

ABSTRAKT

Tématem této diplomové práce je projekt zavedení monitoringu v dílnách společnosti TAJMAC – ZPS, a. s. s cílem zvýšení využití vybraných výrobních zařízení.

Celé dílo je rozděleno do tří logicky na sebe navazujících částí. V první části této práce uvádím teoretická východiska, jejichž znalost je nezbytná k porozumění obsahu práce.

V navazující analytické části představuji společnost TAJMAC – ZPS, a. s., - významné milníky vývoje společnosti, výrobní program, organizaci výroby a jiné. Těžištěm druhé části mé diplomové práce je analýza využití kapacity významných výrobních zařízení. Na základě zjištěných nedostatků v současném sledování prostojů a jejich příčin navrhuji zavedení monitorovacího systému.

V poslední, projektové části, určuji předmět monitoringu (tzn. jaká konkrétní výrobní zařízení budou podrobně sledována) a navrhuji způsob sběru potřebných dat. Funkčnost návrhu ověřuji provedením pilotního monitoringu na zvoleném pracovišti. Získaná data analyzuji, navrhuji nápravná opatření a vyčísluji ekonomický přínos plynoucí z jejich realizace.

Závěrem konstatuji dosažení stanovených cílů a upozorňuji na možná úskalí realizace projektu.

ABSTRACT

The topic of my thesis is the project of implementation of a monitoring system in the workrooms of TAJMAC – ZPS, a. s. company heading the aim of increasing productivity of selected manufacturing equipment.

My work consists of three segments that are put into a logical order. In the first segment I recount the theoretical bases that are necessary to be understood for a clear comprehension of the essence of the thesis.

In the analytical segment I introduce TAJMAC – ZPS, a. s. – the important milestones of its history, production program, organization of manufacturing and others. Essential for the second segment of my thesis is the analysis of capacity utilization of important manufacturing equipment. Based on recognition of deficiencies in current pursuance of delays and their causes I suggest implementation of a monitoring system.

In the final – project - segment the object of the monitoring is being determined (particular number of machines, which will be monitored) also I purpose the mode of collecting production data. I verify the functionality of my proposal by performing pilot monitoring. In the following step I analyzed the obtained data, I suggested revised arrangements and I also calculated an increase in monetary value, which might be gained by realizing my suggestions.

In conclusion I enunciate that the aims were achieved and I notice of possible difficulties while realizing the project.

Ráda bych poděkovala ing. Petru Kročilovi a ing. Dobroslavu Němcovi za jejich pomoc a cenné rady, které mi poskytli v průběhu zpracování mé diplomové práce.

Prohlašuji, že předloženou diplomovou práci jsem zpracovala samostatně a všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala, jsem citovala.

OBSAH

ABSTRAKT	3
ABSTRACT.....	4
ÚVOD.....	8
I. TEORETICKÁ ČÁST	9
1 VÝROBA.....	10
1.1 PROCES	10
1.1.1 Výrobní proces	10
1.1.2 Výrobní program	11
1.1.3 Pracovní postup	12
1.1.4 Pracovní operace	12
1.2 VÝROBNÍ KAPACITA	13
1.2.1 Časové fondy	13
1.3 EFEKTIVITA	18
1.4 PRODUKTIVITA	18
2 MĚŘENÍ PRÁCE.....	20
2.1 NORMATIVNÍ ZÁKLADNA ORGANIZACE A ŘÍZENÍ VÝROBY	20
2.1.1 Technické normy	21
2.1.2 Technicko-hospodářské normy	22
2.1.3 Standardní normativy operativního řízení výroby	24
2.2 PARETOVA ANALÝZA.....	24
2.3 MONITORING	25
2.4 METODY HODNOCENÍ EFEKTIVNOSTI INVESTIC	25
II. ANALYTICKÁ ČÁST	27
3 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI.....	28
3.1 HISTORIE PODNIKU	28
3.2 ZÁKLADNÍ INFORMACE O SPOLEČNOSTI	30
3.2.1 Výrobní program	30
3.2.2 Informační systémy	31
3.2.3 Organizace výroby.....	33
3.2.4 Organizace dílny.....	34
3.2.5 Zpracování výrobní zakázky	34
3.2.6 Diferencované strojní sazby nákladů	36
4 ANALÝZA VYUŽITÍ KAPACITY VÝZNAMNÝCH VÝROBNÍCH ZDROJŮ.....	38
4.1.1 Zhodnocení analýzy využívání výrobní kapacity strojů	41
4.2 ZÁVĚR ANALYTICKÉ ČÁSTI	41
III. PROJEKTOVÁ ČÁST.....	43
5 CÍLE PROJEKTU	44

5.1	VYMEZENÍ PŘEDMĚTU MONITORINGU	44
5.1.1	Určení předmětu monitoringu	46
5.2	SBĚR A TŘÍDĚNÍ VÝROBNÍCH DAT	50
5.2.1	Popis zařízení sloužících k sběru dat o aktivitách strojního zařízení.....	50
5.2.2	Rozdělení dat získaných monitoringem do skupin	51
5.2.3	Stanovení podmínek sběru dat k určení hlavního produktivního času a vedlejšího času	52
5.2.4	Průběh sběru výrobních dat	54
6	PILOTNÍ SBĚR DAT	61
6.1.1	Průběh monitoringu	62
6.1.2	Analýza dat.....	64
6.1.3	Zhodnocení zjištěných údajů.....	65
6.1.4	Ekonomický přínos	68
	ZÁVĚR	71
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	72
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	73
	SEZNAM GRAFŮ	74
	SEZNAM OBRÁZKŮ	75
	SEZNAM TABULEK.....	76
	SEZNAM PŘÍLOH.....	77

ÚVOD

Jedním ze základních rozhodovacích kritérií zákazníků při koupi je poměr kvality a ceny nabízených výrobků. Není pochyb o tom, že žádný podnik nemůže fungovat, aniž by našel zákazníka pro své výrobky. Pro zajištění konkurenceschopnosti je tedy nezbytné neustále hledat způsoby průběžného zvyšování jakosti výrobků a zároveň snižování jejich ceny. Kromě dobré úrovně technické přípravy výroby lze tohoto cíle dosáhnout také efektivním využíváním výrobních zdrojů podniku.

Prvním krokem zvyšování efektivity provozu výrobního zařízení v podniku je rozpoznání technických, organizačních a jiných nedostatků. Ve výrobních podnicích lze k tomuto účelu využít monitorovacího systému schopného zaznamenávat aktivity strojních zařízení v reálném čase s vazbou na výrobek. Záznam pořízený monitorovacím systémem umožní zpřesnit přípravné a kusové časy udané technologickými postupy, které slouží jako základ pro sestavování kapacitních bilancí a plánování zatížení výrobních zdrojů. Toto zpřesnění poslouží ke zpřesnění norem spotřeby času v technologických postupech a tím i zrealnění plánů zadávané výroby, které z těchto údajů vychází. Dalším přínosem zavedení monitoringu aktivit na pracovišti je identifikace příčin prostojů a přesné délky jejich trvání. Na základě získaných údajů je možno efektivně a cíleně reagovat na zjištěný stav zavedením nápravných opatření. A konečně – monitorovací systémy umožňují on-line přenos dat o aktuálním stavu provozu, a tak zvyšují informovanost a umožňují rychlou reakci na vzniklé nežádoucí stavy.

Výše zmíněné přínosy významně přispívají k efektivnějšímu využití časového fondu výrobních zařízení. To znamená, že umožní zvýšení objemu produkce bez dodatečných investic (bez nákupu dalších strojů, náborem nových pracovníků, zvyšování směnnosti atd.). a v konečném důsledku snížení ceny finálního výrobku díky menšímu podílu fixních nákladů připadajících na jednici výroby.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VÝROBA

Výroba v širším pojetí označuje každé spojení výrobních faktorů (práce, kapitálu a půdy) za účelem dosažení určitých výkonů - výrobků a služeb. V tomto pojetí výroba zahrnuje všechny činnosti zajišťované daným podnikem vedoucím k produkci požadovaných výstupů, tj. činnosti investiční, personální, finanční, dopravní, skladovací, zhotovovací, odbytové, správní, kontrolní a jiné.

V užším pojetí jsou z výše uvedených činností vyloučeny aktivity spojené s odbytem a financováním.

V nejužším smyslu slova výroba rozumíme zhotovení výrobků nebo poskytování určitých služeb, mimo služeb obchodních a bankovních. [7, str. 253]

1.1 Proces

Procesem označujeme transformaci vstupů do konečného produktu prostřednictvím aktivit přidávajících tomuto produktu hodnotu, tedy systematicky se opakující činnosti vedoucí k realizaci končeného produktu. [3]

1.1.1 Výrobní proces

Výrobní proces je cílená činnost, která mění předmět práce v hotový výrobek s využitím lidské práce a pracovních prostředků. [2] Uspořádání a struktura výrob a z nich vyplývající způsob řízení závisí na charakteru výrobku, objemu výroby, poptávce a tržní situaci, použité výrobní technologii a dalších faktorech, přičemž celý proces probíhá ve třech etapách, a to předvýrobní, výrobní a odbytové.

Samotnou výrobní etapu pak členíme dle předmětu podnikání dané firmy na výrobu:

- hlavní – produkci výrobků tvořících hlavní náplň činnosti podniku
- vedlejší – zahrnuje výrobu polotovarů, náhradních dílů
- doplňkovou – zabývající se využitím a zpracováním odpadu z hlavní a vedlejší výroby, popřípadě využitím volné kapacity výrobních zdrojů

- přidruženou – lišící se svým charakterem od předcházejících typů [7, str. 254]

Výrobní systémy klasifikujeme:

- podle plynulosti výrobního procesu na:
 - plynulé
 - přerušované
- podle množství a druhu produktu na výrobu:
 - kusovou – zaváděnou pro výrobu malého množství kusů daného výrobku s využitím univerzálních strojů a výrobních zařízení, přičemž sortiment výroby je velmi široký. Výroba uskutečňovaná pouze na základě konkrétních objednávek zákazníků je označována za *zakázkovou výrobu*. Z pohledu opakování výroby určitých konkrétních výrobků rozlišujeme:
 - opakovanou kusovou výrobu
 - neopakovanou kusovou výrobu
 - sériovou – kdy objednávka výrobků je do výrobního procesu zadávána ve výrobních dávkách (tzv. sériích), každá výrobní operace je provedena na všech kusech série a následně je celá dávka transportována k provedení následující operace. Dané pracoviště po dokončení práce na jedné sérii je připraveno k výrobě jiného výrobku, tzv. změna sortimentu. V případě pravidelného opakování stejně velkých sérií hovoříme *rytmické sériové výrobě*.
 - hromadnou – označující výrobu velkého množství výrobků jednoho druhu, kdy výrobní proces se pravidelně opakuje po celou dobu výroby. Pokud je tok rozpracované výroby plynulý, jedná se o tzv. *proudovou výrobu*.

1.1.2 Výrobní program

Výrobní program je plán výroby pro následující období, rozdělený podle typů a druhů výrobků nebo podle poskytovaných služeb. [2] Jinými slovy výrobní program určuje druhovou a sortimentní skladbu a objem výroby, jejíž produkce je zamýšlena v určitém

období. Stanovení výrobního programu vychází z plánu odbytu, jehož požadavky jsou konfrontovány s výrobními kapacitami, tzn. počtem a strukturou výrobních zařízení, pracovníků, s materiálovými a finančními zdroji. Výsledkem tohoto srovnání je sestavení:

- a) *dlouhodobého respektive střednědobého plánu výrobního programu*, který vymezuje nutné zásadní změny výrobního programu a požadavky pro jejich uskutečnění – nové výrobní kapacity, novu technologii, jiné pracovní postupy a metody, změnu kvalitativní nebo kvantitativní struktury pracovníků, finanční investice atd.
- b) *krátkodobého plánu výrobního programu* – vycházejícího z možností stávajícího vlastnictví podniku, a tedy umožňujícího pouze minimální změny, například v oblasti designu nebo technologie [7, str. 255]

1.1.3 Pracovní postup

Pracovní postup, jakožto výsledek procesního organizování, udává časovou a prostorovou následnost vzájemného působení pracovníků, zařízení, pracovních předmětů, energie a informací. Určuje tedy kdy, kde, kdo, s čím, co a jak bude dělat. Pro stanovení pracovního postupu je nutné:

- rozčlenění činností na vykonávané pracovníkem a vykonávané strojem, které závisí na úrovni využívané techniky a technologie a dále na ekonomické efektivnosti nahrazení lidské práce automatizovanými systémy
- rozdělení práce mezi jednotlivé pracovníky a pracovní skupiny a stanovení vyplývajících pracovních úkolů a pracovních míst
- stanovení způsobu koordinace pracovních úkolů, tedy formu dělby práce

1.1.4 Pracovní operace

Pracovní operace je základním prvkem pracovního postupu, který lze definovat jako souvislou práci vykonávanou jedním pracovníkem nebo skupinou pracovníků na určitém předmětu nebo skupině předmětů zpracovávaných současně na jednom pracovišti. [1]

1.2 Výrobní kapacita

Výrobní kapacita udává maximální objem výstupu, který je výrobní jednotka schopna vyprodukovat za dané časové období při optimální technologii a organizaci výroby a při racionálním využití daného investičního majetku. Objem produkce určené výrobním programem může být maximálně roven výrobní kapacitě podniku. [2]

Kapacita výrobní jednotky je výsledkem spolupůsobení technické úrovně strojů a výrobního zařízení, doby jejich činnosti, organizace práce a výroby, kvalifikaci pracovníků, vlastností surovin a dalších činitelů. Rozlišujeme:

- *intenzivní využití výrobní kapacity*, udávající stupeň využití výkonnostních parametrů daného zdroje. K růstu tohoto parametru dochází snižováním pracnosti výrobků, zkracováním operačních časů, zvyšování kvalifikace pracovníků atd.
- *extenzivní využití kapacity*, které popisuje stupeň využití disponibilního časového fondu. Hodnotu tohoto ukazatele můžeme zvyšovat lepší organizací práce (tj. odstraňováním prostojů, rychlým prováděním oprav, dostupností přípravků atd.) nebo přidáváním směn či pracovníků

Obecné vyjádření výrobní kapacity je součinem výkonu zařízení, který udává maximální výrobnost za jednotku času při normované jakosti a přesném dodržení technologického postupu, a doby činnosti vyjádřené prostřednictvím časových fondů.

1.2.1 Časové fondy

Časový fond je plánovaná doba činnosti výrobního zařízení nebo vykonávání pracovních činností pracovníkem za určité období. [7, str. 259] Rozlišujeme tři základní druhy časových fondů:

1. **Kalendářní časový fond** je určen počtem dnů v roce (365 nebo 366 dní v přestupném roce). Využívá se k výpočtům kapacity v nepřetržitých výrobních procesech, v ostatních výroбах je základem pro výpočet nominálního časového fondu.

2. **Nominální časový fond** se vypočítává odečtením plánovaných nepracovních dnů (sobot, nedělí, státních svátků, případně celozávodní dovolené) od počtu dnů kalendářního časového fondu.
3. **Využitelný (efektivní) časový fond** vyjadřuje dobu, po kterou může být výrobní zařízení nebo daný úsek výroby v provozu v souladu s plánovaným pracovním režimem a plánovanou péčí o strojní zařízení během určitého časového období. Získává se očištěním nominálního časového fondu o plánované odstávky za účelem vykonání plánované údržby, jež není možné provést v nepracovní době, čas na přemístění výrobního zařízení, čas na technologicky nutné ztráty. [6, str. 164]

I. Časové fondy výrobního zařízení

Kalendářní časový fond		
Nominální časový fond počet pracovních dní * počet hodin směny * počet směn/den		Nepracovní dny (soboty, neděle, státní svátky)
Využitelný časový fond	Plánované prostoje	

Obr. 1. Časové fondy výrobního zařízení [7, str. 260]

Využití nominálního časového fondu strojního zařízení má následující strukturu:

1. **Jakostní produkce**
2. **Plánovaná údržba**
3. **Ztráty**

a. poruchy a neplánované prostoje

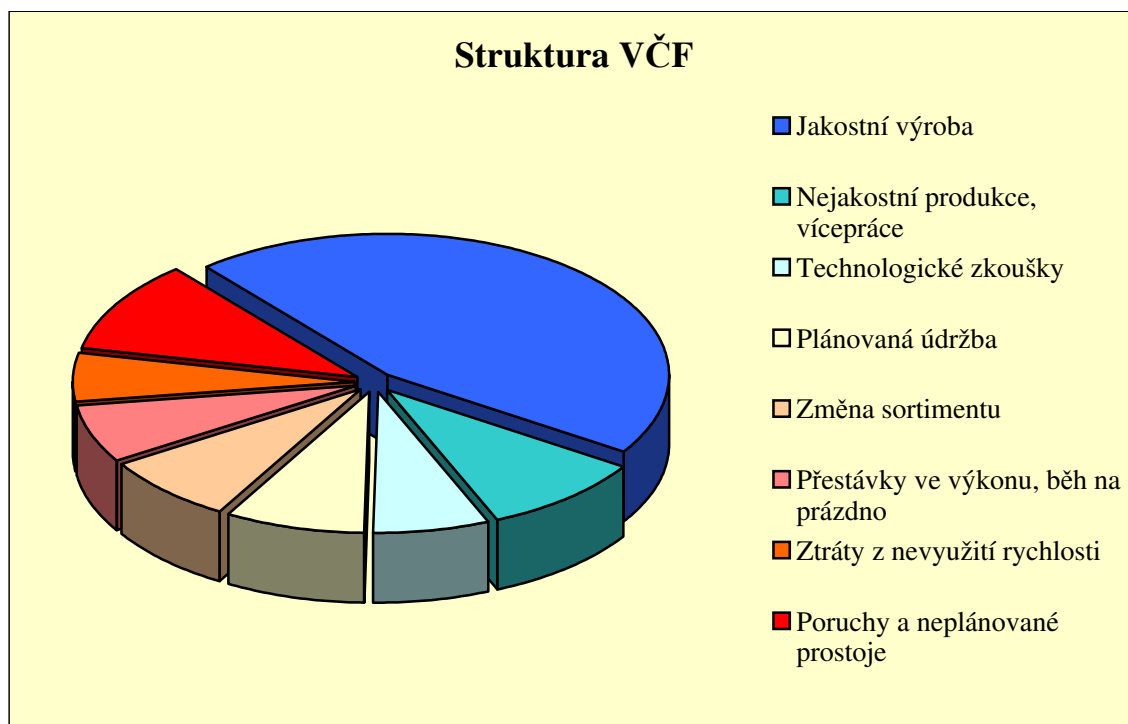
Poruchy způsobující nefunkčnost stroje se vyskytují náhle a jsou proto lehce zjištělné. Dále rozlišujeme poruchy omezující chod výrobního zařízení – stroj je tedy schopen provozu, ale se sníženým výkonem.

Neplánovaný prostoj označuje přerušení práce z důvodu nedostatku materiálu, absence operátora a podobně.

- b. změna sortimentu** zahrnuje činnosti spojené s přípravou stroje na výrobu jiného druhu nebo typu výrobku, například výměna nástrojů, materiálu, seřizování, změna rozměrů, atd.
- c. přestávky ve výkonu, běh naprázdno** znamená krátká přerušení práce způsobená dočasnými problémy stroje (např. vzpříčení obrobku), po jejichž odstranění se chod výrobního zařízení okamžitě obnoví
- d. nejakostní produkce, vícepráce** označují výrobu produktů nedosahujících kvalitativních požadavků v důsledku nesprávného provozu stroje
- e. ztráty z nevyužití rychlosti** označují situaci, kdy stroj pracuje s nižší rychlostí než pro jakou byl konstruován
- f. technologické zkoušky, ztráty při náběhu**

Technologické zkoušky výroby lze považovat za zmetkovou produkci a obětovaný čas za ztrátu snižující produktivitu. Termínem „ztráty při náběhu“ označujeme snížení výkonu výrobního zařízení při postupném najíždění na plný výkon [1].

Procentuelní zastoupení jednotlivých složek závisí na typu a organizaci výroby, strojním zařízení, obsluze stroje, výrobních procesech a metodách a dalších faktorech (viz Graf 1). Obecně lze říci, že produkce se stává tím konkurenceschopnější, čím vyšší je podíl jakostní výroby v poměru k plánované údržbě a prostojům.



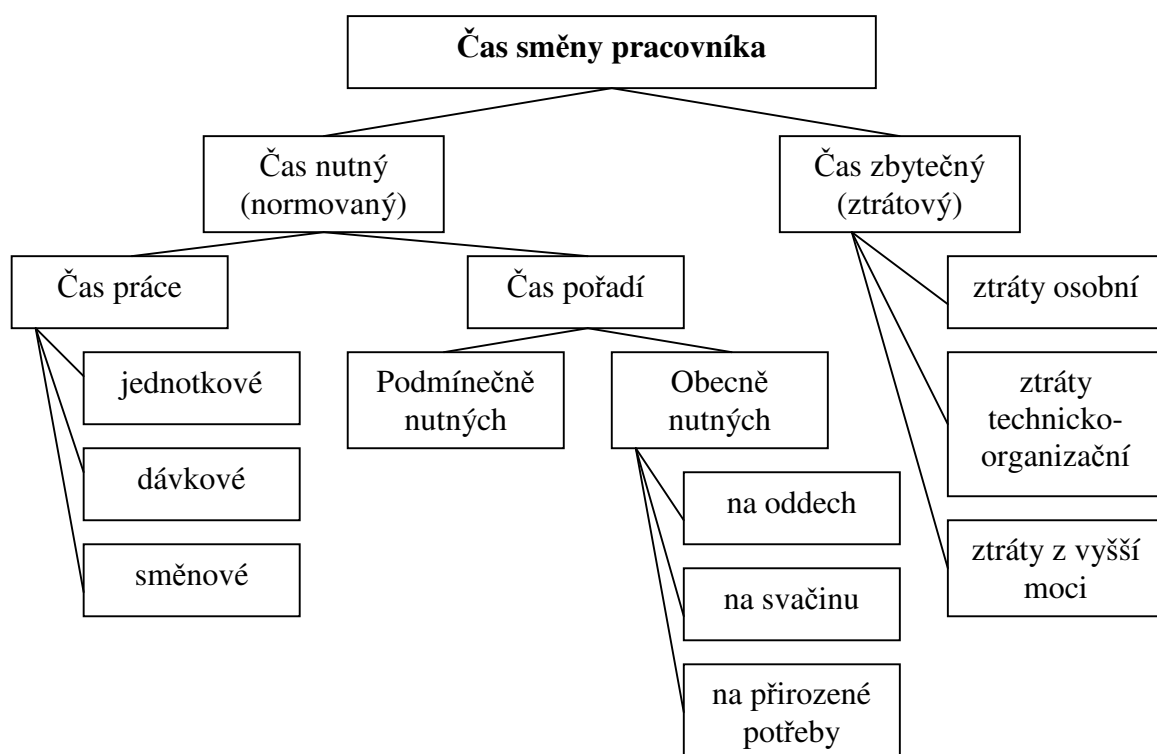
Graf 1. Struktura využitelného časového fondu výrobního zařízení

II. Časové fondy pracovníků

Kalendářní časový fond		
Nominální časový fond počet pracovních dní * počet hodiny směny * počet směn/den		Nepracovní dny (soboty, neděle, státní svátky)
Použitelný časový fond	Dovolená	

Obr. 2 Využitelný časový fond pracovníků [7, str. 261]

V rámci směny je určen *režim práce*, který představuje poměr doby práce a doby obecně nutných přestávek a rozmístění pauz v rámci směny - v ideálním případě respektující „tzv. fyziologickou pracovní křivku“ určující výkonnost pracovníka při provádění určité činnosti v průběhu dané směny. Dobu nespádající do času nutného považujeme za ztráty. Přesné rozdělení uvádí Obr. 3:



Obr. 3 Členění času směny pracovníka [5, str. 207]

- **Čas nutný k provedení pracovní operace**
 - **Čas práce** – vyjadřuje spotřebu času pro vykonání určité činnosti
 - **jednotkový** – doba potřebná k provedení jednice výkonu
 - **dávkový** – doba vztahující se k provedení výrobní dávky bez ohledu na její velikost
 - **směnový** – doba určená k provedení prací během pracovní směny bez ohledu na počet vyráběných produktů
 - **Čas přestávek**
 - **obecně nutných**, který je potřeba pracovníkům poskytnout pro zajištění nezbytných fyzických potřeb, jsou započítávány do pracovní doby a mohou probíhat organizovaně (stanovené směrnici jednotky) nebo neorganizovaně (na libovůli pracovníka)
 - **na přirozené potřeby** zejména osobní hygienu, tvoří zpravidla 10 – 15 min za směnu

- **na zvláštní oddech** jsou poskytovány jen při vykonávání činností se zvýšenou zátěží práce nebo nepříznivými podmínkami pracoviště
 - **podmínečně nutných**
- **Čas zbytečný**
 - **ztráty osobní** – spojené s osobou pracovníka, a to zaviněné pracovníkem (např. pozdní příchod) nebo nezaviněné (nemoc, zákonné překážky v práci)
 - **ztráty technicko-organizační** vyplývající z nedostatků v organizaci práce a operativním řízení práce
 - **ztráty z vyšší moci** – nejčastěji prostoje způsobené přírodními silami

1.3 Efektivita

Obecně lze efektivitu definovat jako měřítko schopnosti programu, projektu nebo pracovního úkolu generovat specifický požadovaný jev nebo výsledek, který je možno kvalitativně měřit.

Z ekonomického hlediska efektivitou rozumíme správný způsob provádění daného úkolu v souladu s misí, vizí a hodnotami organizace vedoucí k dosažení stanovených cílů. Posuzovány jsou výsledky úsilí, tedy výstupy, ne efektivnost samotného procesu uskutečnění záměru. [11]

1.4 Produktivita

Produktivita je míra vyjadřující využití zdrojů při vytváření určitého produktu. Obecně můžeme produktivitu vyjádřit poměrem výstupů z procesu ke vstupům potřebných zdrojů do procesu.

V závislosti na druhu požadovaných informací rozlišujeme tři základní typy produktivity:

- **parciální** – poměřující užití každého zdroje individuálně poměrením výstupu měřeného v odpovídajících jednotkách ku danému vstupu do procesu

- index produktivity – dávající do poměru skutečně aktuálně dosahovanou produktivitu ku produktivitě standardní (stanovené) - tento ukazatel tedy říká, zda v daném úsilí dosahujeme požadovaných výsledků
- totální – porovnávací celkový výstup z procesu vůči všem spotřebovaným zdrojům ve finančním vyjádření [3]

Produktivitu z pohledu průmyslového inženýrství ovlivňují čtyři faktory:

1. **míra využití (*U*)** udávající stupeň transformace vstupů do konečného produktu, a to konkrétně:
 - *využití času pracovníka*, kdy efektivní časový fond pracovníka je využíván na práci (zbytečnou a produktivní) a na prostoje (zapříčiněny samotnými pracovníky nebo špatným řízením procesů ze strany vedení)
 - *využití strojů a zařízení*, kdy efektivní časový fond výrobního zařízení je využíván na práci (zmetkovou a jakostní) a na prostoje (zapříčiněny operátory nebo špatným řízením procesů ze strany vedení)
 - *využití materiálu* spotřebovaného efektivním způsobem jeho přeměnou na kvalitní výrobky nebo neefektivním způsobem v podobě odpadu, znehodnoceného materiálu, zmetkové výroby
2. **míra výkonu (*P*)** vyjadřující rychlost a tempo transformace
3. **míra kvality (*Q*)** zachycující přesnost a jakost dosahované při provádění určité činnosti
4. **míra metod (*M*)** popisující metody a postupy využití při procesu transformace

Pro výpočet dosahované produktivity ohodnotíme každý ze čtyř faktorů na stupnici (0;1>, přičemž 0 = velmi nízká úroveň, 1 = vynikající úroveň, a zohledníme jejich vliv prostřednictvím součinu, jehož výsledkem je ukazatel totálního indexu produktivity (TIP):

$$\text{TIP} = U * P * Q * M \quad [3]$$

2 MĚŘENÍ PRÁCE

Měření práce je jednou ze dvou základních disciplín průmyslového inženýrství (studium metod), která si klade za cíl určení množství a typu lidské práce potřebné pro vykonání specifikované činnosti kvalifikovaným pracovníkem na definované úrovni výkonu. Za účelem zjištění spotřeby času využíváme postupy:

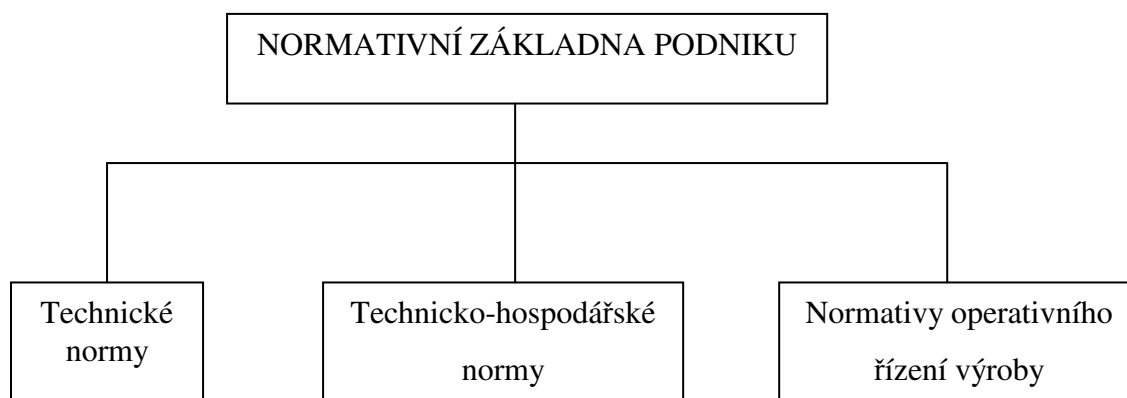
- hrubých odhadů
- kvalifikovaných odhadů
- historických údajů
- přímého měření
- systémů předem určených prací [3]

Získané údaje se uplatňují při činnostech plánování, technologicko-organizačním projektování, operativním řízení práce, jsou základem pro kalkulace, tvorbu cen, měřítko výkonu pracovníků a pracovních skupin pro účely hodnocení a odměňování. [1]

2.1 Normativní základna organizace a řízení výroby

Normativní základna organizace a řízení výroby představuje souhrn systematicky uspořádaných norem. Pod pojmem *norma* rozumíme jednotný, závazný předpis, míru vlastností a spotřeby výrobních činitelů, míru vzájemných vztahů, kombinací a fungování ve výrobním procesu. Systém norem stanovený pro konkrétní podnikatelský subjekt je ovlivňován mírou standardizace procesů, tedy činnostmi směřujícími k omezení nežádoucí rozmanitosti prvků, aktivit a informací ve výrobě. Normativní základna podniku zahrnuje tyto skupiny norem (viz.

Obr. 4):



Obr. 4 Normativní základna podniku [12]

2.1.1 Technické normy

Technické normy jsou výsledkem technické normalizace, jejímž cílem je zvyšování technické a ekonomické úrovně výrobku a výroby. Zahrnují:

- a. **normy pracovních předmětů** - stanoveny za účelem optimalizace a sjednocení struktury prvků materiálu při minimalizaci výrobních nákladů a zajištění parametrů kvality a bezpečnosti práce.
- b. **normy pracovních prostředků** - sloužící k zajištění nářadí, přípravků a výrobních zařízení pro potřeby výrobních procesů.
- c. **normy konstrukce výrobků** - zobecňující základní parametry často se opakujících konstrukčních prvků pro požadavky přípravy výroby, výroby a užití výrobku za účelem odstranění konstrukční rozmanitosti produktů a jejich částí
- d. **normy technologických postupů** - sloužící k omezení různorodosti technologických operací. Na základě analýzy obsahu a sledu operací uvedených technologickými postupy se vytváří:

- i. **typový technologický postup** shrnující všechny operace pro soubor součástí, které je možno opracovat nebo zhotovit při stejném technologickém postupu
- ii. **skupinový technologický postup** pro jednu operaci, která je společná pro jinak rozdílné výrobky (např. tvarově)

2.1.2 Technicko-hospodářské normy

Tato skupina norem vyjadřuje kvalitativní a kvantitativní vztahy mezi vstupními a výstupními prvky a činnostmi výrobního procesu. THN dělíme na:

- a. **normy spotřeby práce** vyjadřující množství živé potřebné k vykonání určité činnosti na definované úrovni výkonu. Jsou výsledkem měření práce a slouží k sestavování taktických i operativních plánů. Normování živé práce vychází z třídění času pracovníka v rámci pracovní směny na čas nutný a čas ztrátový (viz. Obr. 2). THN spotřeby práce se člení na:
 - i. **normy pracnosti** – vyjadřující množství pracovního času nutného ke zhotovení konkrétního výrobku nebo objemu práce
 - ii. **normy obsazení** – uvádějící vztahy mezi počtem pracovníků a počtem jimi obsluhovaných výrobních zařízení, popřípadě počet pracovníků spadajících pod určitý organizační útvar
 - iii. **výkonové normy** - udávající spotřebu času potřebnou pro vykonání pracovní operace
 - *norma množství* – udává množství jednotek zpracovaných za jednotku času
 - *norma času* – výkonová norma vyjádřená v jednotkách času [12, str. 68]

Normy množství a času mají následující skladbu:

$$t_a = t_{a1} + t_{a2} + t_{a3}$$

$$t_b = t_{b1} + t_{b2} + t_{b3}$$

$$t_c = t_{c1} + t_{c2} + t_{c3}$$

[12]

kde t_a – norma času jednotkového (kusového), do které započítáváme čas strojní a časy upínání a sejmutí obrobku

t_b – norma času dávkového (přípravného), která zahrnuje dobu přípravy výroby celé výrobní dávky (např. instalaci upínacích přípravků, zakládání obráběcích nástrojů do zásobníku stroje)

t_c – norma času směnového, která vyjadřuje čas placených přestávek na vykonání osobních potřeb pracovníka v průběhu směny (zákonem stanovená 30-ti minutová přestávka pro 8-mi hodinovou směnu, osobní hygiena, pitný režim, odpočinek atd.)

Norma spotřeby času se vyjadřuje součtem norem času jednotkového, času dávkového a času směnového:

$$t_n = t_a + t_b + t_c \quad [12]$$

Protože čerpání času směnového je nepravidelné stanovují se normy spotřeby práce s přídavkem směnového času:

t_{ac} – norma času jednotkového (kusového) s přídavkem času směnového, jehož součástí je čas strojení t_s (v případě NC strojů se jedná o dobu chodu řídicího programu, kterou lze exaktně změřit) a časy ostatní, tj. upínání a sejmutí obrobku, které se v malosériové výrobě určují pomocí normativu. Toto hrubé určení se užívá díky širokému sortimentu výrobků a nízké opakovanosti výroby, kdy je přímé měření ostatních časů neekonomické. Norma času jednotkového (kusového) s přídavkem času směnového t_{ac} se vypočítává podle vzorce:

$$t_{ac} = t_a * k_c \quad [12]$$

t_{bc} – norma času dávkového (přípravného) s přídavkem času směnového

$$t_{bc} = t_b * k_c \quad [12]$$

kde k_c je koeficient přiřázky času směnového, který se vypočítává podle vzorce:

$$k_c = T / (T - t_c)$$

kde T vyjadřuje délku celé směny [12, str. 70]

- b. **Normy výrobních kapacit** vyjadřují množství určitého druhu výrobků, které za optimálních podmínek je výrobní zařízení schopno vyprodukovat za jednotku času
- c. **Normy spotřeby zásob materiálu** popisují kvalitativní a kvantitativní vztah mezi jednicí výrobku a materiálem

2.1.3 Standardní normativy operativního řízení výroby

Standardní normativy operativního řízení výroby slouží k výběru optimální kombinace průběhu výrobního procesu v opakovaných výrobach. Lze je dále členit na:

- a. **normy výrobních dávek** popisující způsob určení optimálního souboru výrobků současně zadávaných do výroby
- b. **normy taktu a rytmu výroby** určující:
 - takt výroby - časový interval mezi odvedením dvou po sobě následujících součástí
 - rytmus výroby – počet dokončených výrobků za jednotku času
- c. **normy průběžných dob** výroby určující průběžnou dobu výroby, tedy délku časového úseku od vznesení požadavku na výrobu po dohotovení výrobku
- d. **normy zásob rozpracovaných výrobků** určující nezbytně nutné množství rozpracovaných výrobků v opakovaných výrobach

2.2 Paretova analýza

Paretova analýza slouží k identifikaci prioritních problémů, přičemž vychází z předpokladu 20-ti % příčin způsobujících 80 % výskytu daného jevu. Proto v počáteční fázi řešení určitého problému se ukazuje výhodné zabývat se jednotlivými faktory v závislosti na

významnosti jejich vlivu na celý systém. Data potřebná pro provedení Paretovy analýzy získáváme z frekvenčních nebo datových tabulek a sestavujeme tzv. histogram, sloupkový graf demonstrující míru vlivu významného podílu na celek. [3]

2.3 Monitoring

Monitoring je termín označující aktivity prováděné za účelem sledování implementace nebo průběhu určité činnosti, kontrolující, zda stanovené parametry jsou důsledně dodržovány. Jednou z hlavních charakteristik monitoringu je časté opakování nebo nepřetržitost procesu sledování. Časté sledování v tomto kontextu znamená přítomnost na pracovišti tak často, jak je nutné pro odhalení změn v chování systému nebo okolnostech. [4]

2.4 Metody hodnocení efektivnosti investic

Pro posouzení efektivnosti investice vycházíme ze stanovených kritérií – cílů, jichž jsme realizací projektu chtěli dosáhnout. Například při usilování o snížení nákladů používáme tzv. *nákladového kritéria*, nebo při snaze zvýšit zisk, výrobu, podíl na trhu, obrat používáme tzv. *ziskového kritéria*, které posuzuje efektivnost komplexněji než prve uvedený přístup.

Obecně vyjadřujeme míru investice pomocí vzorce:

$$\text{Výnosnost} = \frac{\text{částka obdržená} - \text{částka investovaná}}{\text{částka investovaná}} \quad [7]$$

Tento vzorec nám říká, kolik korun (haléřů) nám přinese 1 Kč investovaná. Případně po vynásobení stem, kolik procent z investované částky činil zisk. [9, str. 303]

Metody hodnocení investic obecně dělíme podle ekonomické teorie na:

- *statické*, jež nepřihlížejí k faktoru času, jsou tedy používány pro hodnocení méně významných projektů s krátkou dobou životnosti a v případech nízkého diskontního faktoru

- *dynamické*, které zohledňují změnu hodnoty peněz v čase, a proto aktualizují data vstupující do výpočtů

Konkrétně jsou používány ukazatele:

- **výnosnosti investic (ROI – return on investment)** – uvažující vliv změny v objemu výroby a nákladech na zisk, z čehož lze dodatečně vyvodit přínos investice

$$ROI = \text{Ø roční zisk} : \text{náklady na investici} \quad [9, \text{str. 309}]$$

- **doby splácení (payback period)** – vyjadřuje období, za které tok příjmů přinese hodnotu rovnou původním nákladům na investici

$$DS = \text{náklady na investici} : \text{roční cash flow} \quad [9, \text{str. 309}]$$

- **čisté současné hodnoty (NPV – net present value)** – představuje rozdíl mezi současnou hodnotou očekávaných příjmů a náklady na investici

$$NPV = \text{současná hodnota cash flow} - \text{náklady na investici} \quad [9, \text{str. 310}]$$

- **vnitřního výnosového procenta** – spočívá v nalezení diskontní míry, při které současná hodnota očekávaných výnosů z investice je rovna současné hodnotě výdajů na investici, tj. současná hodnota se rovná 0

$$\text{současná hodnota cash flow} = \text{náklady na investici} \quad [9, \text{str. 310}]$$

II. ANALYTICKÁ ČÁST

3 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI



- název společnosti: TAJMAC - ZPS, a.s.
- právní forma: akciová společnost
- vlastník společnosti: TAJMAC - MTM s.p.A., Italská republika
- sídlo společnosti: Zlín - Malenovice, Česká republika
- Počet zaměstnanců: 1083

Společnost TAJMAC – ZPS, a. s. se zabývá vývojem, výrobou a prodejem obráběcích strojů. Firma disponuje nutnými zdroji pro realizaci všech fází vývoje a výroby produktů, a je proto schopna vyhovět specifickým požadavkům svých zákazníků. Výrobky společnosti TAJMAC – ZPS, a. s. si díky vysoké kvalitě, přesnosti a spolehlivosti získaly dobrou pověst na tuzemských i mezinárodních trzích a uplatňují se v mnoha náročných průmyslových oborech.

Společnost TAJMAC – ZPS, a. s. je považována za předního českého výrobce obráběcích strojů a řadí se k nejlepším světovým výrobcům vícevřetenových automatů. Vysoké procento produkováných výrobků se uplatňuje na zahraničních trzích. Export tvoří více než 80 % roční produkce obráběcích strojů.

3.1 Historie podniku

V roce 1903 zřídil Tomáš Baťa strojírenskou dílnu nejdříve pro údržbu obuvnických strojů, později pro jejich výrobu. První obuvnický stroj tato dílna vyrobila již v roce 1905. První světová válka znamenala díky armádním zakázkám pro celou firmu Baťa období rychlého rozvoje, proto byla pro potřeby strojíreny zřízena slévárna a došlo k prvním pokusům o výrobu vlastních odlitků. V té době již měla strojírna 54 dělníků a 6 konstruktérů.

V letech 1936 až 1937 byla ve strojírnách zřízeno oddělení konstrukční přípravy prvních obráběcích strojů. Výrobním programem strojíren se tak staly univerzální frézky MAS. Jejich úspěšné zavedení na trh vyústilo v založení dceřiné akciové společnosti MAS, spol.

s. r. o. (Moravské a slovenské strojírny). Během druhé světové války firma Baťa zpracovávala zakázky německého válečného průmyslu, protože byla 28. října 1945 dekretem prezidenta republiky znárodněna a přejmenována na Svit, n. p.. O pět let později byly z tohoto koncernu vyčleněny strojírny a pojmenovány ZPS - Závody přesného strojírenství, n. p..

V roce 1963 byla v ZPS zahájena výroba NC obráběcích strojů a o devět let později závody vyprodukovaly první obráběcí centrum v tehdejší Československu. Společnost se každoročně účastnila až desítky veletrhů, na kterých získala mnohá ocenění a její výrobky měly mezinárodní věhlas. V té době se výrobní program podniku skládal z obráběcích a obuvnických strojů, výroby odlitků, výkovků, regulačních aparátů, forem a dalších. Za velmi významnou událost lze považovat zahájení výroby CNC obráběcích strojů v roce 1980. Dva roky poté byl zahájen provoz v nové slévárně šedé litiny.

V roce 1990 vzniká akciová společnost ZPS, a.s., která byla o dva roky později privatizována. Podnik založil několik dceřiných společností a usiloval o proniknutí na zahraniční trhy, především do USA, Kanady (s obráběcími stroji), Číny a Indie (s obuvnickými stroji). Tento pokus byl úspěšný, ZPS se stalo největším českým vývozcem obráběcích center do USA, kam bylo vyváženo až 80 % produkce těchto strojů.

Přes tyto úspěchy se zhoršovala hospodářská situace podniku, proto byl v roce 1998 zahájen proces restrukturalizace. Navzdory těmto opatřením Krajský obchodní soud v Brně 5. 10. 1999 vyhlásil konkurz na majetek společnosti ZPS, a. s.. Novým majitelem se stala italská společnost MTM TAJMAC, vlastněná Andreou Taiariolem.

Se vstupem nového majitele byla opět nastolena ekonomická stabilita a společnost postupně posiluje svou pozici na světových i domácích trzích. Společnosti TAJMAC – ZPS, a.s. nyní obchoduje téměř s pěti desítkami zemí, přičemž nejčetnější obchodní kontakty jsou udržovány s USA, Itálií a Německem.

3.2 Základní informace o společnosti

3.2.1 Výrobní program

TAJMAC – ZPS, a. s. má vlastní slévárnu a disponuje zdroji pro realizaci všech etap vývoje a výroby - od návrhu, konstrukce, výroby modelů a odlitků, jejich opracování, obrábění až po finální montáž obráběcích strojů. Je tedy schopna realizovat výrobky přímo podle konceptu zákazníka.

Výrobní program firmy obsahuje pět základních typů produktů v celkem 27 modifikacích:

- **vertikální obráběcí centra** - MCFV 1050, MCFV 1060, MCFV 1260, MCFV 1260-P (viz Obr. 5), MCFV 1680, MCFV 2080



Obr. 5 Fotografie vertikálního obráběcího centra MCFV 1260-P

- **horizontální obráběcí centra** - H 40, H 40 FIVE-AXIS (viz Obr. 6), H 63 STANDARD, H 63 FIVE-AXIS



Obr. 6 Fotografie horizontálního obráběcího centra H 40 FIVE-AXIS

- **vícevřetenové automaty** – MORI-SAY 6/20 AC (viz Obr. 7), MORI-SAY TM 626 AC, MORI-SAY TM 626 CNC, MORI-SAY 6/32, 42 AC, MORI-SAY 6/32, 42 CNC, MORI-SAY 6/51, 57, 67, MORI-SAY 8/36, 42



Obr. 7 Fotografie vícevřetenového automatu MORI-SAY 6/20 AC

- **soustružnických stroje** – TCH 500 PRIME 65/80, TCH 500 DOUBLE 65/80, TCH 500 DOUBLE 80/2500, TCH 500 DOUBLE 100/2500
- **multifunkční (frézovací a soustružnické) obráběcí centra** – TRUNMILL 1250
- **vstříkolisy** – V 210, VE 210, V 160, VE 160

Z hlediska objemu výroby tvoří nejvýznamnější skupinu produktů obráběcí centra, a to především řada MCV vyvážená na americký trh a řada MCFV produkovaná pro trhy evropské. Tyto stroje pracují s vysokou přesností a umožňují aplikaci různých řídicích systémů.

Druhou objemově nejvýznamnější skupinou produktů tvoří vícevřetenové automaty řady MORI-SAY, v případě kterých se společnost TAJMAC - ZPS, a.s. řadí mezi pět nejvýznamnějších světových výrobců.

Frézovací a soustružnická obráběcí centra byla zařazena do výrobního programu v roce 2002.

3.2.2 Informační systémy

Firma TAJMAC – ZPS, a.s. využívá v současné době 3 základní aplikace:

- SME.UP (Itálie) – aplikace pro řízení a plánování výroby

- Navision Financials – aplikace pro zpracování účetnictví a ekonomiky
- Nugget a Passport – aplikace pro zpracování mezd a personalistiky, vedení docházkového systému.

Tyto aplikace pokrývají všechny firemní procesy. Společnost současně dokončuje manažerský portál včetně intranetových aplikací.

SME-UP

Systém SME.UP italské firmy SMEA je určen pro plánování a řízení výroby malých a středních firem. Je provozován na platformě počítačů IBM AS400. Nevýhodou tohoto systému je absence účetního modulu, který znamená nutnost sledování účetní agendy v systému NAVISION.

Navision Financial

Systém Navision Financials 2.60B je databázový, modulární, graficky orientovaný systém pracující na platformě operačního systému WINDOWS. Je určen především pro řízení obchodních aktivit, zpracovávání a vyhodnocování ekonomických a finančních ukazatelů firmy.

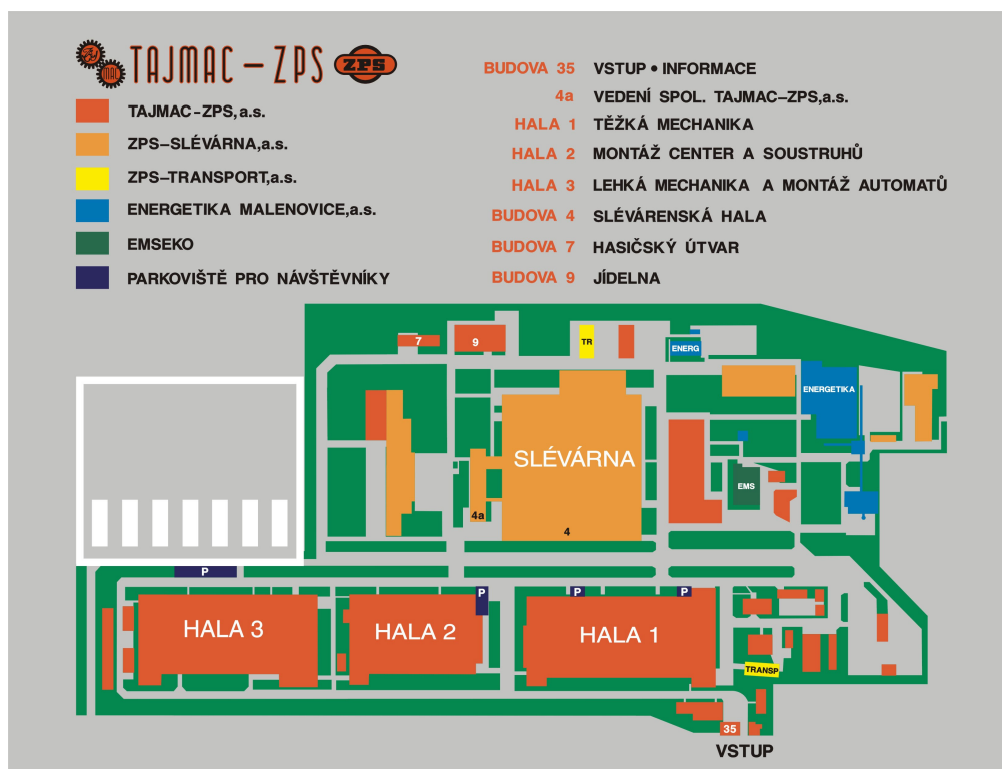
Standardní systém NAVISION Financials disponuje množstvím modulů oblastí, z nichž je možno jednotlivě vybrat moduly vyhovující potřebám firmy. V podmínkách TAJMAC-ZPS, a.s. byly nasazeny oblasti s moduly:

- FINANCE
- PRODEJ & POHLEDÁVKY
- SPRÁVCE KONTAKTŮ
- NÁKUP & ZÁVAZKY
- SME.UP
- BANKA

- PROJEKTY
- MAJETEK
- LIDSKÉ ZDROJE
- OBECNÉ
- SPRÁVA SYSTÉMU
- OBJEKTY APLIKACÍ
- DESIGN

3.2.3 Organizace výroby

Výroba obráběcích strojů je situována do tří výrobních hal nacházejících se v areálu společnosti v Malenovicích (viz Obr. 8). V Hale 1 se nachází dílny těžké mechaniky, která se zabývá obráběním rozměrných a těžkých součástí, zejména odlitků. Drobné rotační a nerotační součásti se obrábí v dílnách lehké mechaniky umístěných v Hale 3. Konečná montáž finálních výrobků je prováděna v druhé a třetí hale. V areálu společnosti se nachází také slévárna šedé litiny.



Obr. 8 Dispoziční plán areálu společnosti

3.2.4 Organizace dílny

Dílnské uspořádání vychází z uzavřeného výrobního cyklu. Jednotlivé dílny jsou vybaveny veškerým strojním zařízením potřebným pro kompletní výrobu dané součásti. V případě nutnosti provedení operace, pro jejíž vykonání dílna není vybavena, se využívá možnosti tzv. placené mezidílnské kooperace - tedy zaslání obrobku do dílny, která je vybavena potřebným zařízením.

Technologické uspořádání výroby je zavedeno pouze v případech ekonomické odůvodnitelnosti.

3.2.5 Zpracování výrobní zakázky

Společnost TAJMAC - ZPS, a. s. vyrábí obráběcí stroje na základě specifikovaných objednávek konkrétních zákazníků. Podle požadavků na finální výrobek je v konstrukčním oddělení proveden kusovníkový rozpad zakázky a jsou vychystány konstrukční výkresy pro

výrobu jednotlivých součástí. V dalším kroku jsou vypracovány technologické postupy, tedy sled kroků obrábění pro dosažení žádoucí geometrie obrobku. U opakovaně vyráběných výrobků se technologické postupy uchovávají v databázi. U součástí vyráběných poprvé je nutné technologické postupy zpracovat v konstrukčním oddělení. Pro vykonání každé operace je určen druh stroje, který má odpovídající parametry a je tedy schopen součást určitým způsobem obrobit (např. MCF – obráběcí centrum vertikální).

Následně je provedena kontrola vychystání platného konstrukčního výkresu, správného určení technologického postupu a kontrola správnosti a dostupnosti určené technologie obrobení pro každou položku kusovníkového rozpadu. V případě nutnosti provedení technických změn je vyvoláno tzv. změnové řízení.

Útvar výrobního plánování určí tzv. kmenová střediska na základě technologické vybavenosti a dostupnosti kapacit v plánovaném období. Dílenský vedoucí přebírá výrobní dokumentaci, tzn. výkresy, technologické postupy a seznamy výrobních dávek. V informačním systému podniku SME.UP je stanovena pevná vazba mezi technologií opracování a strojem určité dílny. Tato vazba je dána alfanumerickým kódem udávajícím:

- identifikační znak profese (např. MCF)
- číselné označení pracoviště (např. 2332)
- unikátní číslo strojního zařízení, pod kterým je vedeno v databázi SME.UP (259)

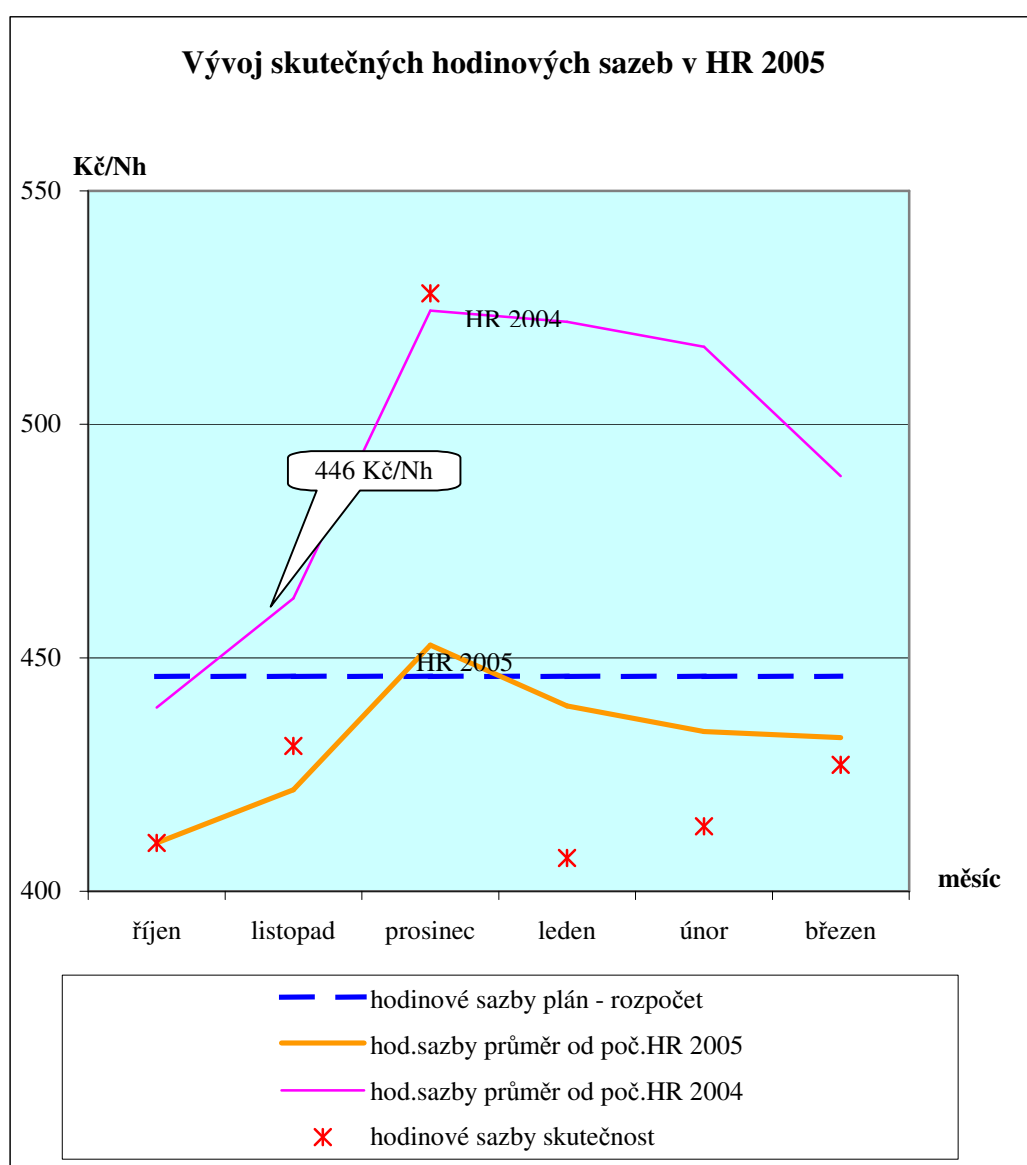
Dílenský mistr nahlédnutím do technologického postupu zjistí, jaká technologie opracování je pro součást určena a stanoví konkrétní stroj, na kterém bude daná operace provedena. V případě, že středisko nedisponuje potřebným výrobním zařízením, je součást převezena do jiné dílny schopné operaci provést. Tuto spolupráci označujeme za mezidílenskou kooperaci.

Průběh zpracování zakázky je evidován v informačním systému podniku. Po provedení poslední operace je obrobek odvezen do montážních dílen a záznam vyřazen z databáze informačního systému obráběcích dílen. Kmenová střediska odpovídají za opracování součástí a předání přejímajícímu středisku v plánovaných termínech.

3.2.6 Diferencované strojní sazby nákladů

Společnost určuje náklady na výrobu tzv. systémem diferencovaných strojních sazeb. To znamená, že pro každé pracoviště stanovuje náklady podle reálné spotřeby.

Při tomto způsobu oceňování umožňuje vyčíslit vliv využití výrobních zdrojů na vnitřní ekonomiku společnosti. Čím vyšší je počet součástí obrobených na určitém pracovišti v daném období, tím nižší je podíl nákladů na jednotku produkce. Z výsledovky výrobní divize je vidět přímý vliv využití strojů na výrobní náklady resp. hospodářský výsledek (viz Graf 2).



Graf 2. Vliv využití strojů na hodinovou sazbu

Tento způsob oceňování umožňuje:

- určení nejlevnějšího dostupného způsobu výroby určité součásti v případě, že technologie obrobení umožňuje provést operaci na několika různých strojích
- stanovení mezní ceny přijímané externí kooperace - tedy ceny, která je ještě ekonomicky únosná
- reálné oceňování práce vykonávané v rámci mezidíleňských kooperací

4 ANALÝZA VYUŽITÍ KAPACITY VÝZNAMNÝCH VÝROBNÍCH ZDROJŮ

Strojový park společnosti TAJMAC – ZPS, a.s. čítá 639 kusů výrobních zařízení různého druhu. Díky zavedenému systému oceňování diferencovanou strojní sazbou nevytváří jednotlivé stroje stejnou hodnotu a využití každého z nich má tedy odlišný dopad na ekonomiku firmy. Vedení společnosti proto věnuje největší pozornost využití těch výrobních zařízení, která vytváří největší hodnotu. Podle Paterova principu (viz Teoretická část – odstavec 1.3 Paretova analýza) byl nalezen malý počet strojů (asi 20 % strojového parku), které vytváří většinu z celkových výkonů výroby (asi 80 %). Tato skupina strojů byla označena za tzv. životně důležitou menšinu. Společnost má zájem především na plném vytížení NC strojů vzhledem k jejich vysokým pořizovacím cenám. Proto byly ze skupiny životně důležitých zařízení vyloučeny konvenční stroje.

Strojní zařízení tvořící tzv. životně důležitou menšinu ovlivňují ekonomické výsledky podniku nejvýraznějším způsobem. Proto bude provedena analýza vytížení výrobní kapacity těchto strojů.

Doba chodu NC programu automatického obrábění je v závislosti na prováděné operaci několik desítek minut, v některých případech i několik hodin. Z těchto důvodů jeden pracovník může obsluhovat několik strojů v rámci jedné směny. Pak říkáme, že stroj je zařazen do režimu vícestrojové obsluhy. Tuto skutečnost je potřeba brát v úvahu při výpočtu výrobní kapacity stroje. Proto v praxi společnosti je pro její výpočet používán vzorec:

$$\text{Kapacita} = VO * \check{C}F * (1 - IP) * PP, \text{ kde}$$

VO je koeficient vícestrojové obsluhy udávající počet strojů, které daný operátor obsluhuje současně

$\check{C}F$ označuje využitelný časový fond pracovníka vycházející z celkového počtu dní v roce, ze kterého jsou vyloučeny dny sobot, nedělí a státních svátků. Tak je získán nominální časový fond, určující počet pracovních dnů v roce. Následným odečtením dnů řádné dovolené (vycházející částečně ze zákona, částečně z vnitřních pravidel společnosti), dnů ostatních absencí a zákonných přestávek (zákon stanovuje 30 minutovou přestávku v průběhu 8-mi hodinové směny - tj. 7,5 hodin čistého pracovního času denně při jednosměnném provozu) je získán počet hodin efektivního pracovního fondu pracovníka.

V praxi společnosti TAJMAC – ZPS, a. s. je efektivní časový fond vypočítáván následujícím způsobem (viz Tab. 1):

Tab. 1. Tabulka výpočtu EČF pracovníků

		Leden 2005
Počet kalendářních dnů		31
Počet nedělí		5
Počet volných sobot		5
Počet svátků		0
Počet pracovních dnů		21
Řádná dovolená		2,08
Volné pátky		0
Nominální denní časový fond		18,92
Z toho	Nemoc a úraz	0,83
	Zákonné volno	0
	Ztrátové časy	0,38
	Povolené volno	0
Celodenní absence celkem		1,5
Efektivní denní časový fond		17,71
Délka pracovního dne		7,5
Efektivní časový fond – měsíčně		132,825
Plánovaný přesčas v %		0
Efektivní časový fond včetně přesčasů [hod]		132,8

IP – index překrytí – u výrobních zařízení pracujících v režimu vícestrojové obsluhy může nastat situace, kdy stroje ukončí cyklus a čekají na operátora (například dva stroje ukončí svůj cyklus najednou, musí se operátor rozhodnout, který stroj obslouží dříve). Tím vzniká prostoj, který zohledňujeme při určování využitelného časového fondu. Indexy překrytí jsou ve společnosti stanoveny procentuální přírůžkou podle druhu vícestrojové obsluhy:

- 2 – strojová obsluha – 5%
- 3 – strojová obsluha – 10%
- 4 – strojová obsluha – 15 %

PP – plán pracovníka - vyjadřuje podíl času, který je operátor přítomen u příslušného stroje

Tab. 2. Vytížení výrobní kapacity tzv. životně důležité skupiny strojů

Odd.	Název stroje	STA	VO	IP	ČF	PP	Kapacita/ hod.	Výrobní náplň	Vytížení %
2325	CEN.OBRABECI VERT. CADET V4020	MC1	2	0,05	132,8	3,84	968,50	345,10	35,63
2331	OERLIKON SIRIUS HM4/120	SI2	1	0,00	132,8	2,36	313,41	319,20	101,85
2331	HULLER HULLE HORIZONT. CENTRUM	HH	1	0,00	132,8	4,15	551,46	312,20	56,61
2331	OBRABECI CENTRUM MCFH 63	F63	2	0,05	132,8	1,74	439,56	309,51	70,41
2333	OBRABECI PORTALOVE CENTRUM	IB	1	0,00	132,8	2,60	345,32	297,22	86,07
2331	OBRABECI CENTRUM FQH 50 A	FQ2	2	0,05	132,8	1,23	310,35	286,47	92,30
2332	OBRABECI CENTRUM VERTIKALNI	MCF	2	0,05	132,8	1,45	366,52	258,68	70,58
2322	SOUSTRUZNICKY STROJ NC TC615	S50	2	0,05	132,8	1,35	339,66	253,15	74,53
2332	OBRABECI CENTRUM VERTIKALNI MC	MCF	2	0,05	132,8	1,45	366,52	242,69	66,21
2322	SOUSTRUZNICKY STROJ NC TC615	S50	2	0,05	132,8	1,35	339,66	232,23	68,37
2331	OBRABECI CENTRUM PORT.FRQ 250	FRF	1	0,00	132,8	2,76	366,70	229,92	62,70
2331	OBRABECI CENTRUM HR8A	HR8	1	0,00	132,8	1,76	233,73	227,67	97,41
2332	OBRABECI CENTRUM VERTIKALNI	MC2	2	0,05	132,8	2,83	715,24	205,82	28,78
2331	OERLIKON SIRIUS HM4 UMC 100/6	SI1	1	0,00	132,8	1,98	263,21	205,58	78,10
2331	HORIZONTALNI CENTRUM HMC 40	HMC	2	0,05	132,8	1,36	343,98	194,84	56,64
2331	OBRABECI CENTRUM YBM 90N 125	YBM	1	0,00	132,8	1,85	245,68	193,65	78,82
2332	OBRABECI CENTRUM VERTIKALNI/P	MCP	2	0,05	132,8	0,94	237,18	186,39	78,59
2325	HORIZ.OBRAB.CENTRUM ES-H 401 v.č.0007	ESH	1	0,00	132,8	1,94	257,63	179,31	69,60
2331	OBRABECI CENTRUM MCFH 63	H63	2	0,05	132,8	1,18	296,69	168,08	56,65
2332	OBRABECI CENTRUM VERTIKALNI/P	MCP	2	0,05	132,8	0,70	175,37	160,78	91,68
2331	OBRABECI CENTRUM HR8A	HR8	1	0,00	132,8	1,40	185,69	160,50	86,44
2325	OBRABECI CENTRUM MCFV40CNC	FCV	2	0,05	132,8	0,82	208,12	156,29	75,10
2325	OB.CENTRUM VERT.MCFV1260NT AVP	MCP	2	0,05	132,8	0,70	175,37	148,32	84,57
2325	HORIZ.OBRAB.CENTRUM ES-H 402 v.č.0008	ESH	1	0,00	132,8	1,13	150,06	147,83	98,51

Záhlaví tabulky tvoří dále tyto sloupce:

Oddělení – číslo střediska, v němž se stroj nachází

Název stroje - slovní popis zařízení

Pracoviště - alfanumerický kód, označující druh profese, sloužící v interní evidenci firmy pro snadnou identifikaci a zařazení stroje

Číslo stroje – číslo stroje v systému SME-UP, slouží pro vykazování výkonů

Výrobní náplň – čas skutečně odpracovaný na strojích v Nh

Vytížení – % využití kapacity strojního zařízení počítáno podle vzorce:

$$\text{vytížení} = \text{výrobní náplň} / \text{kapacita}$$

4.1.1 Zhodnocení analýzy využívání výrobní kapacity strojů

Porovnáním skutečně odpracovaného času na skupině strojů tvořících tzv. životně důležitou menšinu a jejich dostupné kapacity měsíci lednu roku 2005 byla zjištěna průměrná 26,41 %-ní rezerva vyžití kapacity. Tento stav je zapříčiněn zejména:

- prostoji vznikajícími v důsledku vícestrojové obsluhy - procento stanovené indexem překrytí pro jednotlivé druhy vícestrojové obsluhy neodpovídá skutečné ztrátě způsobené obsluhováním více strojů najednou jedním operátorem
- prostoji vznikajícími v důsledku neprověření dostupnosti všech výrobních zdrojů nutných pro zpracování jednotlivých položek
- nepřesnostmi v kusových a přípravných časech stanovených technologickými postupy vzhledem ke skutečné spotřebě času provedení operací - proto stanovené plány, které vycházejí z časů určených technologickými postupy, neodpovídají realitě a zároveň dochází k chybnému stanovení nákladů na výrobu součástí
- nedostatečnou motivací pracovníků k co nejvyššímu využití strojů

4.2 Závěr analytické části

Přestože společnost si je vědoma existence těchto nedostatků, nevlastní žádný nástroj, prostřednictvím kterého by byla schopna přesně zaznamenávat průběh výroby adresně pro jednotlivé součásti a pracoviště. Proto doporučuji zavést **monitorovací systém** aktivit stroje, který by byl schopen ve vazbě na konkrétní obráběnou součást zaznamenat:

- skutečný čas vykonání jednotlivých operací (produkční čas)
- délku trvání vedlejších činností (upínání obrobku, výměna nástrojů, vyjmutí obrobku)
- příčiny a délku trvání prostojů a ztrátových časů

Zaznamenaná data budou sloužit k porovnání plánu spotřeby času dle technologického postupu na součást se skutečnou spotřebou času. Korekci může být bez prodlení zohledněna při sestavování plánu zadávané výroby pro následující období.

Na základě analýzy zaznamenaných prostojů bude možné určit opatření vedoucí k odstranění příčin nedostatků využití kapacity strojních zařízení.

Úspěšné zavedení systému monitoringu povede k zefektivnění výrobního procesu a zvýšení produktivity, potažmo ke snížení ceny finálního výrobku.

Dále navrhuji zavést pro významnou skupinu strojů **týdenní operativní plán**, jehož cílem je eliminovat všechny ztrátové časy plynoucí z chyb v plánování a přípravě práce. Data potřebná pro sestavení týdenního plánu budou získávána z databáze SME.UP – Zásobník práce – neprovedené operace na výrobních položkách v Nh. Z fronty práce pro vybraný stroj (profesi) budou do plánu stroje zařazeny jen ty výrobní dávky, u kterých je ověřeno splnění podmínek nutných pro jejich zpracování..

III. PROJEKTOVÁ ČÁST

5 CÍLE PROJEKTU

Na základě analýzy současného stavu využití strojních zařízení jsem doporučila zavedení monitorovacího systému aktivit strojů a zavedení týdenního operativního plánu. Projektová část této práce se tedy zabývá návrhem způsobu sběru dat. Kladu si tyto cíle:

1. Navrhnout způsob monitorování aktivit na pracovištích.
2. Ověřit funkčnost navrženého způsobu na vybraném pracovišti.
3. Provést analýzu zaznamenaných dat a navrhnou racionalizační opatření.
4. Zhodnotit ekonomický přínos projektu.

5.1 Vymezení předmětu monitoringu

Finanční a technická náročnost implementace monitorovacího systému neumožňuje zavést sledování aktivit strojů v celém rozsahu. Společnost proto rozhodla o postupném zavádění monitorovacích systémů, a to pouze u CNC strojů, které umožňují snímat výrobní data nezávisle na obsluze stroje. Z tohoto důvodu není možné monitorovat průběh montážních a kompletovacích činností, které jsou převážně prováděny na konvenčních strojích.

Výběr strojních zařízení, u kterých je zavedení monitorovacího systému ekonomicky opodstatněné a zároveň technicky proveditelné, bude proveden pouze v Hale těžké mechaniky (Hale 1). Důvody pro toto rozhodnutí jsou následující:

1. V Hale1 jsou umístěny stroje s **nejvyšší pořizovací cenou**, a proto společnost usiluje o co nejlepší využití efektivního časového fondu těchto zařízení.
2. Součásti obráběné v Hale těžké mechaniky mají **nejdelší průběžné doby** výroby. Průběžná doba výroby je časový interval od zahájení do ukončení výroby dané součásti, která zahrnuje čas přípravy, čas kusový, čas manipulační, čas mezioperační přepravy a čas čekací. Technologickým postupem jsou stanoveny časy přípravy a časy kusové. Ostatní časy se nestanovují exaktní cestou, ale vypočítávají se z údajů uvedených v technologickém postupu.

V praxi společnosti TAJMAC-ZPS, a. s. se užívá index pro stanovení průběžné doby výroby v intervalech:

- 1,2 až 1,6 (ve směnách) pro součásti s malým počtem operací a malým počtem kusů ve výrobní dávce
- 1,7 – 1,8 (ve směnách) pro součásti s malým počtem operací a velkým počtem kusů ve výrobní dávce (resp. velkým počtem operací a malým počtem kusů ve výrobní dávce)
- 1,9 - 2,2 (ve směnách) pro součásti s velkým počtem operací a velkým počtem kusů ve výrobní dávce.

Pro součást R116.2.215.01 tedy vypočítáváme průběžnou dobu výroby následovně:

• Čas kusový	242 min
• Čas přípravný	251 min
Σ	493 min (493 min/60 = 8,2 hod; 8,2 hod/8 = 1,09 směny)
• Počet operací ¹	11 * 1,2 = 13,2 (směny)
• Počet kusů v dávce	5

Průběžná doby výroby = $\Sigma T_{AC} + \Sigma T_{BC} + \text{Počet operací} * \text{zvolený index}$

Průběžná doby výroby = $\{ [(242 + 251) / 60] / 8 \} + (11 * 1,2)$

Průběžná doba výroby = 1,09 + 13,2 = 14,29 směny

¹ Počet výrobních operací (11) i počet kusů ve výrobní dávce (5) jsou ve společnosti TAJMAC-ZPS, a. s. považovány za malé, volíme tedy nejmenší index 1,2 (ve směnách)

Průběžná doba výroby součásti R116.2.215.01 je podle postupu běžně užívaného v praxi společnosti TAJMAC-ZPS, a. s. stanovena na 14 směn 2 hodiny a 19 minut.

3. **Kooperace** s externím výrobcem je obtížná, a to z několika důvodů:
 - výroba některých součástí patří k tzv. know-how společnosti TAJMAC-ZPS, a. s., a proto v rámci zachování výrobního tajemství nelze využít možnost kooperace nebo neexistuje výrobce, který by byl schopen operaci provést
 - prodlužuje délku průběžné doby výroby
 - obráběné součásti jsou těžké a rozměrné, což znesnadňuje jejich transport
4. Součásti vyráběné v Hale 1 mají **nejvyšší pracnost**.

5.1.1 Určení předmětu monitoringu

Provoz těžké mechaniky je rozdělen do tří středisek podle charakteru výrobních zařízení:

- Horizontální centra (nesoucí označení 2331)
- Vertikální centra (nesoucí označení 2332)
- Horizontářská dílna (nesoucí označení 2333)

Celkem má tento provoz 80 výrobních zařízení, z toho 66 NC strojů a 14 konvenčních strojů (frézovacích center, horizontálních a portálových obráběcích center, frézek, brusek, hoblovek, lisů, soustruhů, vrtaček). Rozmístění jednotlivých strojů je uvedeno na dispozici Haly 1 (viz. Obr. 9).

Z množiny všech strojů Haly 1 vybereme podle principu Paretova pravidla (viz teoretická část, odstavec 1.3 Paretova analýza) ta zařízení, která vytváří 80-ti % podíl přidané hodnoty vyprodukované celým provozem těžké mechaniky. Výpočet je proveden podle následujících vzorců:

$$\text{Výkon} = \text{index vícestrojové obsluhy} * \text{EČF} * \text{plán pracovníků dle PZV}$$

- *index vícestrojové obsluhy* – koeficient určující počet strojů, které pracovník obsluhuje současně

- *efektivní časový fond* – (viz Analytická část, odstavec 2.3 Analýza využití významných výrobních zdrojů)
- *plán pracovníků dle PZV²* – stanovuje počet pracovníků nutných na daném pracovišti k zajištění Plánu zadávané výroby. V plánu pracovníků je zohledněn čas vícestrojových obsluh. Vícesměnný provoz je odvozen od požadavků na výrobu a kapacity strojních zařízení. Směnnost nabývá maximální hodnoty 3 vyjadřující nepřetržitou přítomnost operátora v třísměnném provozu stroje (tj. 22,5 hod/den).

přidaná hodnota = výkon * diferencovaná strojní sazba

- *výrobní náplň* – viz (viz Analytická část, odstavec 2 Analýza využití významných výrobních zdrojů)
- *diferencovaná strojní sazba* – udává náklady na hodinu provozu daného výrobního zařízení určené diferencovaným způsobem, který zohledňuje směnnost, vliv vícestrojové obsluhy, osobní náklady stanovené na základě účetní a výrobní dokumentace (mzdové náklady, odpisy, náklady na energii, opravy a plochu).

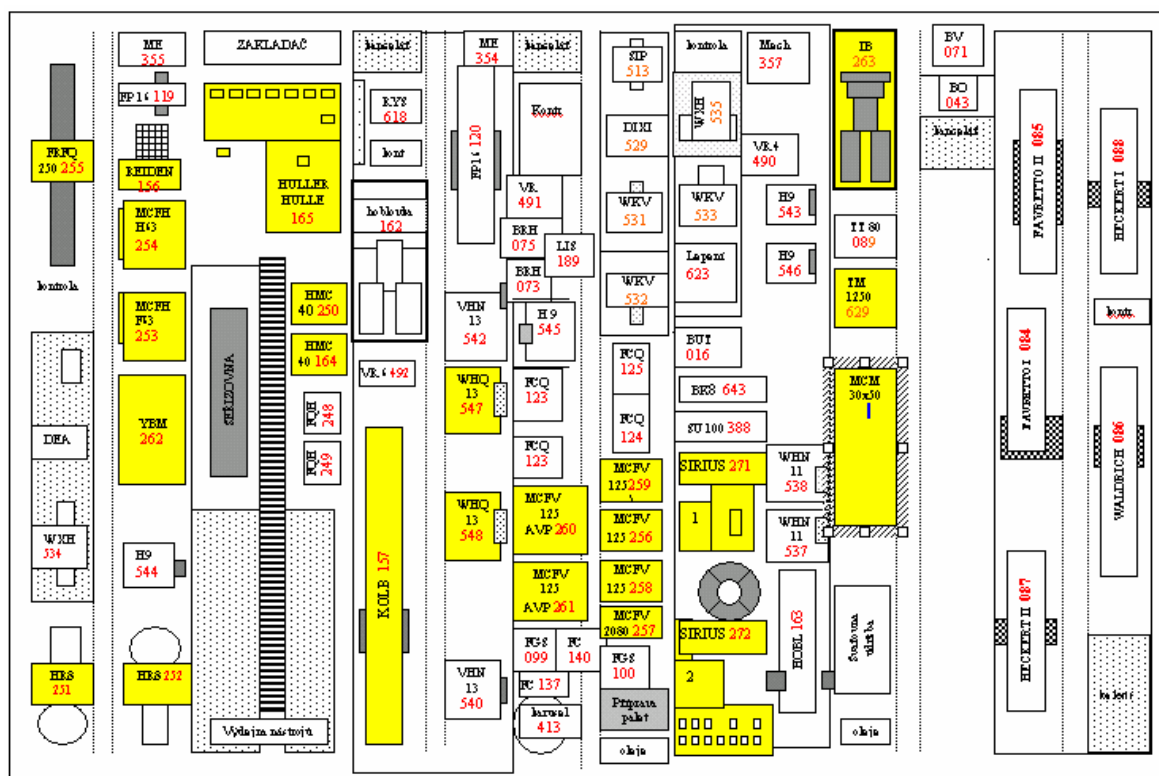
Jednotlivé položky strojních zařízení provozu těžké mechaniky byly seřídzeny sestupně podle ukazatele přidaná hodnota a byl proveden celkový součet těchto hodnot (suma přidaných hodnot vytvořených všemi výrobními zařízeními Haly těžké mechaniky za rok 2004 je rovna 102 730 231 Kč). Za účelem aplikace Paretovy analýzy jsem vypočítala 80 % sumy přidané hodnoty, tj. 82 184 185 Kč. Následně jsem provedla kumulativní součet položek ukazatele přidaná hodnota a určila jsem skupinu strojů, které dohromady produkují 80 % celkové přidané hodnoty (viz. Tab. 3. (bez ohledu na barevné rozlišení)).

² PZV – plán zadávané výroby

Tab. 3. Tabulka vybraných strojů podle Paretova pravidla

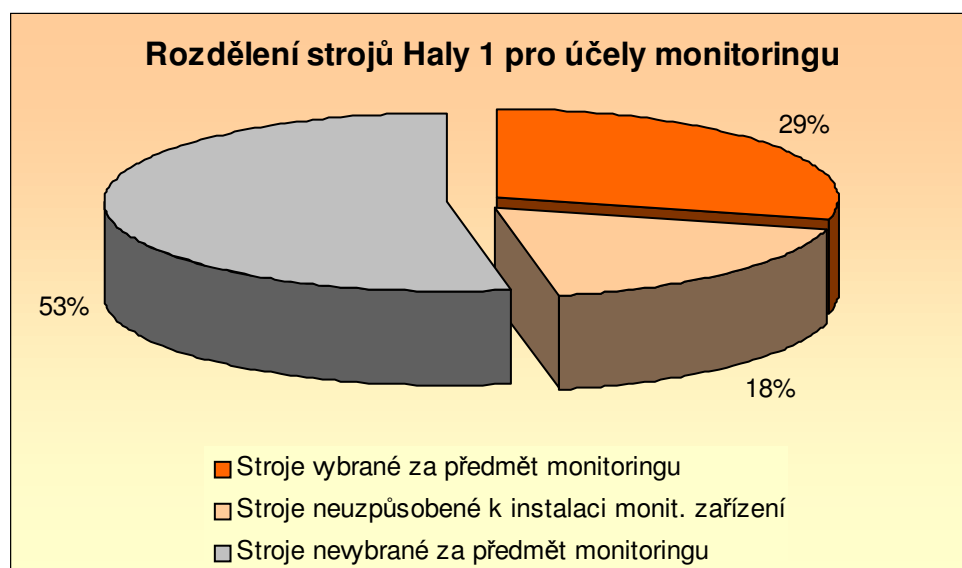
Od	Číslo	Název stroje	Roční ČF	PF	Výkon (Nh)	Výkon (Nh) dle skut.poč. prac.	Strojní sazba Kč/Ml	Přidaná hodnota	Kumul. seřazení (Kč)
2333	263	OBRABECI PORTALOVÉ CENTRUM	1	1537,5	3,00	3998	4613	1 439	6 637 563
2331	255	OBRABECI CENTRUM PORT.FRFQ 250	1	1537,5	2,00	4246	3075	1 439	4 425 042
2333	157	FREZOVAČI PORTALOVÉ CENTRUM VD	1	1537,5	2,00	3112	3075	1 439	4 425 042
2333	085	BRUSKA VODICÍCH PLOCH MLU 1000	1	1537,5	2,00	3894	3075	1 109	3 409 598
2331	165	HULLER HULLE HORIZONT. CENTRUM	1	1537,5	3,00	6385	4613	691	3 185 722
2331	253	OBRABECI CENTRUM MCFH 63	2	1537,5	1,00	5357	3075	929	2 855 470
2331	254	OBRABECI CENTRUM MCFH 63	2	1537,5	1,00	3616	3075	929	2 855 470
2332	256	OBRABECI CENTRUM VERTIKALNI	2	1537,5	1,50	4467	4613	610	2 812 926
2332	259	OBRABECI CENTRUM VERTIKALNI MC	2	1537,5	1,50	4467	4613	610	2 812 926
2331	164	HORIZONTALNI CENTRUM HMC 40	2	1537,5	1,50	4192	4613	540	2 489 188
2331	250	OBRABECI CENTRUM HOR. HMC 40	2	1537,5	1,50	4192	4613	540	2 489 188
2331	251	OBRABECI CENTRUM HR8A	1	1537,5	2,00	2150	3075	761	2 341 293
2331	252	OBRABECI CENTRUM HR8A	1	1537,5	2,00	2150	3075	761	2 341 293
2331	629	MULTI.PORTAL.OC. TURNMILL 1260	1	1537,5	1,00	70	1538	1 439	2 212 521
2331	272	OERLIKON SIRIUS HM4/120	1	1537,5	2,00	3127	3075	698	2 147 574
2331	271	OERLIKON SIRIUS HM4 UMC 100/6	1	1537,5	2,00	3047	3075	698	2 147 574
2333	086	BRUSKA VODICÍCH PLOCH SPS 2525	1	1537,5	2,00	2168	3075	673	2 067 996
2331	156	FREZOVAČI CENTRUM BF 5 ST Z	1	1537,5	2,80	1505	4305	479	2 062 834
2333	088	BRUSKA VODICÍCH PLOCH SZ 08-08	1	1537,5	2,00	1451	3075	650	1 998 449
2332	260	OBRABECI CENTRUM VERTIKALNIP	2	1537,5	1,00	2137	3075	610	1 875 284
2332	261	OBRABECI CENTRUM VERTIKALNIP	2	1537,5	1,00	2137	3075	610	1 875 284
2333	084	BRUSKA VODICÍCH PLOCH MC U 250	1	1537,5	2,00	3110	3075	606	1 864 536
2332	257	OBRABECI CENTRUM VERTIKALNI	2	1537,5	0,90	8717	2768	610	1 687 756
2332	258	OBRABECI CENTRUM VERTIKALNI MC	2	1537,5	0,90	4467	2768	610	1 687 756
2331	534	VYVRTAVACKA SOURADNICOVA WXH 1	1	1537,5	2,00	2554	3075	503	1 545 851
2331	535	VYVRTAVACKA SOURADNICOVA WXH 1	1	1537,5	2,00	2554	3075	503	1 545 851
2333	120	FREZKA ROVINNA PORTALOVA FREP	1	1537,5	2,00	2087	3075	489	1 502 578
2331	262	OBRABECI CENTRUM YBM 90N 125	1	1537,5	1,80	1749	2768	540	1 493 663
2331	119	FREZKA ROVINNA FREP 16 * 45	1	1537,5	1,90	2087	2921	489	1 427 449
2333	537	VYVRTAVACKA VODOROVNA WHN 11	1	1537,5	2,00	1345	3075	457	1 406 501
2333	538	VYVRTAVACKA VODOROVNA WHN 11	1	1537,5	2,00	1345	3075	457	1 406 501
2333	540	VYVRTAVACKA VODOROVNA WHN 13/4	1	1537,5	2,00	980	3075	457	1 406 501
2333	547	VYVRTAVACKA VODOROVNA WHQ 13 C	1	1537,5	2,00	890	3075	449	1 380 951
2333	548	VYVRTAVACKA VODOROVNA WHQ 13.8	1	1537,5	2,00	890	3075	449	1 380 951
2332	531	VYVRTAVACKA SOURADNICOVA WKV 1	1	1537,5	2,00	2492	3075	433	1 330 676
2332	532	VYVRTAVACKA SOURADNICOVA WKV 1	1	1537,5	2,00	2492	3075	433	1 330 676
2333	087	BRUSKA VODICÍCH PLOCH SZ 016	1	1537,5	1,00	842	1538	650	999 224

Podle Paterova principu bylo za předmět monitoringu zvoleno 37 výrobních zdrojů. Z této skupiny vyloučíme zařízení, která nejsou technicky uzpůsobena ke sběru dat o aktivitách strojů nezávisle na obsluze (vyznačena bílou barvou v Tab. 3). Předmětem monitoringu bude 23 strojů (vyznačeny žlutou barvou v Tab. 3 a na Obr. 9). Tato skupina tvoří 29 % celkového počtu výrobních zařízení (viz Graf 3).



Obr. 9 Dispoziční schéma haly těžké mechaniky

Všech 23 strojů zvolených za předmět monitoringu jsou tzv. stroje CNC (computer numerical control). Pod tímto označením rozumíme zařízení mající instalovaný počítač a paměť, které jsou řízeny prostřednictvím řady kódovaných instrukcí skládající se z číslic, písmen abecedy a symbolů. Kódy jsou transformovány do impulsů elektrického proudu nebo jiných výstupních signálů aktivujících motory. [10]



Graf 3. Rozdělení strojů Haly 1 pro účely monitoringu

5.2 Sběr a třídění výrobních dat

5.2.1 Popis zařízení sloužících k sběru dat o aktivitách strojního zařízení

Výrobní stroje CNC zvolené za předmět monitoringu budou pro účely monitoringu vybaveny:

- **Čidly automatického snímání hodnoty odběru elektrického proudu³ vřetena**
Čidla snímají hodnotu elektrického proudu odebíraného vřetenem po celou dobu chodu stroje. Systém snímání dat funguje automaticky s využitím čidla snímání polohy potenciometru rychlostí 0-100%. Získaná data tak lze považovat za korektní.
- **Terminálem řízení výroby**

Toto zařízení slouží k zobrazení informací o výrobních položkách, obsluze stroje, k výběru položky ze zásobníku práce, komunikaci s dalšími databázemi, přihlášení i odhlášení operátora. Na Obr. 10 je zachyceno jedno z možných technických řešení.



Obr. 10 Fotografie terminálu řízení výroby

Displej zařízení zobrazuje:

³ Stroje typu Sinumeric D840 mají zabudovaný systém sběru dat, který bude pouze doplněn o nutná čidla

- údaje o frontě (zásobníku) práce, tedy skupině výrobních příkazů plánovaných pro výrobu na pracovišti v daném období
- údaje o výrobních příkazech - termín zahájení a ukončení práce na zakázce, počet kusů v dávce, technologický postup, číslo výkresu, listinu nářadí, NC program atd.
- informace o aktuálním stavu stroje (např. probíhající operaci)
- monitorovací tabulku pro pořízení zápisu o aktivitách stroje

Terminál umožňuje zobrazení dat o zakázkách, součástech a vyzívá k identifikaci příčin prostojů obsluhou stroje. Výzva k určení příčin prostojů se na displeji zobrazí po uplynutí stanoveného časového limitu od signálu proudu odebíraného vřetenem stroje. Limita omezuje požadavky identifikace krátkých časových prodlev, které nemají pro účely monitoringu zásadní význam a zdržovaly by obsluhu stroje od práce. Data se zadávají ručně prostřednictvím klávesnice (viz Obr. 10), a to:

- zadáním kódu – tato možnost je využita u často se opakujících jevů
- slovně – v případě zřídka se vyskytujících jevů

Zařízení je možné vybavit porty pro připojení čteček BAR kódů nebo RFID čipů, a tak umožnit náhradu ručního zadávání kódů elektronickým způsobem.

Terminál nese označení korespondující s STA číslem stroje, ke kterému je připojen, aby nemohlo nedocházet k záměně dat.

5.2.2 Rozdělení dat získaných monitoringem do skupin

Pro druh výrobních zařízení a sortiment výroby budeme data získaná monitoringem dělit do tří základních skupin:

1. **hlavní produktivní čas** - doba, po kterou je měněna geometrie obrobku

Do hlavního produktivního času zahrneme výrobu jakostních součástí, zmetkových kusů a obrobků opracovaných v rámci technologických zkoušek. Přeměření geometrie obrobku se provádí s časovým odstupem na kontrolním pracovišti. V případě dodržení stanovených parametrů geometrie obrobku je obrobena součást zařazena do jakostní produkce. V opačném případě se stává součástí zmetkové

výroby. Pokud je vada odstranitelná, je stanoven postup pro odstranění nedostatku a součást se vrací do výrobního procesu. Tyto operace jsou vykazovány jako vícepráce. Pokud je vada neodstranitelná je obrobek vyřazen z výrobního procesu a všechny operace provedené na dané součásti považujeme za čistou ztrátu. Procento nejakostních výrobků a tomu odpovídající čas je zanesen do výsledků monitoringu dodatečně.

2. **vedlejší čas** - doba potřebná k provádění činností nutných pro vykonání produkčních operací, například upnutí, sejmutí obrobku, výměna nástrojů, seřízení atd.. Tyto časy budou podrobeny kritické prověrce s cílem navrhnout racionálnějšího vykonávání. Vedlejší čas je nutné dále členit na:

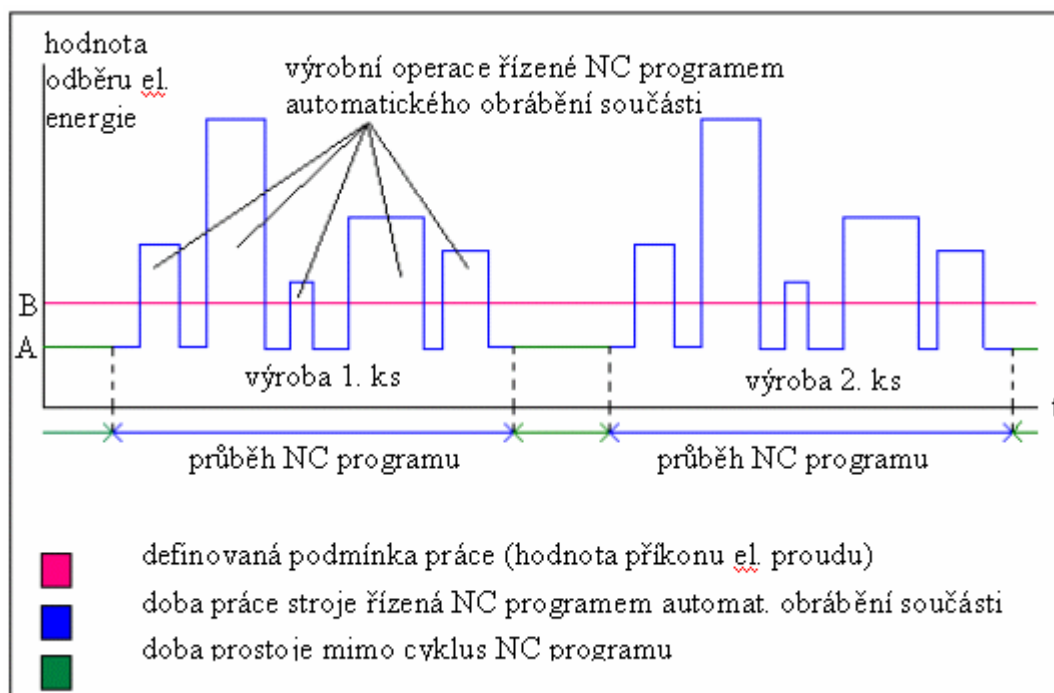
- a. **neproduktivní časy v rámci cyklu** – během chodu NC programu automaticky řídicího činnosti stroje (výměna nástrojů ze zásobníku, přemísťování nástroje na určené souřadnice)

- b. **neproduktivní čas mimo cyklus** – doba, po kterou neprobíhá NC program, a po kterou stroj čeká na připravení podmínek nutných pro vykonání práce - vyjmutí a upnutí obrobku, změna sortimentu, seřízení, měření atd.

3. **prostoje** – doba nečinnosti stroje jakožto výsledek organizačních nebo technických nedostatků

5.2.3 Stanovení podmínek sběru dat k určení hlavního produktivního času a vedlejšího času

Abychom byli schopni odlišovat produktivní čas od vedlejšího stanovíme podmínky vycházející z předpokladu růstu respektive poklesu hodnoty odebíraného proudu vřetene úměrně růstu/poklesu zátěže strojního zařízení. Na Obr. 11 hodnota linie A odpovídá odběru elektrického proudu vřetenem stroje při chodu na prázdno. Nárůst odběru elektrického proudu vřetenem stroje nad červenou linii B je zapříčiněn překováváním odporu odebírané třísky při vykovávání pracovních operací.



Obr. 11 Schéma kolísání proudu vřetene

Do produktivního času zahrneme čas, kdy stroj skutečně vytváří geometrii obrobku. Hodnota příkonu elektrického proudu do vřetena stroje musí dosáhnout minimálně hodnot, která je nad úrovní červené linie B na Obr. 11.

I. Podmínky klasifikující činnost jako produktivní:

1. vřeteno se točí
2. odběr elektrického proudu je vyšší než hodnota odběru elektrického proudu při běhu na prázdko
3. je spuštěn program automatického obrábění

II. V případě klasifikace činnosti jako vedlejší mohou nastat dva případy:

A. v rámci chodu NC programu:

1. vřeteno se točí
2. hodnota elektrického proudu vřetene je rovna hodnotě odběru elektrického proudu při běhu na prázdko

B. mimo chod NC programu:

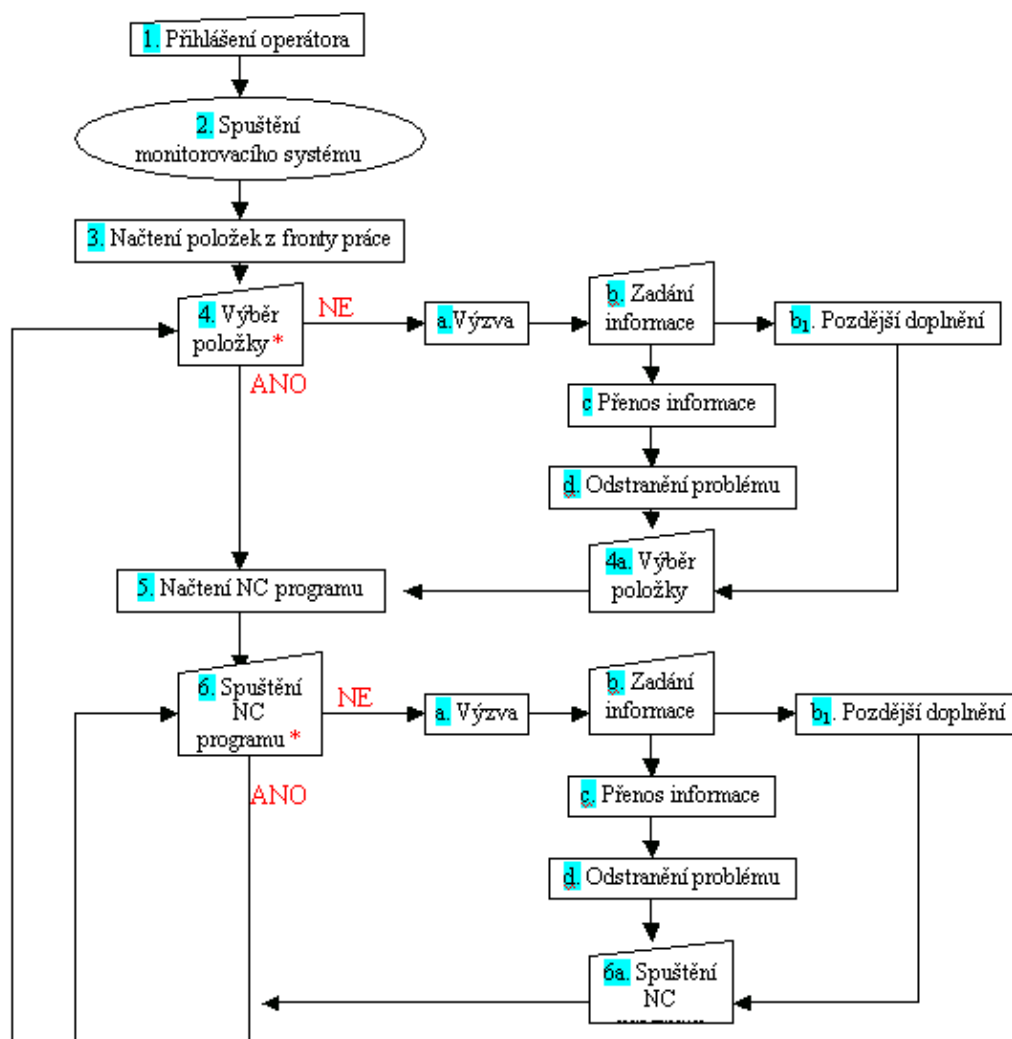
1. vřeteno stojí

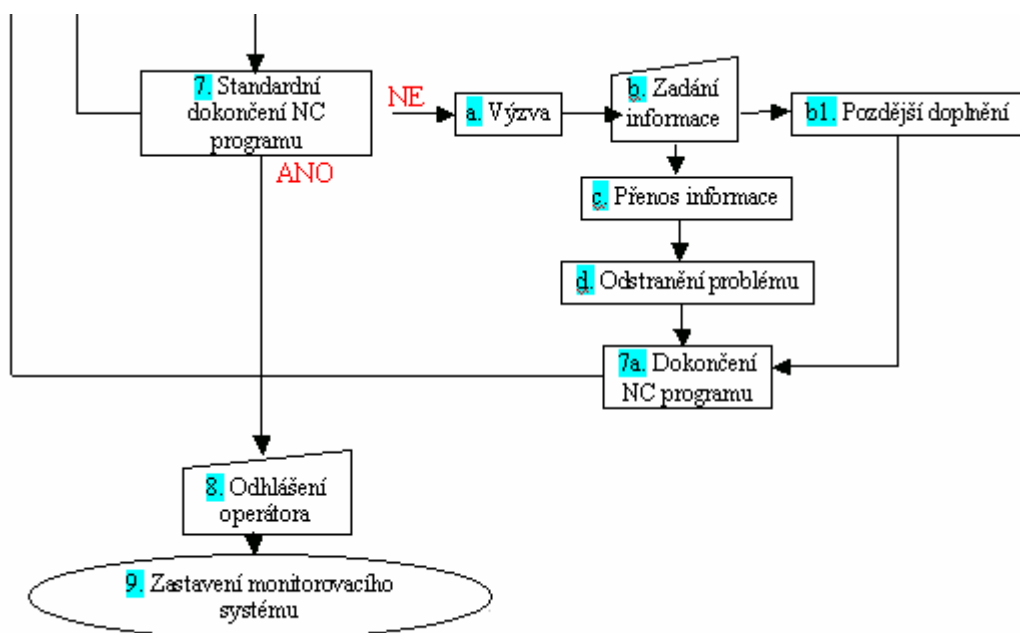
2. není spuštěn program automatického obrábění

Záznam skutečného odběru elektrického proudu včetně stroje slouží k analýze shody skutečné spotřeby času jednotlivých činností a časů definovaných technologickými postupy.

5.2.4 Průběh sběru výrobních dat

Průběh sběru výrobních dat je graficky zachycen vývojovým grafem (Obr. 12). Následný slovní popis postupu se odkazuje na čísla jednotlivých polí.





Obr. 12 Vývojový graf průběhu sběru výrobních dat

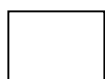
Legenda vývojového grafu



- začátek /konec procesu



- ruční vstup



- postup/krok

*

- požadavek splněn před uplynutím stanoveného časového limitu

Samotný monitoring aktivit stroje je zahájen přihlášením operátora při příchodu na pracoviště třímístným identifikačním kódem, pod kterým je pracovník veden v databázi SME-UP (1. Přihlášení operátora). Přihlášení operátora je zahájen proces automatického zápisu skutečného odběru elektrického proudu v reálném čase (2. Spuštění monitorovacího systému) (viz PŘÍLOHA I).

Přes terminál řízení výroby operátor načte z týdenního operativního plánu položky z fronty práce pro příslušné pracoviště, a tak je zobrazí na displeji. Týdenní operativní plán bude sestaven z dat vedených v databázi SME.UP - Zásobník práce – neprovedené operace na výrobních položkách v Nh. Z fronty práce pro vybraný stroj (profesi) budou do zásobníku práce zařazeny pouze ty výrobní příkazy, u kterých je ověřena dostupnost:

- **materiálu nebo operace** (tzn. na obrobku již byla dokončena předcházející operace)
- **NC programu**

Společnost TAJMAC – ZPS, a. s. nevlastní softwarové program pro správu NC programů, který by spravoval všechny NC programy v jednotné databázi a odkud by operátoři načítali do paměti příslušných strojů jen platné programy. Proto navrhuji vytvořit pro každou výrobní položku vazbu na kód příslušného NC programu automatického obrábění. Dále navrhuji vytvořit správu NC programů se signalizací tří možných stavů:

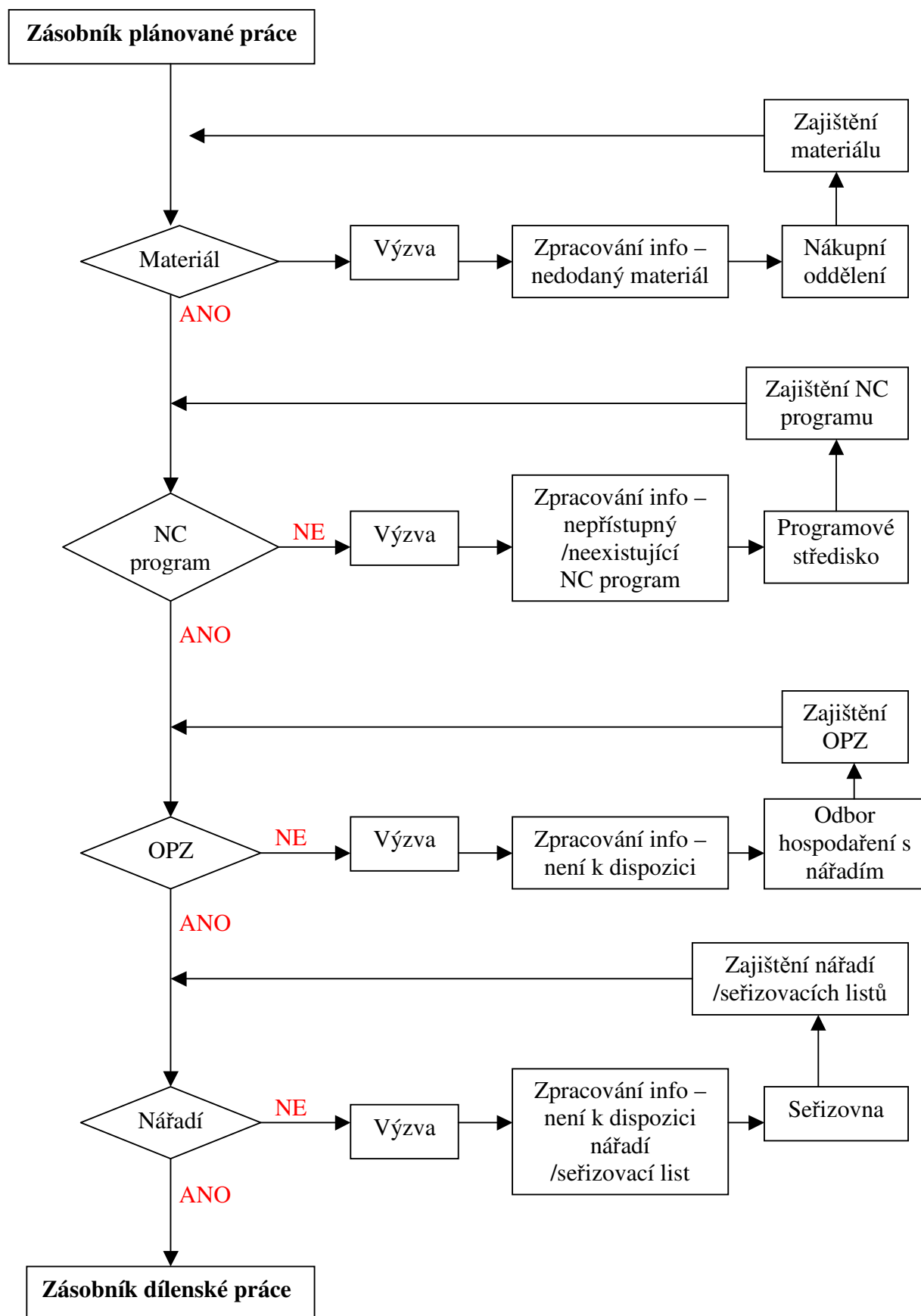
- program zobrazen v zeleném poli - program lze použít ve výrobě pro obrábění
- oranžového pole - na obráběné položce je prováděna změna - všechny NC programy nutné k obrobení dané položky jsou převedeny do výstražného stavu, který nedovoluje použití ve výrobě až do doby opravy. Změny v NC programech a jejich převedení do zeleného pole provádí projektant a programátor.
- červené pole - program nelze použít ve výrobě z důvodu změny podmínek na pracovišti, kterým NC program nebyl přizpůsoben, a proto je zablokován až do doby provedení nutných oprav (např. změna upínacích přípravků, nástrojového vybavení)

- **upínacích přípravků (OPZ)**

- **nářadí**

Pokud jedna nebo více podmínek není splněno, položka fronty práce je považována za nedostupnou a není zařazena do operativního týdenního plánu. Zároveň jsou učiněna opatření vedoucí ke splnění nutných podmínek (viz. Obr. 13).

Plán by přesně stanovoval seznam položek výroby pro dané časové období a pro konkrétní stroj. Jeho zpracování by zajišťoval vedoucí střediska, u kterého je stroj veden v evidenci a má pro něj stanoven rozpočet nákladů.



Obr. 13 Vývojový graf kontroly dostupnosti výrobní položky

Systém vyžaduje zvolení výrobního příkazu z dostupných položek fronty práce, který je zpracován v Zásobníku reálného dílenského plánu. Mohou nastat tyto situace:

- Obsluha stroje zvolí obráběnou položku (4. Výběr položky před uplynutím stanoveného časového limitu). Tím se automaticky na displeji terminálu u stroje zobrazí výrobní údaje pro zpracování položky (termín zahájení a ukončení práce pro výrobní dávku, počet kusů v dávce, číslo výkresu, listina nářadí, NC program, atd.). Dále se zobrazí monitorovací tabulka. Ve levé části je definován graf technologického postupu pro zpracování dané výrobní položky s uvedením času kusového a času přípravného (viz PŘÍLOHA I). Pravá část tabulky slouží k zaznamenávání hodnot elektrického proudu vřetene stroje (viz PŘÍLOHA I) a signálu o době chodu NC programu. Přímým porovnáním pravého a levého sloupce Časový graf aktivit stroje (viz PŘÍLOHA I) můžeme vyhodnocovat odchylky časů.
- Při nezvolení výrobní položky před uplynutím stanoveného časového limitu se na displeji terminálu u stroje zobrazí dotaz na udání příčiny odchylky (a. Výzva).
 - Operátor uposlechne výzvy a udá důvod pro odchylku (b. Zadání informace), a to:
 - nejčastěji se opakující situace se zadávají do systému kódem (např. 3 – porucha stroje, 2 – čekání na jeřáb, 6 – výměna nástroje)⁴
 - v případě neobvyklých prostojů existuje možnost slovního popisu

Informace o aktivitách stroje může být on-line přenesena na jiná pracoviště (řídící pracovník, dispečink, transport, údržba atd.) (c. Přenos informace). Přehled o aktuálním stavu provozu stroje umožňuje rychlejší reakci na vzniklý stav.

- Operátor výzvu ignoruje. V případě výraznější časové prodlevy bude obsluha stroje dotázána později vedoucím pracovníkem na příčiny vzniklého stavu (b₁. Pozdější doplnění). Pracovníky je nutné důkladně

⁴ Terminál také umožňuje užívání čteček BAR kódu a RFID čipů, o jejichž zavedení v budoucnu společnost uvažuje po vytvoření vhodných podmínek.

seznámit s cíli a přínosy systému monitoringu, aby nedocházelo k častému ignorování výzvy k poskytnutí informace nebo k zadávání nepravdivých údajů.

Pokud je nesplnění požadavku výběru výrobní položky způsobeno technickými nebo organizačními nedostatky jsou učiněna nápravná opatření (d. Odstranění problému). Po odstranění příčiny prostoje operátor zvolí obráběnou položku (4a. Výběr položky).

Obsluha stroje nahraje příslušný NC program do paměti stroje (5. Načtení NC programu). Po provedení přípravy činností určených technologickým postupem je spuštěn NC program automatického obrábění součásti (6. Spuštění NC programu před uplynutím stanoveného časového limitu).

V případě, že obrábění na součásti není zahájeno v určitém časovém limitu (tzn. není spuštěn NC program a signál od vřetene má nulovou hodnotu proudu) je obsluha vyzvána dotazem zobrazeným na displeji terminálu k identifikaci aktivity na pracovišti (a. Výzva). Opakují se výše popsané kroky b. Poskytnutí informace respektive b₁. Pozdější doplnění, c. Přenos informace, d. Odstranění problému.

V případě standardního dokončení NC programu se celý cyklus opakuje i pro další kusy výrobní dávky obráběné položky (opakování kroků vývojového grafu od kroku 6. Spuštění NC programu). Pokud je NC program přerušen je znovu vznesen dotaz na identifikaci aktivity na pracovišti a opakují se kroky b. Poskytnutí informace až d. Odstranění problému pravé větve vývojového grafu.

Po dokončení výrobní dávky operátor zvolí novou výrobní položku (4. Výběr položky) a cyklus se opakuje.

Monitoring aktivit stroje končí odhlášením operátora ze systému zadáním třímístného kódu, pod kterým je pracovník veden v databázi SME-UP.

Díky systému sdílených dat bude možné on-line zobrazovat aktuální údaje o provozu strojů na jiných pracovištích. Tím je zajištěn přehled o dění v dílně a přenos informací o aktuálních potřebách pro zajištění plynulosti výroby (např. potřebu mezioperačního transportu materiálu, nutnost opravy stroje).

Společnost uvažuje o nastavení zobrazení lay-outu haly s možností detailního přiblížení. Poklepnutím na pole označující jednotlivé stroje se zobrazí podrobnější informace o momentálním stavu na pracovišti - operátora, který výrobní stroj v daný okamžik obsluhuje, právě obráběné součásti pracuje, počet kusů ve výrobní dávce, délku jejich trvání a příčiny prostojů a další.

Pole zobrazující jednotlivá výrobní zařízení signalizují stavy:

- práce stroje - zeleně vybarvené okno
- prostoje – červeně blikající okno s akustickým alarmem
- plánovaná údržba - fialově vybarvené okno (viz. Obr. 14)

Sledování a analýza prostojů a efektivity stroje

Operator: obsluha 1

Jméno stroje: FRFQ 260 Simulace poruch Sekvence: AUT 0 - Výměna materiálu

Číslo dávky: D0002 Požadavek: 0 ks 0 Normativní čas: 60 s Minimální odběr proudu: 3.00 A

Název výrobku: Obrobek2 Hotové: 3 ks 0 Skutečný čas: 37 s Skutečný odběr proudu: 0.66 A

FRFQ 260 KÓD 165 Operátor: Zemlička V provozu	HR8 KÓD 251 Operátor: Jiránek V provozu	REIDEN KÓD 156 Operátor: Dvořák V provozu	MCFH H63 KÓD 254 Operátor: Vamšáčka V provozu	MCFH F63 KÓD 253 Operátor: Hrnčík Porucha
YUM 262 KÓD 262 Operátor: Novák V provozu	HIRU KÓD 252 Operátor: Peřík V provozu	HULLER HULL 165 KÓD 165 Operátor: Samotka V provozu	TIME 40 KÓD 250 Operátor: Tahal V provozu	TIME 40 KÓD 164 Operátor: Jidřich Probíhá údržba
KOL R KÓD 157 Operátor: Dloubal V provozu	WHO 13 KÓD 547 Operátor: Metaš V provozu	WHO 13 KÓD 548 Operátor: Fialák Porucha	MCFV 125 AVP KÓD 260 Operátor: Novotný V provozu	MCFV 125 AVP KÓD 261 Operátor: Romanovič V provozu
MCFV 125 KÓD 256 Operátor: Vamšáková Probíhá údržba	MCFV 125 KÓD 258 Operátor: Lanovič V provozu	MCFV 125 KÓD 257 Operátor: Albert V provozu	SIRIUS KÓD 272 Operátor: Zima V provozu	IB KÓD 263 Operátor: Svatý V provozu

DT Analyst ANO

Zobraz prostoje

POPIP box NI

TOUCH MODE AMI

Analýza prostojů

Zapnutí stroje

Vypnutí stroje

Start stroje

STOP stroje

Reset

Timer: 0

Přehled strojů

Obr. 14 Zobrazení stavu provozu

6 PILOTNÍ SBĚR DAT

Dne 13. dubna 2005 bylo proveden monitoring vertikálního obráběcího centra MCFV 2080 v dílně horizontálních center Haly těžké mechaniky (pracoviště je oranžově vyznačeno v PŘÍLOZE II). Tento stroj umožňuje silové a vysokorychlostní obrábění, disponuje masivní základnou s čtyřnásobným lineárním vedením příčných saní, což umožňuje zatížení pracovního stolu až do hmotnosti 3000 kg. MCFV 2080 pracuje ve třech osách a je vybaven nástrojovým zásobníkem s volitelnou kapacitou nástrojů.



Obr. 15 Fotografie pracoviště MC2-2332-257

V informačním systému SME.UP je toto pracoviště označeno alfanumerickým kódem MC2-2332-257 (identifikační znak profese-středisko podniku-jedinečné číslo stroje).

Na sledovaném strojním zařízení byly v době přímého měření obráběny vodící lišty ve výrobní dávce pěti kusů s identifikačním kódem součásti R116.2.215.01. V době zahájení přímého měření bylo na součásti dokončeno provedení operce 080 a probíhala příprava pro provedení operace č. 090 (v Tab. 4 v žlutém poli). Pro vykonání obou operací byly použity stejné upínací prostředky.

Stroj MCFV 2080 je zařazen do režimu dvoustrojové obsluhy, pracovník tedy zároveň obsluhoval stroj MCFV 125 (viz Obr. 15).

Tab. 4. Technologický postup výroby součásti R116.2.215.01

Číslo operace	Typ operace	Pracoviště		Kusový čas	Přípravný čas
		STA	Skupina		
010	INT	KA3	KAL	18.00	10.00
020	INT	ME1	ME	4.50	4.00
030	INT	LIP	LIS	12.00	10.00
040	INT	FPN	RPN	47.00	6.00
050	INT	ME1	ME	8.50	4.00
060	INT	LIP	LIS	12.00	15.00
070	INT	BV3	BV	12.00	20.00
080	INT	MC2	MC2	38.00	60.00
090	INT	MC2	MC2	79.00	60.00
100	INT	ME1	ME	11.00	8.00
110	EST	E03	E03		
Σ				242.00	251.00

INT – interní operace

EST – externí operace (v tomto případě E03 – zinkování)

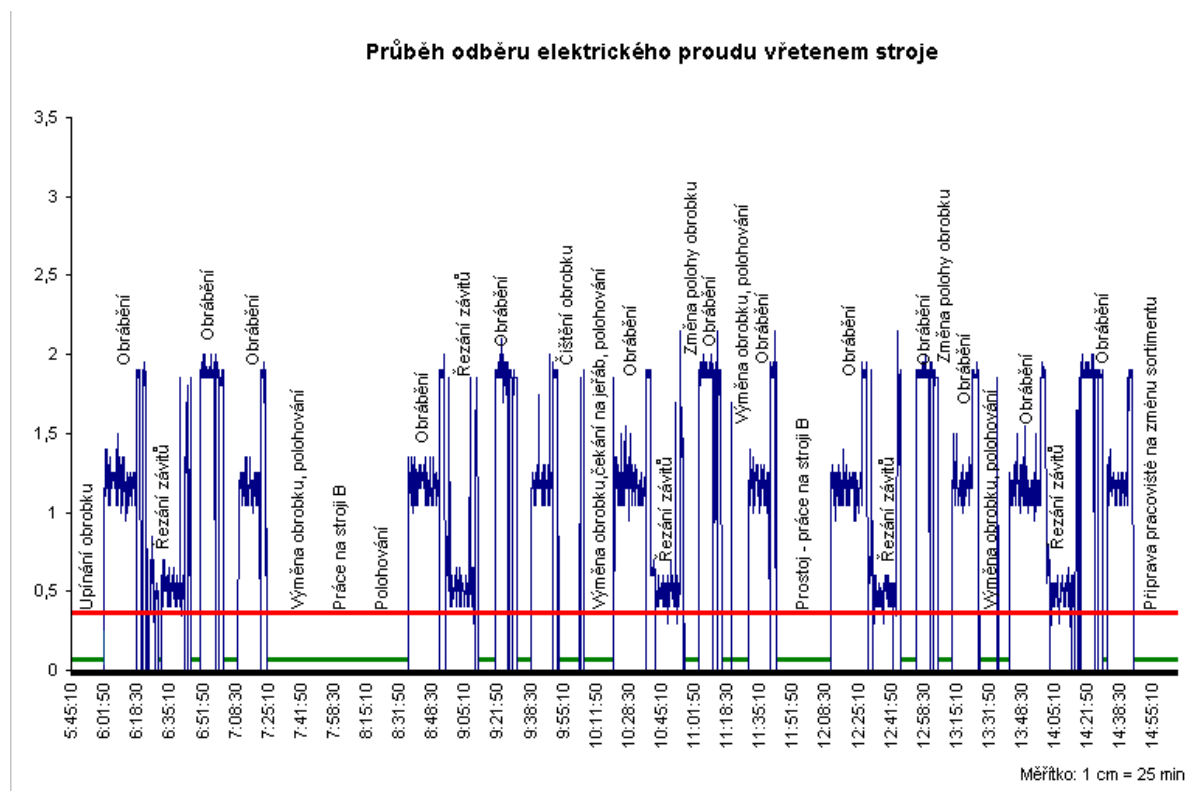
6.1.1 Průběh monitoringu

Modelově na pracovišti MC2-2332-257 pro součást vodící lišty R116.2.215.01 jsme provedli snímání údajů o hodnotě elektrického proudu odebíraného vřetenem stroje. Hodnota proudu vřetene stroje byla snímána přes převodník I/U s převodem 43/10 v 10-ti sekundových intervalech (ukázka záznamu je zachycena v Tab. 5). Z číselných hodnot bylo generováno grafické zobrazení kolísání hodnoty elektrického proudu (Graf 4).

Tab. 5. Záznam hodnoty proudu vřetene

Aktuální čas	Číslo vzorku	Hodnota el. proudu
6:19:30	2070	1,85
6:19:40	2080	1,8
6:19:50	2090	1,85

6:20:00	2100	1,9
6:20:10	2110	1,9
6:20:20	2120	0
6:20:30	2130	0
6:20:40	2140	0
6:20:50	2150	0
6:21:00	2160	0
6:21:10	2170	0
6:21:20	2180	1,9
6:21:30	2190	1,85
6:21:40	2200	1,75
6:21:50	2210	1,85
6:22:00	2220	1,9
6:22:10	2230	1,85



Graf 4. Průběh odběru elektrického proudu vřetenem stroje

Stroj MCFV 2080 umožňuje měření doby chody NC programu. Při provádění operace č. 090 na 5-ti kusech výrobní dávky součásti R116.2.215.01 byla doba chodu NC programu 310 min.

Údaje o aktivitách na pracovišti byly zaznamenávány do připravených tabulek (viz. PŘÍLOHA III). Takto jsme nahradili systém zadávání dat o dění na pracovišti v době nečinnosti stroje operátorem prostřednictvím terminálu řízení výroby.

Získané údaje jsou pro lepší přehlednost graficky znázorněny v pravé části Časový graf aktivit stroje (viz Příloha I). V levé části grafu jsou zachyceny přípravné a dávkové časy provedení operace č. 090 pro součást R116.2.215.01 udané technologickým postupem.

6.1.2 Analýza dat

Analýzou dat zaznamenaných monitoringem průběhu operace č. 90 na pracovišti MC2-2332-257 bylo zjištěno, že z celkových 539 min délky trvání testu bylo naměřeno:

- **89 min prostojů**, z toho:
 - 68 min prostojů bylo zapříčiněno režimem dvoustrojové obsluhy. V době dokončení obrábění součásti NC programem byl pracovník zaneprázdněn obsluhou stroje MCFV 150.
 - 6 minut bylo spotřebováno na chůzi pro potřebné nástroje a odevzdání technické dokumentace do oddělení kontroly geometrie obrobků
 - 7 minut pracovník čekal na vyjmutí nebo založení obrobku jeřábem
 - 4 minut výměny řezných plátků nástroje
 - 4 minuty konzultace s vedoucím pracovníkem
- **156 minut spotřebovaných na vykonávání vedlejších činností**, z toho:
 - 14 minut – založení obrobku
 - 68 minut kontroly polohy obrobku – norma stanovuje dodržení geometrie obrobku s přesností 0,01 – 0,02 milimetru. Nesprávným upnutím obrobku by docházelo k výrobě nekvalitních kusů.

- 2 minuty výměna nástroje – pokud jsou řezné plochy obráběcího nástroje otupené, pracovník založí do zásobníku stroje nový nástroj. Pracovníci oddělení hospodaření s nástroji vychystají nástroje podle plánu výroby a technologických postupů a dopraví je přímo na pracoviště, kde jsou umístěny do zásobníku nástrojů.
 - 34 minut - čištění obrobku
 - 6 min – kontrola NC programu
 - 15 min – otočení obrobku pro obrobení součásti ve 4. poloze
 - 9 min – sejmutí obrobku
 - 8 min – sejmutí upínacích prostředků, úklid pracoviště
- 294 min *produktivního času* – operace č. 090 spočívala v obrobení součásti ve 3. poloze, vyvrtání závitů ve třetí poloze a obrobení ve 4. poloze.

6.1.3 Zhodnocení zjištěných údajů

Po dohodě s odborným konzultantem, pracovníkem společnosti TAJMAC-ZPS, a. s. v oblasti řízení výroby, byly zjištěny následující nestandardní činnosti a navržena tato doporučení:

- Při řezání závitů operátor přepnul stroj do ručního režimu a přimazával nástroj. Detail vzorku závitování ukázal, že tato činnost prodloužila dobu řezání závitů pro 1 ks o 7-8 min., což představuje rezervu ve výši 35 min v dávce 5 kusů. Obráběcí centrum MCFV 2080 umožňuje řezání závitů i nožem bez přimazávání. Rozměr řezaného závitu M6 neklade žádné speciální požadavky na nový nástroj.
Doporučuji řezání závitů nožem v automatickém cyklu.
- Bylo zjištěno 68 min prostojů zapříčiněných režimem dvoustrojové obsluhy. V analytické části je popsán způsob určování indexu překrytí, tedy tolerované doby prostoje. U dvoustrojové obsluhy je tento index stanoven na 5 %. Z celkového času 539 min tedy prostoj zapříčiněn obsluhou jiného strojního zařízení může činit 27 min. Podle výsledků přímého měření byla tato stanovená hranice tolerance překročena.

Doporučuji provést analýzu prostojů vzniklých v důsledku vícestrojové obsluhy u všech strojních zařízení pracujících v tomto režimu, které spadají do tzv. životně důležité menšiny a posoudit tak oprávněnost přijetí dalšího seřizovače.

- 6 minut bylo spotřebováno na chůzi pro potřebné nástroje a odevzdání technické dokumentace do oddělení kontroly geometrie obrobků.

Navrhuji dovybavení pracoviště všemi potřebnými nástroji. Jak dokumentuje Obr. 16 na pracovišti není udržován pořádek a stává se, že obsluha stroje musí hledat potřebné nástroje. Proto se domnívám, že by bylo vhodné zavést metodu 5S.

Technická dokumentace může být vypracována ve více kopiích, aby pracovník nemusel přenášet výkresy do oddělení kontrola geometrie obrobku.



Obr. 16 Odkládací stolek

- 7 minut pracovník čekal na vyjmutí nebo založení obrobku jeřábem – za největší nedostatek považuji skutečnost, v době čerpání přestávky obsluhou jeřábu není zajištěn náhradní pracovník pro zajišťování transportu součástí. Některé druhy jeřábů je schopna obsluha stroje obsluhovat sama prostřednictvím dálkového ovládání.

V době čerpání přestávek mohou obsluhy těch jeřábů, které umožňují ovládání tzv. ze země, zajišťovat provoz jeřábů, které tuto možnost nedovolují.

- 4 minuty obsluha stroje konzultovala výrobní postup operace s vedoucím pracovníkem.

Pokud je to možné, pracovníci by měli konzultovat nejasnosti v době, kdy je spuštěn chod NC programu.

- 4 minuty pracovník vyměňoval řezné plátky na obráběcím nástroji – je povinností pracovníků oddělení hospodaření s nástroji zajišťovat vhodné a funkční náradí tak, aby nedocházelo k těmto druhům prostojů.
- 6 min – úprava NC programu – v důsledku použití závitníku, který neumožňuje mazání a vyfukování špon, a proto hrozí zlomení nástroje, byla obsluha nucena vstoupit do NC programu a nastavit tzv. zarážky tak, aby se chod stroje zastavil před provedením kroku vyřezávání závitů.

Použitím nožíku namísto závitníku lze provádět řezání závitů v cyklu a odstranit tento prostoj.

- 14 minut trvalo zakládání obrobků. Na založení jednoho kusu je akceptovatelná spotřeba času 3 minuty, tzn. čas pro založení 5 kusů odpovídá.
- 68 minut kontrola polohy obrobku a 34 minut čištění obrobku jsou považovány za neúměrně vysokou spotřebu času.

Bude úkolem pracovníků oddělení technologie přeshetřit příčiny tohoto stavu a navrhnou opatření vedoucí k redukci času kontroly polohy obrobku na 2 minuty na kus a času čištění na 3 minuty na kus. S těmito údaji bude kalkulováno při vyčíslování ekonomického přínosu monitoringu.

- 15 min – otočení obrobku pro obrobení součásti ve 4. poloze (pro výrobní dávku 5-ti ks) je považováno za akceptovatelnou spotřebu času.
- 9 min – tj. méně než 2 minuty připadající na sejmutí jednoho obrobku je považováno za akceptovatelnou spotřebu času.
- 8 min – sejmutí upínacích prostředků, úklid pracoviště je považováno za akceptovatelnou spotřebu času.
- 2 min výměny nástroje do zásobníku nástrojů je standardní činností provedenou s odpovídající spotřebou času.

6.1.4 Ekonomický přínos

Porovnání skutečné spotřeby času proti času v TP R116.2.215.01

1. čas kusový

- čas kusový dle TP: 79 min.
- čas kusový monitoring = produktivní čas + doba upnutí + doba polohování + doba otočení do 4. polohy + odepnutí obrobku + vyjmutí + čištění

$$(294 : 5) + (3 + 2 + 3 + 2 + 2) = 60 + 12 = \mathbf{72 \text{ min}}$$

$$\text{úspora čas kusový: } 79 - 72 = \mathbf{7 \text{ minut/kus}}$$

2. čas přípravný

- čas přípravy dle TP pro VD: 60 min.
- čas přípravy monitoring - před zahájením práce byly vykonány činnosti přípravy, které spotřebovaly 5 min. Na obráběcím stole zůstaly upnuté a vyrovnané svěráky po ukončené operaci č.80⁵. Úklid pracoviště po ukončení operace č.90 - čištění stolu, odstranění OPZ, čištění OPZ, úklid OPZ spotřebovaly 8 min.

Doporučuji čas přípravy pro uvedenou součást snížit o 40 min.

Úspora promítnutá do technologických postupů aplikovaná na další výrobní dávku pak bude činit:

$$(7 * 5) + 40 = \mathbf{75 \text{ min}}$$

Úspory z monitoringu pro součást R216.2.215.01:

snížení času v TP 75 min

změna závitování 35 min

110 min

Pracoviště MC2 - 2332-257 má sazbu pro ocenění práce 609,8 Kč/hod.

$$\text{úspora nákladů} = \text{úspora času} \times \text{sazba pracoviště}$$

⁵ Operace č. 090 je vždy vykonávána po dokončení operace 080

$$\text{úspora nákladů} = 110 \times (609,8 / 60) = \mathbf{1\,118\,Kč} \text{ pro 5 ks ve výrobní dávce}$$

Při produkci 200 ks pro rok 2005 činí úspora nákladů 44 800 Kč.

Celkové vyčíslení úspor:

V časovém pásmu monitoringu 539 min byla nalezena rezerva:

v technologických postupech 110 min

prostoje 89 min

celkem **199 min**

Využitím této rezervy a odstraněním prostoje ve prospěch další produkce se zvýší produktivita.

$$\text{produktivita} = (\text{čas produktivní} / \text{celkový čas}) * 100$$

$$\text{produktivita} = (539 - 199) / 539 * 100$$

$$\text{produktivita} = \mathbf{63,1 \%}$$

Existují rezervy pro zvýšení produktivity o 39,6 %.

Při výrobě 40 výrobních dávek po 5-ti kusech této součásti by úspora ze zvýšení produktivity na tomto pracovišti představovala:

$$539 / 60 * 40 * 0,396 = \mathbf{142,30 \text{ hod}}$$

Lze tedy získat kapacitu zdroje ve výši dalších 142,30 hodiny. V finančním vyjádření by úspora představovala:

$$142,30 * 609,8 = \mathbf{86\,772,1 \text{ Kč}}$$

Monitoring pro ostatní součásti pravděpodobně ukáže stejně vysoké rezervy. Předpokládám využití alespoň poloviny ve prospěch produkčních časů. Časový fond pracoviště MC2-2332-257 je stanoven ve výši 2 920 hod pro rok 2005. Potom úspora při aplikaci monitoringu na pracoviště MC2 přinese:

$$2\,920 * 609,8 * 0,5 * 0,33 = \mathbf{293\,801 \text{ Kč/rok.}}$$

Návratnost vložených prostředků do monitoringu

Realizační náklady na monitorovací systém podle jednotlivých nabídek dodavatelů se pohybují od 70 tisíc Kč po 112 tisíc Kč na jedno pracoviště podle požadovaného komfortu.

$$\text{doba návratnosti} = \text{investiční náklady} / \text{přínosy z investice}$$
$$\text{doba návratnosti} = 112\,000 / 293\,801 \text{ Kč}$$
$$\text{doba návratnosti} = 0,38 \text{ roku} = \mathbf{4,5 \text{ měsíce}}$$

U strojů, kde je vyšší hodinová sazba při stejném zvýšení produktivity je možné dosáhnout ještě kratší doby návratnosti. Další nepřímé efekty lze dosáhnout ze zkvalitnění plánovacího procesu.

ZÁVĚR

Cíl práce nalézt systém pro odhalování rezerv a prostojů ve výrobním procesu Haly těžké mechaniky byl dosažen a ověřen na vybraném pracovišti.

Na konkrétním pracovišti byl proveden pilotní sběr dat, jejich následná analýza a stanoven postup využití získaných informací pro zproduktivnění procesu včetně určení ekonomického přínosu.

Projekt řešení monitoringu Haly 1 byl předložen vedení společnosti, která dne 22. 4. 2005 rozhodla o jeho realizaci ještě v roce 2005. Po posouzení nabídek několika dodavatelů byl vybrán monitorovací systém, který nejvíce odpovídá požadavkům společnosti. Funkčnost tohoto variantního řešení v reálných podmínkách bude ověřena 8-mi měsíčním zkušebním testem provedeným u 23 strojů Haly těžké mechaniky.

Aby mohlo být efektivně využito všech možností, které systém sběru výrobních dat nabízí, je nezbytné jeho kladné přijetí všemi zaměstnanci podniku na všech úrovních organizační struktury. Výrobní dělníci, kteří poskytují informace o aktivitách na pracovišti, výrazným způsobem ovlivňují korektnost získaných údajů. Jejich ochota spolupracovat při monitoringu je tedy naprosto klíčová pro úspěch celého projektu. Stejně tak monitorovací systém se nestane pro společnost přínosem, pokud získaná data nebudou analyzována správným způsobem a zjištěné nedostatky a nepřesnosti nebudou odstraněny.

Závěrem bych ráda řekla, že ani monitorovací systém není schopen nahradit znalosti a zkušenosti myslícího člověka, který téměř denně vykonává určitou činnost. Velmi důležité se tedy jeví zavedení motivačního systému, který povede dělníky k spoluúčasti na monitoringu stejně jako systému individuálních námětů pracovníků upozorňujících na možnosti drobných zlepšení své práce a přiměřenou odměnu za jejich realizaci.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] HÜTTLOVÁ, E.: *Organizace práce v podniku*, Praha: VŠE, 1999, ISBN 80-7079-778-9[2] NĚMEC, V.: *Řízení a ekonomika firmy*, Praha: Grada Publishing, 1998, ISBN 80-7169-613-7
- [3] MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M.: *Cesty k vyšší produktivitě*, Liberec: IPI, 1996, ISBN 80-902235-0-8 (65.01, str. 187)
- [4] <info@cleanclothes.org> *Glossary of important terms*, Clean Clothes Campaign, Belgium, 2005, [citace z 15. 2. 2005], dostupno z: www.cleanclothes.org/codes/terms.htm
- [5] MAKOVEC, J. *Organizace a plánování výroby*. Vysoká škola ekonomická v Praze, 1992, ISBN 80-7079-110-1
- [6] SYNEK, M. a kol. *Nauka o podniku*. Vysoká škola ekonomická v Praze, 1996, ISBN 80-7079-892-0
- [7] SYNEK, M. a kol. *Manažerská ekonomika*. 2. přepracované a rozšířené vydání, Grada Publishing, Praze 2001, 1996, ISBN 80-247-9069-6
- [8] MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M.: *Nové cesty k vyšší produktivitě*, Liberec: IPI, 2000, ISBN 80-902235-6-7 (str. 215)
- [9] SYNEK, M a kol.,: *Manažerská ekonomika*, 3., přepracované a aktualizované vydání, Grada Publishing, 2003, ISBN 80-247-0515-X
- [10] <salesinfo@digtek-asi.com> *NC machine technology*, Digtek Automation Systems, Inc, 25. 11. 2003 [citace z: 16. 3. 2005], dostupno z: www.digitek-asi.com/h-glossary.html
- [11] <plett@cnc.bc.ca> *Glossary of Evaluation*, Institutional Reasarch Office SCOEa, březen 2001 [citace z: , 21. 3. 2005], dostupno z: <http://www.scoea.bc.ca/glossary2001.htm>
- [12] LEŠČIŠIN, M., LÍBAL, V., ŠPERLICH, A.: *Organizácia a riadenie výroby*, Bratislava: ALFA - Vydavaťestvo technickej a ekonomickej literatúry, ISBN 63-557-85

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

EČF efektivní časový fond

S sejmutí obrobku z upínacího stolu

Stroj B stroj MFCV 125

TK technická kontrola

TD technická dokumentace

OPZ upínací prostředky

VD výrobní dávka

. . . . dle technologického postupu následuje dokončení operace 090 na 4. kusu výrobní dávky, následuje 38 min strojního času pro vykonání operace 080 na 5. kusu výrobní dávky a 79 min strojního času určeného pro vykonání operace 090 na 5. kusu výrobní dávky

 čas dokončení výrobní dávky dle technologických postupů

HPČ hlavní produktivní čas

VPČ vedlejší produktivní čas

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1. Struktura využitelného časového fondu výrobního zařízení.....	16
Graf 2. Vliv využití strojů na hodinovou sazbu.....	36
Graf 3. Rozdělení strojů Haly 1 pro účely monitoringu.....	49
Graf 4. Průběh odběru elektrického proudu vřetenem stroje	63

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Časové fondy výrobního zařízení [7, str. 260].....	14
Obr. 2 Využitelný časový fond pracovníků [7, str. 261].....	16
Obr. 3 Členění času směny pracovníka [5, str. 207]	17
Obr. 4 Normativní základna podniku [12].....	21
Obr. 5 Fotografie vertikálního obráběcího centra MCFV 1260-P	30
Obr. 6 Fotografie horizontálního obráběcího centra H 40 FIVE-AXIS.....	30
Obr. 7 Fotografie vícevřetenového automatu MORI-SAY 6/20 AC	31
Obr. 8 Dispoziční plán areálu společnosti	34
Obr. 9 Dispoziční schéma haly těžké mechaniky	49
Obr. 10 Fotografie terminálu řízení výroby	50
Obr. 11 Schéma kolísání proudu vřetene.....	53
Obr. 12 Vývojový graf průběhu sběru výrobních dat	55
Obr. 13 Vývojový graf kontroly dostupnosti výrobní položky	57
Obr. 14 Zobrazení stavu provozu.....	60
Obr. 15 Fotografie pracoviště MC2-2332-257	61
Obr. 16 Odkládací stolek	66

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Tabulka výpočtu EČF pracovníků	39
Tab. 2. Vytížení výrobní kapacity tzv. životně důležité skupiny strojů.....	40
Tab. 3. Tabulka vybraných strojů podle Paretova pravidla.....	48
Tab. 4. Technologický postup výroby součásti R116.2.215.01	62
Tab. 5. Záznam hodnoty proudu vřetene	62

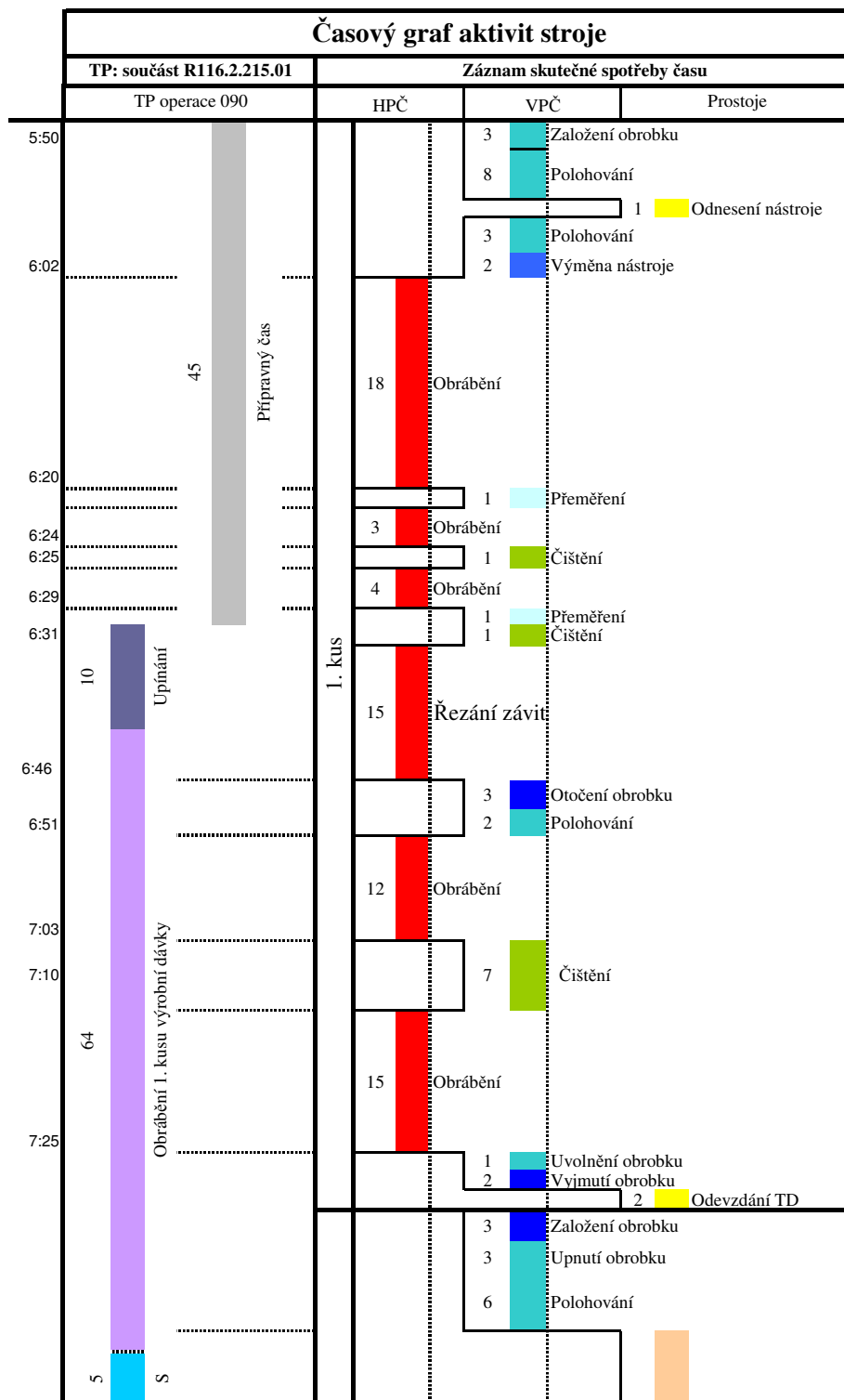
SEZNAM PŘÍLOH

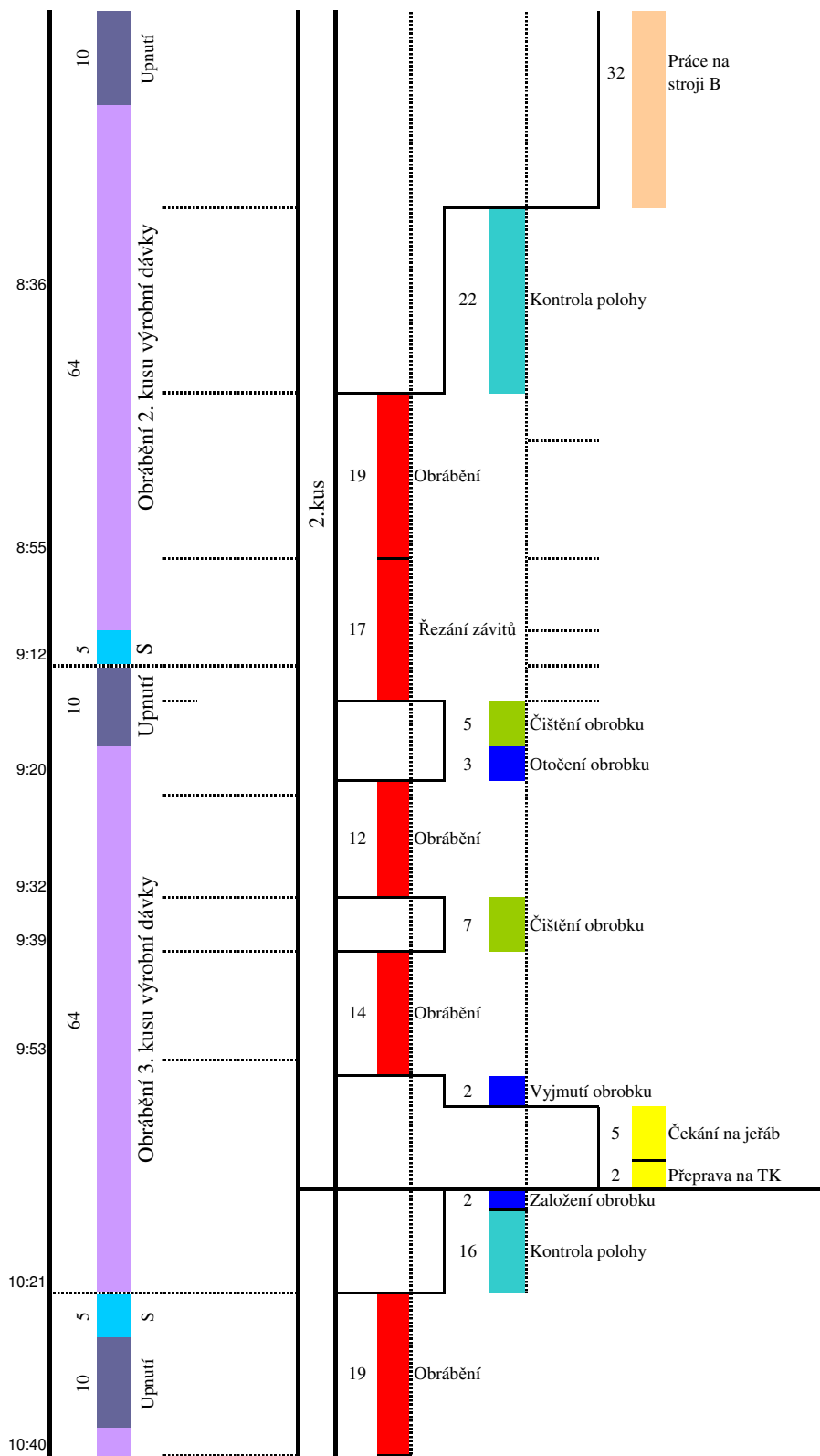
P I Časový graf aktivit stroje

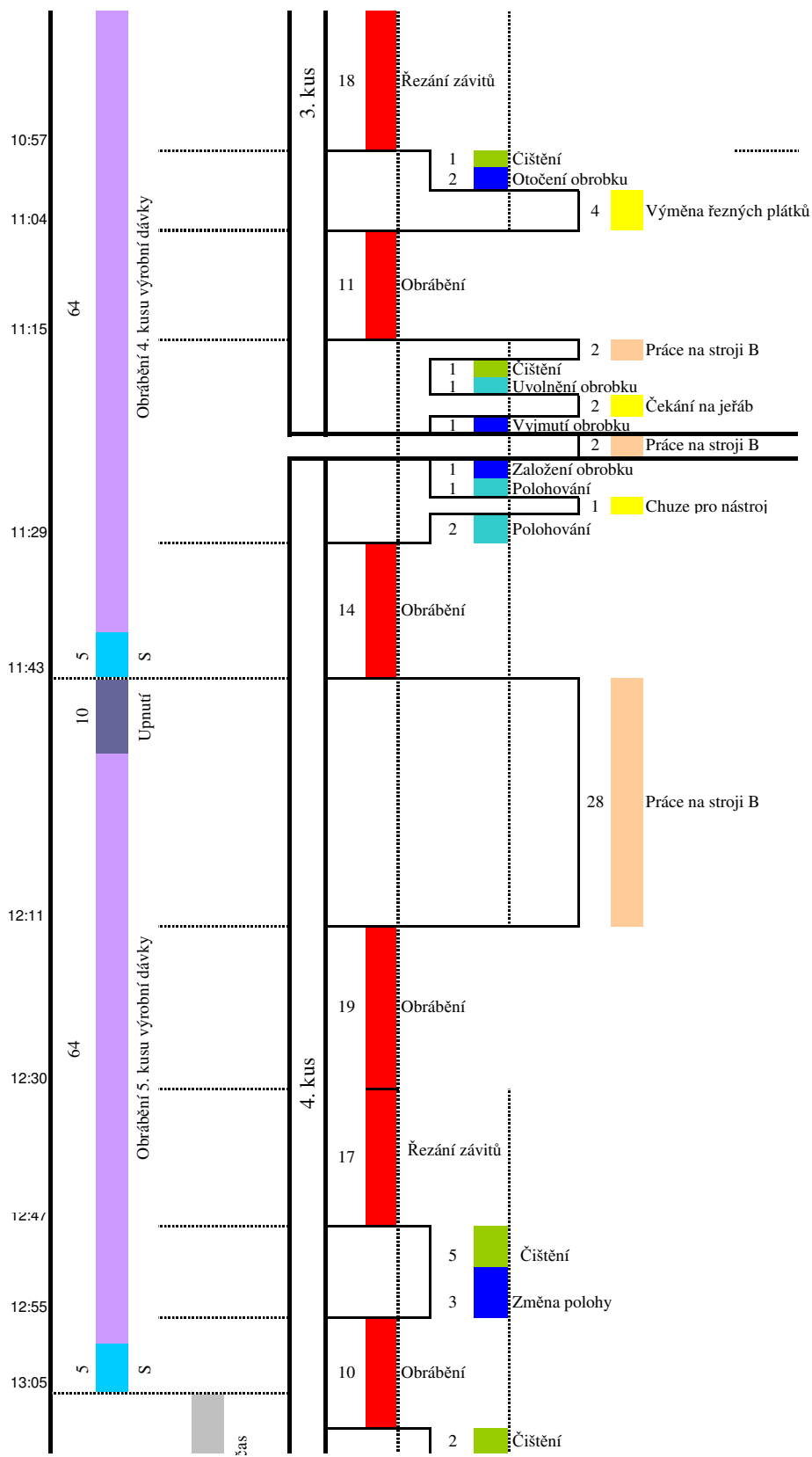
P II Dispoziční plán Haly 1 s vyznačením monitorovaného pracoviště

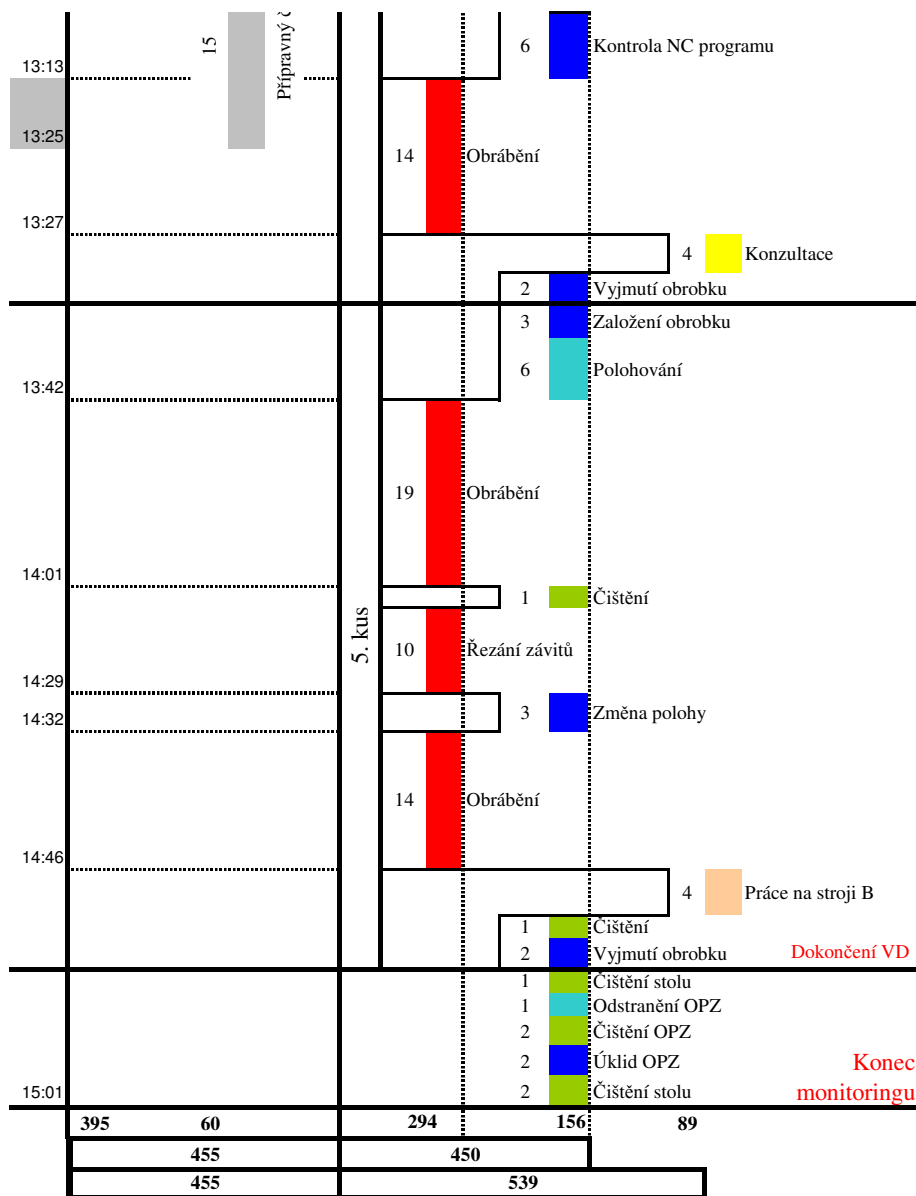
P III Monitorovací tabulka pro záznam údajů o aktivitách na pracovišti

PŘÍLOHA I: ČASOVÝ GRAF AKTIVIT STROJE









s Sejmutí obrobku z upínacího stolu

Stroj B MFCV 125

TK technická kontrola

TD technická dokumentace

OPZ upínací prostředky

VD výrobní dávka

. . . dle technologického postupu následuje dokončení operace 090 na 4. kusu výrobní dávky, n
čas dokončení výrobní dávky dle technologických postupů

ásleduje 38 min strojního času pro vykonání operace 080 na 5. kusu výrobní dávky a 79 min strojního č

čas určeného pro vykonání operace 090 na 5. kusu výrobní dávky

	45 min	45 min
	Přípravný čas operace 090	Přípravný čas operace 085

79 min	79 min
Strojový čas operace č 090	Strojový čas operace č 085
1. kus	

79 min	
Strojový čas operace č 085	
2. kus	

	79 min
ce č 085	Strojový čas operace č 090

79 min	79 min
Strojový čas operace č 090	Strojový čas operac
	3. kus

	79 min	
		Strojový čas operace č 085
		4. kus

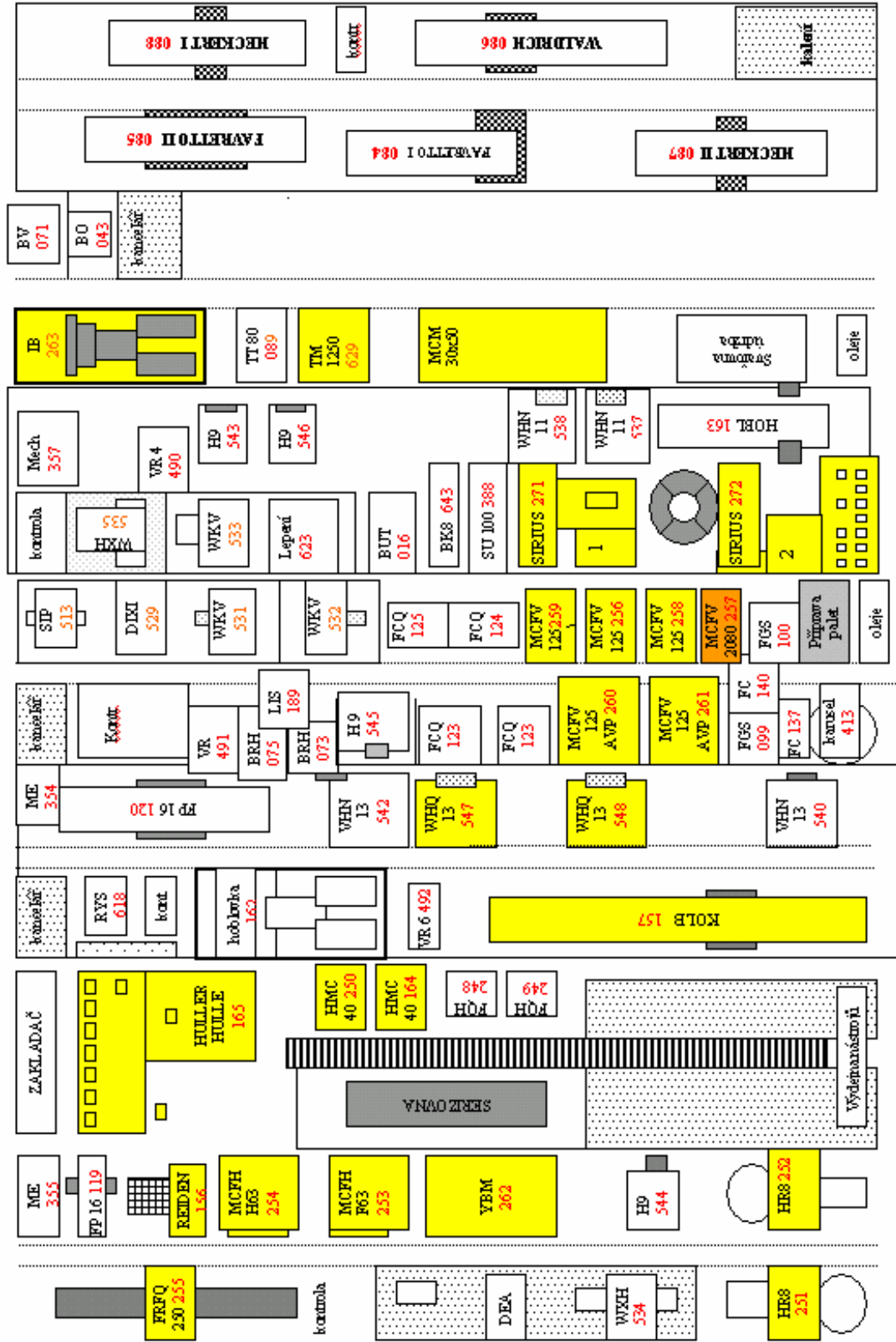
79 min	79 min
Strojový čas operace č 085	Strojový čas operace č 090

085

79 min
Strojový čas operace č 090
5. kus

15 min	15 min
Přípravý čas op. 090	Přípravý čas op

PŘÍLOHA II: DISPOZIČNÍ PLÁN HALY 1 S VYZNAČENÍM
MONITOROVANÉHO PRACoviŠTĚ



PŘÍLOHA III: MONITOROVACÍ TABULKA PRO ZÁZNAM ÚDAJŮ O AKTIVITÁCH NA PRACOVÍŠTI

Datum:

Čas:

	HPČ	VPČ	Prostoje	Stroj B
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

Poznámky

--