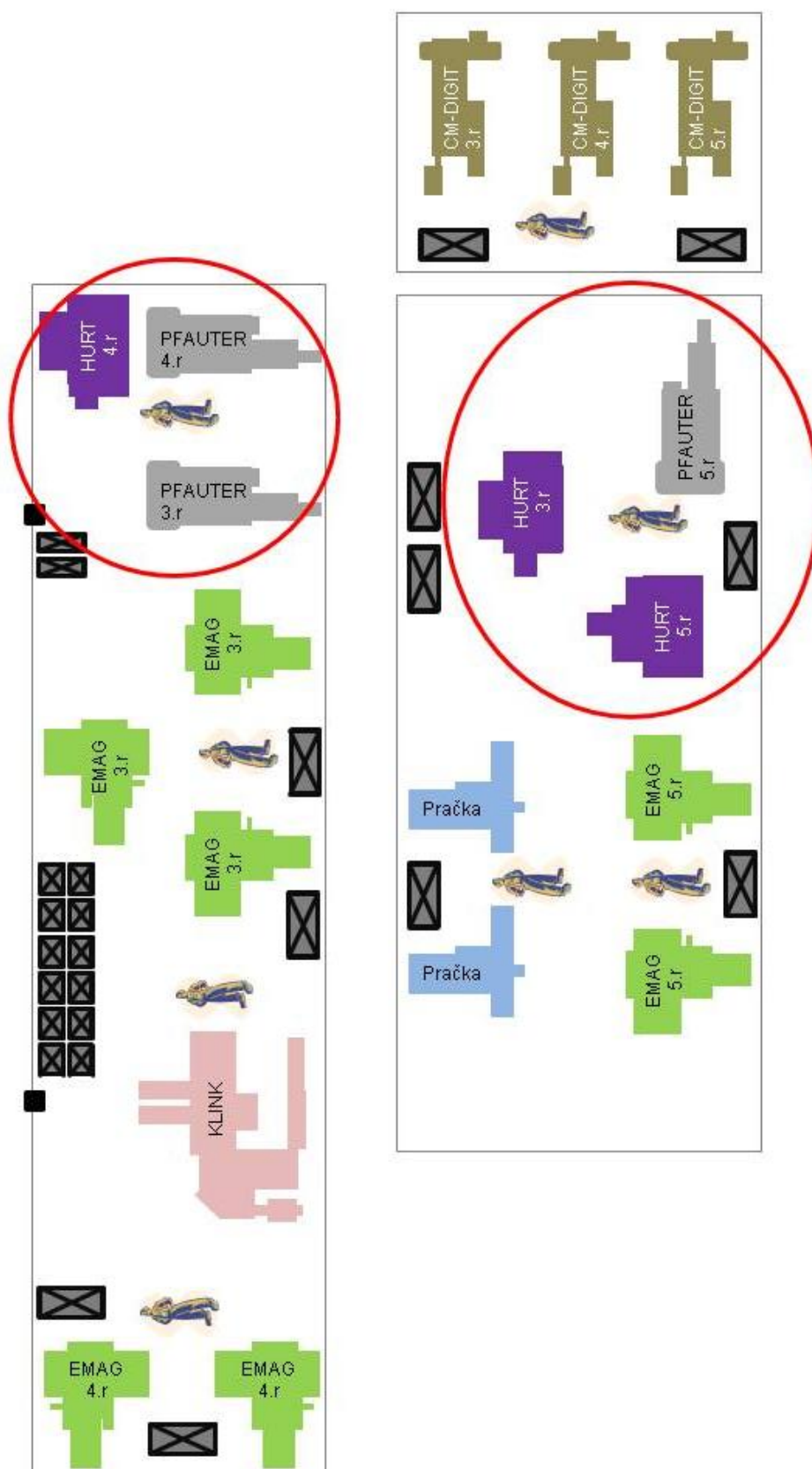
*Graf 4: Vytížení strojní obsluhy
operace 45 po zavedení změny
– směna A*

*Graf 5: Vytížení strojní obsluhy
operace 70 po zavedení změny
– směna A*

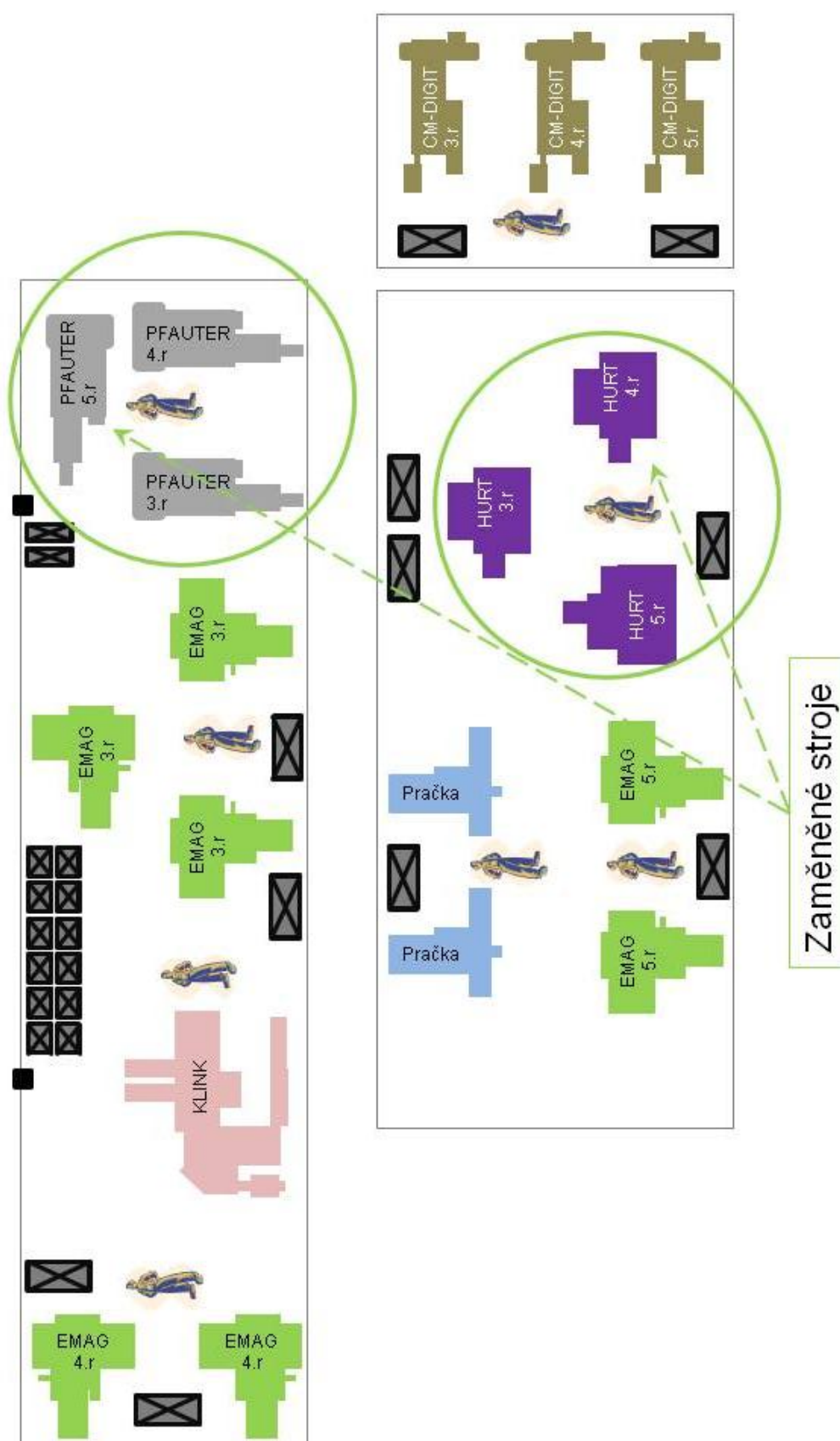
Z porovnání grafů 3, 4 a 5 je patrné, že sloučením pracovišť pro operaci 45 - frézování a pro operaci 70 - ševingování, došlo ke značenému snížení neproduktivních časů. Při původním rozložení strojů byly pro obě pracoviště naměřeny hodnoty pro produktivní časy ve výši 68% a 67% (viz. graf 3). Hodnoty pro čas čekání byly pracoviště 22% a 20% (viz. graf 3). Po zavedení změn došlo ke snížení doby čekání na 20% a 6% a zvýšení produktivních časů na 70% a 78%. Z grafu 4 je potom zřejmé, že menší snížení manipulačního času bylo na úkor zvýšení času potřebného pro kontrolu rozměrů. Tento čas je potřebný k udržení požadované kvality výrobků. Z grafu 5 je patrné, že přesunem strojů došlo k nepatrnému zvýšení času pro pohyb strojní obsluhy mezi stroji.

Úpravou pracovišť se zároveň docílilo i úspor na kvalifikaci strojní obsluhy, protože nyní strojní obsluha vykonává pouze jednu operaci.

Stav před změnou je znázorněn na layoutu (obr.18), pracoviště jsou zvýrazněna červenými kroužky. Stav po zavedení změny je vyobrazen na layoutu (obr. 19). Jednotlivá pracoviště jsou zvýrazněna zelenými rámečky a přemístěné stroje jsou znázorněny šipkou s popiskem.



Obr.18: Stav před záměnou strojů HURT / PFAUTER



Obr.19: Stav po záměně strojů HURT / PFAUTER



4.2.2 Návrh na zlepšení číslo 02

Z hodnocení celkového grafu č. 1, je zřejmé, že nejslabším místem celé výroby ozubených kol 3-5 rychlosti převodovky MQ 200 je operace číslo 72 - praní. Strojní obsluha této operace je nejvíce zatížena neproduktivním časem - čekání.

Návrh na zlepšení č. 2 se tedy zabývá eliminováním tohoto neproduktivního času u operace č. 72 (praní).

4.2.2.1 Popis nového návrhu na zlepšení číslo 02

Strojní obsluha dvou praček je zatížena 54% neproduktivním časem - čekání. Z tohoto důvodu bylo rozhodnuto tyto dva stroje sloučit s jiným pracovištěm. Z prostorových důvodů byla jedna pračka přiřazena k pracovišti obsluhující 3 ševingovací stroje značky HURT a druhá pračka byla přesunuta k protahovacímu stroji KLINK.

Původní umístění strojů pro operaci praní je znázorněno na obrázku 19, nové umístění je znázorněno na obrázku 20.

Postupy strojní obsluhy před změnou skladby strojů na pracovišti:

Pro operaci číslo 11, 1x protahovací stroj:

Strojní obsluha naloží zásobník stroje 1 (protahovací stroj). Dále postupně odebírá hotové díly z dopravníku stroje 1. Na těchto hotových dílech je prováděna kontrola rozměrů dle KPO pro operace protahování.

Pro operaci číslo 72, 2x stroj pro operaci praní

Strojní obsluha připraví jednu várku (4 schránky) pro operaci praní pro stroj 1 (stroj pro operaci praní). Tuto várku naloží na zásobník stroje, přesune se ke stroji 2 (stroj pro operaci praní) připraví várku pro stroj číslo 2. Naloží zásobník stroje 2 pro operaci praní. Strojní obsluha postupně odebírá schránky z dopravníku po ukončení cyklu praní a to chronologicky ze stroje 1 a poté ze stroje 2.



Pro operaci číslo 70, 3x ševingovací stroj:

Strojní obsluha naloží zásobník stroje 1 (ševingovací stroj). Následuje přesun ke stroji 2 (ševingovací stroj), naložení zásobníku tohoto stroje a přesun ke stroji 3 (ševingovací stroj). Strojní obsluha naloží i zásobník tohoto stroje a postupně odebírá hotové díly z dopravníků strojů 1-3. Dál je na hotových dílech prováděna kontrola rozměrů dle KPO pro operaci ševingování.

Postupy strojní obsluhy po záměně skladby strojů na pracovišti:

Pro operaci číslo 11 + 72 – 1x protahovací stroj, 1x stroj pro operaci praní:

Strojní obsluha naloží zásobník stroje 1 (protahovací stroj), přesune se ke stroji 2 (pračka) a připraví jednu várku pro operaci praní. Tato várka je tvořena ze 4 schránek. Postupně odebírá hotové díly z dopravníku stroje 1 a také odebírá schránky z dopravníku stroje pro operaci praní po skončení pracovního cyklu tohoto stroje. Na hotových dílech je prováděna kontrola rozměrů dle KPO pro operaci protahování.

Pro operaci číslo 70 + 72 – 3x ševingovací stroj, 1x stroj pro operaci praní:

Strojní obsluha naloží zásobník stroje 1 (ševingovací stroj), přesune se ke stroji 2 (ševingovací stroj). Naloží zásobník stroje 2 a přesune se ke stroji 3 (ševingovací stroj), kde naplní zásobník tohoto stroje. Následuje přesun ke stroji 4 (stroj pro operaci praní), připraví jednu várku pro operaci praní (4 schránky), naloží zásobník stroje 4. Strojní obsluha postupně odebírá hotové díly z dopravníků strojů a schránky po ukončené operaci praní. Na hotových dílech se provádí kontrola rozměrů předepsaných dle KPO pro operaci ševingování.

4.2.2.2 Hodnocení návrhu na zlepšení číslo 02

Naměřené hodnoty před zavedením změny jsou zpřehledněny do tabulky 4.2.3. Pracoviště, na kterých byla provedena změna, jsou zvýrazněna červenou barvou (původní stav). Nově naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 4.2.4. Stroje, jichž se změna týkala, jsou v tabulce 4.2.4 zvýrazněny zelenou barvou.



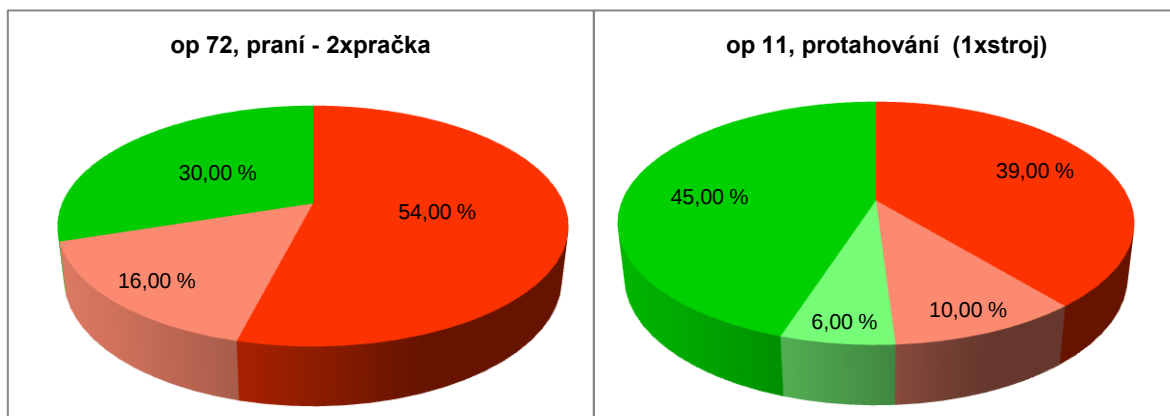
Obsluha / naměřené hodnoty [%]	Neproduktivní časy		Produktivní časy	
	Čekání	Pohyb obsluhy	Kontrola rozměrů	Manipulace
op 5+10, EMAG 3. rychlost (3xstroj)	17,50	12,00	21,50	49,00
op 5+10, EMAG 4. rychlost (2xstroj)	39,00	10,00	14,00	37,00
op 5+10, EMAG 5. rychlost (2xstroj)	25,00	10,00	11,00	54,00
op 45+70, 2x frézka + 1xševing (3xstroj)	23,00	10,00	12,00	55,00
op 45+70, 1xfrézka + 2xševing (3xstroj)	22,00	10,00	8,00	60,00
op 11, protahování (1xstroj)	39,00	10,00	6,00	45,00
op 72, praní - 2xpřačka	54,00	16,00	0,00	30,00
op 150, CM-Digit (3xstroj)	10,00	6,50	0,00	83,50

Tabulka 4.2.3: Vytížení strojní obsluhy operace 72 před zavedením změny – směna A

Obsluha / naměřené hodnoty [%]	Neproduktivní časy		Produktivní časy	
	Čekání	Pohyb obsluhy	Kontrola rozměrů	Manipulace
op 5+10, EMAG 3. rychlost (3xstroj)	17,50	12,00	21,50	49,00
op 5+10, EMAG 4.+5. rychlost (4xstroj)	6,00	10,00	25,00	59,00
op 45 frézování (3xstroj)	20,00	10,00	15,00	55,00
op 70+72 - ševingování (3xstroj)+praní	6,00	16,00	8,00	70,00
op 11+72, protahování (1xstroj)+praní	10,00	16,00	8,00	66,00
op 150, CM-Digit (3xstroj)	10,00	6,50	0,00	83,50

Tabulka 4.2.4: Vytížení strojní obsluhy operace 72 po zavedení změny – směna A

Hodnoty z tabulek jsou zpřehledněny do grafu 5, grafu 6, grafu 7 a grafu 8. Pracoviště, na kterých byla prováděna změna, jsou zvýrazněna rámečky.

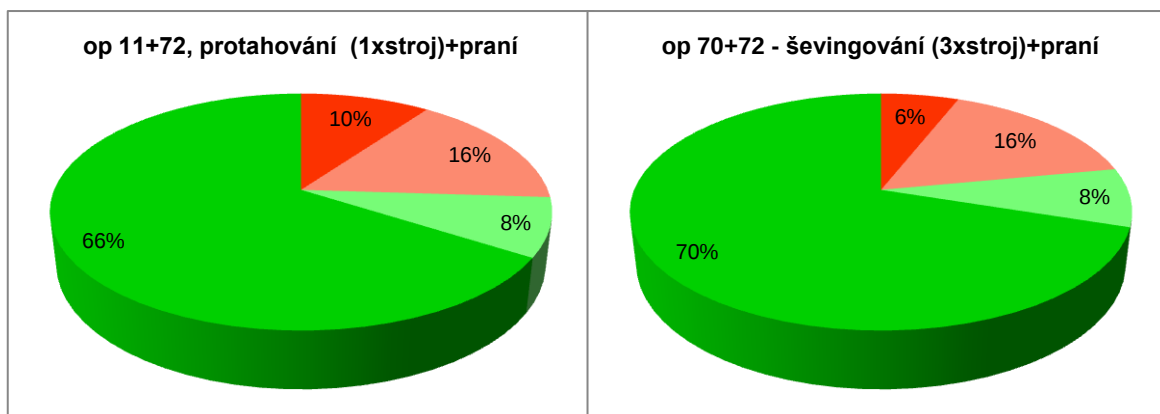


Graf 6: Vytížení strojní obsluhy operace 72 – před zavedením změny – směna A

Graf 7: Vytížení strojní obsluhy operace 11 – před zavedením změny – směna A



Porovnáním grafu 6 a grafu 7, kde je znázorněno vytížení strojní obsluhy operace 72 a operace 11 před změnou, s grafem 8 a grafem 9, kde je zvýrazněno vytížení strojní obsluhy obou výše zmíněných operací po změně, je patrné snížení neproduktivních časů čekání.



*Graf 8: Vytížení strojní obsluhy
operace 72 – po zavedení změny
– směna A*

*Graf 9: Vytížení strojní obsluhy
operace 11 – po zavedení změny
– směna A*

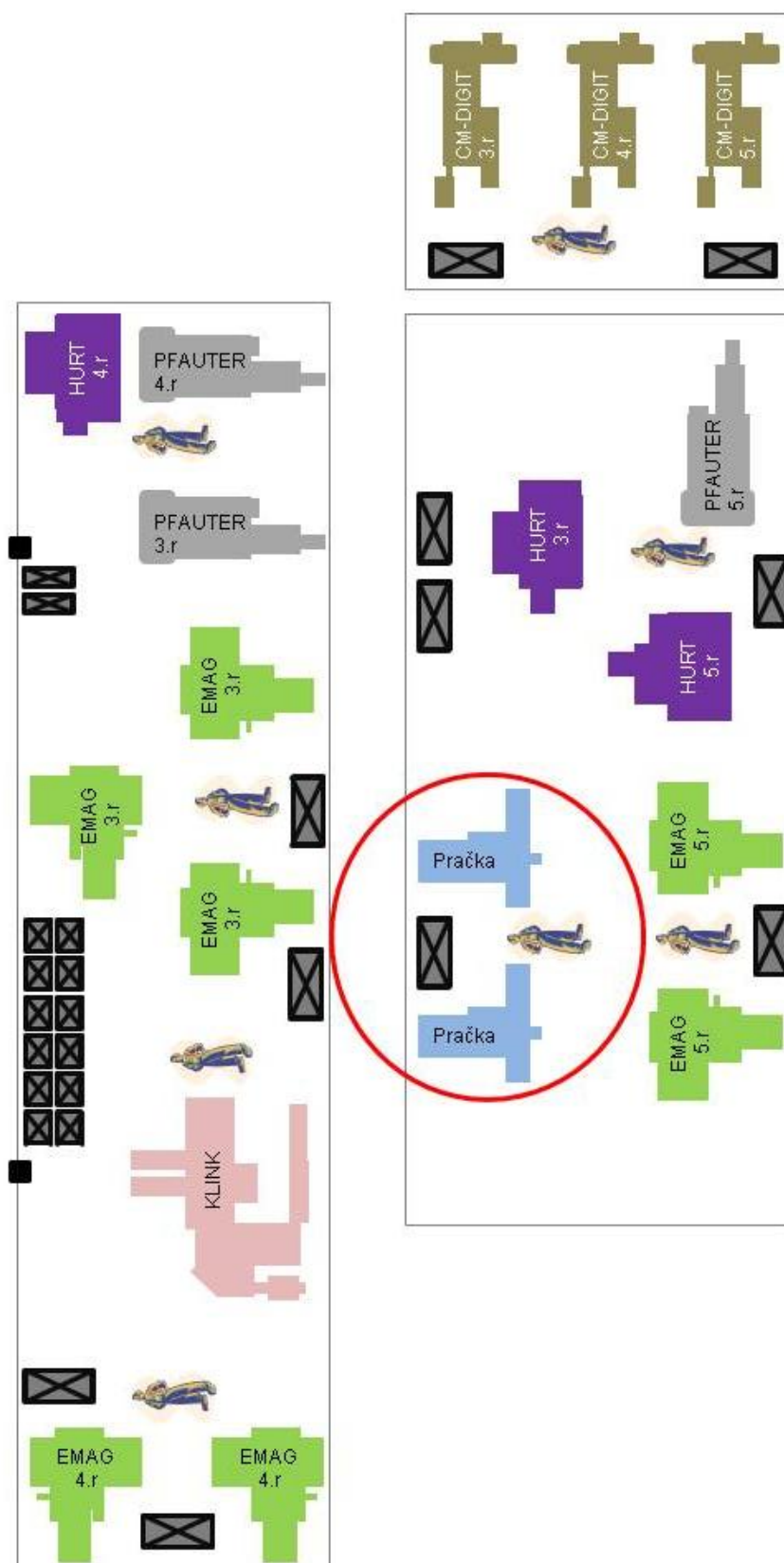
Legenda ke grafům:

- Manipulace
- Kontrola rozměrů
- Pohyb obsluhy
- Čekání

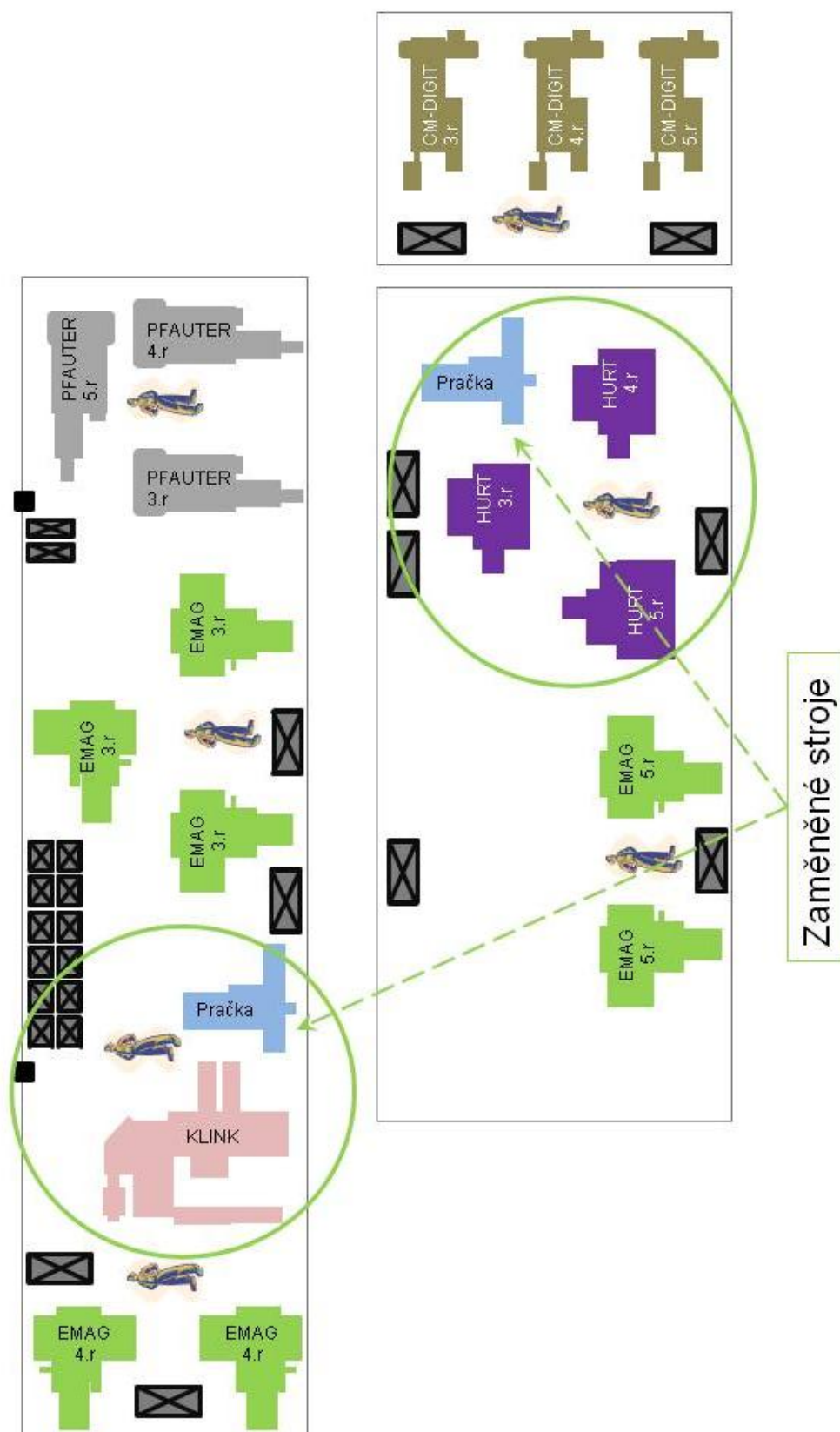
Stroje pro operaci praní byly přiřazeny k pracovištím, které byly také zatíženy neproduktivním časem – čekání. Z grafu 6 a grafu 7 je zřejmé, že obě dvě operace byly před zavedením změn značně zatíženy neproduktivními časy. U operace praní (graf 6) to bylo celkem 70% z celkové doby měření 180 minut. U operace 11 (graf 7) to potom bylo 49%. U operace praní byly zjištěny nadměrné čekací časy a to celých 54% z 70% celkových neproduktivních časů.

Zavedením změn, tedy přiřazením strojů pro operaci praní k jiným operacím, došlo ke zvýšení produktivních časů. Tyto časy se po zavedení změn pohybují na 74% a 78%. Zároveň se tímto krokem došlo k ušetření jedné strojní obsluhy, která původně obsluhovala dva stroje pro operaci praní.

Výše popsané změny jsou znázorněny na obr. 21. Pracoviště, kterých se změna týkala, jsou zvýrazněna zeleným rámečkem. Stroje, které byly přemístěné, jsou označeny šipkou s popiskem. Původní stav je znázorněn na obr. 20, pracoviště je zvýrazněno červeným kroužkem.



Obr.20: Původní umístění strojů pro operaci praní



Obr.21: Nové umístění strojů pro operaci praní



4.2.3 Návrh na zlepšení číslo 03

Z grafu 1 je zřejmé, že dalším slabým místem, tedy strojní obsluhou zatíženou více jak 30% neproduktivním časem čekání, je strojní obsluha pro operaci 5+10 (soustružení) pro kolo 4. rychlosti. Toto pracoviště je vybaveno 2mi stroji EMAG. Tento návrh na zlepšení se bude zabývat snížením neproduktivního času u tohoto pracoviště.

4.2.3.1 Popis nového návrhu na zlepšení číslo 03

Návrhem je, aby se sloučila pracoviště pro operace 5+10, pro kola 4. a 5. rychlosti. Tímto krokem dojde ke zvýšení vytížení strojní obsluhy a zároveň ušetření strojní obsluhy z původního přemístěného pracoviště. Z prostorových důvodů byly soustruhy EMAG obrábějící ozubená kola 4. rychlosti přestěhovány ke dvěma soustruhům stejné značky, obrábějící ozubená kola 5. rychlosti.

Původní rozložení strojů je uvedeno na obrázku 21, nové rozložení strojů je znázorněno na obrázku 22.

Postupy strojní obsluhy před záměnou strojů:

Pro operaci číslo 5+10, 2x soustruh EMAG (4. rychlost):

Strojní obsluha naloží zásobník stroje 1 (soustruh), přesune se ke stroji 2 (soustruh) a naplní zásobník i tohoto stroje. Poté postupně odebírá hotové díly a provádí na nich kontrolu rozměrů předepsanou dle KPO pro operaci soustružení.

Pro operaci číslo 5+10, 2x soustruh EMAG (5. rychlost):

Strojní obsluha postupuje analogicky jako u výše popsaného případu pro kola 4. rychlosti. Rozdílem je, že tato strojní obsluha pracuje s koly 5. rychlosti.

Postupy strojní obsluhy po záměně strojů:

Pro operaci číslo 5 + 10, 4x soustruh EMAG (4. a 5. rychlost):

Strojní obsluha naloží zásobník stroje 1 (soustruh), přesune se ke stroji 2 (soustruh). Naplní zásobník stroje 2, přesune se ke stroji 3 (soustruh) a naplní zásobník tohoto stroje. Strojní obsluha přejde ke stroji 4 (soustruh), naplní zásobník tohoto stroje. Poté postupně odebírá hotové kusy z dopravníků strojů 1-4 a těchto hotových dílech provádí kontrolu rozměrů předepsanou dle KPO pro operaci soustružení.



4.2.3.2 Hodnocení návrhu na zlepšení číslo 03

Původní naměřené hodnoty jsou zpřehledněny do tabulky 4.2.5. Pracoviště, na kterých byla provedena změna, jsou zvýrazněna červenou barvou. Nově naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 4.2.6. Strojní obsluha, již se změna týkala, je zvýrazněna zelenou barvou.

Obsluha / naměřené hodnoty [%]	Neproduktivní časy		Produktivní časy	
	Čekání	Pohyb obsluhy	Kontrola rozměrů	Manipulace
op 5+10, EMAG 3. rychlost (3xstroj)	17,50	12,00	21,50	49,00
op 5+10, EMAG 4. rychlost (2xstroj)	39,00	10,00	14,00	37,00
op 5+10, EMAG 5. rychlost (2xstroj)	25,00	10,00	11,00	54,00
op 45+70, 2x frézka + 1xševing (3xstroj)	23,00	10,00	12,00	55,00
op 45+70, 1xfrézka + 2xševing (3xstroj)	22,00	10,00	8,00	60,00
op 11, protahování (1xstroj)	39,00	10,00	6,00	45,00
op 72, praní - 2xpračka	54,00	16,00	0,00	30,00
op 150, CM-Digit (3xstroj)	10,00	6,50	0,00	83,50

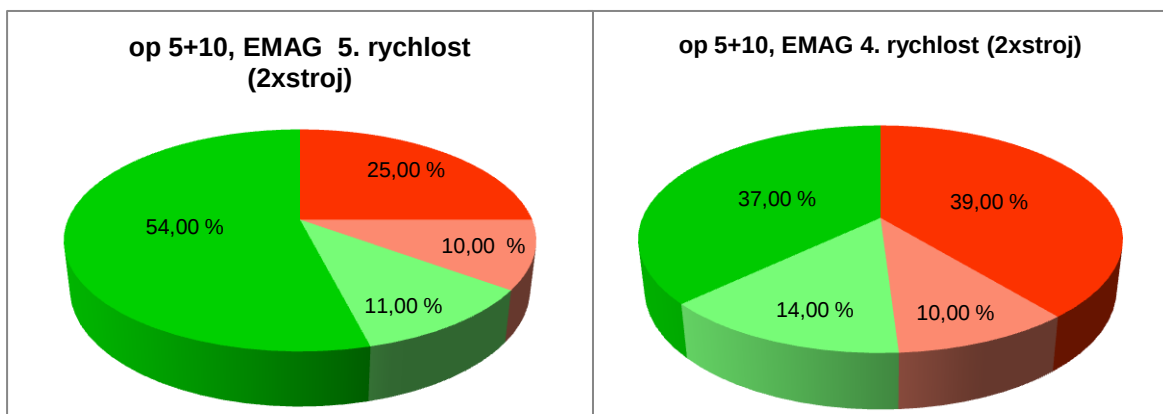
*Tabulka 4.2.5: Vytížení strojní obsluhy operace 5+10 (kolo 4 a 5 rychlosti)
před zavedením změny – směna A*

Obsluha / naměřené hodnoty [%]	Neproduktivní časy		Produktivní časy	
	Čekání	Pohyb obsluhy	Kontrola rozměrů	Manipulace
op 5+10, EMAG 3. rychlost (3xstroj)	17,50	12,00	21,50	49,00
op 5+10, EMAG 4.+5. rychlost (4xstroj)	6,00	10,00	25,00	59,00
op 45 frézování (3xstroj)	20,00	10,00	15,00	55,00
op 70+72 - ševingování (3xstroj)+praní	6,00	16,00	8,00	70,00
op 11+72, protahování (1xstroj)+praní	10,00	16,00	8,00	66,00
op 150, CM-Digit (3xstroj)	10,00	6,50	0,00	83,50

*Tabulka 4.2.6: Vytížení strojní obsluhy operace 5+10 (kolo 4 a 5 rychlosti)
po zavedení změny – směna A*

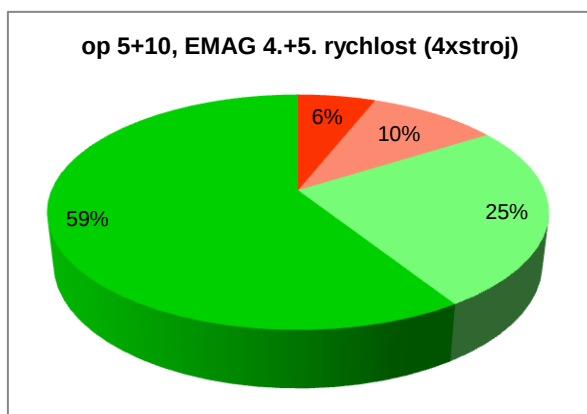


Hodnoty z tabulek jsou zpřehledněny do grafu 9, grafu 10 a grafu 11.



*Graf 10: Vytížení strojní obsluhy
operace 5+10 (5. rychlost)
- před zavedením změny - směna A*

*Graf 11: Vytížení strojní obsluhy
operace 5+10 (4. rychlost)
- před zavedením změny
- směna A*



*Graf 12: Vytížení strojní obsluhy
operace 5+10 (5. rychlost) – po
zavedení změny – směna A*

Legenda k uvedeným grafům

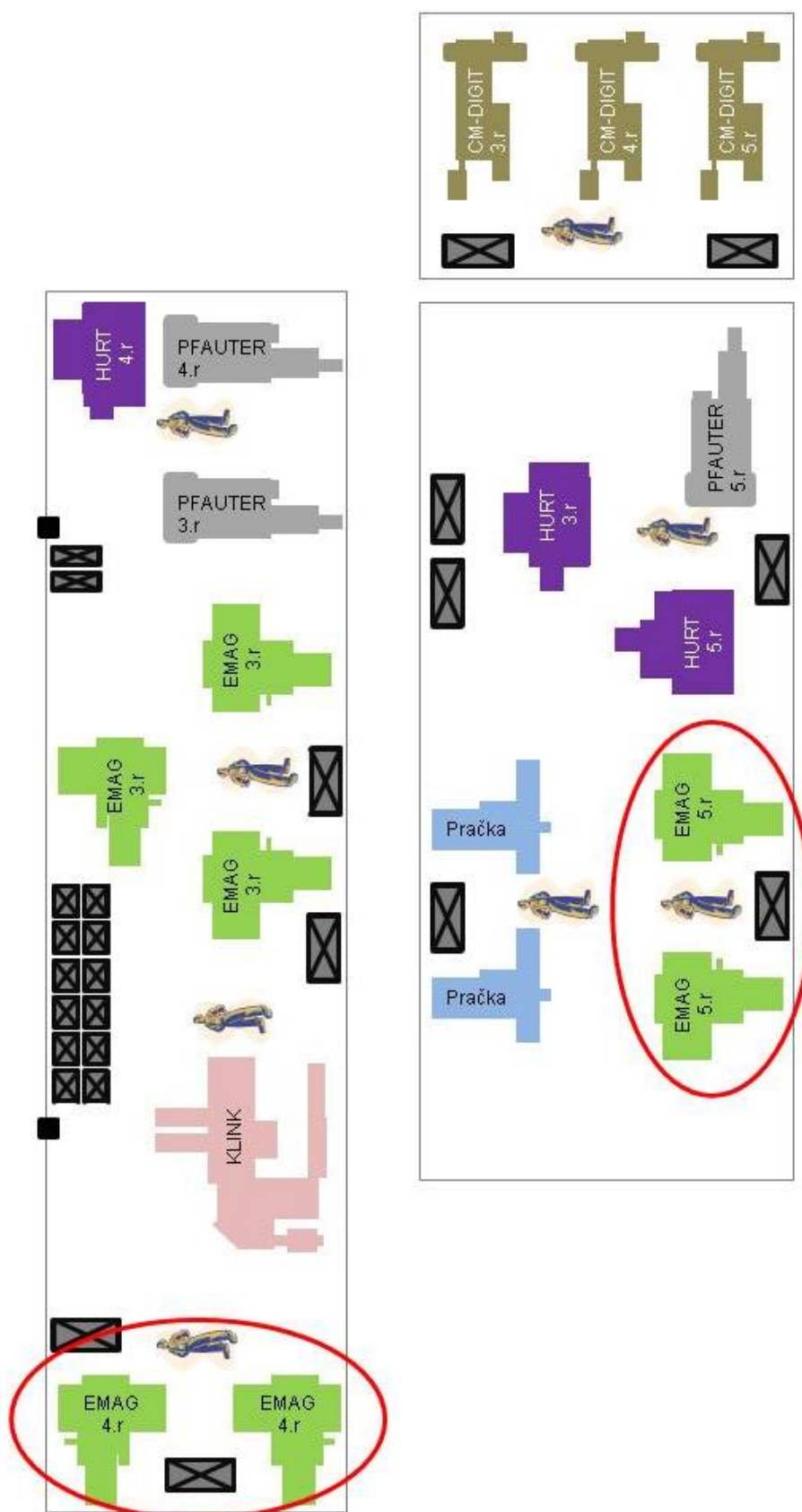
- Manipulace
- Kontrola rozměrů
- Pohyb obsluhy
- Čekání

Při porovnání grafu 10, grafu 11 a grafu 12, je zřejmé, že spojením pracovišť pro operaci soustružení ozubených kol 4. a 5. rychlosti, došlo ke zvýšení vytížení strojní obsluhy obsluhující společné (nové) pracoviště. Bylo docíleno nového

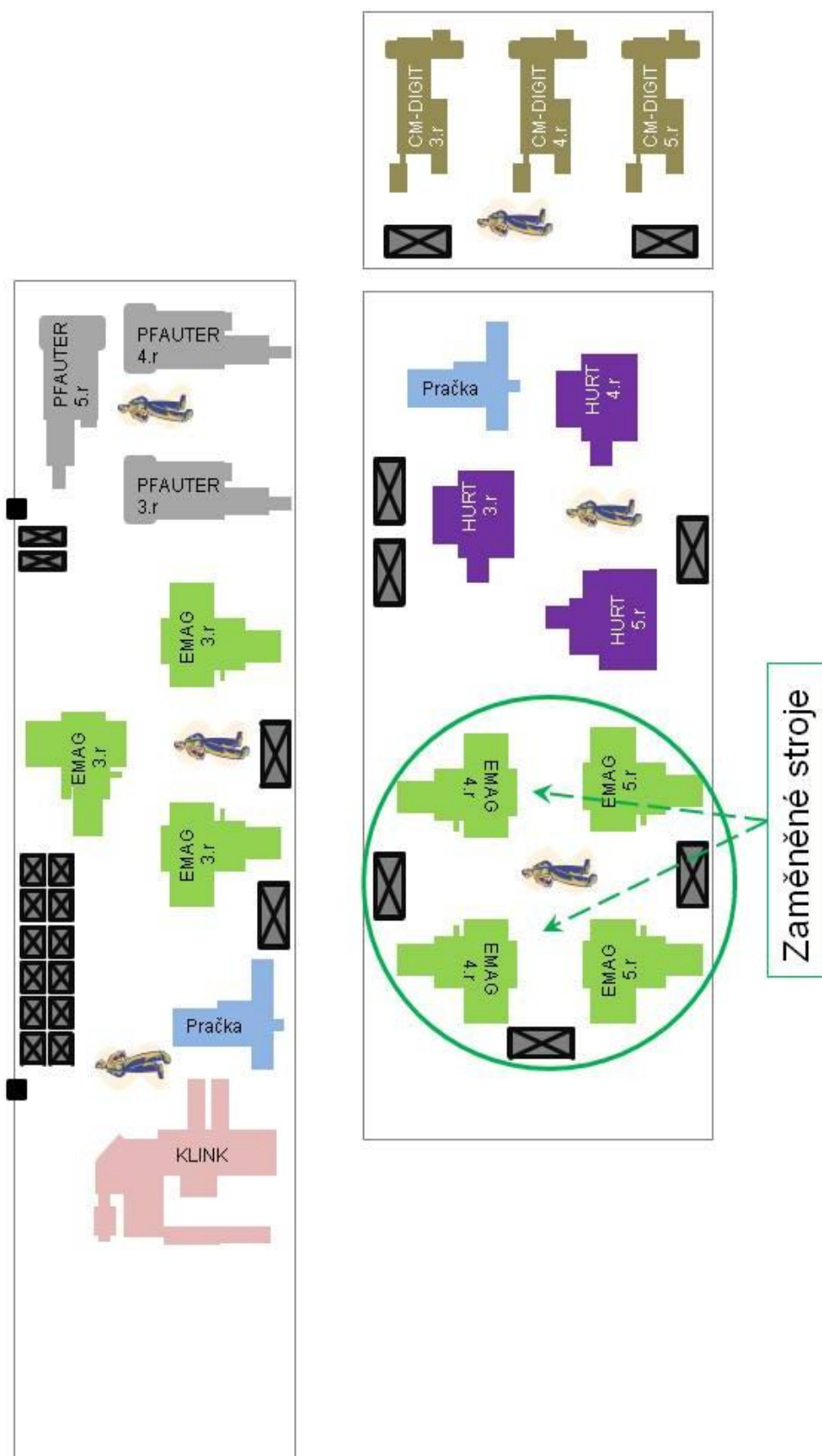
stavu (graf 12), jehož výstupem jsou hodnoty pro produktivní časy 84% a neproduktivní časy 16%. Při původním rozložení strojů byla obě pracoviště zatížena neproduktivními časy a to tak, že kola 5. rychlosti byla zatížena 35% a kola 4. rychlosti 49% z celkové doby měření 180 min.



Přesunem strojů obrábějící kola 4. rychlosti ke strojům obrábějící kolo 5. rychlosti, došlo k ušetření strojní obsluhy obsluhující toto pracoviště a zároveň došlo ke zvýšení produktivních časů pro manipulaci a kontrolu rozměrů u nového společného pracoviště. Uvedené změny jsou znázorněny na layoutu (obr 23). Pracoviště pro operaci 5+10 ozubených kol 4 a 5 rychlosti po změně jsou znázorněna zeleným rámečkem. Sloučené pracoviště je označené zelenou šipkou s popiskem. Původní stav je znázorněn na layoutu na obrázku č. 22, pracoviště jsou zvýrazněna červenými kroužky.



Obr.26: Původní rozložení strojů pro operaci 5 +10 (4. a 5. rychlost)



Obr.23: Nové rozložení strojů pro operaci 5+10 (4. a 5. rychlost)



4.3 Ekonomické zhodnocení

Úkolem této bakalářské práce bylo zvýšit produktivitu výroby ozubených kol 3-5 rychlosti převodovky MQ 200. V rámci tohoto řešení bylo docíleno úspory dvou pracovníků pracujících na pozici strojní obsluha. Mzdové náklady na jednoho zaměstnance na pozici strojní obsluha jsou ročně vyčísleny na cca 240 000Kč. Těmto pracovníkům přísluší ještě různé příplatky za ztížené pracovní prostředí, práci v noci, směnnost a jiné. Pokud tedy budou tyto finance do kalkulace započítány, bude výsledná finanční hodnota za jednoho zaměstnance na výšce cca 300 000Kč. za rok. Za ušetřené dvě strojní obsluhy bude tedy úspora vyčíslena ve výšce cca 600 000Kč za rok.

Součástí řešení bakalářské práce byla i optimalizace pracovišť. V rámci tohoto kroku byly vynaloženy náklady na stavební práce, stěhování strojů a úpravy nových pracovišť. Tyto náklady byly níže vyčísleny.

přemístění 5 strojů a 2 praček	cca 250 tis. Kč
stavební úpravy včetně elektroinstalace	cca 150 tis. Kč
CELKEM VYNALOŽENO	cca 400 tis. Kč

Návratnost této investice se dá vyjádřit poměrem vynaložených nákladů proti úsporám.

$$\frac{400\,000}{600\,000} = 0,66 \text{ roku}$$

Návratnost investic vynaložených na úpravy pracoviště je tedy 0,66 roku, resp. cca 8 měsíců, při zachování stávající produkce cca 2600 ks převodovek MQ 200 denně.



5 Diskuze výsledků

Předmětem této bakalářské práce bylo zvýšení produktivity výroby ozubených kol 3-5 rychlosti převodovky MQ 200 v škoda Auto a.s., závod Mladá Boleslav. V rámci tohoto řešení byla nejprve provedena analýza stávajícího stavu výroby

Na základě tohoto zhodnocení a naměření vstupních hodnot, dle kterých bylo provedeno vyhodnocení vytíženosti strojní obsluhy pro toto pracoviště, byla dále pozornost věnována slabým místům procesu výroby ozubených kol.

Hlavním záměrem bylo nalézt nové možné řešení pro zvýšení produktivity výroby ozubených kol 3-5 rychlosti převodovky MQ 200 v Škoda Auto a.s., závod Mladá Boleslav s ohledem na dodržení předepsané kvality a udržení výše produkce výroby ozubených kol.

Práce na tomto pracovišti běží v třísměnném režimu s produkcí závislou na výrobě cca 2600 ks převodovek MQ 200 denně. Ozubená kola 3-5 rychlosti jsou vyráběna z polotovaru výkovku třískovým obráběním. Podrobný popis prováděných operací je v kapitole 2.1.

Měření vstupních hodnot bylo provedeno po předchozím pozorování prováděných prací na jednotlivých strojích a měřících pracovištích. Použitou metodou časových studií byla metoda výběrové chronometráže. Naměřené hodnoty byly zapisovány do předem upraveného Pozorovacího listu chronometráže (Příloha 5).

Měření hodnot probíhalo pro každé pracoviště, resp. pro každou strojní obsluhu. Celková doba měření byla jednotlivé strojní obsluhy cca 3hodiny, resp. 180 minut. Měření probíhalo ve třech směnách. Měřidlem pro měření jednotlivých dílčích časů bylo elektronické měřidlo na odměřování časových intervalů (stopky značky Spokey Asomar). Měřidlo bylo kalibrováno. Metodika měření je popsána v kapitole 3.1.

Výsledky měření byly zpracovány do tabulek vstupních hodnot. Tyto hodnoty byly dále zpřehledněny do grafů. Na základě těchto provedených měření bylo zjištěno, že 3 strojní obsluhy nepřiměřeně zatěžují nežádoucí neproduktivní časy – čekání a pohyb obsluhy (viz. kapitola 3.1).



V kapitole 4.2 jsou popsána jednotlivá možná řešení na zlepšení. Dále jsou zde tato řešení hodnocena a zobrazena na layoutech ve stavu před a po zavedení změny.

Návrh na zlepšení č. 01 (kapitola 4.2.1), je návrhem na sloučení strojů provádějící stejnou operaci v jedno společné pracoviště.

Přesunutím ševingovacího stroje HURT a odvalovací frézky PFAUTER bylo docíleno vzniku pracoviště o třech strojích provádějící operaci č. 45 – frézování, a pracoviště o třech strojích provádějící operaci č. 70 – ševingování.

Tímto krokem bylo docíleno snížení neproduktivních časů – čekání a pohyb obsluhy. Původní naměřené hodnoty byly v procentuelním vyjádření 32% a 33% procent. Po zavedení změn se tyto časy snížily na 30% a 22%.

Vznikem těchto pracovišť bylo docíleno snížení kvalifikačních požadavků na strojní obsluhu, protože při takto sloučených pracovištích provádějící pouze jednu operaci se strojní obsluha soustředí pouze na práci s jedním typem stroje a zároveň provádí pouze jeden typ kontrolních operací předepsaných dle KPO (Kontrolní plán operací).

Návrh na zlepšení č. 02 (kapitola 4.2.2) se zabývá řešením na snížení neproduktivních časů, které zatěžují strojní obsluhu operace č. 72 – praní.

V tomto případě došlo k přesunutí dvou strojů pro operaci praní k jiným pracovištím a tuto strojní obsluhu tak ušetřit. Jeden ze strojů pro operaci praní byl přesunut ke strojům pro operaci č. 70 - - ševingování. Tím bylo docíleno snížení neproduktivního času čekání na 6%, což je v přepočtu na minutové vyjádření cca 10,8 minuty z celkové doby měření 180min.

Druhý stroj pro operaci praní byl přesunut ke stroji pro operaci č. 11 - - protahování. Tímto zásahem do rozložení strojů bylo docíleno snížení neproduktivních časů - čekání u operace protahování z původních 39% z celkové doby měření na cca 10%, což je v minutovém vyjádření cca 18minut z původních 70,2 minut.

Návrh na zlepšení č. 03 (kapitola 4.2.3) se zabýval opět rozložením strojů po pracovišti. Ze dvou pracovišť pro operaci 5+10 - soustružení bylo sloučením strojů docíleno vzniku pracoviště jednoho, které je vybaveno čtyřmi stroji značky EMAG.



Původní pracoviště pro kola 4. rychlosti pro operaci 5+10 bylo přesunuto k pracovišti pro kola 5. rychlosti. Tímto došlo ke snížení neproduktivních časů čekání pro operace 5+10 - kola 4. rychlosti z 39% a kola 5. rychlosti z 25% na společnou hodnotu nového pracoviště 6%. Dalším přínosem je úspora strojní obsluhy, protože nadále bude celé pracoviště obsluhovat pouze jeden pracovník jako čtyř-strojová obsluha.

Z pohledu vytížení strojní obsluhy lze proces zvýšení produktivity výroby ozubených kol 3-5 rychlosti převodovky MQ 200 v Škoda Auto a.s., závod Mladá Boleslav vyhodnotit jako úspěšný. Použitím vzorečku pro výpočet Produktivity, resp. Efektivnosti zapojení zdrojů (vzorec 1) je patrné, že se tato hodnota zvýšila o 25%[17].

$$Ef_p = \frac{Y}{X} \cdot 100 \text{ [%]} \quad (5.1)$$

$$Ef_p = \frac{2}{8} \cdot 100 \text{ [%]}$$

$$Ef_p = 25\%$$

Hodnotou „Y“, tedy výstupem (velikost užitku), jsou v tomto vzorci 2 výrobní dělníci na pozici strojní obsluha. Hodnotou „X“, tedy vstupem (vložené prostředky) pro tento výpočet je 8 původních výrobních dělníků, kteří pracovali na pozici strojní obsluha, před zavedením změn.

Z ekonomického hlediska lze zavedené změny vyhodnotit na úspoře na mzdách za ušetřenou strojní obsluhu pro toto pracoviště. V případě, kdy průměrná hrubá měsíční mzda na této pracovní pozici je cca 20 000 Kč bez příplatků za směnnost a jiných. Pak tedy úspora za mzdu dvou pracovníků na pozici strojní obsluha činí úsporu cca 480 000 Kč za rok.

Součástí těchto úspor je i ušetření nákladů na pracovníka z pohledu kvalifikačního vzdělávání. Strojní obsluha obsluhující stroje na pracovišti výroby ozubených kol 3-5 rychlosti musí být kvalifikovaná, protože pracuje s poměrně drahými stroji a na důležitých dílech.



Podstatným výstupem je i výpočet návratnosti a rentability vynaložených nákladů. Náklady v poměru proti úsporám vyjadřují časový horizont návratnosti, což je v tomto případě cca 8 měsíců při dodržení denního objemu výroby cca 2600ks převodovek MQ 200.



6 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo zvýšit produktivitu výroby ozubených kol 3-5 rychlosti v Škoda Auto a.s., závod Mladá Boleslav.

V bakalářské práci byla provedena analýza stávajícího stavu výroby ozubených kol 3-5 rychlosti převodovky MQ 200 ve výrobní hale M2. Byla představena metodika měření, kterou byly zjištěny dílčí časy jednotlivých výrobních pracovišť. Nejdůležitější částí bakalářské práce je návrh vlastního řešení problému, jejich rozbor a zhodnocení. Z provedených měření a navržených nových možných řešení pro zlepšení stávajícího stavu výroby ozubených kol 3-5 rychlosti převodovky MQ 200 lze rozčlenit na dva hlavní body.

Prvním bodem byla organizace pracovišť z pohledu rozložení strojů. Novým uspořádáním strojů na pracovišti výroby ozubených kol 3-5 rychlosti převodovky MQ 200 bylo docíleno snížení nežádoucích neproduktivních časů, zejména čekáním strojní obsluhy na vyprázdnění dopravníku, dopravu materiálu a jiné. Druhým bodem bylo samotné rozhodnutí o úspoře strojní obsluhy pro 2 stroje operace praní. Rozložením těchto dvou strojů (operace praní) k jiným pracovištím bylo docíleno ušetření strojní obsluhy a ještě se zvýšilo vytížení strojní obsluhy u operací, k nimž byly tyto stroje nově přiřazeny.

Z ekonomického hlediska byla provedená opatření úspěšná, jelikož vynaložené investice jsou nižší než vyšetřené úspory. Návratnost vynaložených investic je do 1 roku, resp. 8 měsíců.

V současné době se připravuje ve Škoda Auto a.s., závod Mladá Boleslav náběh výroby nového typu převodovky MQ 100 pro model vozu New Small Family. Neustále zvyšování produktivity je tedy nedílnou součástí procesů pro optimalizace výroby a hledání možných úspor jak personálních, tak prostorových.

Výsledkem celé bakalářské práce jsou navržená nová řešení, která byla zrealizována na základě naměřených výstupních hodnot, které byly zpřehledněny a hodnoceny v tabulkách a grafech. Zavedením návrhů do praxe bylo docíleno úspory personálu, prostoru a i omezení neproduktivních časů.



Použité zdroje a literatura

- [1] ZELENKA, A., PRECLÍK, V., HANINGER, M. *Projektování procesů obrábění a montáží*. 2. vyd. ČVUT, 1999. ISBN 80-01-02013-4.
- [2] ZELENKA, A., *Projektování výrobních procesů*. 1. vyd. ČVUT, 1983.
- [3] VINGER, M., ZELENKA, A., KRÁL, M. *Metodika projektování výrobních procesů*. 1.vyd. Vydavatelství technické literatury SNTL Praha, 1984. ISBN -.
- [4] KOLÁŘ, P., FOJTŮ, P., *Soustruhy s vodorovnou osou* (dostupné http://www.czspos.cz/akce/20100225.emo2009/01_soustruhy_s_vodorovnou_osou.pdf)
- [5] JAKŮBEK, I., *Zvýšení produktivity práce zlepšením organizace práce a normovacích metod. [Bakalářská práce]*, 2010, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
- [6] PAVLÍK, J., *Aplikované statistika* (dostupné http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_isbn-80-7080-569-2/pages-img/obsah.html)
- [7] NOVÁ, I., LENFELD, P., GABRIEL, V., JERSÁK, J. *Základy strojírenské výroby*. 1. vyd. Mladá Boleslav, ŠkodaAuto Vysoká škola, 2001. 274 s. ISBN 80-238-7610-4
- [8] *Teorie frézování [Pracovní listy]* Střední odborná škola a Střední odborné učiliště Šumperk, (dostupné http://www.sossou-spj.cz/esf/TEC_fr.pdf)
- [9] <https://portal.skoda.vwg/wps/portal> (interní zdroj škoda - Škoda zaměstnanecký portál)
- [10] <http://www.prevodovka.org/prevodovky/>
- [11] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Produktivita>
- [12] <http://encyklopedie.vseved.cz/%C5%A1evingov%C3%A1n%C3%AD>
- [13] http://cs.wikipedia.org/wiki/Ozuben%C3%A9_kolo
- [14] http://skolaauto.cz/html_hlavni_data/maturita_dospelych/
- [15] http://www.eamos.cz/amos/kat_spo/externi/kat_spo_2966/1/kap19.html
- [16] <http://trilogiq.cz/filosofie-stihle-vyroby/7-druhu-plytvani-muda/>
- [17] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Produktivita>



Seznam obrázků

Obr.1 Převodovka MQ200

Obr.2 Vstupní materiál – výkovek

Obr.3 Soustruh EMAG VSC 200

Obr.4 Obrobek po operaci číslo 5+10 (kolo 3 rychlosti)

Obr.5 Frézka značky PFAUTER se zásobníkem

Obr.6 Obrobek po operaci číslo 45 (kolo 3 rychlosti)

Obr.7 Obrobek po operaci číslo 11 (kolo 3 rychlosti)

Obr.8 Dopravník protahovacího stroje KLINK

Obr.9 Schránky s obrobky na dopravníku stroje pro operaci praní

Obr.10 Obrobek po operaci číslo 70 (kolo 3 rychlosti)

Obr.11 Ozubená kola uložená ve speciálně upravené paletě

Obr.12 Vyhodnocení zkoušky odvalováním na stroji CM-Digit

Obr.13 Kolo připravené ke kontrole odvalováním (3. rychlost)

Obr.14 Kontrolované ozubené kolo (3. rychlost)

Obr.15 Legenda k Layoutu na obrázku 16

Obr.16 Layout stávajícího stavu pracoviště

Obr.17 Pohyb materiálu po pracovišti

Obr.18 Stav před záměnou strojů HURT/PFAUTER

Obr.19 Stav po záměně strojů HURT/PFAUTER

Obr.20 Původní umístění strojů pro operaci praní

Obr.21 Nové umístění strojů pro operaci praní

Obr.22 Původní rozložení strojů pro operace 5 +10 (4. a 5. rychlost)

Obr.23 Nové rozložení strojů pro operace 5 +10 (4. a 5. rychlost)



Seznam grafů

Graf 1: Vytížení strojní obsluhy NS 2413 – směna A

Graf 2: Vytížení strojní obsluhy operace 5 +10 pro kolo 3. rychlosti – směna A

Graf 3: Vytížení strojní obsluhy operace 45+70 před zavedením zněm - směna A

Graf 4: Vytížení strojní obsluhy operace 45po zavedení zněm - směna A

Graf 5: Vytížení strojní obsluhy operace 70 po zavedení změn - směna A

Graf 6: Vytížení strojní obsluhy operace 72 před zavedením zněm - směna A

Graf 7: Vytížení strojní obsluhy operace 11 před zavedením zněm - směna A

Graf 8: Vytížení strojní obsluhy operace 72 po zavedení zněm - směna A

Graf 9: Vytížení strojní obsluhy operace 11 po zavedení zněm - směna A

Graf 10: Vytížení strojní obsluhy operace 5+10 pro kolo 4. a 5. rychlosti před zavedením zněm - směna A

Graf 11: Vytížení strojní obsluhy operace 5+10 pro kolo 5. rychlosti po zavedení zněm - směna A

Graf 12: Vytížení strojní obsluhy operace 5+10 pro kolo 4. rychlosti po zavedení zněm - směna A



Seznam tabulek

- Tabulka 2.1: Přehled prováděných operací při výrobě ozubených kol
- Tabulka 3.1.1: Naměřené průměrné hodnoty v procentuelním vyjádření pro směnu A
- Tabulka 3.1.2: Vytížení strojní obsluhy operace 5 +10 pro kolo 3. rychlosti
- směna A
- Tabulka 4.2.1: Vytížení strojní obsluhy operace 45+70 před zavedením zněm
- směna A
- Tabulka 4.2.2: Vytížení strojní obsluhy operace 45 + 70 po zavedení zněm
- směna A
- Tabulka 4.2.3: Vytížení strojní obsluhy operace 72 + 11 před zavedením zněm
- směna A
- Tabulka 4.2.4: Vytížení strojní obsluhy operace 72 + 11 po zavedení zněm
- směna A
- Tabulka 4.2.5: Vytížení strojní obsluhy operace 5+10 pro kolo 4. a 5. rychlosti
před zavedením zněm - směna A
- Tabulka 4.2.6: Vytížení strojní obsluhy operace 5+10 pro kolo 4. a 5. rychlosti
po zavedení zněm - směna A



Přílohy

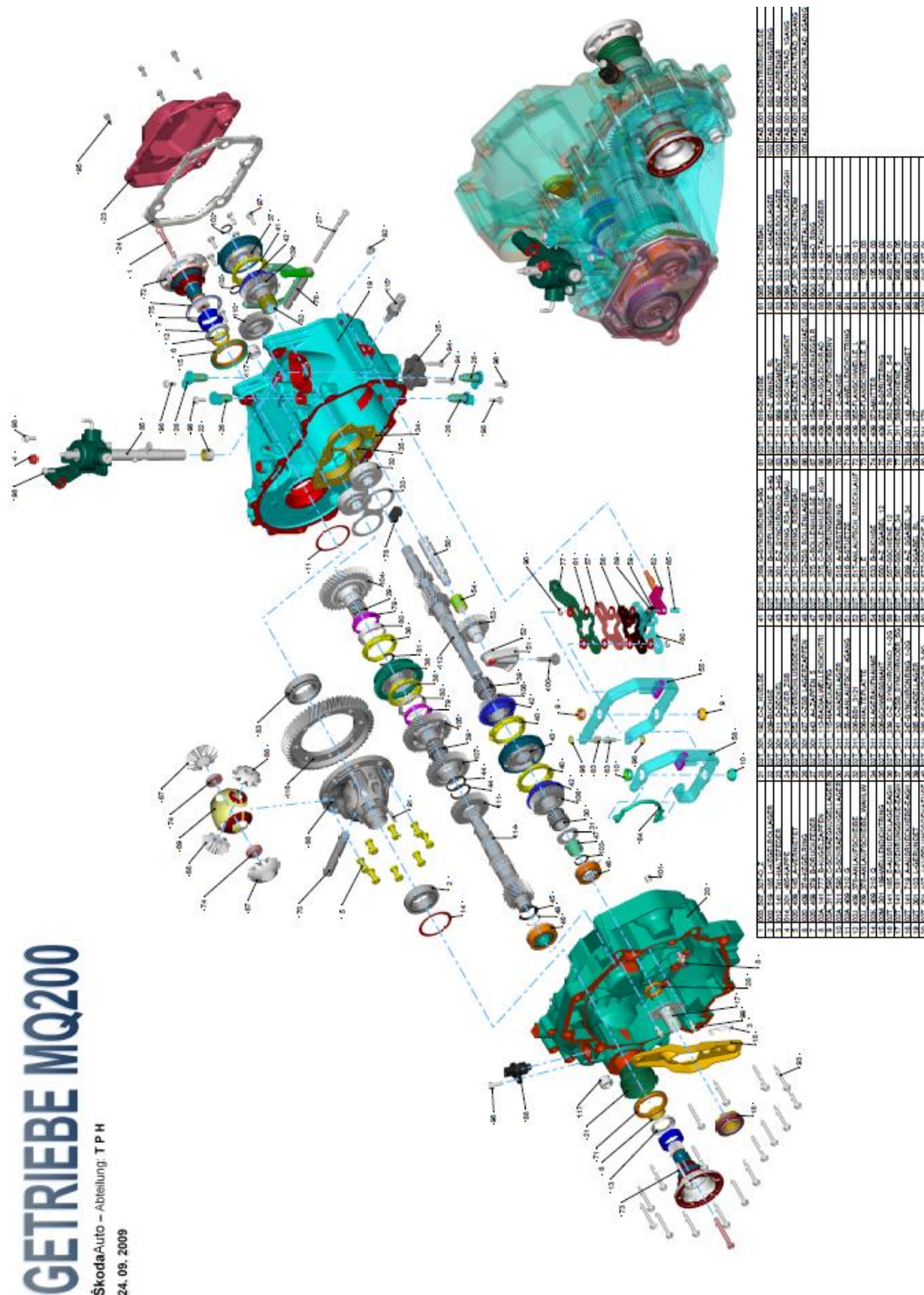
- Příloha č.1 Databáze naměřených hodnot
- Příloha č. 2 Výkres sestavení převodovky MQ200
- Příloha č.2 Sledovací karta ozubení
- Příloha č.3 KPO – Kontrolní plán operací
- Příloha č.4 Pracovní snímek – prázdný
- Příloha č.5 Pracovní snímek vyplněný

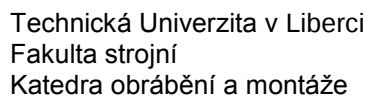


Příloha č. 1

Databáze naměřených hodnot

Příloha č.2





Zvýšení produktivity výroby ozubených kol
3-5 rychlosti převodovky MQ200
v Škoda Auto a.s., závod Mladá Boleslav

Příloha č. 3

1



Příloha č. 4

3.5.2010

List č. 1 z 1



Dokum. díl

Škoda

[Signature]

KONTROLNÍ PLÁN OPERACE

POUŽÍVEJ KALIBROVANÁ
MĚŘIDLA

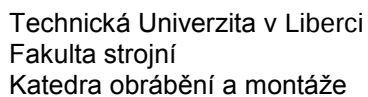
UDRŽUJ MĚŘIDLA V ČISTOTĚ

KONTROLUJ ČISTÉ KUSY

četnost měření - počet kusů nebo náměrů po sobě jdoucích
interval - časový interval mezi jednotlivými měřeními, (v minutách)
platí pro - platí pro vypsání díly
seřízení kontrolního přístroje - při zahájení práce a před každým
měřením (pokud není interval uveden u nastavovacího kusu)

záznam - způsob záznamu do kontrolních karet
0 bez záznamu, A atributivní znak (pevná měřidla),
V variabilní znak (číslicová měřidla), RK regulační karta,
SPC karta SPC, SK sledovací karta dílu, FD disketa
Na pracovišti uchovávat 1. kus dle směrnice 15.VA.04

Číslo dílu :				Číslo operace :		Středisko :	
02T 311 351D,E,F,N,AB,AA				5		2143	
Č. ROZ. VÝROBCE	DRUH	ROZMĚR	ČET. MĚŘ.	INTERVAL	ZÁZNAM	PLATÍ PRO	POZNÁMKA
3 1-81-20275-4	kalibr válc.	Ø33,95H8 (+0,039)	1	15	0	všechny typy	
1	dig.posuvka	rozměr 19,5 + 0,8 - 0,2	1	90	0	všechny typy	
2	dig.posuvka 150	šíře vřence 16,2 min. - dopl. rozměr	1	90	0	všechny typy	
4	tech.pomůcka č.19+NK	sraž.pravé strany u Ø33,95H8 do Ø36,45 + 0,2	1	90	0	všechny typy	
6	drsnoměr síř.	drsnost pravé strany nábojky max.Rz 6,3	1	240	protokol	všechny typy	NM - TK 1ks za 480 min protokol
7	opton	rovinnost pravé strany nábojky max 0,02	1	týden	protokol	všechny typy	NM-TK
	vizuálně	celkové provedení operace	každý kus		SK	všechny typy	
Při provádění oprav kontrolovat všechny opravované rozměry se 100% četností							



Zvýšení produktivity výroby ozubených kol
3-5 rychlosti převodovky MQ200
v Škoda Auto a.s., závod Mladá Boleslav

Pozorovací list pro chronometráž

[illegible]