



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

VYHODNOCOVÁNÍ ÚČINNOSTI STROJŮ PRO ZABEZPEČENÍ VÝROBNÍHO ÚKOLU

EVALUATION OF MACHINE EFFICIENCY FOR PRODUCTION TASK ASSURANCE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Veronika Harnová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. Marie Jurová, CSc.

BRNO 2020

Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav strojírenské technologie
Studentka:	Bc. Veronika Harnová
Studijní program:	Strojní inženýrství
Studijní obor:	Strojírenská technologie a průmyslový management
Vedoucí práce:	prof. Ing. Marie Jurová, CSc.
Akademický rok:	2019/20

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Vyhodnocování účinnosti strojů pro zabezpečení výrobního úkolu

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Využití výsledků účinnosti strojů pro rozhodování výrobního manažera ke splnění zadaného výrobního úkolu v požadované jakosti, čase a nákladech.

Cíle diplomové práce:

Popis současného stavu výrobního systému s ohledem na:

- výrobní program,
- vybavenost vybraného výrobního úseku.

Analýza současného stavu výrobní základny vybraného úseku.

Popis teoretických metod pro hodnocení účinnosti a využití v praxi.

Návrh hodnocení účinnosti strojů.

Podmínky realizace a přínosy řešení.

Seznam doporučené literatury:

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

FIALA, P. Modelování a analýza produkčních systémů. Praha Professional Publishing, 2002. s. 259. ISBN 80-86419-19-3.

KAVAN, M. Výrobní a provozní management. 1. vyd. Praha Grada Publishing, 2002. s. 424. ISBN 80-247-4099-5.

UČEŇ, P. Zvyšování výkonnosti firmy na bázi potenciálu zlepšení. Praha GRADA Publishing, 2008. 190 s. ISBN 978-80-247-2472-0.

BLAŻEWICZ, J., ECKER, K. H., PESCH, E., SCHMIDT, G., WEGLARZ, J. Scheduling Computer and Manufacturing Processes. Berlin Springer, 2001. 485 s. ISBN3-540-41931-4.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá vyhodnocováním účinnosti strojů ve zvoleném výrobním úseku. Teoretická část stručně popisuje řízení výroby a teoretické metody pro hodnocení OEE. Dále jsou zde představeny vybrané informační systémy využívané ve strojírenství. V hlavní části této práce je provedena analýza získaných dat z informačních systémů. V závěru jsou uvedeny návrhy pro zlepšení.

Klíčová slova

Efektivnost, OEE, využití, výkon, kvalita

ABSTRACT

The diploma thesis concerns evaluation of machinery efficiency in selected production department. The theoretical part briefly describes production management and theoretical methods of OEE evaluation. The thesis also discusses selected IT systems utilised in engineering. The main body of the thesis analyses data acquired from those IT systems. The conclusion outlines proposals for improvement.

Key words

Efficiency, OEE, utilisation, performance, quality

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

HARNOVÁ, Veronika. *Vyhodnocování účinnosti strojů pro zabezpečení výrobního úkolu*. Brno 2020. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. 54 s. 1 příloha. prof. Ing. Marie Jurová, CSc.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **Vyhodnocování účinnosti strojů pro zabezpečení výrobního úkolu** vypracovala samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

26.6.2020

Datum

Bc. Veronika Harnová

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto paní prof. Ing Marii Jurové Csc. za cenné připomínky a rady, které mi poskytla při vypracování diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat společnosti KOVOKON s.r.o. za umožnění vypracování práce, především panu Tomáši Kučerovi. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat rodině za podporu v průběhu celého studia.

OBSAH

1	ÚVOD.....	9
2	Řízení výroby	10
2.1	Výrobní management.....	10
2.2	Výkonnost systému	14
2.2.1	Zlepšování výkonnosti systémů.....	15
2.3	Výrobní informační systémy	15
3	Celková efektivnost zařízení	18
3.1	Totálně produktivní údržba.....	19
3.2	Ztráty.....	20
4	Představení společnosti KOVOKON Popovice s.r.o.	22
4.1	Výrobní program	23
5	Automobilový průmysl	24
5.1	Divize AUTO KOVOKON	24
6	Informační systémy společnosti	25
6.1	QI systém.....	25
6.2	Plantune.....	26
6.3	Pharis.....	27
7	Analýza současného stavu firmy.....	29
7.1	Zvolená součást	29
7.2	Zvolené stroje.....	29
7.2.1	ADIGE CM601	30
7.2.2	Fanuc Robodrill α -D21LiA5.....	30
7.2.3	DÜRR Compact 80P.....	31
7.3	Výstupy ze strojů.....	32
7.3.1	ADIGE CM601	33
7.3.2	Fanuc Robodrill α -D21LiA5 1.....	35
7.3.3	Fanuc Robodrill α -D21LiA5 2.....	36
7.3.4	Odmašťovací stroj DÜRR Compact 80P	37
7.4	Výpočet OEE.....	39
7.4.1	ADIGE CM601	39
7.4.2	Fanuc Robodrill α -D21LiA5 1.....	41
7.4.3	Fanuc Robodrill α -D21LiA5 2.....	42
7.4.4	DÜRR Compact 80P.....	44
7.5	Využití strojů ve sledovaném období.....	45
7.6	Závěry provedené analýzy vybrané součásti	46
8	Návrhy pro zlepšení	48

9 ZÁVĚR	49
Seznam použitých zdrojů	50
Seznam použitých zkratk.....	52
Seznam tabulek.....	53
Seznam obrázků	54

1 ÚVOD

Ve strojírenství, stejně jako v celé řadě dalších oborů, je kladen stále větší důraz na zrychlování procesu výroby, lepší využívání zdrojů a zvyšování kvality. Plnění těchto cílů je dlouhodobý systematický proces. Aby bylo možné těchto cílů dosáhnout, je potřeba adekvátně zhodnotit současný stav a vybrat správné parametry pro jeho hodnocení. Dostupnost aktuálních dat přináší možnost včasného a účelného předcházení problémům a v případě již vzniklých problémů jejich řešení. Moderní technologie a systémy umožňují ve velmi krátkém čase sběr velkého množství informací.

Veškeré úkoly a cíle podniku vytvářejí velký tlak na výrobní management, který se v současné době takřka neobejde bez moderních informačních systémů, které mu na základě dostupných dat pomáhají s plánováním a řízením výroby. Tyto informační systémy se dělí dle oblasti vstupních dat, která používají pro svou činnost ale i dle účelu jejich použití. Moderní informační systémy v sobě zahrnují více funkcí najednou. Jednou z těchto funkcí může být automatické měření parametrů OEE (Overall Equipment Effectiveness). Je důležité nejen sledovat jednotlivé parametry ale také je vyhodnocovat a na jejich základě přijímat vhodná opatření.

Tato diplomová práce vznikla ve spolupráci se společností KOVOKON s.r.o. (společnost s ručením omezeným). Cílem práce je sběr dat z informačního systému, jejich následná analýza a vytvoření návrhů pro zlepšení současného stavu vyhodnocování těchto dat. Sběr dat byl zaměřen na divizi AUTO společnosti, především z toho důvodu, že v automobilovém průmyslu je vysoká konkurence a je potřeba stále držet krok.

2 ŘÍZENÍ VÝROBY

Jako výrobu je možné označit každý proces při kterém jsou vstupy transformovány na výstupy. Těmito výstupy mohou být výrobky i služby. Cílem většiny podniků je neustále snižování výrobních nákladů. K plnění tohoto cíle je potřeba zvyšovat produktivitu výrobních procesů, využití strojů, lidí a materiálu, ale také optimalizovat výrobní procesy. Z pohledu podniku je však důležité, aby tento proces byl ekonomicky optimální, což vytváří značný tlak na výrobní management v oblasti řízení a plánování výroby. Aby bylo možné učinit správná rozhodnutí je potřeba mít k dispozici informace o výrobních kapacitách, úzkých místech ve výrobě, důvodech vzniku prostojů atd. [1,2]

2.1 Výrobní management

Výrobní management ručí za přeměnu vstupů na výstupy, za výrobu zboží a služeb. K posuzování hodnoty výstupů slouží trh. Výrobní manager by měl být nejen inovátorem ale také strážem, který se snaží všemi dostupnými prostředky docílit zvýšení produktivity podniku. Každý den musí dělat řadu rozhodnutí v oblastech typu [1,3]:

- jaké výrobky vyrábět a v jakých termínech,
- jaké výrobky firma vyrobí a jaké musí nakoupit,
- jakým způsobem vyřeší logistiku nákupu,
- co projektovat, konstruovat, modernizovat,
- jakou údržbu zvolit pro bezporuchový chod výrobních zařízení,
- jak zabezpečit nutné nářadí a energie,
- jakým způsobem zajistit požadované materiálové toky ve výrobě,
- jakými prostředky motivovat zaměstnance,
- jak zajistit dodržování norem. [1,3]

Podle druhu podniku se rozlišuje charakter a funkce managementu výroby. Jelikož nejsou všechny podniky stejné, nemůže být ani stejný management výroby. Obecně lze však říci, že všechny podniky se snaží co nejvíce přizpůsobit potřebám trhu a být konkurenceschopné. Z těchto důvodů by měli mít k dispozici moderní výrobní zařízení, které je možné přizpůsobit požadované kapacitě, kvalitě a času. [1]

Každý rozhodovací proces by měl projít těmito fázemi [3]:

- vytyčení problému, vymezení cílů řešení a volba kritérií hodnocení,
- popis problému a tvorba modelu,
- nalezení co nejvíce reálných možností řešení problému,
- posouzení možností řešení problému,
- volba řešení,
- zavedení zvoleného řešení,
- měření výsledků řešení,
- zhodnocení dosažených výsledků a stanovení dalších kroků. [3]

Řešení problémů musí směřovat k odstranění příčiny vzniku, a nikoliv jen napravovat následky. Současně také záleží na schopnostech, dovednostech ale i zkušenostech výrobního manažera, případně osoby pověřené řešením problému. [3]

Výrobní systém je tvořen pracovníky a stroji. Pro co nejvyšší využívání stroje je nutné zjistit, jaké jsou ideální podmínky pro činnost jeho jednotlivých částí. Úkolem pracovníků je poté tyto podmínky udržovat. Bylo zjištěno, že jen malá část podniků tyto podmínky udržuje. Důvodem je to, že obsluha strojů často přehlíží odchylky a první

problémy v provozu strojů. V takovém případě se pak poruchy řeší, až když skutečně nastanou. Tito pracovníci si myslí, že zodpovídají pouze za provoz a obsluhu stroje. Bylo by však vhodné, aby si všímali i odchylek v činnosti stroje. Stejně tak se pracovníci údržby zaměřují pouze na opravy již vzniklých poruch místo toho, aby se snažili poruchám předcházet dříve, než nastanou. [1]

Pro hodnocení dosažení vytyčených cílů se používá ratingová tabulka. Cíle by se měly vztahovat na delší časové období, a to minimálně jeden rok. Tabulku je pak možné sestavovat jak pro celý rok, tak i na kratší časové úseky, například pololetí či čtvrtletí. V takovém případě tabulka slouží k určení, zda plnění cílů není ohroženo, případně zda by bylo vhodné některé cíle pozměnit. Tab. 1 zobrazuje příklad takové ratingové tabulky. Všechny parametry tabulky je možné upravit dle konkrétních požadavků společnosti. V rámci zvoleného rozsahu jsou přidělovány body dle uvážení hodnotitele. Výsledek je dán vynásobením bodů a váhy v jednotlivých řádcích. Součtem těchto výsledků je vypočítán celkový rating výkonnosti. [4]

Tab. 1 Tabulka ratingu výkonnosti vlastníka procesu – přepracováno dle [4].

Cíl	Váha	Způsob hodnocení	Body	Výsledek
Výsledkové cíle				
a) V roce R1 dosažení využití strojů ...	16	Tvrdá metrika – report z ERP (Enterprise Resource Planning). Každé procento využití stroje pod stanovenou hodnotu snižuje body z čísla 100. Každé procento nad horní mez zvyšuje adekvátně body.		
b) Zvýšení výkonnosti procesu v porovnání konce roku R0 s koncem roku R1 o 15 %.	25	Měkká metrika. Snímek výkonnosti procesu – přenesení výsledku ze snímkování dosaženého stavu.		
c) Snížení nákladů na reklamace v porovnání konce roku R0 s koncem roku R1 o 25 %.	22	Tvrdá metrika – report z ERP.		

Cíl	Váha	Způsob hodnocení	Body	Výsledek
Výkonové cíle				
d) Monitoring dodržování procesních pravidel.	6	Měkká metrika – pásmové hodnocení: a) 101-130 bodů Mimořádně vysoká úroveň. b) 81-100 bodů Vyhovující úroveň. c) 61-80 bodů Nedostatečná úroveň. d) 41-60 bodů Naprostě nedostatečná úroveň. e) 0-40 bodů V podstatě není realizováno.		
e) Průběžné zlepšování procesu.	6	Měkká metrika – pásmové hodnocení: a) 101-130 bodů Mimořádně vysoká úroveň. b) 81-100 bodů Vyhovující úroveň. c) 61-80 bodů Nedostatečná úroveň. d) 41-60 bodů Naprostě nedostatečná úroveň. e) 0-40 bodů V podstatě není realizováno.		
Rozvojové cíle				
f) Do konce roku R1 dosažení stanovené hodnoty OEE.	5	Měkká metrika – pásmové hodnocení: a) 101-130 bodů Splněno nad očekávání. b) 81-100 bodů Splněno, resp. V podstatě splněno. c) 61-80 bodů Splněno částečně. d) 41-60 bodů Splněno slabě. e) 0-40 bodů Nesplněno.		
g) Navýšení počtu zákazníků do konce roku R1.	4	Měkká metrika – pásmové hodnocení: a) 101-130 bodů Splněno nad očekávání. b) 81-100 bodů Splněno, resp. V podstatě splněno. c) 61-80 bodů Splněno částečně. d) 41-60 bodů Splněno slabě. e) 0-40 bodů Nesplněno.		

Cíl	Váha	Způsob hodnocení	Body	Výsledek
Ostatní hodnocené faktory				
h) Úroveň ztotožnění s firemními cíli.	4	Měkká metrika – pásmové hodnocení: a) 101-130 bodů Velmi vysoká. b) 81-100 bodů Vysoká, resp. vyhovující. c) 61-80 bodů Nízká. d) 41-60 bodů Velmi nízká. e) 0-40 bodů Neexistuje.		
i) Úroveň řízení procesu.	4	Měkká metrika – pásmové hodnocení: a) 101-130 bodů Velmi vysoká. b) 81-100 bodů Vysoká, resp. vyhovující. c) 61-80 bodů Nízká. d) 41-60 bodů Velmi nízká. e) 0-40 bodů Neexistuje.		
j) Úroveň motivování ostatních účastníků procesu.	4	Měkká metrika – pásmové hodnocení: a) 101-130 bodů Velmi vysoká. b) 81-100 bodů Vysoká, resp. vyhovující. c) 61-80 bodů Nízká. d) 41-60 bodů Velmi nízká. e) 0-40 bodů Neexistuje.		
k) Úroveň komunikace s ostatními vlastníky procesů.	4	Měkká metrika – pásmové hodnocení: a) 101-130 bodů Velmi vysoká. b) 81-100 bodů Vysoká, resp. vyhovující. c) 61-80 bodů Nízká. d) 41-60 bodů Velmi nízká. e) 0-40 bodů Neexistuje.		
Rating výkonnosti				

2.2 Výkonnost systému

Pokud chceme posuzovat výkonnost výrobního systému je k tomu nutné určit ukazatele výkonnosti. Tyto ukazatele se dělí na tři kategorie. [5]

- Úspornost: se zabývá vstupy a usiluje o minimální náklady na jejich pořízení. Při zohlednění jejich kvality, kvantity, vztahů se zákazníky, termínech dodávek atd.
- Účinnost: je zaměřena na proces přeměny vstupů na výstupy. Jde o snahu dosažení požadovaných výstupů při minimálních vstupech.
- Účelnost: se zabývá výstupy, především uspokojováním potřeb zákazníků. Výstupy by se měly přizpůsobit potřebám zákazníků. [5]

Dalším krokem při posuzování výkonnosti výrobního systému je měření výkonnosti. Existuje řada měřítek pro její hodnocení. Tato měřítka můžeme rozdělit dle již zmíněné úspornosti, účinnosti a účelnosti. [5]

Ukazateli úspornosti jsou náklady na zdroje. Pokud nakupujeme zdroje, je potřeba klást důraz na kvalitu, kvantitu, načasování a dodavatele. [5]

Ukazatelé účinnosti jsou definovány jako produktivita, a ta se vypočítá pomocí vztahu (1). [5]

$$Produktivita = \frac{\text{výstupy}}{\text{vstupy}} \quad (1)$$

V případě, že porovnáváme pouze jeden druh vstupů s výstupem, hovoříme o dílčí produktivitě. Příkladem takové dílčí produktivity je produktivita práce. Při výpočtu celkové produktivity zahrnujeme do výpočtu všechny vstupy. Tyto vstupy mají hodnotu peněžního vyjádření. [5]

Ukazatelé účelnosti se zabývají výstupy. Tyto výstupy jsou úzce spjaty s požadavky zákazníků. Jako vstupy jsou označovány zdroje, které jsou nutné k tomu, aby podnik mohl vytvářet požadované výstupy. Mezi vstupy se řadí například lidské zdroje, suroviny, materiál, stroje, energie, kapitál. Do výstupů se řadí kromě výrobků a služeb také informace pro zákazníky. Ukazatelé účelnosti se často pojí s ukazateli kvality. [5]

Kvalitu lze charakterizovat jako uspokojování potřeb zákazníka. Pomocí hodnocení od zákazníků je možné určit, zda byly jejich potřeby uspokojeny. Toto hodnocení vychází na základě dlouhodobého používání produktů. Aby byly zákazníkovi potřeby uspokojeny, je nutné zapojení celé společnosti. Kvalita se řadí mezi neustále se vyvíjející cíl a měří se pomocí finančních, operačních a zákaznických ukazatelů. [5]

Finančními ukazateli jsou náklady kvality. Do těchto nákladů patří preventivní náklady, náklady na hodnocení a provedení testů kvality, náklady na chyby odhalené uvnitř podniku i mimo něj. [5]

Operačními ukazateli jsou například procenta neshodných výrobků, množství odpadu či plnění termínů dodávek a závisí na konkrétním druhu výrobku. [5]

Zákaznické ukazatele se odvíjí dle přehledů spokojenosti zákazníků. [5]

2.2.1 Zlepšování výkonnosti systémů

Pro zlepšování výkonnosti je nejprve nutné zjistit, v jakých místech je výkon potřeba navýšit. K tomu nám pomáhá porovnání měr výkonnosti s výkonnostními normami. Rozlišujeme dva hlavní typy změn, a to skokovou změnu a soustavné zlepšování. [5]

U skokové změny se jedná o výrazné jednorázové navýšení výkonu. K tomuto jednorázovému navýšení mohou sloužit nové technologie, nové manažerské koncepce, případně nové pracovní metody. [5]

Současný rychlý vývoj technologií nám umožňuje výrazně zvyšovat výkon a nemusí se vždy jednat pouze o nasazení nových výrobních strojů. Navýšení výkonu je možné dosáhnout i využitím nových informačních a komunikačních technologií. Jedná se především o použití nejrůznějších typů informačních systémů. Mezi tyto systémy řadíme například MRP (Materials Requirements Planning), který slouží pro plánování požadavků na materiál. MRP II (Manufacturing Resource Planning), který propojuje plánování produkce, řídicí činnosti a finanční, účetní, personální, technické a marketingové informace. Systémy CIM (Computer Integrated Manufacturing) jsou založeny na propojení informačního toku mezi technickými a obchodními oblastmi. Jedná se o informace týkající se například objednávek, návrhu výrobků, plánování výroby a kapacit, dodávky a servis. Do CIM systémů vstupují komponenty jako CAD (Computer Aided Design), CAP (Computer Aided Process Planning), CAM (Computer Aided Manufacturing), CAQ (Computer Aided Quality). Příkladem dalších informačních systémů jsou systémy MES (Manufacturing Execution Systems), které jsou podrobněji popsány v kapitole 2.3. [5, 6]

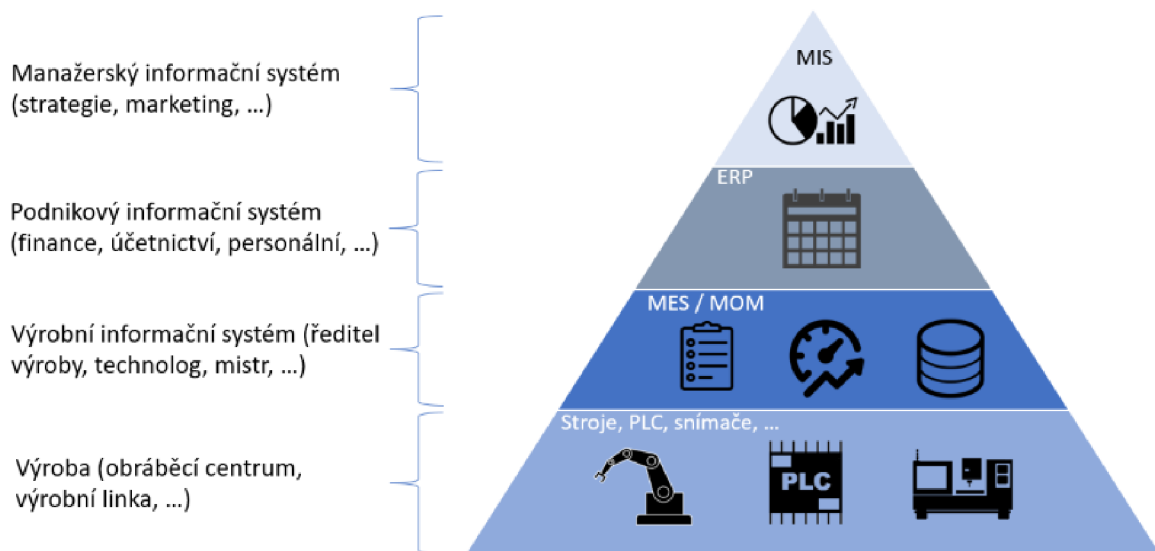
Cílem nových manažerských koncepcí je dosažení konkurenční výhody prostřednictvím času, nákladů a kvality. Správná manažerská koncepce může výrazně skokově zvýšit výkon. [5]

Nové pracovní metody často souvisí s novou technologií či novými manažerskými koncepcemi ale nemusí tomu tak být vždy. [5]

Soustavné zlepšování výkonu je dlouhodobý proces realizovaný dílčími postupnými změnami. Postupné zlepšování by se mělo týkat všech složek podniku a mělo by být promyšlené. [5]

2.3 Výrobní informační systémy

Již na počátku 80. let minulého století se začíná projevovat snaha podpořit výrobní činnosti pomocí počítačových systémů. Jedním z těchto systémů je MES, což lze volně přeložit jako výrobní informační systémy. Jsou to systémy, které se používají především ve výrobních podnicích. Tyto systémy zajišťují podklady pro rozhodování a také pro včasné odhalování problémů. Jejich velkou výhodou je skutečnost, že pracují v reálném čase. MES systémy propojují podnikové informační systémy a systémy pro sběr dat a řízení výrobních procesů. Hierarchii informačních systémů podniku je zobrazena na obr. 1. [2]



Obr. 1 Hierarchie informačních systémů podniku. [7]

V roce 1992 organizace MESA International poprvé definovala jedenáct základních funkcionalit systémů MES. Tyto funkcionality byly definovány v modelu MESA-11 model, který prošel v průběhu let řadou změn. V roce 2006 byla provedena doposud poslední změna a nazývá se MESA Model. Níže jsou popsány funkcionality systémů MES. [2]

- Přidělování a stav zdrojů. Sledování aktuální dostupnosti zdrojů a kapacit se zahrnutím skutečností ve výrobě.
- Operativní plánování. Jedná se o základní funkci systému MES a díky aktuálním informacím o výrobě je možné pružně reagovat na současný stav ve výrobě.
- Dispečerské řízení výroby. V případě, že je výroba řízena centrálně, jsou všechna potřebná data okamžitě k dispozici.
- Správa dokumentace. Umožňuje zobrazení veškeré dokumentace potřebné pro výrobu součásti přímo na terminálu v místě výroby. Pokud se výroba na daném pracovišti náhle změní, všechny potřebné dokumenty jsou na místě ihned k dispozici.
- Sběr a archivace dat. Jedná se o sběr a archivaci velmi různorodých dat závislých na typu výroby a stroje.
- Řízení pracovních sil. Pomocí čipů je zaznamenáváno, jakou činnost konkrétní pracovník vykonává po celou dobu přihlášení ke stroji. Je tak možné zpětně dohledat nejen to, jakou práci zaměstnanec vykonával, ale také například počet vyrobených kusů.
- Řízení kvality. Tento modul v systému MES nabízí širokou řadu možností od sledování procentuálního množství vyrobených zmetků přes dodržování výrobních postupů až po záznamy výsledků testů kvality.
- Řízení procesu. Díky aktuálním informacím je možné sledovat a vhodně řídit výrobní procesy, ale také všechny nečekané události, které ve výrobě nastanou. Například vznik prostoje může být automaticky rozpoznán a určena jeho příčina. Následně je na tuto skutečnost automaticky upozorněn zodpovědný pracovník.
- Řízení údržby. V případě, že je údržba prováděna externí firmou, umožňuje její přímé propojení s výrobním strojem. Tato firma tak okamžitě získává potřebné informace a může na ně adekvátně reagovat.

- Trasování a genealogie výrobků. U některých druhů výrobků je nutné přesně deklarovat provedené operace, informace o sérii, šarži atd. Tento modul slouží k získávání a uchovávání všech těchto informací.
- Analýza výkonnosti. Většina MES systému disponuje alespoň základními možnostmi analýzy výkonnosti. U některých systémů jsou však tyto analýzy velmi propracované a nabízejí řadu možností. [2]

3 CELKOVÁ EFEKTIVNOST ZAŘÍZENÍ

OEE je zkratka z anglického Overall Equipment Effectiveness, což v českém překladu znamená celková efektivnost zařízení (CEZ). Pomocí tohoto ukazatele lze určovat efektivnost jednotlivých zařízení a ty mezi sebou navzájem porovnávat. Pro celou řadu firem je tento ukazatel velice důležitý, jelikož umožňuje zdokonalování výrobních procesů. Tohoto ukazatele lze vypočítat pomocí vztahu (1) [1,8]:

$$CEZ = MÍRA VYUŽITÍ \times MÍRA VÝKONU \times MÍRA KVALITY \quad (1)$$

Jednotlivé členy tohoto výpočtu určíme s využitím rovnic (2) až (4) [1]:

$$míra\ využití = \frac{doba\ možného\ provozu\ výrobního\ zařízení - prostoje}{doba\ možného\ provozu\ výrobního\ zařízení} * 100 \quad (2)$$

$$míra\ výkonu = \frac{počet\ vyrobených\ kusů \times ideální\ cyklus\ (takt)}{doba\ možného\ provozu\ výrobního\ zařízení - prostoje} * 100 \quad (3)$$

$$míra\ kvality = \frac{počet\ vyrobených\ kusů - (zmetky + vícepráce)}{počet\ vyrobených\ kusů} * 100 \quad (4)$$

Po dosazení a úpravě dostaneme vztah (5) [1]:

$$CEZ = \frac{počet\ kvalitních\ výrobků \times ideální\ cyklus}{doba\ možného\ provozu\ stroje} * 100 \quad (5)$$

kde: doba možného provozu výrobního zařízení [min],

prostoje [min],

počet vyrobených kusů [ks],

ideální cyklus (takt) [min*ks⁻¹],

zmetky [ks],

vícepráce [ks].

Uvedené vzorce (1) až (5) jsou vyjádřeny v %. Ideální hodnota ukazatele CEZ je 100 %, ovšem v praxi se za skvělé považují hodnoty 85 % a výše. Záleží ale také na typu výroby. Obecně u kusové výroby je hodnota nižší, než například u hromadné výroby [8].

Při těchto výpočtech hraje velkou úlohu kvalita vstupních dat. Dříve byla tato data získávána přímo od obsluhy strojů, což však obsluhu stroje značně zdržovalo, a také byly takto získaná data značně nepřesná. V dnešní době je možné potřebná data pro tyto výpočty získávat automaticky přímo ze strojů. Vypočtené hodnoty ukazatelů jsou okamžitě k dispozici na základě těchto dat. [9]

3.1 Totálně produktivní údržba

Při snahách o navýšení hodnoty ukazatele OEE je často zmiňován pojem TPM (Total Productive Maintenance). Jedná se o celkové pojetí údržby na úrovni celého podniku. Prvotní myšlenka TPM může být odvozena od koncepce preventivní údržby pocházející z USA. V praxi se však toto pojetí údržby poprvé uplatnilo v 70. letech v Japonsku v oblasti automobilového průmyslu. Myšlenka TPM spočívá v uskutečňování činností, které zajišťují provoz strojů v optimálních podmínkách. Základní prvky TPM [1]:

- maximalizace efektivnosti výrobních zařízení,
- zahrnutí preventivní produktivní údržby za účelem zlepšení stavu stroje,
- důležité je zapojení nejenom údržby a obsluhy strojů, ale také výrobců strojů a dalších techniků,
- na TPM se musí podílet všichni zaměstnanci podniku od managementu až po výrobní dělníky,
- aktivní podpora produktivní údržby zaměstnanci. [1]

Základní koncepce TPM vychází z těchto pěti pilířů. Pro dosažení cílů TPM je potřeba věnovat pozornost každému z těchto pilířů (obr. 2) [1]:

- zvyšování OEE,
- samostatná údržba,
- plánovaná údržba,
- výchova a trénink,
- zlepšování stavu strojů. [1]



Obr. 2 Základní pilíře TPM – přepracováno dle [1].

Cíle TPM [1]:

- nulové prostoje výrobních zařízení,
- nulové závady výrobního systému,
- nulové nehody systému člověk – stroj. [1]

Koncept TPM je nasazován čím dál častěji. Neomezuje se totiž pouze na předcházení poruchám, ale také na omezení krátkodobých prostojů, zkracování doby změn sortimentu atd. Současné trendy v oblasti automatizace výroby a v celkovém zvyšování složitosti výrobních zařízení umocňují závislost údržby těchto zařízení na lidských zdrojích. [1]

3.2 Ztráty

V průběhu každého výrobního procesu vznikají ztráty, které zapříčiní to, že není možné dosáhnout maximálního potenciálu výroby. Je jasné, že ne všechny ztráty ve výrobě je možné zcela odstranit ale je snahou je co nejvíce minimalizovat. Základní čtyři druhy ztrát z pohledu výroby jsou [9]:

- plánované ztráty – víkendy, dovolená, preventivní údržba, úklid,
- operační ztráty – nastavování strojů, změna produkce, špatná obsluha,
- výkonové ztráty – špatné nastavení strojů, selhání, prodloužení výrobního cyklu, úmyslné zpomalení,
- nekvalita výroby – vada materiálu, nepřesnost výroby, opravy. [9]

Nalezení důvodu vzniku ztrát ve výrobě je tedy klíčové pro optimalizaci výroby. Proto je nezbytné zajistit správné, úplné a aktuální informace o stavu výroby. [9]

Významné ztráty však také vznikají při samotném chodu výrobních zařízení. Je tedy nutné znát nejčastější druhy těchto ztrát, aby bylo možné jim předcházet. Druhy ztrát, které mohou vzniknout u strojů nalezneme popsány níže. [1]

- Poruchy strojů. Jedná se většinou o náhlý výskyt, který je snadno zjistitelný z důvodu ztráty funkce. Může také dojít pouze k omezení funkce, kdy provoz dále probíhá s nižším výkonem.
- Seřizování a nastavování parametrů strojů. V tomto případě je výroba přerušena nejčastěji z důvodu výměny nástroje nebo nutnosti nastavit nové parametry výroby. Seřizování také často probíhá z důvodu produkce nevyhovujících výrobků (rozměr, kvalita povrchu atd.)
- Krátkodobé přerušení výroby. Jedná se o krátkodobé problémy, které nastanou během výroby na stroji. Řadí se mezi ně například zapříčení výrobku ve stroji, nahromadění velkého množství třísek, ucpání přívodu procesních kapalin atd.
- Nevyužití rychlosti stroje. Jsou to ztráty, které jsou zapříčiněny používáním nižších rychlostí stroje, než pro které je tento stroj navržen. Tyto ztráty jsou často přehlíženy.
- Procesní vady. Ztráty z důvodu nesprávného provozu zařízení.
- Náběh výroby a zkoušky: Při zavádění nových výrobků do výroby ale také při změně druhu výroby na jednom stroji. Za těchto situací dochází často k pomalému náběhu výroby. [1]

Tyto ztráty se mohou citelně projevit do parametrů hodnotících efektivitu zařízení. Například časté seřizování a poruchy se odrazí na nízké míře využití stroje. Krátkodobá přerušení výroby a nevyužití rychlosti stroje se promítají do nižší míry výkonu. [1]

4 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI KOVOKON POPOVICE S.R.O.

Historie společnosti se začíná odvíjet od roku 1990, kdy otec a tři synové začínají podnikat na základě živnostenských oprávnění. Z počátku byly realizovány náhodné zakázky a vyráběny náhradní díly na vozidla Multicar. Výroba probíhala v prostorách bývalé stolárny u rodinného domu majitelů v Popovicích u Uherského Hradiště. [10]

V roce 1992 byl zaměstnán první pracovník. V roce 1994 byla získána zakázka od společnosti Česká zbrojovka a.s. (akciová společnost) a došlo také k rozšíření výrobních prostor. S růstem počtu zakázek a zaměstnanců přestávaly stávající výrobní prostory dostačovat, a proto se výroba přesunula do nově postavených prostor v areálu bývalého Svazarmu v Popovicích u Uherského Hradiště, které byly v následujících letech dále rozšiřovány. [10]

V roce 1998 vznikla právní forma společnosti s názvem KOVOKON Popovice s.r.o. Postupem času přestávaly i tyto prostory v areálu bývalého Svazarmu dostačovat. Z tohoto důvodu byly v roce 2003 zakoupeny prostory a pozemky v areálu Leteckých závodů Kunovice. Po nutné rekonstrukci byla spuštěna výroba v nově zrekonstruovaných halách. Zároveň by také zaveden informační systém QI. [10]

V dalších letech probíhalo neustále zkvalitňování výrobních a kontrolních činností. Dále byl zakoupen informační a výrobní systém MES PHARIS. [10]

Mezi lety 2013-2015 probíhali největší investice do obráběcích strojů a bylo pořízeno 46 těchto moderních CNC (Computer Numerical Control) zařízení. Zároveň došlo k výraznému navýšení skladovacích kapacit díky instalaci regálových zakladačů. Pro optimalizaci a lepší využití strojní kapacity byl v roce 2016 spuštěn plánovací systém Plantune. [10]

V současnosti firma neustále rozšiřuje a modernizuje výrobní kapacity. Celkové výrobní prostory zahrnují tři haly dělicí se na divizi elektro, leteckého a automobilového průmyslu. Firma zaměstnává cca 260 zaměstnanců (obr. 10). [10]



Obr. 3 Letecký snímek firmy KOVOKON s.r.o. [10].

4.1 Výrobní program

Automobilový průmysl

V současnosti nejrychleji se rozrůstajícím segmentem výroby v rámci společnosti KOVOKON s.r.o. je výroba pro automobilový průmysl. Jedná se o výrobu koncových a spojovacích komponentů pro chladicí a klimatizační jednotky osobních automobilů. Všechny dílce pro automobilový průmysl jsou vyráběny z profilových hliníkových tyčí. Díky použití moderních produktivních zařízení je možné vyrábět výrobky až ve statisíkových sériích. [10]

Letecký průmysl

Od roku 2009 se firma zabývá i výrobou pro letecký průmysl, a to konkrétně výrobou součástí do leteckých motorů. V rámci tohoto odvětví jsou obráběny výrobky z těžko obrobitelného materiálu inconel, ale také tenkostěnné, tvarově složité dílce z hliníku. [10]

CNC stoje

V oblasti výroby součástí pro CNC stroje je největším a nejvýznamnějším zákazníkem společnost WALTER, která patří mezi největší světové výrobce brusek. Sortiment firmy v tomto odvětví zahrnuje přes 300 druhů výrobků, které jsou soustruženy, frézovány, kaleny a broušeny. [10]

Elektrotechnický průmysl

Hlavní sortiment výrobků pro elektrotechnický průmysl představují části elektromotorů, pohonů a alternátorů převážně z šedé a tvárné litiny, hliníku, oceli a nerez. [10]

Nástrojárna

Součástí firmy je i nástrojárna, ve které probíhá návrh a výroba speciálních přípravků na upínání a speciálních nástrojů pro potřeby firmy. Tyto přípravky se vyrábí jak na CNC obráběcích centrech, tak na klasických soustruzích a frézkách. [10]

5 AUTOMOBILOVÝ PRŮMYSL

Automobilový průmysl má v České republice (ČR) dlouhou historii, a i v současné době má pro český průmysl velký význam. V ČR dlouhodobě působí sdružení AutoSAP, které sdružuje společnosti zapojené do automobilového průmyslu v ČR. Výroba společností sdružených v AutoSAP v roce 2018 tvořila 23 % průmyslové výroby ČR, 21 % exportu ČR, 9 % HDP (hrubý domácí produkt) ČR. Tyto společnosti v roce 2018 zaměstnávaly 133 000 zaměstnanců. Mezi nejznámější společnosti sdružené v AutoSAP patří například Bosch, Škoda Auto, Toyota, Hyundai atd. [11]

5.1 Divize AUTO KOVOKON

Jak již bylo zmíněno výše, společnost KOVOKON s.r.o. se v rámci této divize soustředí především na výrobu komponentů pro klimatizační jednotky. Tyto součásti jsou používány v automobilech takových značek, jako je například Škoda Auto, Volkswagen, Toyota, Renault atd. Největším zákazníkem společnosti v této divizi je společnost Denso. Dalšími zákazníky jsou FHL, Keihin, Senior Flexonics atd. Výroba je realizována z hliníkových profilových tyčí. Hlavním dodavatelem je společnost Constellium Děčín. [10]

Ve zbytku kapitoly je popsán materiálový tok v divizi AUTO firmy KOVOKON s.r.o. Nejprve je na základě požadavků zákazníka u dodavatele objednan požadovaný materiál v konkrétním množství. Tento proces je zajišťován obchodním oddělením firmy. Doprava materiálu pro výrobu je realizována nákladní automobilovou přepravou. Při přejímání materiálu od dopravce je na základě dodacího listu zkontrolována správnost materiálu, počet balíků a váha. Pokud jsou všechny tyto údaje správné, uloží se zakoupený materiál do skladových prostor a zároveň se všechny dostupné informace o daném materiálu uloží do systému QI, včetně čísla tavby. Materiál je ve skladě uložen podle principu FIFO (First In, First Out). Principem je, že materiál, který je do skladu přijat jako první, jde také jako první do výroby.

Na základě výrobní zakázky zadává mistr do systému výrobní příkaz a materiál postupuje do výroby. Důležitou roli při uvolňování materiálu ze skladu do výroby má kromě principu FIFO také číslo tavby. Jelikož je důležité, aby každá jedna výrobní zakázka byla pouze z jedné tavby. Poté postupuje materiál dle druhu výrobku buď na dělicí pilu nebo přímo na obráběcí stroj. Pokud byl materiál nadělen na pile, následuje většinou operace rumlování a až poté obrábění, nejčastěji na frézkách. Takto opracované výrobky následně míří z přízemí do prvního patra haly, kde může proběhnout jejich odmašťování. Následně dochází ke kontrole všech výrobků a balení do krabic společně s kompletní dokumentací. Poté míří hotové výrobky na sklad hotových výrobků a odtud k zákazníkovi. Layout výrobní haly divize AUTO firmy KOVOKON s.r.o. je zobrazen v příloze 1. [12]

6 INFORMAČNÍ SYSTÉMY SPOLEČNOSTI

V této kapitole jsou popsány informační systémy používané společností KOVOKON s.r.o.

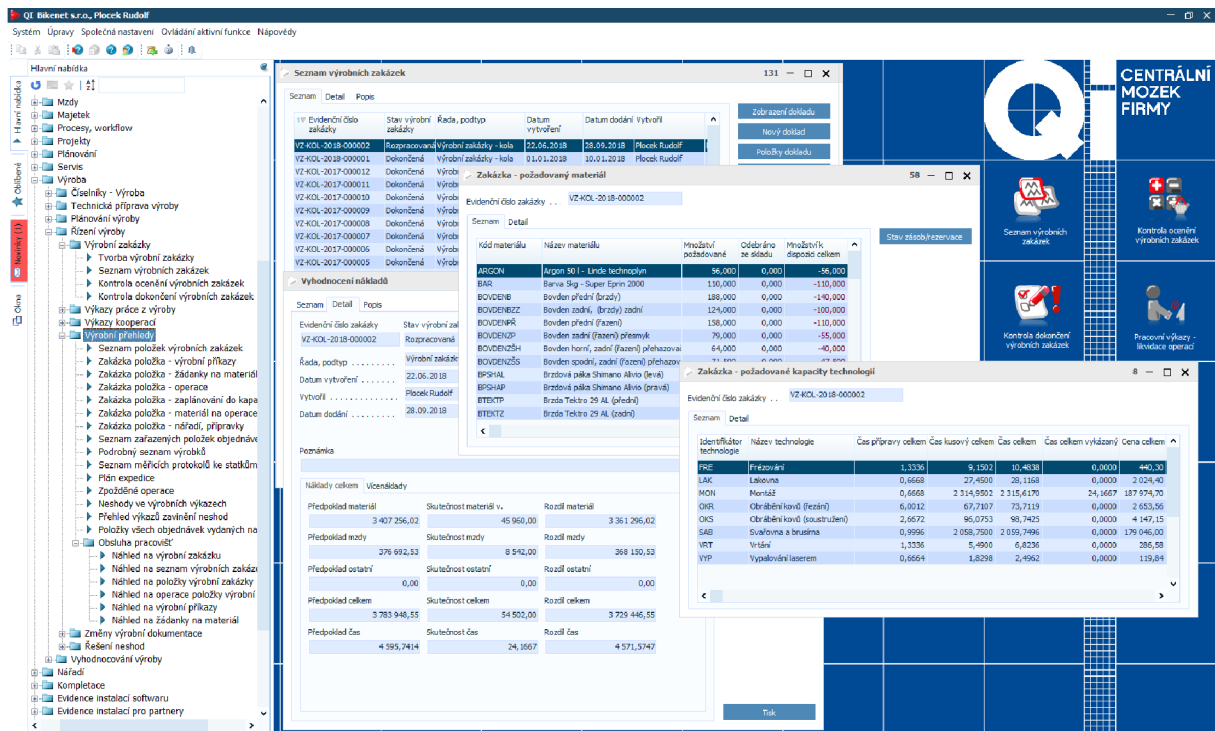
6.1 QI systém

QI neboli centrální mozek firmy, je komplexní informační systém, který je možné využívat v mnoha odvětvích, ať už ve strojírenství, potravinářství, zdravotnictví či například ve vodárenství. Jedná se o modulární systém, kde si zákazník vybere to, co opravdu potřebuje. Základní moduly jsou: řízení firmy, obchod a řízení vztahů se zákazníky, výroba, služby, ekonomika a QI platforma. Tyto základní moduly se dále dělí na celou řadu dalších modulů (obr. 4). [13]

S dynamickým růstem firmy KOVOKON s.r.o. vznikla i potřeba sjednotit jednotlivé specializované systémy a informace z nich do jednoho přehledného systému. Z tohoto důvodu firma vypsala výběrové řízení na nový informační systém, které vyhrálo DC Concept a.s. (nyní QI GROUP a.s.) se svým systémem QI především díky jeho pružnosti. Díky tomu, že je systém modulární, lze jej případně doplňovat o další funkce. V roce 2010 byl například implementován systém pro řízení skladu s využitím čárových kódů a v roce 2015 nástroj Plantune. [13]

Výhody zavedení systému QI ve firmě KOVOKON s.r.o. [13]:

- libovolnost při propisování změn v QI uživatelům,
- získání dlouhodobého výhledu,
- rychlejší a přesnější reakce na změny a zakázky při optimálním vytížení kapacit,
- zlepšení vztahů se zákazníky (jednoznačná evidence jejich požadavků),
- možnost upravovat výrobní plán v průběhu dne,
- efektivnější využití pracovní doby,
- podpora strategického rozhodování,
- garance včasné dodávky zboží již v okamžiku přijetí objednávky,
- řízený přístup k datům,
- minimalizace ztrát při výrobě,
- objednání materiálu dle aktuálních potřeb,
- 99% dohledatelnost materiálu,
- zkrácení roční inventury o 8 dní,
- hladká distribuce dokladů,
- pořádek v datech,
- aktuální výstupy pro management,
- snadná kontrola nákladů. [13]



Obr. 4 Ukázka systému Qi. [13]

6.2 Plantune

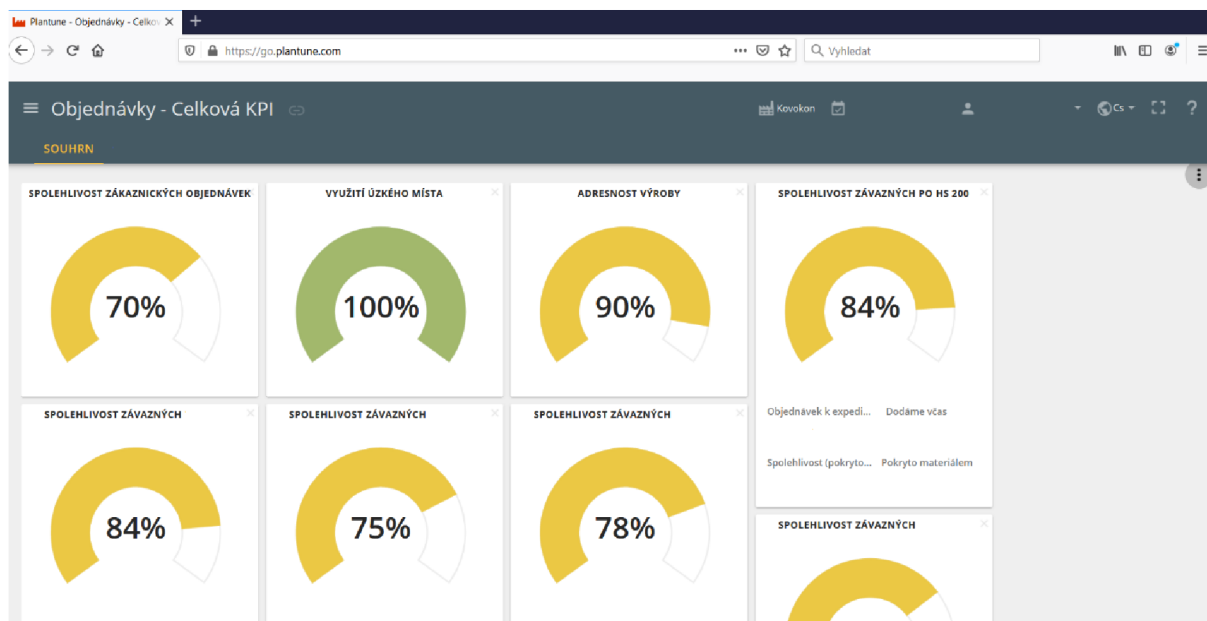
Jedná se o online systém pro prediktivní plánování výroby. Systém Plantune analyzuje získaná vstupní data o výrobě a zakázkách a na jejich základě nabízí pomoc při hledání odpovědi na otázky typu [14]:

Co dělat teď a co potom?

Která zakázka hoří a co naopak počká?

V jakém termínu bude možné za dodržení navrženého ideálního postupu dodat zakázku klientovi? [14]

Díky tomu, že jsou získaná vstupní data odesílána na cloudové úložiště a následně zpracovávána na serverech společnosti Insophy si zákazníci nemusí pořizovat drahá a výkonná počítačová zařízení. Odpadá také nutnost složitého zavádění a nastavování systému. Všechny výstupy jsou díky tomu dostupné rychle a odkudkoliv online. Obr. 5 zobrazuje ukázkou ze systému Plantune. [14]



Obr. 5 Ukázka systému Plantune. [15]

6.3 Pharis

Pharis je výrobní informační systém sloužící k řízení výroby, údržby, výrobní logistiky, kapacitnímu plánování, rozvrhování výroby, vizualizaci výroby, OEE včetně sběru dat ze strojů. Ukládá všechna průvodní informace v reálném čase, které dále slouží pro analýzu výroby, díky čemuž se může zvýšit efektivita výroby a tím i rentabilita výrobních podniků. Tento výrobní informační systém se využívá v řadě odvětví, a to od zbrojního průmyslu, automotive, montážních linkách, kompletacích, malosériové či sériové kovoobrábění až po výrobu nábytku. Na obr. 6 je zobrazeno zařazení systému Pharis do hierarchie informačních systémů. [16]

System Pharis slouží pro firmu KOVOKON s.r.o. k řízení kovoobráběcího procesu. Řeší tyto úkoly [16]:

- komunikaci s CNC stojí,
- monitoring stavu výrobních zařízení (servis, porucha, automatický cyklus),
- obousměrné nahrávání CNC programu,
- komplexní správa technologických postupů,
- detailní plánování zakázek,
- zavedení elektronického záznamu o zakázce,
- centrální evidence CNC programu,
- evidence nástrojů, sledování výměny nástrojů,
- řízení výrobního procesu,
- komplexní správa údržby,
- elektronické provozní deníky zařízení,
- sledování rozpracovanosti jednotlivých zakázek, predikce dokončení,
- odvádění výroby,
- komunikaci s ERP QI,
- hodnocení výroby a efektivity výrobních zařízení,
- monitoring přítomnosti osob na pracovišti,
- vizualizace výrobních hal,
- dodávka a montáž operátorských terminálů. [16]



Obr. 6 Zařazení systému Pharis do hierarchie informačních systémů. [16]

7 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU FIRMY

V této kapitole je krátce popsána zvolená součást a stroje na kterých je realizována její výroba. Z těchto strojů byla získána data o ukazateli OEE a jeho dílčích složkách. Tyto údaje byly porovnány s teoretickými vypočtenými hodnotami. U zjištěných rozdílů byly popsány jejich možné příčiny a následně byla navržena nápravná opatření.

7.1 Zvolená součást

Pro účely této práce byla zvolena součást konektor. Tato součást byla zvolena z toho důvodu, jelikož se jedná o jednu z nejčastěji vyráběných součástí v oddělení automobilového průmyslu firmy KOVOKON s.r.o.

Výroba zvolené součásti probíhá postupně na třech strojích. Prvním strojem je pila ADIGE CM601. Na tomto stroji jsou z hliníkového profilu dlouhého 4 500 mm nařezány díly o požadované délce. V rámci tohoto pracoviště je i rumlovací stroj, ve kterém jsou nařezané díly zbaveny ostrých hran. Tento stroj však není připojen do systému Pharis, proto není v této práci dále rozváděn. Nařezané díly jsou poté přesunuty k jednomu ze dvou strojů FANUC Robodrill α -D21LiA5, kde dochází k veškerému opracování vyráběné součásti. Toto opracování zahrnuje operace vrtání, frézování a tváření závitů. Hotový konektor má hmotnost 0,06 kg. Dále jsou součásti přemístěny k odmašťovacímu stroji DÜRR Compact 80P, kde se uskutečňuje jejich praní a odmaštění. Následně putují na pracoviště vizuální kontroly, kde probíhá kontrola a balení hotových součástí (obr. 7). Na závěr je provedena výstupní kontrola a expedice. [15]



Obr. 7 Zvolená součást [15].

7.2 Zvolené stroje

Při výrobě zvolené součásti ve firmě KOVOKON s.r.o. jsou používány následující stroje.

7.2.1 ADIGE CM601

ADIGE CM601 (obr. 8) je hydraulická pila, určená pro dělení kovových tyčí, profilů a trubek, které nemusí mít pouze kruhový, čtvercový nebo obdélníkový průřez ale mohou mít i značně složité tvary. Díky tomu, že je možné takto dělit i složitější tvary, dochází v průběhu výroby k ušetření jak času, tak nákladů. Tento stroj je určen k dělení tyčí z oceli či neželezných materiálů. Zakládání tyčí může být ruční nebo automatické. Základní parametry stroje jsou uvedeny v tab. 2. [17]

Tab. 2 Základní parametry ADIGE CM601. [17]

ADIGE CM601	
vnější rozměry	1 200 x 2 370 x 2 280 mm
rozsah děleného materiálu: kruhový průřez	∅ 10-102 mm
čtvercový průřez	10 x 10-70 x 70 mm
obdélníkový průřez	max. 100 x 70 mm
délka dělení: min.	5 mm
max.	400 mm
výkon	15 kW



Obr. 8 ADIGE CM601 [15].

7.2.2 Fanuc Robodrill α-D21LiA5

Fanuc Robodrill α-D21LiA5 (obr. 9) je velmi univerzální obráběcí stroj, který je možné využít pro velké množství aplikací od kusové až po velkosériovou výrobu. Stroj se vyznačuje vysokou přesností a robustností konstrukce. Základní parametry stroje jsou uvedeny v tab. 3. [18]

Tab. 3 Základní parametry Fanuc Robodrill α -D21LiA5. [18]

Fanuc Robodrill α -D21LiA5	
vnější rozměry	2 600 x 2 500 x 2 590 mm
celková hmotnost	2 100 kg
rozměry stolu	850 x 410 mm
maximální nosnost stolu	300 kg



Obr. 9 FANUC ROBODRILL α -D21LiA5. [15]

7.2.3 DÜRR Compact 80P

Odmašťovací stroj DÜRR Compact 80P (obr. 10) je čistící zařízení, sloužící k bezpečnému a hospodárnému odstraňování olejů, emulzí, tuků a třísek at' už během procesu výroby nebo po jeho skončení. Touto operací je u vyráběných součástí zároveň dosaženo lepšího povrchového napětí. Základní parametry stroje jsou uvedeny v tab. 4. [19]

Tab. 4 Základní parametry DÜRR Compact 80P. [19]

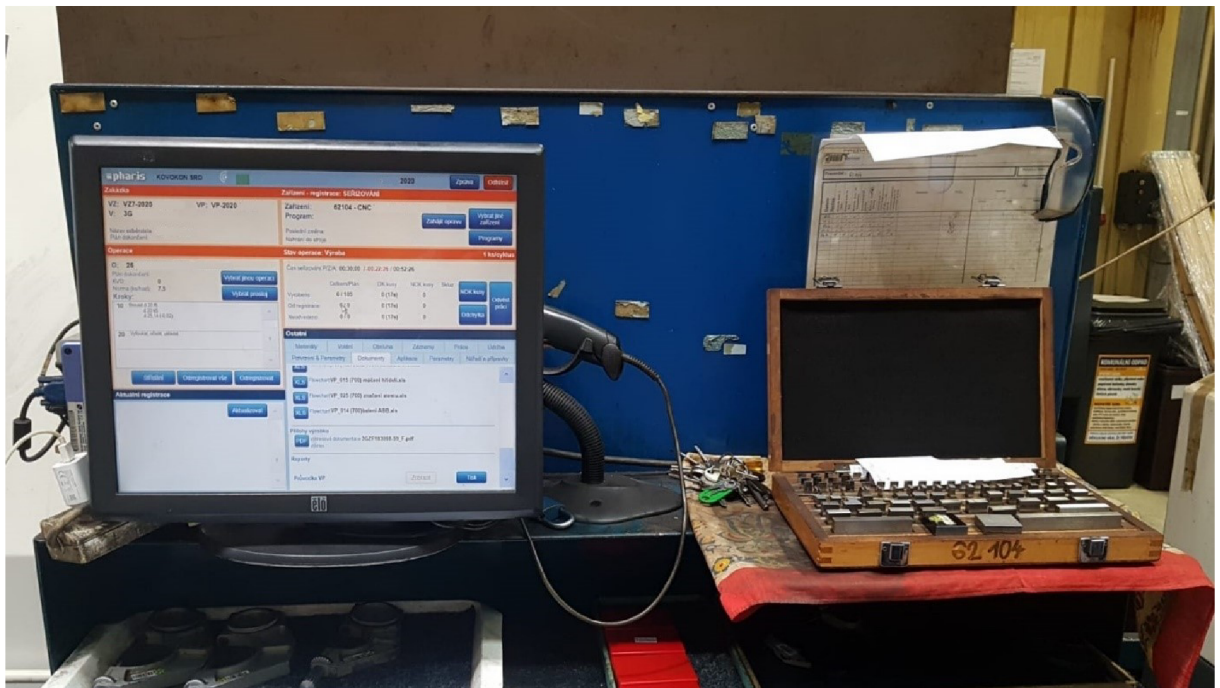
DÜRR Compact 80P	
vnější rozměry	4 120 x 1 600 x 3 500 mm
maximální hmotnost čistěného materiálu	75 kg
maximální rozměry čistěného materiálu	530 x 370 x 200 mm
doba čistění	6-15 min.
výkon	14 kW



Obr. 10 DÜRR Compact 80P. [15]

7.3 Výstupy ze strojů

Při příchodu na pracoviště se pracovník pomocí terminálu (obr. 11) přihlásí do systému Pharis a na základě výrobního příkazu i do dané výroby. Poté začne pracovník vyrábět. Pokud však výroba z nějakého důvodu nemůže probíhat, zvolí pracovník na terminále jinou činnost, jako například školení, úklid atd. Pokud na stroji probíhá seřízení nebo oprava, není přihlášen na terminále dělník ale seřizovač. V systému se zobrazují všechny potřebné informace o daném výrobku a zakázce jako například výkres součásti, celkový počet potřebných kusů pro danou zakázku, počet již celkem vyrobených kusů pro tuto zakázku, počet kusů vyrobených od přihlášení na daném stroji, čas cyklu, norma výroby ($\text{ks} \cdot \text{hod}^{-1}$), skluz v počtu vyrobených kusů atd. Jestliže pracovník přestane vyrábět, ať už z důvodu ukončení směny či jiné příčiny, ukončí na terminále činnost a odvede do systému počet vyhovujících a nevyhovujících kusů. Všechny informace ohledně průběhu dané výroby vložené do systému pracovníkem, či získané přímo ze stroje, lze dohledat v systému Pharis.



Obr. 11 Terminál pro přihlášení do systému Pharis. [15]

7.3.1 ADIGE CM601

Pro hodnocení stroje ADIGE CM601 byl vybrán den 1.4.2020. Zvolen byl třísměnný provoz, začínající 1.4.2020 v 6:00 hodin a končící 2.4.2020 v 6:00 hodin. Data o průběhu výroby jsou zaznamenávána do systému Pharis a jsou zde dohledatelná. Data na obr. 12 jsou v systému pod záložkou Bilance a ukazatele – Efektivita výrobních zařízení – Časová osa. Zde je názorně vidět, jaká činnost na daném zařízení ve vybraném časovém úseku probíhá. Na horní vodorovné ose je znázorněno vybrané datum a časová osa po třiceti minutách. Na svislé ose je zobrazen název zařízení a jeho číselné označení. U každého stroje jsou zaznamenávána jak data přímo od pracovníka, tak i ze stroje. Data ze stroje jsou zaznačena ve spodní části tmavě modrou barvou. Údaje od pracovníka jsou zaznačeny v horní části a jsou barevně rozlišeny dle typu události zaznamenané pracovníkem. Rozlišujeme události:

- zelená barva = výroba,
- červená barva = prostoj,
- světle modrá barva = seřizování stroje,
- šedá barva = výrobní kontrola.

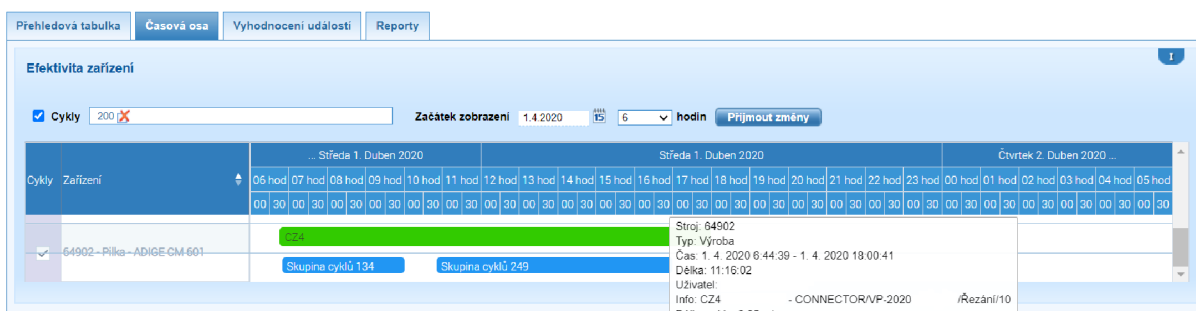
Při najetí kurzorem na událost se zobrazí podrobné informace o dané události. Tyto informace obsahují číslo stroje, typ události, čas začátku a konce události, délku trvání události, jméno přihlášeného uživatele. Dále se zde nachází informace, které se vážou k danému typu události. Příklad takového zobrazení lze vidět na obr. 12, kde je znázorněna událost Výroba. V tomto případě jsou zde informace udávající číslo výrobku, druh výroby, číslo operace a délku cyklu. Tyto údaje se mohou lišit vzhledem k typu události. Na základě těchto dat můžeme získat rychlý vizuální přehled o tom, co se na daném stroji v daném čase děje, a je možné současně zobrazovat data z více strojů najednou.

Na tomto zařízení může probíhat třísměnný provoz po osmi hodinách. Jak je vidět z obr. 12, ve zvolený den výroba na tomto pracovišti nezačala standardně v 6:00 hodin ráno, ale až v 6:44 hodin, což může být zapříčiněno nejrůznějšími důvody, například:

- pracovník měl vyrábět na jiném pracovišti, ale z důvodu poruchy byl přesunut na toto zařízení,
- pracovník, který měl na tomto zařízení původně pracovat se na svou směnu nedostavil, a proto sem byl přesunut jiný pracovník,
- pracovník tohoto zařízení nepřišel včas do práce.

Zaměstnanec byl na stroji přihlášen 11 hodin 16 minut, z čehož vyplývá, že se nejedná o klasickou osmihodinovou pracovní směnu, ale pracoval přesčas. Jelikož v tento den neprobíhala odpolední směna, mohl po domluvě s mistrem tento přesčas proběhnout. Noční směna v tento pracovní den také neprobíhala.

Efektivita zařízení



Obr. 12 Časová osa stroje ADIGE CM601. [20]

Při přepnutí do záložky Přehledová tabulka se zobrazí procentuální vyjádření efektivity zařízení, dostupnosti, využití, výkonu a tak dále (obr. 13). Tato data lze filtrovat dle zvoleného časového úseku či evidenčního čísla stroje. Rovněž je zde také možné zobrazit data z více strojů najednou.

Jak již bylo zmíněno výše, nejsou u tohoto stroje plně obsazeny všechny tři sledované směny, což se projeví na využití stroje a efektivitě zařízení. Na hodnoty kvality a výkonu má přímý vliv pouze počet shodných kusů, neshodných kusů a plnění norem.

Efektivita zařízení

Název zařízení	Evidenční číslo	Výrobní středisko	Efektivita zařízení (OEE)	Celkový efektivní výkon zařízení (TEEP)	Dostupnost (Loading)	Využití (Availability)	Výkon (Performance)	Kvalita (Quality)	Střední doba mezi poruchami (MTBF)	Střední doba řešení opravy (MTTR)	Efektivnost dle cyklů (CTE)
Plika - ADIGE CM 601	64902	200	34.44 %	32.29 %	93.75 %	50.08 %	68.78 %	100.00 %	bez poruchy	bez poruchy	3.54 %

Obr. 13 Přehledová tabulka pro stroj ADIGE CM601. [20]

Jako další výstup je možné zobrazit odvody práce pomocí záložky Výroba – Registrace – Odvody práce. Nejdůležitější informace, pro účely této práce, jsou zde počty shodných a neshodných kusů (obr. 14).

Registrování k operacím

Kód	Název výrobku	Číslo VP	Pořadí operace	Název operace	Č. mzdového listku	Název zařízení	Stav	Chybový stav	OK kusy	NOK kusy	Prod. [%]	Typ regist.	Účetní jednotka	Datum období	Délka trvání	Zahájení	Ukončení	Bez kontroly při odeslání do ERP
CZ4	CONNECTOR	VP-2020	10	Řezání	ML-2020	64902	Odeslaný	Žádný	9300	0	68,78	V	AC1	1.4.2020 11:50:41	11:16:02	1.4.2020 6:44:39	1.4.2020 18:00:41	Ne

Obr. 14 Odvody práce pro stroj ADIGE CM601. [20]

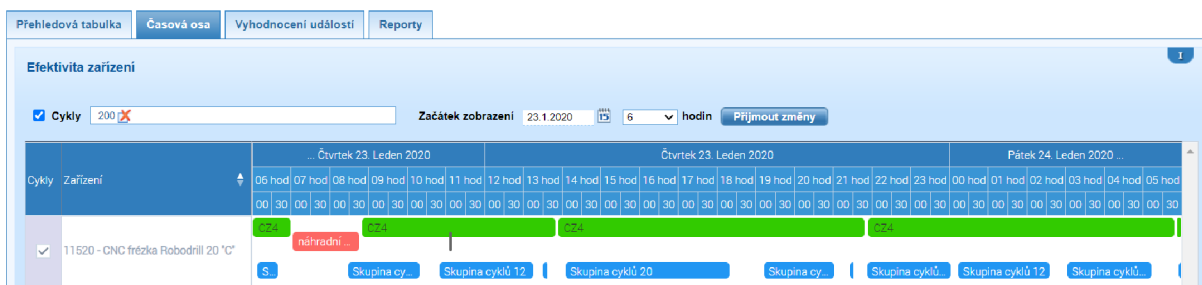
7.3.2 Fanuc Robodrill α-D21LiA5 1

Jak již bylo zmíněno výše, zvolená součást se obrábí na stroji Fanuc Robodrill α-D21LiA5. Společnost KOVOKON s.r.o. disponuje celou řadou těchto strojů. Na strojích Fanuc Robodrill α-D21LiA5 1 a Fanuc Robodrill α-D21LiA5 2 je obrobena většina těchto součástí.

Pro stroj Fanuc Robodrill α-D21LiA5 1 byl vybrán den 23.1.2020. Jako časový úsek byl vybrán opět třísměnný provoz a to od 23.1.2020 6:00 hodin až do 24.1.2020 6:00 hodin. Data byla získána obdobným způsobem jako u předchozího stroje a jejich časový průběh je zobrazen na obr. 15. Tento den byl zvolen z toho důvodu, jelikož výroba probíhá po dobu všech vybraných směn. Navíc se zde nachází během ranní směny prostoj od 7:02 hodin do 8:47 hodin (červený pruh) a výrobní kontrola (šedý pruh), která však nemá vliv na průběh výroby. V tomto konkrétním případě se jedná o prostoj náhradní práce. Mezi další druhy prostojů se řadí:

- úklid,
- školení,
- oprava,
- výpadek elektrické energie,
- chybějící operace,
- prostoj mistr.

Efektivita zařízení



Obr. 15 Časová osa stroje Fanuc Robodrill α-D21LiA5 1. [20]

Z obr. 16 je zřejmé, že hodnoty efektivity zařízení a využití, jsou daleko vyšší než u předešlého stroje. Je to způsobeno tím, že u tohoto stroje jsou plně obsazeny všechny tři sledované směny. Kvalita je zde nižší než 100 %, jelikož byly vyrobeny neshodné kusy (obr. 17).

Efektivita zařízení

Přehledová tabulka Časová osa Vyhodnocení událostí Reporty

Přehled

Výběr data a času 23.1.2020 06:00:00 24.1.2020 06:00:00

Obchodní (všechny události) Pracovní kalendář Nezahrnovat přebrané kusy

Počet záznamů: 1 - F 50 záznamů na stránku

Název zařízení	Evidenční číslo	Výrobní středisko	Efektivita zařízení (OEE)	Celkový efektivní výkon zařízení (TEEP)	Dostupnost (Loading)	Využití (Availability)	Výkon (Performance)	Kvalita (Quality)	Střední doba mezi poruchami (MTBF)	Střední doba řešení opravy (MTTR)	Efektivnost dle cyklů (C/TE)
CNC frézka Robodrill 20 "C"	11520	- vše -	87.19 %	82.11 %	94.18 %	97.88 %	89.73 %	99.28 %	bez poruchy	bez poruchy	72.36 %

CSV XML CSV

Obr. 16 Přehledová tabulka stroje Fanuc Robodrill α-D21LiA5 1. [20]

Na obr. 17 se nachází tabulka s odvodů práce, stejně jako u předchozího stroje. Každé přihlášení pracovníka do systému Pharis se nachází na jednom samostatném řádku. Je zde zobrazen čas přihlášení, čas odhlášení, délka trvání a pokud se jedná o výrobu, tak také počet shodných a neshodných kusů vyrobených po dobu přihlášení. Na druhém řádku tabulky je zaznamenán prostoj náhradní práce, proto zde chybí některé údaje. Na čtvrtém řádku tabulky je zaznamenána výrobní kontrola, z tohoto důvodu je zde počet shodných a neshodných kusů nulový.

Registrování k operacím

Registrace k operacím Odvodů práce ke kontrole Odvodů práce

Seznam odvodů práce

Výběr data a času 23.1.2020 06:00:00 24.1.2020 05:50:00

6 - F 50 záznamů na stránku

Kód	Název výrobku	Číslo VP	Pořadí operace	Název operace	Č. mzdového listku	Název zařízení	Stav	Chybový stav	OK kusy	NOK kusy	Prod. [%]	Typ regist.	Účetní jednotka	Datum období	Délka trvání	Zahájení	Ukončení	Bez kontroly při odesílání do ERP	
CZ4	CONNECTOR	VP-2020	20	Frézování NC	ML-2020	11520	Odeslaný	Žádný	66	0	74,61	V	AC1	23.1.2020 0:52:03	23.1.2020 5:51:11	23.1.2020 7:02:02		Ne	
7	náhradní práce KVO 2					11520	Odeslaný	Žádný				Pr		23.1.2020 2:37:18	23.1.2020 7:02:02	23.1.2020 8:47:20		Ne	
CZ4	CONNECTOR	VP-2020	20	Frézování NC	ML-2020	11520	Odeslaný	Žádný	302	6	96,04	V	AC1	23.1.2020 7:42:21	23.1.2020 05:02:45	23.1.2020 8:48:01	23.1.2020 13:50:46		Ne
CZ4	CONNECTOR	VP-2020	20	Frézování NC	ML-2020	11520	Uzavřený	Žádný	0	0	0	K	AC1	23.1.2020 11:09:14	23.1.2020 00:01:00	23.1.2020 11:08:14	23.1.2020 11:09:14		Ne
CZ4	CONNECTOR	VP-2020	20	Frézování NC	ML-2020	11520	Odeslaný	Žádný	420	0	83,14	V	AC1	23.1.2020 15:40:03	23.1.2020 07:56:52	23.1.2020 13:53:11	23.1.2020 21:50:03		Ne
CZ4	CONNECTOR	VP-2020	20	Frézování NC	ML-2020	11520	Odeslaný	Žádný	473	3	94,19	V	AC1	23.1.2020 23:40:06	23.1.2020 07:57:02	23.1.2020 21:52:43	24.1.2020 5:49:45		Ne

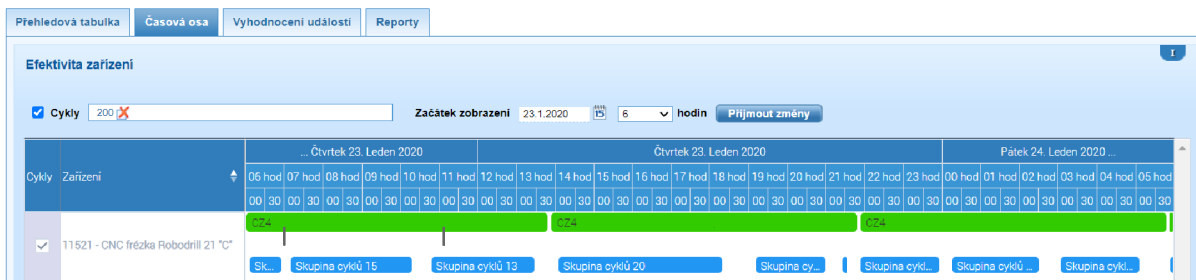
CSV XML CSV

Obr. 17 Odvodů práce stroje Fanuc Robodrill α-D21LiA5 1. [20]

7.3.3 Fanuc Robodrill α-D21LiA5 2

Stejně jako u stroje Fanuc Robodrill α-D21LiA5 1 byl vybrán den 23.1.2020. Jako časový úsek je opět posuzován třísměnný provoz a to od 23.1.2020 6:00 hodin až do 24.1.2020 6:00 hodin. Ve zvolený den jsou na tomto stroji obsazeny všechny směny a výroba není přerušena žádnými neplánovanými prostoji. Obr. 18 zobrazuje časovou osu vybraných směn. V průběhu provozu došlo na první směně ke dvěma výrobním kontrolám (šedý pruh).

Efektivita zařízení



Obr. 18 Časová osa stroje Fanuc Robodrill α-D21LiA5 2. [20]

Obr. 19 zobrazuje tabulku s hodnotami využití, výkonu, kvality a OEE pro stroj Fanuc Robodrill α-D21LiA5 2. V tomto případě přesahuje hodnota využití 100 %, což může být způsobeno chybnými vstupními daty. Z důvodu obsazení všech směn jsou hodnoty výkonu a OEE vysoké. Kvalita je ovlivněna počtem neshodných kusů.

Efektivita zařízení

Název zařízení	Evidenční číslo	Výrobní středisko	Efektivita zařízení (OEE)	Celkový efektivní výkon zařízení (TEEP)	Dostupnost (Loading)	Využití (Availability)	Výkon (Performance)	Kvalita (Quality)	Střední doba mezi poruchami (MTBF)	Střední doba řešení opravy (MTTR)	Efektivnost dle cyklů (CTE)
CNC frézka Robodrill 21 °C	11521	200	89.69 %	84.47 %	94.16 %	105.69 %	85.78 %	98.94 %	bez poruchy	bez poruchy	79.00 %

Obr. 19 Přehledová tabulka stroje Fanuc Robodrill α-D21LiA5 2. [20]

Na druhém a třetím řádku obr. 20 nalezneme záznam o provedené výrobní kontrole. Na zbývajících řádcích jsou odvozy práce jednotlivých pracovníků.

Registrování k operacím

Kód	Název výrobku	Číslo VP	Pořadí operace	Název operace	Č. mzdového listku	Název zařízení	Stav	Chybavý stav	OK kusy	NOK kusy	Prod. [%]	Typ regist.	Účetní jednotka	Datum období	Délka trvání	Zahájení	Ukončení	Bez kontroly při odeslání do ERP
CZ4	CONNECTOR	VP-2020	20	Frézování NC	ML-2020	11521	Odeslaný	Žádný	434	14	88.22	V	AC1	23.1.2020 7:42:21	07:59:25	23.1.2020 5:51:21	23.1.2020 13:50:46	Ne
CZ4	CONNECTOR	VP-2020	20	Frézování NC	ML-2020	11521	Uzavřený	Žádný	0	0	0	K	AC1	23.1.2020 7:01:03	00:00:00	23.1.2020 7:01:03	23.1.2020 7:01:03	Ne
CZ4	CONNECTOR	VP-2020	20	Frézování NC	ML-2020	11521	Uzavřený	Žádný	0	0	0	K	AC1	23.1.2020 11:09:04	00:01:00	23.1.2020 11:08:04	23.1.2020 11:09:04	Ne
CZ4	CONNECTOR	VP-2020	20	Frézování NC	ML-2020	11521	Odeslaný	Žádný	420	0	83.21	V	AC1	23.1.2020 15:40:03	07:55:28	23.1.2020 13:53:35	23.1.2020 21:50:03	Ne
CZ4	CONNECTOR	VP-2020	20	Frézování NC	ML-2020	11521	Odeslaný	Žádný	434	0	85.79	V	AC1	23.1.2020 23:40:05	07:57:34	23.1.2020 21:52:12	24.1.2020 5:49:45	Ne

Obr. 20 Odvozy práce stroje Fanuc Robodrill α-D21LiA5 2. [20]

7.3.4 Odmašťovací stroj DÜRR Compact 80P

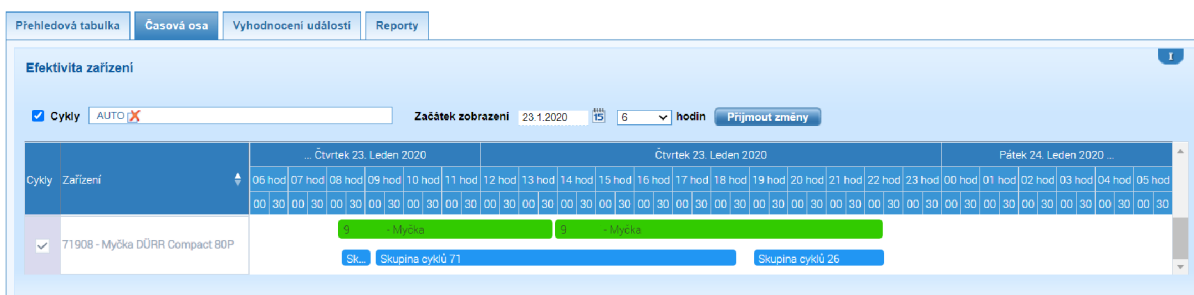
Pro stroj DÜRR Compact 80P byl vybrán den 23.1.2020. Zvolen byl opět třísměnný provoz od 23.1.2020 6:00 hodin až do 24.1.2020 6:00 hodin, stejně jako u strojů Fanuc

Robodrill α-D21LiA5 1 a 2. Ranní směna zde nezačíná v 6:00 hodin ale v 8:16 hodin (obr. 21). Může to být způsobeno tím, že:

- nebyly ještě vyrobeny součásti určené k odmaštění,
- pracovník pracoval u jiného stroje a z důvodu jeho poruchy byl přesunut na toto pracoviště,
- pracovník nepřišel včas do práce apod.

Na odpolední směnu se přihlásil pracovník v 13:56 hodin a byl přihlášen po dobu 8 hodin 34 minut až do 22:30 hodin. Noční směna na tomto stroji neprobíhala. U tohoto zařízení nelze zpětně dohledat, který konkrétní výrobek se v daný časový úsek odmašťoval. Proto byl vybrán stejný den, kdy probíhala výroba zvolené součásti na strojích Fanuc Robodrill α-D21LiA5.

Efektivita zařízení



Obr. 21 Časová osa stroje DÜRR Compact 80P. [20]

Data o efektivitě tohoto zařízení jsou zobrazena v přehledové tabulce na obr. 22. Hodnota výkonu zde dosahuje více než 100 %. Příčinou je s největší pravděpodobností to, že pro operaci praní není norma adekvátně nastavena.

Procentuální hodnoty efektivit zařízení a využití jsou zde nižší, jelikož zde neprobíhala noční směna, která je do sledovaného období zahrnuta. Kvalita na tomto zařízení bude dosahovat vždy 100 %.

Efektivita zařízení

Název zařízení	Evidenční číslo	Výrobní středisko	Efektivita zařízení (OEE)	Čistkový efektivní výkon zařízení (TEEP)	Dostupnost (Loading)	Využití (Availability)	Výkon (Performance)	Kvalita (Quality)	Střední doba mezi poruchami (MTBF)	Střední doba řešení opravy (MTTR)	Efektivnost dle cyklů (CTE)
Myčka DÜRR Compact 80P	71908	200	70,10 %	86,02 %	94,18 %	62,88 %	111,48 %	100,00 %	bez poruchy	bez poruchy	53,70 %

Obr. 22 Přehledová tabulka stroje DÜRR Compact 80P. [20]

Data zapsaná pracovníkem do systému Pharis zobrazuje obr. 23, obdobně jako u předchozích strojů.

Registrování k operacím

Registrace k operacím Odvody práce ke kontrole **Odvody práce**

Seznam odvodů práce

Výběr data a času: 23.1.2020 06:00:00 - 24.1.2020 05:50:00

2 - F 50 záznamů na stránku

Kód	Název výrobku	Číslo VP	Pořadí operace	Název operace	Č. mzdového listku	Název zařízení	Stav	Chybový stav	OK kusy	NOK kusy	Prod. [%]	Typ regist.	Účetní jednotka	Datum období	Délka trvání	Zahájení	Ukončení	Bez kontroly při odesílání do ERP
9	Mýčka SUMA DC3/OSK	VP-2014	5	Praní+vyfukování	ML-2016	71908	Odeslaný	Žádný	42	0	114,56	V	AC1	23.1.2020 7:44:51	05:38:24	23.1.2020 8:16:27	23.1.2020 13:54:51	Ne
9	Mýčka SUMA DC3/OSK	VP-2014	5	Praní+vyfukování	ML-2016	71908	Odeslaný	Žádný	61	0	109,46	V	AC1	23.1.2020 16:20:35	08:34:22	23.1.2020 13:56:12	23.1.2020 22:30:34	Ne

Obr. 23 Odvody práce stroje DÜRR Compact 80P. [20]

7.4 Výpočet OEE

Data potřebná pro výpočet ukazatele OEE byla získána ze systému Pharis, viz kapitola Výstupy ze strojů. Veškeré použité vzorce jsou uvedeny v kapitole 3. Všechny následující výpočty jsou již provedeny automaticky systémem Pharis a jelikož jsme pro výpočty použili data z tohoto systému, předpokládá se, že by se měly výsledky výpočtů shodovat.

U všech strojů lze tedy porovnat vypočtené hodnoty s hodnotami ze systému Pharis. Pouze u stroje DÜRR Compact 80P jsou hodnoty výkonu a kvality vztaženy na počet provedených cyklů, a nikoliv na počet odmaštěných součástí.

Pro všechny vybrané stroje byly zvoleny tři směny po osmi hodinách. Celkem tedy 24 hodin, převedeno na minuty 1 440 minut. Za dobu tří směn jsou plánovány tři přestávky po třiceti minutách. Z tohoto důvodu je doba možného provozu výrobního zařízení u všech strojů 1 350 min.

7.4.1 ADIGE CM601

U tohoto zařízení se prostoje vypočítaly tak, že se od doby možného provozu výrobního zařízení odečetla celková doba, kdy byl zaměstnanec přihlášen na stroji. Tato celková doba přihlášení však zahrnuje i nařízené přestávky, proto byly tyto přestávky ve výpočtu odečteny. V tomto případě se jedná o dvě přestávky trvající celkem 60 minut. Celkové prostoje tedy vyšly 733,97 minut. Počet vyrobených kusů je 9 300. Ideální cyklus je 0,05 min*ks⁻¹. V průběhu výroby nevznikl žádný neshodný kus. Vstupní hodnoty pro následující výpočty jsou zobrazeny v tab. 5.

Tab. 5 Vstupní hodnoty pro výpočet OEE stroje ADIGE CM601. [21]

Doba možného provozu výrobního zařízení [min]	Prostoje [min]	Počet vyrobených kusů	Ideální cyklus (takt) [min*ks ⁻¹]	Zmetky [ks]
1 440 - 90 = 1 350	1 350 - (676,03 - 60) = 733,97	9 300	0,05	0

$$\text{míra využití} = \frac{\text{doba možného provozu výrobního zařízení} - \text{prostoje}}{\text{doba možného provozu výrobního zařízení}} * 100$$

$$\text{míra využití} = \frac{1\,350 - 733,97}{1\,350} * 100$$

$$\text{míra využití} = 45,63 \%$$

$$\text{míra výkonu} = \frac{\text{počet vyrobených kusů} * \text{ideální cyklus (takt)}}{\text{doba možného provozu výrobního zařízení} - \text{prostoje}} * 100$$

$$\text{míra výkonu} = \frac{9\,300 * 0,05}{1\,350 - 733,97} * 100$$

$$\text{míra výkonu} = 75,48 \%$$

$$\text{míra kvality} = \frac{\text{počet vyrobených kusů} - (\text{zmetky} + \text{vícepráce})}{\text{počet vyrobených kusů}} * 100$$

$$\text{míra kvality} = \frac{9\,300 - (0)}{9\,300} * 100$$

$$\text{míra kvality} = 100 \%$$

$$OEE = \frac{\text{počet kvalitních výrobků} * \text{ideální cyklus}}{\text{doba možného provozu stroje}} * 100$$

$$OEE = \frac{9\,300 * 0,05}{1\,350} * 100$$

$$OEE = 34,44 \%$$

Tab. 6 Přehled výsledků pro stroj ADIGE CM601. [21]

ADIGE	Pharis	Výpočet	Rozdíl
Využití	50,08 %	45,63 %	4,45 %
Výkon	68,78 %	75,48 %	6,70 %
Kvalita	100,00 %	100,00 %	0,00 %
OEE	34,44 %	34,44 %	0,00 %

Hodnoty využití a výkonu se neshodují s výsledky systému Pharis. Příčinou je to, že systém ve výpočtu prostojů neodečítá stanovené přestávky od celkové doby přihlášení zaměstnance. Tím pádem systém počítá s tím, že pracovník pracuje i v průběhu těchto přestávek i když tomu tak není. Jelikož byly tyto přestávky do výpočtu zahrnuty, vychází využití stroje 45,63 % a výkon 75,48 %, kdežto v systému využití 50,08 % a výkon 68,78 %. Kvalita vyšla v porovnání se systémem stejná, a to 100 %. Hodnoty ukazatele OEE jsou také totožné, a to 34,44 %, jelikož do výpočtu vstupují shodná data v podobě počtu shodných kusů, ideálního cyklu a době možného provozu výrobního zařízení. Přehled výsledků je v tab. 6.

7.4.2 Fanuc Robodrill α-D21LiA5 1

Prostoje se u tohoto stroje počítaly stejným způsobem jako u stroje ADIGE CM601, avšak z důvodu tří osmihodinových směn je potřeba tentokrát odečíst tři přestávky trvající celkem 90 minut. Dále se zde nachází prostoj v podobě náhradní práce. Tento prostoj není však zahrnut v celkové době přihlášení dělníkem, proto se v tomto výpočtu neodečítá. Výsledkem jsou tedy prostoje v délce trvání 112,7 minut. V průběhu třisměnné výroby bylo vyrobeno celkem 1 260 kusů výrobků, z nichž bylo 9 neshodných. Ideální cyklus je 0,94 min*ks⁻¹. Veškeré vstupní hodnoty potřebné pro výpočty jsou v tab. 7.

Tab. 7 Vstupní hodnoty pro výpočet OEE stroje Fanuc Robodrill α-D21LiA5 1. [21]

Doba možného provozu výrobního zařízení [min]	Prostoje [min]	Počet vyrobených kusů	Ideální cyklus (takt) [min*ks ⁻¹]	Zmetky [ks]
1 440 - 90 = 1 350	1 350 - (1 327,3 - 90) = 112,7	1 260	0,94	9

$$\text{míra využití} = \frac{\text{doba možného provozu výrobního zařízení} - \text{prostoje}}{\text{doba možného provozu výrobního zařízení}} * 100$$

$$\text{míra využití} = \frac{1\,350 - 112,7}{1\,350} * 100$$

$$\text{míra využití} = 91,65 \%$$

$$\text{míra výkonu} = \frac{\text{počet vyrobených kusů} * \text{ideální cyklus (takt)}}{\text{doba možného provozu výrobního zařízení} - \text{prostoje}} * 100$$

$$\text{míra výkonu} = \frac{1\,260 * 0,94}{1\,350 - 112,7} * 100$$

$$\text{míra výkonu} = 95,73 \%$$

$$\text{míra kvality} = \frac{\text{počet vyrobených kusů} - (\text{zmetky} + \text{vícepráce})}{\text{počet vyrobených kusů}} * 100$$

$$\text{míra kvality} = \frac{1\,260 - (9)}{1\,260} * 100$$

$$\text{míra kvality} = 99,28 \%$$

$$OEE = \frac{\text{počet kvalitních výrobků} * \text{ideální cyklus}}{\text{doba možného provozu stroje}} * 100$$

$$OEE = \frac{1\,251 * 0,94}{1\,350} * 100$$

$$OEE = 87,11 \%$$

Tab. 8 Přehled výsledků pro stroj Fanuc Robodrill α-D21LiA5 1. [21]

Fanuc Robodrill 1	Pharis	Výpočet	Rozdíl
Využití	97,88 %	91,65 %	6,23 %
Výkon	89,73 %	95,73 %	6,00 %
Kvalita	99,28 %	99,28 %	0,00 %
OEE	87,19 %	87,11 %	0,08 %

Stejně jako u předchozího stroje se i v tomto případě vypočítané hodnoty využití a výkonu s hodnotami v systému neshodují. Opět nalezneme příčinu v neodečtení přestávek, které trvaly tentokrát 90 minut, od celkové doby přihlášení pracovníka na stroji. Hodnota prostojů činí 112,7 minut. Dále nalezneme nesoulad mezi systémem stanovenou dobou možného provozu výrobního zařízení a vypočítanou hodnotou. Z nejasných důvodů má systém u tohoto zařízení nastavenou dobu přestávek na třisměnný provoz místo 90 minut pouze 83 minut 49 sekund. Proto má dostupnost zařízení dle systému hodnotu 94,18 %. Pokud je však délka všech přestávek během tří pracovních směn 90 minut, pak má dostupnost zařízení hodnotu 93,75 %. Tento rozdíl má samozřejmě vliv i na další výpočty. Vypočítané hodnoty využití a výkonu jsou 91,65 % a 95,73 %. Hodnoty ze systému jsou pro využití 97,88 % a pro výkon 89,73 %. Kvalita vyšla u obou případů shodně. Rozdíl mezi hodnotami OEE je pouze nepatrný a činí 0,08 %, což je způsobeno rozdílnou hodnotou doby možného provozu výrobního zařízení, jak již bylo zmíněno výše. Přehled výsledků je v tab. 8.

7.4.3 Fanuc Robodrill α-D21LiA5 2

Ve výpočtu prostojů se opět odečítali tři třicetiminutové přestávky z důvodu plného obsazení směn. Celkové prostoje v tomto případě činí 6,58 minut, což jsou prostoje vzniklé při předávání směn. Celkový počet vyrobených kusů je 1 302 a neshodných je 14 kusů. Ideální cyklus je stejně jako u stroje Fanuc Robodrill α-D21LiA5 a to 10,94 min*ks⁻¹. Veškeré vstupní hodnoty potřebné pro výpočty jsou v tab. 9.

Tab. 9 Vstupní hodnoty pro výpočet OEE stroje Fanuc Robodrill α-D21LiA5 2. [21]

Doba možného provozu výrobního zařízení [min]	Prostoje [min]	Počet vyrobených kusů	Ideální cyklus (takt) [min*ks ⁻¹]	Zmetky [ks]
1 440 - 90 = 1 350	1 350 - (1 433,42 - 90) = 6,58	1 302	0,94	14

$$\text{míra využití} = \frac{\text{doba možného provozu výrobního zařízení} - \text{prстоje}}{\text{doba možného provozu výrobního zařízení}} * 100$$

$$\text{míra využití} = \frac{1\,350 - 6,58}{1\,350} * 100$$

$$\text{míra využití} = 99,51 \%$$

$$\text{míra výkonu} = \frac{\text{počet vyrobených kusů} * \text{ideální cyklus (takt)}}{\text{doba možného provozu výrobního zařízení} - \text{prстоje}} * 100$$

$$\text{míra výkonu} = \frac{1\,302 * 0,94}{1\,350 - 6,58} * 100$$

$$\text{míra výkonu} = 91,10 \%$$

$$\text{míra kvality} = \frac{\text{počet vyrobených kusů} - (\text{zmetky} + \text{vícepráce})}{\text{počet vyrobených kusů}} * 100$$

$$\text{míra kvality} = \frac{1\,302 - (14)}{1\,302} * 100$$

$$\text{míra kvality} = 98,94 \%$$

$$OEE = \frac{\text{počet kvalitních výrobků} * \text{ideální cyklus}}{\text{doba možného provozu stroje}} * 100$$

$$OEE = \frac{1\,288 * 0,94}{1\,350} * 100$$

$$OEE = 89,68 \%$$

Tab. 10 Přehled výsledků pro stroj Fanuc Robodrill α-D21LiA5 2. [21]

Fanuc Robodrill 2	Pharis	Výpočet	Rozdíl
Využití	105,69 %	99,51 %	6,18 %
Výkon	85,78 %	91,10 %	5,32 %
Kvalita	98,94 %	98,94 %	0,00 %
OEE	89,69 %	89,68 %	0,01 %

Hodnota využití určená systémem Pharis vyšla 105,69 % a vypočtená 99,51 %. Stejně jako v předchozím případě je to způsobeno tím, že v systému Pharis není hodnota dostupnosti 93,75 % ale činí 94,18 %. Avšak hlavním důvodem, proč hodnota využití v systému Pharis přesáhla 100 % je skutečnost, že se přestávky v průběhu směn započítávají do času výroby. Ze stejných důvodů jsou i hodnoty výkonů rozdílné. A to konkrétně o 5,32 %. Hodnoty kvality vyšly v obou případech shodně, a to 98,94 %. Hodnoty OEE vyšly téměř totožné. Odchylka 0,01 % je způsobena rozdílnou vstupní hodnotou dostupnosti. Přehled výsledků je v tab. 10.

7.4.4 DÜRR Compact 80P

Na tomto stroji probíhaly ve sledovaném třisměnném období pouze dvě pracovní směny. Z tohoto důvodu je ve výpočtu prostojů od celkové doby přihlášení odečteno 60 minut, což je doba trvání dvou přestávek. Celkové prostoje pak činí 557,27 minut. Na tomto stroji se odmašťuje více druhů výrobků, avšak délka mycího cyklu je pro všechny tyto výrobky stejná. Liší se pouze množství odmaštěných výrobků na jeden cyklus stroje. Z tohoto důvodu se při odvádění práce neudává počet odmaštěných výrobků, ale pouze počet provedených cyklů. Celkový počet provedených cyklů je 103 a počet neshodných cyklů je nulový. U tohoto stroje nastává problém u výpočtu výkonu. Jak již bylo zmíněno na začátku kapitoly 7.4, nelze dohledat které výrobky byly v dané směny odmaštěny a jaký byl jejich počet pro jednotlivé cykly. Proto se výpočet výkonu systémem Pharis omezuje pouze na počty cyklů, nikoliv odmaštěných součástí. Ideální doba trvání cyklu je 9,23 minut. Veškeré vstupní hodnoty potřebné pro výpočty jsou v tab. 11.

Tab. 11 Vstupní hodnoty pro výpočet OEE stroje DÜRR Compact 80P. [21]

Doba možného provozu výrobního zařízení [min]	Prostoje [min]	Počet provedených cyklů	Ideální cyklus (takt) [min*ks ⁻¹]	Zmetky [ks]
1 440 - 90 = 1 350	1 350 - (852,73 - 60) = 557,27	103	9,23	0

$$\text{míra využití} = \frac{\text{doba možného provozu výrobního zařízení} - \text{prostoje}}{\text{doba možného provozu výrobního zařízení}} * 100$$

$$\text{míra využití} = \frac{1\,350 - 557,27}{1\,350} * 100$$

$$\text{míra využití} = 58,72 \%$$

$$\text{míra výkonu} = \frac{\text{počet vyrobených kusů} * \text{ideální cyklus (takt)}}{\text{doba možného provozu výrobního zařízení} - \text{prostoje}} * 100$$

$$\text{míra výkonu} = \frac{103 * 9,23}{1\,350 - 557,27} * 100$$

$$\text{míra výkonu} = 119,93 \%$$

$$\text{míra kvality} = \frac{\text{počet vyrobených kusů} - (\text{zmetky} + \text{vícepráce})}{\text{počet vyrobených kusů}} * 100$$

$$\text{míra kvality} = \frac{103 - (0)}{103} * 100$$

$$\text{míra kvality} = 100 \%$$

$$OEE = \frac{\text{počet kvalitních výrobků} * \text{ideální cyklus}}{\text{doba možného provozu stroje}} * 100$$

$$OEE = \frac{103 * 9,23}{1\ 350} * 100$$

$$OEE = 70,42 \%$$

Tab. 12 Přehled výsledků pro stroj DÜRR Compact 80P. [21]

DÜRR Compact	Pharis	Výpočet	Rozdíl
Využití	62,88 %	58,72 %	4,16 %
Výkon	111,48 %	119,93 %	8,45 %
Kvalita	100,00 %	100,00 %	0,00 %
OEE	70,10 %	70,42 %	0,32 %

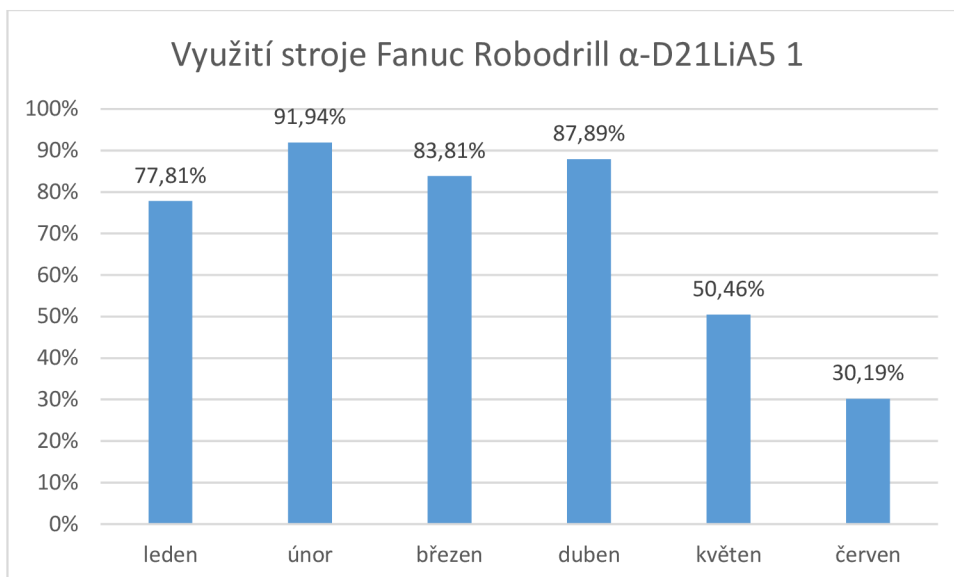
Využití vyšlo 58,72 %, což je o 4,16 % méně než u dat ze systému Pharis. Vypočítaný výkon vyšel 119,93 %, což je o 8,45 % více než ze systému Pharis. Důvodem těchto rozdílů je opět vyšší dostupnost stroje v systému Pharis, než je jeho skutečná dostupnost a v případě výpočtu využití také nezahrnutí časů přestávek do prostojů. Hodnoty vypočítané kvality vyšly shodně s daty ze systému. Rozdíl mezi hodnotami OEE je opět zanedbatelný a to 0,32 %, ze stejného důvodu jako u předešlého stroje. Přehled výsledků je v tab. 12.

7.5 Využití strojů ve sledovaném období

V předchozích kapitolách bylo provedeno hodnocení OEE pro jeden třisměnný pracovní den. V této kapitole je však posuzováno průměrné využití stroje za celý měsíc v období leden až červen. Výjimkou je měsíc červen, ve kterém je sledováno pouze prvních čtrnáct dní měsíce. Současná globální situace způsobená pandemií koronaviru se zásadním způsobem dotýká i výroby pro automobilový průmysl. Z tohoto důvodu byl pro hodnocení vybrán parametr využití, jelikož nejnázorněji zobrazuje pokles objemu výroby pro toto odvětví.

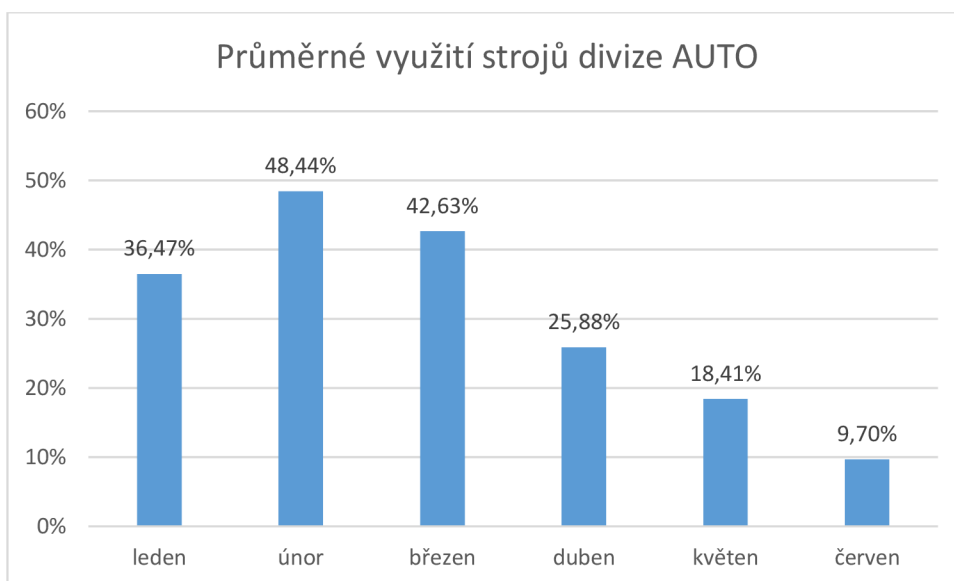
Obr. 24 znázorňuje využití stroje Fanuc Robodrill α -D21LiA5 1 v měsících leden až červen. Tento stroj byl vybrán z toho důvodu, jelikož oproti stroji ADIGE CM601 a DÜRR Compact 80P na tomto zařízení probíhá výroba jen námi zvoleného výrobku, kdežto na ostatních strojích probíhá výroba celé řady výrobků. Tato skutečnost by mohla mít vliv na výpovědní hodnotu dat.

Ačkoliv se koronavirus objevil v České republice již v březnu, a postupně byla zaváděna přísná opatření pro omezení jeho šíření, na objem výroby v tomto měsíci to nemělo výrazný dopad. Hodnoty využití tohoto stroje se v prvních čtyřech měsících roku 2020 pohybují v rozmezí 77 % až 92 %. Výrazný propad nastává v měsíci květnu. Tento propad nenastal již v dubnu, jelikož výroba této součásti byla naplánována v delším časovém horizontu. Data za měsíc červen jsou získána pouze za prvních čtrnáct dní tohoto měsíce, a i tak je ale patrný další pokles ve využívání tohoto stroje. Situace u stroje Fanuc Robodrill α -D21LiA5 2 je obdobná.



Obr. 24 Využití stroje Fanuc Robodrill α-D21LiA5 1 v jednotlivých měsících. [22]

Stejným způsobem je možné sledovat i průměrné využití strojů celé divize AUTO firmy KOVOKON s.r.o. Z obr. 25 vyplývá, že nejsilnějším měsícem byl opět únor. Propad hodnot využití strojů se projevil již v měsíci dubnu. V měsíci květnu a červnu dále klesá průměrné využití strojů této divize, přičemž data pro měsíc červen byla opět získána pouze za prvních čtrnáct dní.



Obr. 25 Využití strojů divize AUTO v jednotlivých měsících. [22]

7.6 Závěry provedené analýzy vybrané součásti

V rámci této práce byly porovnávány vypočtené hodnoty využití, výkonu, kvality a OEE s hodnotami získanými ze systému Pharis. Tyto hodnoty byly získávány ze čtyř strojů v průběhu třisměsíčního provozu ve vybraných dnech. Porovnávané hodnoty se ve většině případů liší. Největší rozdíly byly zaznamenány u využití a výkonu. Naopak u kvality byly výsledky naprosto shodné a u OEE byly rozdíly naprosto minimální.

Jako hlavní problém se ukázalo započítávání přestávek do času výroby, což mělo velký vliv na hodnotu využití a výkonu. Dalším problémem je fakt, že u některých strojů je v systému špatně nastavena dostupnost zařízení. Tato dostupnost je v systému

uváděna vyšší, než ve skutečnosti je. U stroje DÜRR Compact 80P nebylo možné dohledat počty kusů a druhy součástí, které byly v daný okamžik odmašťovány. Z tohoto důvodu bylo počítáno s počty provedených cyklů (namísto počtu odmaštěných kusů) stejně jako při výpočtech v systému Pharis. Na hodnoty některých parametrů má také velký vliv neobsazenost směn.

8 NÁVRHY PRO ZLEPŠENÍ

Pro posuzování ukazatelů využití, výkonu, kvality a OEE je velmi důležité mít přesně a jednoznačně nastaveny vstupní parametry a zajistit plynulý a kvalitní sběr aktuálních dat. V kapitole 7.6 jsou určeny jednotlivé problémy, které byly z analýzy zjištěny.

Největší vliv na rozdílná data má skutečnost, že při výpočtech v systému Pharis se jako celková doba výroby započítává veškerá doba, kdy je pracovník přihlášen na terminálu. Z tohoto důvodu je doba přestávek započítávána jako výrobní, a ne jako čas, kdy výroba neprobíhá. Možným řešením je provádění odvodu práce před začátkem přestávky, přičemž probíhá odhlášení z výroby ale pracovník i nadále zůstává na terminálu přihlášen. Po konci přestávky se zaměstnanec pouze přihlásí znovu do výroby. Tímto způsobem funguje odvádění výroby na jiných výrobních střediscích firmy KOVOKON s.r.o.

Další možností je do systému přidat další druh události (v současnosti je to výroba, prostoj, seřizování, výrobní kontrola atd.). Událost by se jmenovala například přestávka a pracovník by se na ni přihlašoval obdobným způsobem jako se přihlašuje k prostojům. Toto by umožňovalo i snadnější kontrolu dodržování přestávek, zvláště při přesčasech. Vedoucí pracovník by při grafickém znázornění výroby okamžitě získal přehled o dodržování průběhů přestávek.

Další nesrovnalosti ve výpočtech jsou způsobeny tím, že dostupnost některých strojů, za období tří směn, vypočítaná systémem Pharis neodpovídá hodnotě 93,75 %. Hodnota dostupnosti 93,75 % odpovídá situaci, kdy v průběhu každé směny třisměnného provozu je právě jedna třicetiminutová přestávka. U některých zařízení je tato hodnota dostupnosti vyšší, což značí uvažování kratších přestávek. Bylo by vhodné se zaměřit na to, proč tomu tak u některých strojů je, případně v systému tato data upravit tak, aby odpovídala skutečnosti.

U stroje DÜRR Compact 80P není v systému zaznamenáváno, jaký konkrétní výrobek je v daném časovém úseku na pracovišti odmašťován. Z tohoto důvodu není ani možné určit kolik kusů bylo odmaštěno. Systém zaznamenává pouze uskutečněný počet cyklů. Pokud se zachová současný stav zaznamenávání údajů o provozu v podobě cyklů na tomto pracovišti, bylo by vhodné, alespoň zvážit úpravu délky ideálního cyklu stroje. Průměrná délka cyklu je na tomto pracovišti za obě sledované směny podstatně kratší než ideální délka cyklu. Z tohoto důvodu přesahuje míra výkonu hodnotu 100 %.

Bylo by přínosné, pokud by se pracovníci při výkonu práce na tomto pracovišti přihlašovali k výrobě konkrétního druhu výrobku. Tím pádem by se dalo alespoň určit jaké výrobky byly v daném časovém úseku na stroji vyráběny, podobně jako je tomu u ostatních strojů. Pokud by již fungoval tento záznam výroby, bylo by možné určit pro konkrétní druhy výrobků jejich konkrétní množství odmaštěné v průběhu jednoho cyklu stroje. Tím pádem by se norma výroby mohla určovat přímo v počtech kusů, a ne v cyklech. Tento způsob zápisu se u tohoto stroje jeví jako zbytečný a současný záznam v počtech cyklů je možné považovat za dostatečný.

U strojů, u kterých se neuskutečňují noční směny je možné tyto noční směny odstranit z dostupných kapacit. Obdobně je tomu například u víkendů, které se taktéž nezapočítávají mezi dostupné kapacity. Tímto by se hodnoty využití, výkonu i OEE zvýšili. Ovšem pro účely plánování výroby se jako rozumnější jeví ponechat noční směny jako dostupné.

9 ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývá vyhodnocováním účinnosti strojů ve vybraném výrobním úseku. Teoretická část stručně popisuje řízení výroby, úkoly výrobního managementu a možnosti posuzování výkonnosti systému. Dále jsou zde uvedeny teoretické metody pro hodnocení OEE, představení firmy KOVOKON s.r.o. a stručná charakteristika automobilového průmyslu.

Hlavní část práce je věnována sběru dat z informačního systému Pharis s důrazem na ukazatele OEE. Hodnoty ukazatelů OEE byly rovněž vypočteny na základě teoretických vzorců a tyto údaje byly navzájem porovnány. Na základě porovnání byly určeny možné důvody vzniku rozdílů v datech. Následně byla navržena opatření pro odstranění příčin těchto rozdílů.

Prvním z důvodů rozdílů v porovnání dat byla skutečnost, že systém započítává pracovní přestávky do výrobního času. Dále je dostupnost u některých strojů nastavena vyšší, než je ve skutečnosti. U stroje DÜRR Compact 80P navíc nejsou odváděny počty odmaštěných kusů, nýbrž počty provedených cyklů stroje a také zde není zaveden záznam o tom, jaké druhy výrobků jsou odmašťovány.

Pro odstranění času přestávek z výrobních časů byla navržena tato řešení. Odhlašování pracovníka z výroby na začátku přestávky a opětovné přihlášení po jejím skončení. Dalším návrhem bylo zařadit do informačního systému nový typ události zvaný přestávka. Následně bylo navrženo překontrolování a sjednocení nastavení dostupnosti u všech strojů. Při zachování současného systému záznamu u stroje DÜRR Compact 80P by bylo přínosné překontrolovat nastavení délky ideálního cyklu stroje. Pro větší přehled by bylo vhodné zavést záznam o tom, jaké součásti jsou zde v daném čase odmašťovány.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] JUROVÁ, Marie a kolektiv. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. 1. vyd. Praha: GRADA Publishing, a.s., 2016. ISBN 978-80-247-5717-9
- [2] JAGER, Michal a Lubomír OTŘÍŠAL. Výrobní informační systémy v průmyslu: Co přináší informační systémy typu MES. In: *SystemOnline* [online]. IT SYSTEMS. 5/2008, ©2001-2020 [cit. 2020-6-19]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/co-prinasi-informacni-systemy-MES.htm>
- [3] KAVAN, Michal. *Výrobní a provozní management*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, spol. s.r.o., 2002. ISBN 80-247-0199-5
- [4] UČEŇ, Pavel. *Zvyšování výkonnosti firmy na bázi potenciálu zlepšení*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2008. ISBN 978-80-247-2472-0
- [5] FIALA, Petr. *Modelování a analýza produkčních systémů*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2002. ISBN 80-86419-19-3
- [6] BLAZEWCIC, J., K. H. ECKER, E. PESCH, G. SCHMIDT, J. WEGLARZ. *Scheduling Computer and Manufacturing Processes*. 2. ed. Springer-Verlag Berlin, 2001. ISBN 3-540-41931-4
- [7] MES systém (Manufacturing Execution System). In: *MES center*. [online]. [cit. 2020-6-29]. Dostupné z: <http://mescenter.org/cz/clanky/5-co-je-to-mes-system>
- [8] VOJÁČEK, Antonín. OEE = celková efektivnost zařízení a výroby. In: *automatizace.hw.cz rady a poslední novinky z oboru* [online]. ©1997-2014 [cit. 2020-3-25]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/oee-celkova-efektivnost-zarizeni-a-vyroby.html>
- [9] SVĚTLÍK, Vladimír. Sledování a řízení efektivity výroby: Automatizace výpočtu OEE (koeficientu celkové efektivity zařízení). In: *SystemOnline* [online]. IT SYSTEM. 10/2003, ©2001-2020 [cit. 2020-3-26]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/clanky/sledovani-a-rizeni-efektivity-vyroby.htm>
- [10] KOVOKON [online]. ©2015 [cit. 2020-3-25]. Dostupné z: <http://www.kovokon.cz/>
- [11] *Auto SAP SDRUŽENÍ AUTOMOBILOVÉHO PRŮMYSLU* [online]. 19.5.2019, ©2018 [cit. 2020-3-25]. Dostupné z: <https://autosap.cz/>
- [12] *Interní data firmy KOVOKON s.r.o.*, Popovice, 2020, [cit. 2020-5-15].
- [13] *Qi CENTRÁLNÍ MOZEK FIRMY* [online]. ©2020 [cit. 2020-4-20]. Dostupné z: <https://www.qi.cz/>
- [14] *plantune* [online]. ©2020 [cit. 2020-4-12]. Dostupné z: <http://www.plantune.cz/>
- [15] *Interní zdroj firmy KOVOKON s.r.o.*, Popovice, 2020, [cit. 2020-3-26].
- [16] *pharis výrobní informační systém* [online]. [cit. 2020-3-28]. Dostupné z: <https://pharis.cz/>
- [17] *Interní dokumenty firmy KOVOKON s.r.o.*, Popovice 2014, [cit. 2020-3-26].
- [18] *Interní dokumenty firmy KOVOKON s.r.o.*, Popovice 2008, [cit. 2020-3-26].
- [19] *Interní dokumenty firmy KOVOKON s.r.o.*, Popovice 2014, [cit. 2020-3-26].
- [20] *Interní data firmy KOVOKON s.r.o.*, Popovice, 2020, [cit. 2020-4-19].
- [21] *Interní data firmy KOVOKON s.r.o.*, Popovice, 2020, [cit. 2020-5-5].

[22] *Interní data firmy KOVOKON s.r.o.*, Popovice, 2020, [cit. 2020-6-15].

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

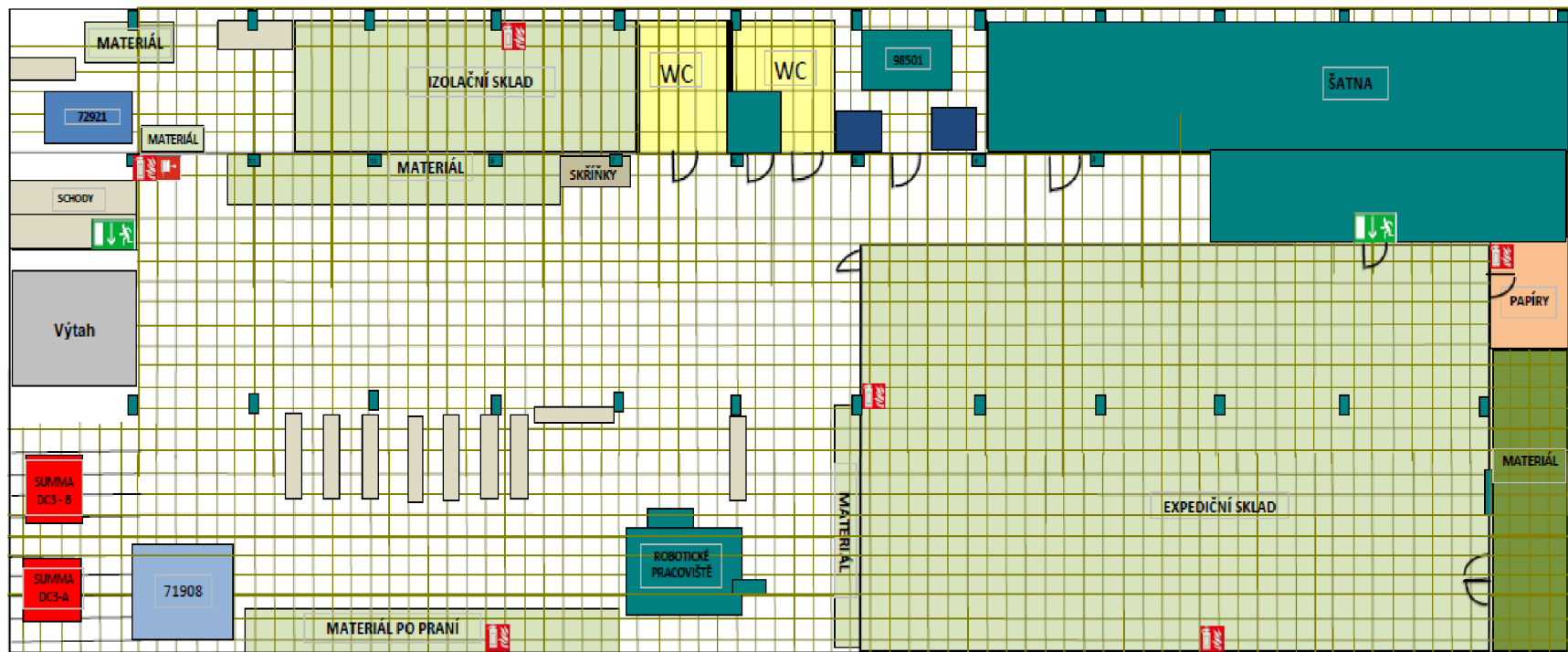
Zkratka	Popis
a.s.	Akciová společnost
CAD	Computer Aided Design, Počítačem podporované navrhování
CAM	Computer Aided Manufacturing, Počítačem podporovaná výroba
CAP	Computer Aided Process Planning, Počítačem podporované plánování
CAQ	Computer Aided Quality, Počítačová podpora řízení kvality
CEZ, OEE	Celková efektivnost zařízení, Overall Equipment Effectiveness
CIM	Computer Integrated Manufacturing, Počítačem integrovaná výroba
CNC	Computer Numerical Control, Počítačem řízený obráběcí stroj
ČR	Česká republika
ERP	Enterprise Resource Planning, Plánování podnikových zdrojů
FIFO	First in, First out
HDP	Hrubý domácí produkt
MES	Manufacturing Execution Systems, Výrobní informační systémy
MRP	Materials Requirements Planning, Plánování požadavků na materiál
MRP II	Manufacturing Resource Planning, Plánování výrobních zdrojů
s.r.o.	Společnost s ručením omezeným
TPM	Total Productive Maintenance, Totálně produktivní údržba

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Tabulka ratingu výkonnosti vlastníka procesu – přepracováno dle [4].	11
Tab. 2 Základní parametry ADIGE CM601. [17].	30
Tab. 3 Základní parametry Fanuc Robodrill α -D21LiA5. [18].	31
Tab. 4 Základní parametry DÜRR Compact 80P. [19].	31
Tab. 5 Vstupní hodnoty pro výpočet OEE stroje ADIGE CM601. [21].	39
Tab. 6 Přehled výsledků pro stroj ADIGE CM601. [21].	40
Tab. 7 Vstupní hodnoty pro výpočet OEE stroje Fanuc Robodrill α -D21LiA5 1. [21].	41
Tab. 8 Přehled výsledků pro stroj Fanuc Robodrill α -D21LiA5 1. [21].	42
Tab. 9 Vstupní hodnoty pro výpočet OEE stroje Fanuc Robodrill α -D21LiA5 2. [21].	42
Tab. 10 Přehled výsledků pro stroj Fanuc Robodrill α -D21LiA5 2. [21].	43
Tab. 11 Vstupní hodnoty pro výpočet OEE stroje DÜRR Compact 80P. [21].	44
Tab. 12 Přehled výsledků pro stroj DÜRR Compact 80P. [21].	45

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Hierarchie informačních systémů podniku. [7].....	16
Obr. 2 Základní pilíře TPM – přepracováno dle [1].....	19
Obr. 3 Letecký snímek firmy KOVOKON s.r.o. [10].....	22
Obr. 4 Ukázka systému Qi. [13].....	26
Obr. 5 Ukázka systému Plantune. [15].....	27
Obr. 6 Zařazení systému Pharis do hierarchie informačních systémů. [16]	28
Obr. 7 Zvolená součást [15].	29
Obr. 8 ADIGE CM601 [15].....	30
Obr. 9 FANUC ROBODRILL α -D21LiA5. [15]	31
Obr. 10 DÜRR Compact 80P. [15]	32
Obr. 11 Terminál pro přihlášení do systému Pharis. [15]	33
Obr. 12 Časová osa stroje ADIGE CM601. [20]	34
Obr. 13 Přehledová tabulka pro stroj ADIGE CM601. [20]	34
Obr. 14 Odvody práce pro stroj ADIGE CM601. [20].....	35
Obr. 15 Časová osa stroje Fanuc Robodrill α -D21LiA5 1. [20].....	35
Obr. 16 Přehledová tabulka stroje Fanuc Robodrill α -D21LiA5 1. [20]	36
Obr. 17 Odvody práce stroje Fanuc Robodrill α -D21LiA5 1. [20]	36
Obr. 18 Časová osa stroje Fanuc Robodrill α -D21LiA5 2. [20].....	37
Obr. 19 Přehledová tabulka stroje Fanuc Robodrill α -D21LiA5 2. [20]	37
Obr. 20 Odvody práce stroje Fanuc Robodrill α -D21LiA5 2. [20]	37
Obr. 21 Časová osa stroje DÜRR Compact 80P. [20].....	38
Obr. 22 Přehledová tabulka stroje DÜRR Compact 80P. [20].....	38
Obr. 23 Odvody práce stroje DÜRR Compact 80P. [20]	39
Obr. 24 Využití stroje Fanuc Robodrill α -D21LiA5 1 v jednotlivých měsících. [22]	46
Obr. 25 Využití strojů divize AUTO v jednotlivých měsících. [22]	46



Lékárnička
 Hasící přístroj
 Hydrant
 Nouzový východ