VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

MODERNIZACE STROJNÍHO PARKU

MODERNIZING OF MACHINERY

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE Bc. LUKÁŠ MARTÍNEK
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE Ing. KAREL OSIČKA, Ph.D.
SUPERVISOR

BRNO 2010

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie
Akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Lukáš Martínek

který/která studuje v **magisterském navazujícím studijním programu**

obor: **Strojírenská technologie a průmyslový management (2303T005)**

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

Modernizace strojního parku

v anglickém jazyce:

Modernizing of machinery

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Modernizace strojního parku provozu hrubovna velkých dílů ve firmě Žďas a.s.

Cíle diplomové práce:

Rozbor stávajícího stavu hrubování velkých dílů.
Definování oblastí s možnými úsporami.
Návrh modernizace strojního vybavení ve více variantách.
Technicko - ekonomické vyhodnocení jednotlivých variant a doporučení finálního řešení.

Seznam odborné literatury:

1. AB SANDVIK COROMANT - SANDVIK CZ s.r.o. Příručka obrábění - Kniha pro praktiky. Přel. M. Kudela. 1. vyd. Praha, Scientia, 1997. Přel. z: Modern Metal Cuttig - A Practical Handbook.
ISBN 91-97 22 99-4-6.
2. KOCMAN, K., PROKOP, J. Technologie obrábění. Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno, 2001.ISBN 80-214-1996-2,
3. KOCMAN K. Speciální technologie – Obrábění. 2. vyd.: PC- DIR Real, s.r.o. Brno, 1998.
4. SVOBODA E. Technologie a programování CNC strojů. 1. vyd., FRAGMENT H.Brod, 1998.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Karel Osička

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2008/2009.

V Brně, dne 19.11.2008

L.S.

doc. Ing. Miroslav Píška, CSc. Ředitel ústavu	doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc. Děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato práce je zaměřena na problematiku modernizace strojního parku provozu hrubování velkých dílů ve firmě Žďas a.s. Cílem je rozbor stávajícího stavu hrubování velkých dílů, definovaní oblastí s možnými úsporami, návrh modernizace strojního vybavení tohoto podniku a na závěr technicko – ekonomické vyhodnocení jednotlivých variant s doporučením finálního řešení.

Klíčová slova

Modernizace, strojní park, Žďas a.s., hrubování, úspory, technicko – ekonomické vyhodnocení

ABSTRACT

This work is focused on modernizing stock of machinery problem in roughing big parts in Žďas a.s. The aim is to analysis contemporary condition of roughing big parts, define area of possible savings, suggestion modernizing stock of machinery of this company and on its end technoeconomic evaluation each of that variant and recommendation of final solution.

Key words

Modernization, stock of machinery, Žďas a.s., roughing, savings, technoeconomic evaluation

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

MARTÍNEK, L. *Modernizace strojního parku* . Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2009. 62 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Karel Osička.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma modernizace strojního parku vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Datum …….

Bc. Lukáš Martínek

Poděkování

Děkuji tímto panu Ing. Karlu Osičkovi za vedení, trpělivost, cenné rady a houževnatost, kterou projevoval při vypracování diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat panu Karlu Hrabošovi, vedoucímu provozu na hrubovně, a panu Miloslavu Kotíkovi, vedoucímu technologie hrubovny, za cenné rady přímo ve firmě a za veškerou podporu z jejich strany při řešení této práce. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat všem mým známým za podporu, kterou v průběhu vzniku této práce projevovali.

OBSAH

Abstrakt 4
Prohlášení 5
Poděkování 6
Obsah 7
Úvod 9
1 ŽĎAS a.s. 10
1.1 Historie podniku 10
1.2 Výrobní program 11
1.2.1 Metalurgie 11
1.2.2 Tvářecí stroje 12
1.2.3 Zařízení pro zpracování válcovaných výrobků 12
1.2.4 Služby 13
1.2.5 Výroba zařízení podle dokumentace dodané zákazníkem 14
1.2.6 Nástrojárna 14
1.3 Reference 15
1.3.1 Nejvýznamnější tuzemští odběratelé 15
1.3.2 Nejvýznamnější zahraniční odběratelé 15
2 Rozbor stávajícího stavu hrubování velkých dílů ve firmě žďas a.s. 16
2.1 Řezné podmínky 16
2.1.1 Řezné síly 16
2.1.2 Teplo vzniklé při obrábění 18
2.1.3 Manipulace s obrobky a upínání 20
2.2 Technologická dispozice hrubovny firmy ŽĎAS a.s. 22
2.2.1 Opravy strojů 26
3 Oblasti s možnými úsporami a nedostatky současné situace 28
3.1 Nedostatky současné situace ve firmě Žďas a.s. 28
3.2 Kritická místa ve výrobě 29
3.2.1 Náhrada nevyhovujících frézek FP 20 a FP 16 novým strojem 29
3.2.2 Generální oprava soustruhů SU 80, přesun a náhrada novým strojem 31
3.2.3 Generální oprava a přesun soustruhů SRM 100 33
3.2.4 Další úpravy a doporučení 34
4 Návrh modernizace strojního vybavení ve více variantách 36
4.1 Technické požadavky stroje a rozdělení výběru 36
4.1.1 Technické požadavky stroje 36
4.2 Vybrané firmy a volba vhodného obráběcího stroje 37
4.2.1 Innse-Berardi S.p.A. 37
4.2.2 Waldrich Coburg 38
4.2.3 DS Technology Inc. 40
4.2.4 Sachman 42
4.2.5 Trimill a.s. 43
4.2.6 Škoda mashine tool a.s. 45
4.2.7 Tyc s.r.o. 48
4.2.8 Chang Chun Hsiung Enterprise Co., Ltd 50
5 technicko-ekonomické vyhodnocení jednotlivých variant a návrh finálního řešení 53
5.1 Vyhodnocení z hlediska technologického využití 53

5.2 Vyhodnocení zvolené varianty z ekonomického hlediska 56
5.2.1 Zvýšení produktivity 56
5.2.2 Výrobní kapacita 56
5.2.3 Potřeba pracovníků 56
5.3 Finanční náročnost zvolené varianty 57
5.4 Ekonomické možnosti firmy Žďas a.s. 57
5.5 Návrh finálního řešení 58
Závěr 59
Seznam použitých zdrojů 60
Seznam použitých zkratek a symbolů 62

ÚVOD

Stálý rozvoj výrobního programu a nutné výrobkové inovace určují hlavní rysy rozvoje výrobní základny podniku. Také neustále se zvyšující pracovní tempo, objem výroby, kvalita výrobku a produktivita práce vedou k nutné kontinuální inovaci výrobní základny podniku. Všechny firmy si v dnešní době přejí vykazovat vysokou kvalitu produktů a velké množství možností, jak uspokojit potřeby zákazníka, avšak hodně z těchto firem nemá tyto možnosti vzhledem k výkonnosti strojů, pružnosti výroby, nebo kvalifikovanosti pracovníků. Proto je nutné, aby firmy investovaly peníze do obnovovacích procesů, jako provozní udržování, opravování, modernizování, rekonstruování, či nahrazování opotřebených zařízení novými. Jedná se o preventivní prohlídky, malé opravy, velké opravy a generální opravy. Výsledek těchto činností je zvýšení produktivity práce ve výrobě, snižování nákladů a zvýšená spolehlivost zařízení. Při opravách, nebo modernizaci se klade velký důraz na ekonomičnost daného řešení a na dobu návratnosti investic. Pro velké a generální opravy, jakými modernizace strojového parku je, se uvažuje s výhledem do budoucna na několik let a proto je nutné zabezpečit kvalitu, přesnost a výkonnost nových řešení tak, aby po dosažení cílových ukazatelů byla výroba moderní i po celou dobu ekonomické efektivnosti realizované investice nebo modernizace. Ať již je snaha o pořízení nového stroje náhradou za starý, u kterého by se už modernizace nevyplatila, nebo modernizace stávajícího stroje, dává se v dnešní době přednost především strojům s číslicovým řízením obrábění vzhledem k možnostem a kvalitě obrobku.

Cíle, které musíme modernizací sledovat, jsou také ty, aby ekonomický efekt výroby byl z podnikového i národohospodářského hlediska maximální. Je zákonité, že všechny změny výrobního programu se promítají také do změn výrobní základny a velikosti změn jsou dány inovačním řádem. Rozvoj
a změna se může projevit především v oblasti kvalifikovanosti zaměstnanců a nebo v oblasti technologické vybavenosti dílen, objektů a budov.

Rozvoj a modernizace strojírenského podniku je nutno chápat dynamicky, čili jako dlouhodobý, nepřetržitý proces postupných změn, které mohou být kvalitativní, nebo kvantitativní. Kvantitativní stránku můžeme chápat jako růst, kvalitativní pak jako vývoj. Rozvoj každého podniku však závisí na vnitřních a vnějších podmínkách, ve kterých se právě nachází.

Rekonstrukce a modernizace výrobně technologické základny je však ve strojírenském podniku nezbytná, neboť zaostalost strojů a výrobního procesu s sebou nese daleko více práce, než je ve skutečnosti potřeba. Snahou je dosažení co největšího souladu mezi strukturou výrobního programu a strukturou výrobní základny.

1 ŽĎAS a.s.

ŽĎAS a.s. se sídlem ve městě Žďár nad Sázavou je akciová společnost, která zahájila svoji výrobu před více než 57 lety. V současné době má odhadem 2720 zaměstnanců a objem výroby za rok 2007 se pohybuje okolo 150 milionů eur. ŽĎAS a.s. patří do skupiny firem Železiarne Podbrezová Group, jejímž leaderem je přední světový výrobce trubek ŽP a.s. Podbrezová ve Slovenské republice.
Výrobní program firmy je zaměřen na výrobu kovacích lisů, tvářecích strojů, zařízení na zpracování válcovaných výrobků, zařízení na zpracování šrotu, odlitků, výkovků, ingotů a nástrojů, především pro automobilový průmysl.

Firma disponuje vysoce kvalifikovaným výrobním a technickým personálem, dále moderní výrobní a vývojovou základnou a v neposlední řadě kvalitními mezinárodními referencemi ve všech výrobních oborech. Firma je držitelem mezinárodních certifikací v souladu s normami EN ISO 14001:2004, EN ISO 9001:2000, a OHSAS 18001:2007 [1].

1.1 Historie podniku

Historie podniku sahá až do 13. století, kdy do kraje přicházejí první prospektoři, hledající nejdříve stříbrnou a později železnou rudu. Ve 14. století se objevují první písemné zprávy o přímé výrobě železa v hamrech s redukčními pecemi v oblasti Žďárska a v roce 1614 je zahájen provoz první vysoké pece s nepřímým způsobem výroby železa v areálu žďárského kláštera.

Další významná data historie podniku :

- 1838 – železárny v Polničce u Žďáru zahájily provoz válcovny na výrobu železničních kolejnic. Komplex Ransko-polničských železáren patřil v té době k největším v českých zemích a dodával hutnické a strojírenské výrobky do celé Evropy,
- 1886 –došlo k ukončení a zániku intenzivní železářské výroby na Žďársku v důsledku dlouhotrvající krize,
- 1951 – byl odlit tradiční zvon a byla obnovena historická tradice. Byla zahájena výroba v tehdy největším podniku Českomoravské vysočiny, dnes nesoucí název ŽĎAS a.s.,
- 1956 – byl dokončen vývoj a zahájena výroba mechanických lisů vlastní konstrukce,
- 1959 – uskutečněna dodávka první spojité sochorové válcovací trati do Čerepovce v SSSR,
- 1963 – byla zahájena výroba v největší hale č. 5, která umožňuje montáž nejtěžších komponentů,
- 1979 – byl vyroben první postupový automat TP,
- 1989 – slévárna metalurgického závodu odlila dvou miliontou tunu oceli,
- 1991 – do provozu byla uvedena nejmodernější válcovna profilů ve Visakhapatnamu, v Indii,
- 1992 – došlo k privatizaci podniku a vzniku akciové společnosti ŽĎAS, a.s.,

- 1996 – podnik obdržel certifikaci systému jakosti ISO 9001,
- 2000 – podnik získal 21. zlatou medaili na Mezinárodním strojírenském veletrhu v Brně za Kontejnerové hydraulické nůžky na šrot CNS 400 K,
- 2002 – slovenská firma Železiarne Podbrezová, a.s. vstupuje jako strategický partner a majoritní vlastník do ŽĎAS, a.s.,
- 2007 – podnik získal 22. zlatou medaili na Mezinárodním strojírenském veletrhu v Brně za Hydraulické paketovací nůžky na šrot CNS 1100-CV2 [2].

1.2 Výrobní program

1.2.1 Metalurgie

K tradici železářství na Vysočině patří bezesporu výroba zvonů. Při příležitosti 50. výročí zahájení provozu Metalurgie ve firmě ŽĎAS a.s., byl odlit zvon o váze 530 kg z ocelolitiny.
V létě roku 2002 prasklo srdce největšího českého zvonu, který je umístěn v katedrále svatého Víta v Praze. Díky modernímu provozu kovárny Žďas a.s. bylo vyrobeno podle 300 let starého vzoru srdce nové, které bylo jako dar vedení akciové společnosti ŽĎAS a.s. věnováno Správě Pražského hradu.
Největší odlitek v historii firmy byl odlit na přelomu roku 2004 ve slévárně Metalurgie ŽĎAS a.s. Tento odlitek stojanu z tvárné litiny vážil po opracování 43 500 kg a byl určen pro italského zákazníka.

Mezi základní obory akciové společnosti ŽĎAS a.s. patří především výroba metalurgických polotovarů a komponentů. Společnost produkuje a dodává hlavně vysoce kvalitní výkovky, odlitky, ingoty, slévárenské modely a řady dalších doprovodných služeb. Velký důraz je kladen na důsledné zpracování poptávek, objednávek a celé technické dokumentace, která slouží pak k vlastní technické přípravě výroby, výrobnímu a kontrolnímu postupu. Společnost využívá zavedeného systému jakosti dle ČSN EN ISO 9001 vzhledem k neustálému zvyšování kvality a vysoké úrovni výroby. Nezávislá společnost TÜV NORD pak každoročně ověřuje obhajobou certifikace dosahovanou úroveň. Základním cílem kolektivu technického, obchodního a výrobního personálu provozu Metalurgie akciové společnosti ŽĎAS a.s. je být spolehlivým partnerem pro všechny odběratele metalurgické produkce [3].

Obr. 1.1 Odlitím tradičního zvonu byla zahájena metalurgická výroba v novém podniku ŽĎAS a.s. v roce 1951 [3].

1.2.2 Tvářecí stroje

Více než půl století dlouhou tradici má v akciové společnosti ŽĎAS a.s. výroba tvářecích strojů. Společnost vyrábí základní, jednoduché typy podle převzaté dokumentace, a po vybudování vlastní vývojové základny byl tento obor rozšířen do několika specializovaných skupin. Proto je dnes firma schopna pokrýt všechny běžné, ale i nadstandardní požadavky svých zákazníků na provedení lisů. Vedle unifikovaných řad jednotlivých typů tvářecích strojů jsou díky zkušenosti konstrukčního týmu a moderně vybaveným výrobním provozům dnes nabízeny také návrhy a realizace nestandardních kusových, či speciálních strojů. Jedná se hlavně o zařízení pro hromadnou výrobu dílů pro automobilový a spotřební průmysl. Vše samozřejmě s příslušnou mechanizací, nástrojovým vybavením a celým doprovodným systémem služeb a servisu.

Společnost ŽĎAS a.s. se tak tím řadí mezi přední výrobce tvářecích strojů, a je schopna navrhnout zákazníkovi zařízení podle speciálních požadavků, tzv. na míru. Tyto stroje, navržené a dodané podle požadavků zákazníka, spolu s dlouhou řadou zařízení dodaných v jednotlivých výrobních řadách, jsou pro společnost dobrou referencí. V poslední době je vynakládáno značné úsilí na střední a generální opravy a to nejen na dříve vyrobená zařízení společností ŽĎAS a.s., ale i na zařízení jiných výrobců. Opravy jsou zaměřeny na dva základní problémy, a to na funkční opotřebení jednotlivých dílů lisů, a na prvky bezpečnosti, nutné k zaručení provozování daného zařízení v dnešní době. Velká část oprav je spojena s modernizací lisů. Mění se pohon a další částí lisů tak, aby ve výsledku splňovaly požadavky současných moderních technologií.

Tvářecí stroje vyráběné pod značkou ŽĎAS a.s., jsou v základním členění rozděleny podle systému pohonu na mechanické lisy a hydraulické lisy. Je však přitom respektováno jak vlastní využití pro plošné tváření z plechu, tak pro objemové tváření z kovového masivu. Oba typy strojů jsou pak na stejné úrovni pozornosti v samostatných specializovaných týmech odborníků. Vzhledem k faktu, že využití strojů s různým pohonem se pro výrobu konkrétních výlisků často kříží, je snahou skupin technologických specialistů firmy ŽĎAS a.s. najít vždy pro konkrétní polotovar či výlisek optimální a univerzálně využitelné zařízení [4].

1.2.3 Zařízení pro zpracování válcovaných výrobků

Zařízení pro zpracování válcovaných výrobků zaujímá podstatnou část produkce již od samého počátku výroby ve firmě ŽĎAS a.s. v roce 1951. Společnost se specializovala na dodávky sochorových tratí, profilovaných tratí, drátových tratí a bloomingů. Vývoj završila dodávkami spojitých, vysoce výkonných profilových tratí, kde již byla vysoká úroveň automatizace technologického procesu. Kromě válcoven dodávala firma ŽĎAS a.s. také linky na úpravu tyčového materiálu a trubek a na zpracování ocelového pásu.
Ke změně sortimentu nabízených produktů v oblasti zařízení na zpracování válcovaných výrobků došlo v důsledku změněných podmínek na trhu po pádu „železné opony“ a odstranění obchodních bariér. Těžiště dodávek se tak přesunulo do tří oblastí. Jednalo se o dodávky technologických linek, kusové dodávky technologických zařízení a rekonstrukce a modernizace existujících technologických celků [5].

V současné době akciová společnost ŽĎAS a.s. nabízí:

- inspekční linky pro úpravu tyčí,
- dělicí linky na plech,
- kusové dodávky pro válcovny a linky.

1.2.4 Služby

Externí montáže :
Samostatným provozem akciové společnosti ŽĎAS a.s. jsou externí montáže. Jsou prováděny a zajištěny demontáže, opravy, montáže, seřízení a uvádění zařízení do provozu. K montáži zařízení je používána technika firmy ŽĎAS a.s., práce je poskytována v požadovaných termínech a v dobré kvalitě. Samozřejmostí jsou odborné a jazykové znalosti pracovníků, díky nimž má firma dobré výsledky práce i v zahraničí. Dále jsou prováděny demontáže a přemístění strojírenských zařízení velkých hmotností i ve stísněných podmínkách. Pracovníky externích montáží byly s úspěchem uskutečněny montáže velkých investičních celků jako je Středojemná válcovna Poldi Kladno, Středně profilová trať NH Ostrava Kunčice, šéfmontáž Středně profilové válcovny v Íránu, Rumunsku, Turecku a Sochorové válcovny v Pákistánu a bývalé Jugoslávii. Tito pracovníci se také podílejí na zajišťování generálních oprav strojů a zařízení [6].

Rekonstrukce a modernizace :
Nízký výkon strojů a zařízení spolu s náročnými požadavky na ekologii provozu vyvolávají většinou nákladnou údržbu, která není z ekonomického hlediska pro podnik výhodná. Proto se přikračuje spíše k dílčím opravám a generálním opravám kusových zařízení a výrobních linek. V důsledku těchto skutečností je většina oprav směrována do oblastí, které zahrnují :

- konstrukční a dispoziční řešení požadovaných parametrů,
- opravu a výměnu činných mechanických částí,
- výměnu těsnicího materiálu,
- rekonstrukci a modernizaci pohonných jednotek,
- instalaci řídicích a automatizačních prvků.

S postupujícím vývojem dochází ke zvyšování kvality výrobků, zavádějí se nové typy výrobků a postupů, snižují se výrobní tolerance a přitom ekonomika stále tlačí na snižování ceny. Lze buďto inovovat výrobky a nebo rekonstruovat a modernizovat stávající zařízení. Společnost ŽĎAS a.s. má k dispozici týmy pracovníků, kteří jsou připraveni splnit potřebné požadavky v obou směrech [6].

Generální dodávky zařízení:
Jedná se o dodávky kompletních zařízení,tzv. „na klíč“. Vedle konstrukce, projektu,výroby a montáže zajistí společnost i jednotlivé dílčí součásti, mezi které patří například ovládací bloky, agregáty a nebo hydraulické válce. Jedná se o vlastní konstrukci a výrobu ve firmě, jsou k dispozici projekční pracoviště a moderní výrobní provozy vybavené obráběcími stroji a technologickými pracovišti na úpravu povrchu [6].

Servis:
Starost o povýrobní servis a údržbu dodaných zařízení je ve vyspělém průmyslovém světě ukázkou uspokojivého vztahu k zákazníkovi. Společnost ŽĎAS a.s. proto nabízí servisní pracoviště po 24 hodin denně a zkušení servisní pracovníci dokáží poradit a najít řešení, jak umožnit bezproblémový provoz dodaných zařízení ve všech oblastech [6].

1.2.5 Výroba zařízení podle dokumentace dodané zákazníkem

Firma ŽĎAS nabízí výrobu zařízení podle výkresové dokumentace dle výrobních možností. Jedná se především o možnosti jednotlivých strojů, kterými podnik disponuje. Součástí je výroba, kontrola a možnosti moření.

Ve spolupráci s ostatními divizemi podnik dále nabízí :

- dělení materiálu,
- žíhání,
- kalení, zušlechťování, chemicko-tepelné zpracování,
- tepelné zpracování štíhlých dílců,
- tlakovzdušné tryskání.

1.2.6 Nástrojárna

Jedním z výrobních provozů akciové společnosti ŽĎAS a.s., velké strojírenské a metalurgické firmy s mnohaletou tradicí, je provoz nástrojárny. Svoji tradici má tato výroba od roku 1962. Firma svým partnerům nabízí vývoj tvářecích technologií a lisovacích nástrojů, dále konstrukci nástrojů a jejich výrobu dle firemní i dodané dokumentace, a poté odzkoušení a ověření nástrojů formou zapracování a předání u odběratele. Orientace je zaměřena především na výrobu velkých lisovacích nástrojů pro strukturální díly. U řady domácích i zahraničních odběratelů, zvláště v oblasti automobilového průmyslu, máme proto možnost se setkat s těmito výrobky. Společnosti ŽĎAS a.s. nabízí optimální technická řešení, požadované dodací lhůty a přijatelné ceny. To vše v integrovaném systému managementu jakosti dle EN ISO 9001 : 2000 [7].

Sortimentní nabídka nástrojárny :

- jednotlivé lisovací nástroje,
- postupové lisovací nástroje,
- transferové lisovací nástroje,
- nástroje pro lisovací linky,
- nástřihové lisovací nástroje,
- speciální nástroje a přípravky,
- speciální měřidla a měřicí přípravky,
- držáky zápustek, zápustky,
- výroba dílů pro přesné strojírenství,
- výroba dílů pro energetiku.

1.3 Reference

1.3.1 Nejvýznamnější tuzemští odběratelé

- Škoda Auto a.s.,
- ŠKODA HOLDING a.s.,
- Třinecké železárny a.s.,
- ISPAT Nová huť a.s.,
- Vítkovice, a.s.,
- Hayes Lemmerz Autokola a.s.,
- TRW-DAS Dačice a.s.,
- ALFUN s.r.o.,
- TOKOZ a.s.,
- BENTELER ČR,
- JÄKL Karviná, a.s.,
- WAGON AUTOMOTIVE spol. s r.o.,
- BONATRANS a.s.,
- ŽDB, a.s.,
- AL INVEST Břidličná, a.s.,
- Agrostroj Pelhřimov, a.s.,
- KOVOŠROT Děčín, a.s.,
- Strojimport a.s.,
- ŠKODAEXPORT, a.s.,
- OMNIPOL, a.s [8].

1.3.2 Nejvýznamnější zahraniční odběratelé

- SMS Demag,
- Schiller,
- Volkswagen,
- NUKEM,
- WTC Silbitz,
- VOEST ALPINE,
- Folkes Forge,
- STEEL CONSulTANCY SERVICES,
- DANIEli,
- Železiarne Podbrezová,
- U.S. Steel Košice,
- OF Ambajhari,
- MSF Ishapore,
- Shanghai Hu Chang,
- OEMK Starý Oskol,
- BGH Edelstahl GmbH [8].

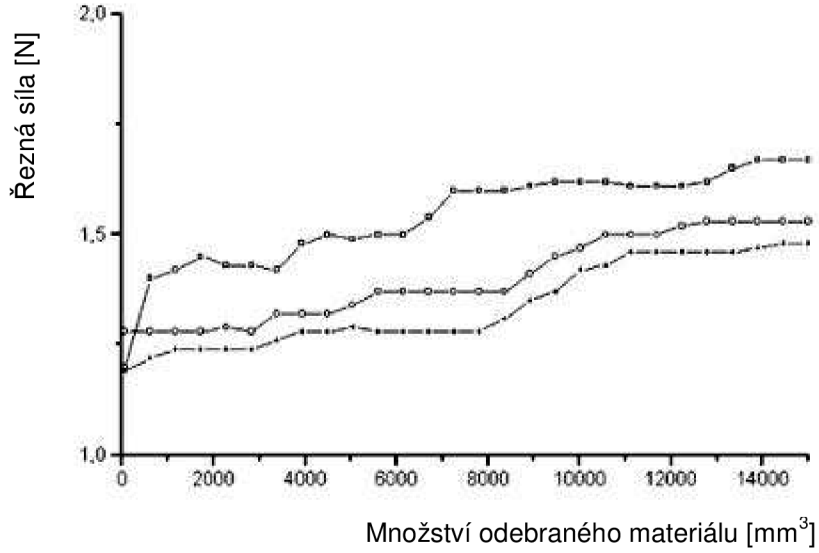
2 ROZBOR STÁVAJÍCÍHO STAVU HRUBOVÁNÍ VELKÝCH DÍLŮ VE FIRMĚ ŽĎAS a.s.

Hrubování není základní technologická operace jako soustružení, frézování, vrtání nebo vyvrtávání, avšak skládá se z těchto dílčích operací při specifických řezných podmínkách. Jedná se především o velký úběr materiálu, velké řezné síly a vliv přestupu tepla při dané technologické operaci. V případě hrubování velkých dílů, které jsou hlavním výrobním programem firmy ŽĎAS a.s., je potřeba navíc řešit problematiku upínání, manipulace s obrobkem a ustavování obrobku.

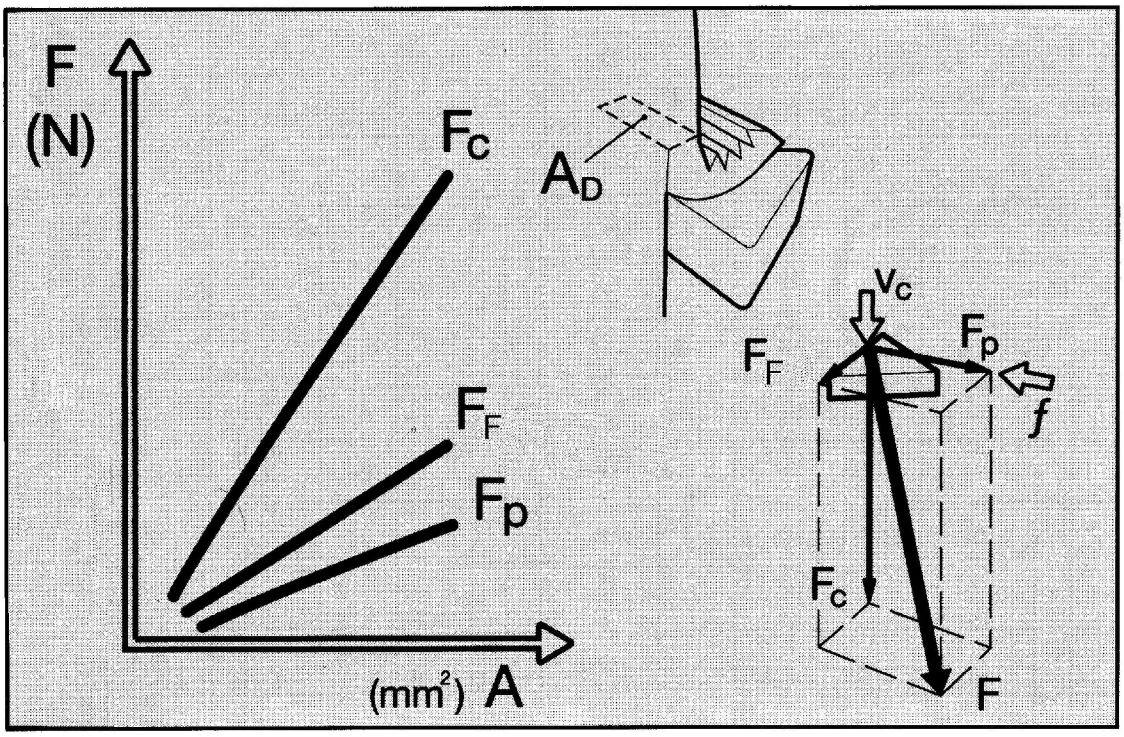
2.1 Řezné podmínky

2.1.1 Řezné síly

Hrubování velkých dílů vyžaduje značné vynaložení síly na oddělení třísky od obrobku, jedná se o silové obrábění. V dnešní době už jsou řezné nástroje podstatně výkonnější než dříve a jejich celková nabídka na trhu je velmi vysoká. Proto není problém vybrat nástroje pro obtížně opracovatelné obrobky. Znalosti v oblasti řezných sil vedou k vyváženému řezání, především s ohledem na pozitivní průběh obrábění a stabilitu břitu. Existuje úzký vztah mezi potřebou výkonu pro proces obrábění a silami vznikajícími při těchto procesech. Řezné síly je možno změřit dynamometrem, nebo teoreticky vypočítat. Tyto síly se skládají především ze sil vznikajících při odřezávání třísky a sil přetvářejících třísku. Dále vznikají mohutné tlakové síly, smykové síly a tření, působící ve zcela rozdílných směrech. Největší tlak je přímo na ostří břitu a podél čela má různou intenzitu. Tyto síly zatěžují celou kontaktní plochu mezi třískou a čelem, proto se této ploše věnuje veškerá pozornost při optimalizaci geometrie břitu. Tato plocha je také nejdůležitější pro kontrolu utváření třísky, řezné síly a stabilitu břitu. Také materiál břitu nástroje značně ovlivňuje řezné síly, protože obráběním se mění mikrogeometrie a tím i poměry v kontaktní zóně [9].



Obr. 2.1 Tendence závislosti řezné síly F na množství odebíraného materiálu [18].



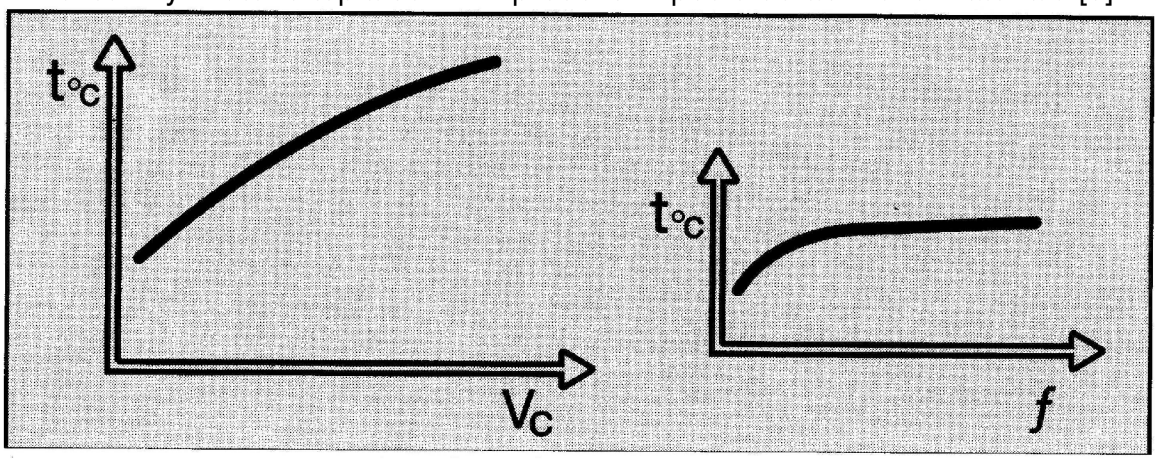
Obr. 2.2 Složky řezné síly F [9].

F	-	celková řezná síla
F_c	-	řezná složka řezné síly
F_p	-	pasivní složka řezné síly
F_F	-	posuvová složka řezné síly
A (A_D)	-	kolmý průřez třísky ke směru obrábění

Poměr velikostí složek řezné síly značně kolísá, záleží především na způsobu obrábění. Velikost příkonu stroje přímo ovlivňují řezné síly, které dominují u soustružení a frézování. Při obrábění vnitřních ploch je důležitá pasivní složka a posuvová složka je dominantní u vrtání. Úhel nastavení hlavního ostří a poloměr špičky nástroje také ovlivňuje pasivní složku síly. Všechny tři složky se zvětšují s rostoucím průřezem třísky, nejvíce však řezná složka. Typický poměr $F_c : F_p : F_F$ pro hrubování může být 4 : 2 : 1.
Mezi nejdůležitější faktory ovlivňující čistý a hladký průběh obrábění patří před geometrií břitu, rychlostí obrábění a množstvím vibrací stále kvalita nosiče nástroje a schopnost absolutně bezpečně upnout výměnnou břitovou destičku [9].

2.1.2 Teplo vzniklé při obrábění

Na teplo se mění téměř veškerá mechanická energie řezných sil vyskytujících se při obrábění, proto je důležité zaměřit pozornost na teplo a na teploty v zóně řezání. Extrémně vysoké teploty jsou odpovědné za špatnou trvanlivost břitu a velmi omezují použití vyšších řezných rychlostí. Většina tepla vzniká ve třech oblastech, a to v rovině střihu, na ploše hřbetu a na čelní ploše. Množství vyvinutého tepla se mění především podle obráběného materiálu [9].

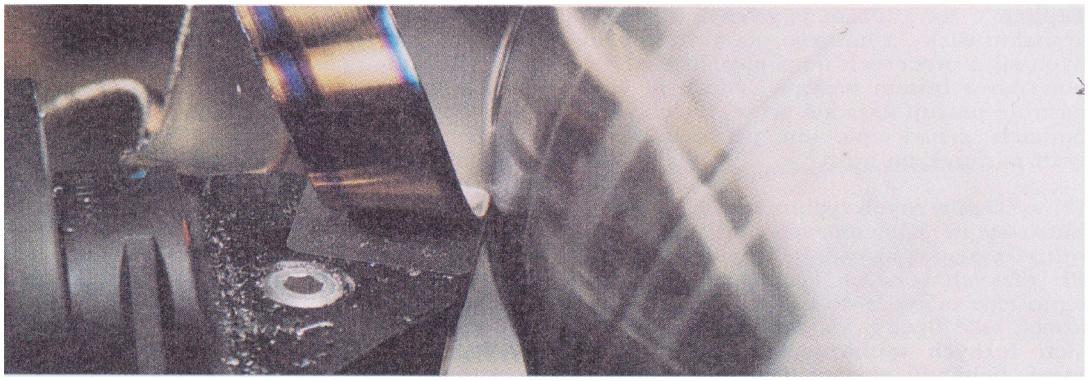


Obr. 2.3 Tendence závislost teploty na řezné rychlosti a na posuvu [9].

t	-	teplota
v_c	-	řezná rychlost
f	-	posuv

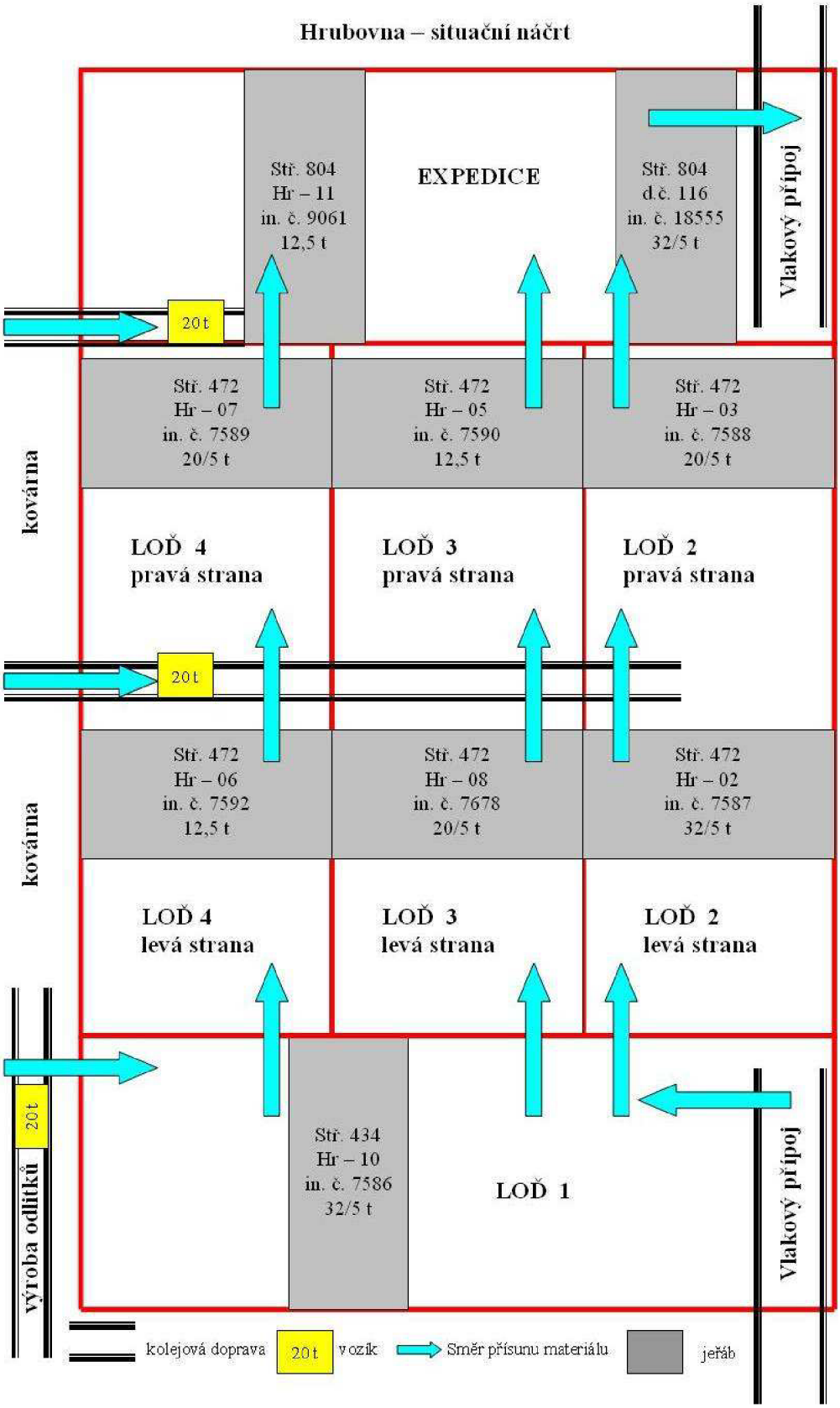
Řezná rychlost ovlivňuje množství vyvinutého tepla daleko více než posuv. Důležitý je také materiál nástroje. Nejvýhodnější jsou destičky ze slinutého karbidu, který díky své vysoké tvrdosti za tepla snáší až dvojnásobně vyšší teploty než ostatní materiály. Moderní řezné nástroje pracují zásadně nad teplotami, při nichž vzniká nárůstek na břitu.Při nižších řezných rychlostech se teplo odvádí především do obrobku, při vyšších rychlostech nejvíce tepla pohlcují třísky. V ideální případě třísky odvádějí většinu tepla,kdy je nástroj zatěžován jen tak dlouho, kdy je s ním tříska v kontaktu.
Největší teplo vzniká v rovině střihu, proto rozsah a jakost styku třísky a nástroje působí přímo na výkon. Moderní břitové destičky umožňují

optimalizaci obrábění tak, aby byl v oblasti čela destičky přechod tepla do destičky minimální.
Plocha hřbetu, třetí zdroj tepla, by měl být udržován na co možná nejnižších hodnotách. Nebereme-li v potaz dostatečně velký úhel hřbetu, vznikají vysoké teploty, které mají za následek rychlý lom břitu, ovšem trendem v současné době je použití nástroje s pozitivní geometrií i u hrubování, především u nerezových obrobků, kde nejde klaný úhel použít.



Obr. 2.4 Utváření třísky při operaci těžkého hrubování [9].

2.1.3 Manipulace s obrobky a upínání

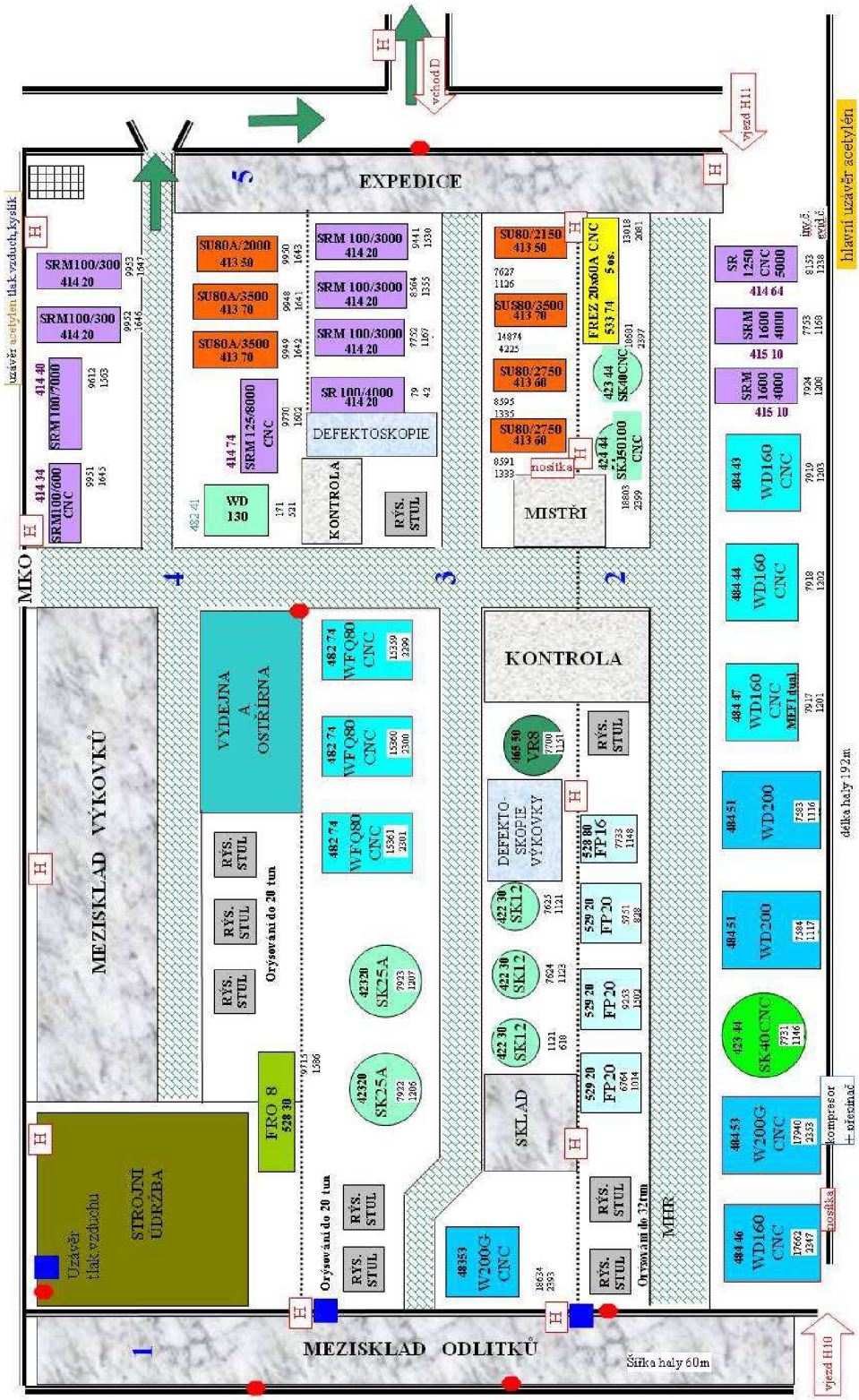


Obr. 2.5 Hrubovna – situační náčrt manipulace s obrobky a umístění jeřábů.

Vzhledem k velikostem jednotlivých obrobků, kdy hmotnost dosahuje až několika desítek tun, je zapotřebí silných manipulačních prostředků. Hrubovna firmy Žďas a.s. je vybavena především mostovými jeřáby o nosnostech v rozmezí 12,5 tun až 32 tun. Jejich umístění a manipulační rozsah je naznačen na obr. 2.5. Hrubovna – situační náčrt.
Celkově se zde nachází 9 mostových jeřábů a jejich dráhy se vzájemně překrývají tak, aby bylo možné jednoduše předávat objekty jen pomocí jeřábů. Dráhy jeřábů z lodí 2, 3 a 4 zasahují do lodí 1 a do expedice a mohou takto transportovat obrobky nezávisle na pozemní manipulaci z kovárny a slévárny přímo k expedici.
K pozemní manipulaci se používají především kolejnicové vozíky s nosností 20 tun. V hrubovně jsou celkem 3 dráhy pro tyto vozíky a 2 vlakové přípoje pro expedici a příjem materiálu. První kolejová dráha vede severní částí hrubovny z výrobny odlitků přes mezisklad odlitků do kovárny a je využívána především pro příjem litých obrobků do meziskladu, kde dále přebírají manipulaci mostové jeřáby. Další dvě dráhy propojují kovárnu a hrubovnu na strategických místech a umožňují přesuny materiálu právě mezi těmito dvěmi provozy. Obě dráhy jsou umístěny tak, že k nim má přímý přístup maximální počet jeřábů, které mohou materiál dále přemisťovat k jednotlivým pracovištím, nebo přímo do expedice. V místech vlakových přípojů je dostatek místa i pro kamionovou dopravu, to zabezpečuje 2 základní možnosti expedice výrobků po celé Evropě.
Většina malých a středně velkých pracovišť má k dispozici otočné stojanové manipulátory, nebo otočné stojanové jeřáby o nosnostech až 400kg. Jeřáby jsou buď stabilně umístěny, jako je tomu u skupiny vodorovných vyvrtávaček, kde jsou pneumatické stojanové manipulátory s označením PMS 125 o nosnosti odpovídající označení 125kg, nebo mobilní, otočné sloupové jeřáby od firmy Vihorlat Snina o nosnostech až 400 kg. Dále jsou na hrubovně manipulátory o nosnostech 200 a 250kg od firmy Škoda machine tool.

Obr. 2.6 Pneumatický stojanový manipulátor PMS 200 od firmy Škoda machine tool.

2.2 Technologická dispozice hrubovny firmy ŽĎAS a.s.



únikové cesta | hasicí přístroj | H hydrant | uzávěr tlak. vzduchu

Obr. 2.7 Technologická dispozice hrubovny firmy ŽĎAS a.s. ke dni 11.5.2009.

Tab. 2.1 Strojová dispozice hrubovny firmy ŽĎAS a.s. ke dni 11.5.2009 (ŽĎAS a.s.).

typ stroje		**počet**	**pracovní rozsah**	**hmornost obrobku (t)**
hrotové soustruhy			*oběžný průměr* *točná délka*	
	SU 80 A	7	Ø 495 2000 - 3500	6
	SRM 100	8	Ø 710 3000 - 7500	
	SRM 125 CNC	2	Ø 900 5000 - 8000	14
	SRM 1600	2	Ø 1200 4000	28
C e l k e m soustruhy		**19**		
karusely			*průměr stolu (mm)*	
	SK 12	3	Ø 1250	4
	SK 25 A	2	Ø 2500	12
	SK 40 CNC	2	Ø 4000	40
	SKJ 50	1	Ø 5000 - 8000	
C e l k e m karusely		**8**		
vodorovné vyvrtávačky			*svis. Pojezd* *příč. Pojezd (mm)*	
	WD 160 CNC	4	2500 3150 - 7000	1 x G.O.
	WD 200	2	3150 4000 - 6000	
	WFQ 80 NCA	3	*upínací stůl* *otoč. část (mm)* 850x1600 850x850	5
	W 200 G CNC	2	3150 6000	35
C e l k e m vodorovné vyvrtávačky		**11**		
portálové frézky			*upínací plocha (mm)*	
	FR 08	1	800x3500	5
	FP 16	1	1250x3500	8
	FP 20	3	1600x4000	10
	Frez 20 CNC	1	2000x6000	20
C e l k e m portálové frézky		**6**		
vrtačka	VR 8	1		
jednoúč. stroje	WD 130	1		
C e l k e m jednoúč. stroje		**2**		

C e l k e m s t r o j ů 46

Tab. 2.2 Útvar 40 472 - výroba hrubovna, inventura ke dni 31.8.2009 (ŽĎAS a.s.).

pořadové číslo	inventární číslo	název	typ stroje	datum pořízení	poslední GO	provedené úpravy
1	79	soustruh hrotový	SR1000/4000	4/1954	3/1985	
2	1121	karusel	SK12	7/1956	8/1990	
3	5751	frézka portálová	FP20	6/1959	4/1992	
4	6764	frézka portálová	FP20	8/1961	10/1989	
5	7583	vyvrtávačka	WD200/4000	9/1962	12/1993	otočný stůl
6	7584	vyvrtávačka	WD200/6	9/1962	11/1991	
7	7587	jeřáb 32/5 T		9/1962		
8	7588	jeřáb		9/1962		
9	7589	jeřáb		10/1962		
10	7590	jeřáb		9/1962		
11	7592	jeřáb		10/1962		
12	7624	karusel	SK12	9/1962	6/1976	
13	7625	karusel	SK12	9/1962	12/1972	
14	7627	soustruh hrotový	SU80A/2750	9/1962	7/1977	
15	7678	jeřáb		11/1962		
16	7700	vrtačka radiální	VR8	4/1962	3/1995	
17	7731	karusel	SK40	11/1962	2001	modernizace
18	7733	frézka portálová	FP16	11/1962	5/1991	
19	7752	soustruh hrotový	SRM100/3	12/1962	5/1985	
20	7753	soustruh hrotový	SR1600/4000	12/1962	5/1998	modernizace
21	7840	deska rýsovací	NA1925	4/1963		
22	7841	deska rýsovací	NA1925	4/1963		
23	7902	míchačka na hydrol	vlastní	4/1963		
24	7917	vyvrtávačka WD 160 CNC	WD160+E20	4/1962	4/2009	stůl 7/08 stroj modernizace
25	7918	vyvrtávačka WD 160 CNC	WD160	4/1962	2009	GO + Moder.
26	7919	vyvrtávačka WD 160 A CNC	WD160A	4/1962	2009	GO + Moder.
27	7922	karusel	SK25A	4/1962	5/1985	
28	7923	karusel	SK25A	4/1962	4/1988	
29	7924	soustruh hrotový	SR1600/4	3/1962	10/1979	
30	8153	soustruh hrotový SRM 125	SRM125/5	8/1963	11/2006	modernizace
31	8564	soustruh hrotový	SRM100/3	12/1963	9/1982	
32	8565	deska rýsovací	vlastní	6/1964		
33	8566	deska rýsovací	vlastní	6/1964		
34	8591	soustruh hrotový	SU80A/2750	6/1964	5/1989	
35	8595	soustruh hrotový	SU80A/2750	6/1964	10/1992	
36	9253	frézka portálová	FP20	8/1965	1/1994	
37	9282	deska rýsovací	CSN255527	8/1968		
38	9283	deska rýsovací	CSN255527	8/1968		
39	9441	soustruh hrotový	SRM100/3	3/1965	5/1982	
40	9612	soustruh hrotový	SRM100/7000	10/1966	4/1992	
41	9694	deska rýsovací	NA1879	6/1967		
42	9715	frézka rovinná	FR08	5/1966		
43	9770	soustruh hrotový	SRM125/8	10/1966	1/2002	
44	9902	vůz trakční trolejový		12/1966		
45	9948	soustruh hrotový	SU80A/3500	1966	3/1983	
46	9949	soustruh hrotový	SU80A/3500	1966	4/1981	

pořadové číslo	inventární číslo	název	typ stroje	datum pořízení	poslední GO	provedené úpravy
47	9950	soustruh hrotový	SU80A/2000	1966	1/1980	
48	9951	soustruh hrotový	SRM100/6	1966	10/2000	modernizace
49	9952	soustruh hrotový	SRM100/3	1966	2/1979	
50	9953	soustruh hrotový	SRM100/3	1966	12/1980	
51	10221	jeřáb		6/1968		
52	10222	jeřáb		6/1968		
53	10223	jeřáb		6/1968		
54	10224	jeřáb		6/1968		
55	10225	jeřáb		6/1968		
56	10296	deska rýsovací	CSN255527	8/1968		
57	10563	jeřáb		11/1969		
58	12091	vyvrtávačka WD 130A	WD130A	1977	9/2008	modernizace mech. částí + el.
59	12758	manipulátor pneumatický		6/1983		
60	13018	stroj frézovací spec. s NC R	FREZ20/60A	12/1984	1/2009	modernizace
61	13201	manipulátor stojan. pneumat.		3/1985		
62	14325	agregát filtrační a vent.k	GLISAF2/3	6/1988		
63	14339	usměrňovač svařovací	WTU315.31	6/1988		
64	14340	usměrňovač svařovací	WTU315.31	6/1988		
65	14341	manipulátor stojan. pneumat.	PMSP200	6/1988		
66	14342	manipulátor stojan. pneumat.	PMSP125.1	6/1988		
67	14343	manipulátor stojan. pneumat.	PMSP125.1	6/1988		
68	14344	manipulátor stojan. pneumat.	PMSP125.1	6/1988		
69	14345	manipulátor stojan. pneumat.	PMSP125.1	6/1988		
70	14367	jeřáb sloupový otočný		9/1988		
71	14368	jeřáb sloupový otočný		9/1988		
72	14369	jeřáb sloupový otočný		9/1988		
73	14370	jeřáb sloupový otočný		9/1988		
74	14371	jeřáb sloupový otočný		9/1988		
75	14633	stůl otočný	E25	7/1989		
76	14720	stůl otočný	E25	11/1989		
77	14874	soustruh hrotový univerzální	SUS80/3500	3/1989		
78	14930	vozík akumulátorový plosino		6/1990		
79	15359	vyvrtávačka vodorovná	WFQ80NCA	9/1991		
80	15360	vyvrtávačka vodorovná	WFQ80NCA	9/1991		
81	15361	vyvrtávačka vodorovná	WFQ80NCA	9/1991		
82	17061	perfektor	ELMAG 315	8/1994		
83	17662	vyvrtávačka horizontální	WD 160+E20	1959	5/1998	
84	17739	přístroj dělící DU 400 A	DU 400 A	10/1996		
85	17940	vyvrtávačka horiz. W200G	W 200G NR	1978	2000	CNC +Moder.
86	18019	kompresor PKS-51	PKS-51/300	12/1997		
87	18060	přípravek na seřiz. nástrojů	OB 601 344	3/1998		
88	18141	zařízení fréz. IFW 3A,INW	IFW 3A/ISO 60, INW 2	10/1998		
89	18170	zařízení frézovací IFW 2A/6	IFW 2A/60, INW2-3A/2	1/1999		
90	18171	zařízení frézovací IFW 3A	IFW 3A/60, INW2-3A/2	1/1999		
91	18172	zařízení frézovací IFVW 4B	IFVW 4B/60/P200	1/1999		
92	18173	zařízení frézovací IFVW 4B	IFVW 1B/750/P200	1/1999		
93	18174	zařízení frézovací IFVW 1B	IFVW 4B/60/P200	1/1999		

pořadové číslo	inventární číslo	název	typ stroje	datum pořízení	poslední GO	provedené úpravy
94	18326	nástavek INW 2-3A vč.přísl.	INW 2-3A/200/380	8/1999		
95	18327	unašeč ISO 50 vč.přísl.	ISO 50	8/1999		
96	18328	zařízení fréz. IFW 3A vč.nás.	IFW3A/ISO50, INW2-3A	8/1999		
97	18329	zařízení fréz. IFW 2A vč.nás.	IFW2A/ISO50, INW2-3A	8/1999		
98	18330	zařízení fréz. IFW 2A vč.nás.	IFW2A/ISO60, INW2-3A	8/1999		
99	18336	zařízení frézovací IFVW 4B	IFVW 4B/ISO60/P160	9/1999		
100	18337	zařízení frézovací IFW 2A	IFW 2A/ISO60, INW2-3A	9/1999		
101	18372	zařízení frézovací	IFVW 2B/ISO60/P160	1/2000		
102	18373	zařízení frézovací	IFVW 1B/750/P160	1/2000		
103	18634	vyvrtávačka W200G vodorovná	W200G + stůl	1979	2003	GO + CNC + modernizace
104	18679	hlava zrychlovací pibomulti	pibomulti FX 300-04	11/2003		
105	18681	soustruh svislý SK 40	SK 40	1963	2004	GO + modernizace
106	18713	hlava úhlová pibomulti	CTAR 40	2/2004		
107	18803	soustruh svislý SKJ 50	SKJ 50/100	1976	2004	GO + modernizace
108	19330	stroj značící mikroúderný	multi4 m 12	12/2008		
109	364412	kompresor 2/JVK 120 S1		12/2000		
110	367123	přístroj razící DX 462-HM		1/2007		
111	367189	magnet permanentní NEO		4/2007		

Tabulka 2.1. Strojová dispozice hrubovny firmy ŽĎAS a.s. ukazuje počty jednotlivých druhů strojů na hrubovně. Celkem je v tomto výrobním útvaru 46 strojů, kde většina byla pořízena před rokem 1990, tedy před více než 20 lety. Jak ukazuje tabulka 2.2. Útvar 40 472 - výroba hrubovna, inventura ke dni 31.8.2009, stroje prošly generálními opravami, některé byly modernizovány a upraveny, avšak vzhledem k rozvíjejícím se technologiím už nejsou všechny úpravy aktuální a nesplňují požadavky, které jsou na tyto stroje kladeny.

2.2.1 Opravy strojů

Postupem času procházely jednotlivé stroje modernizacemi a opravami, avšak většina z nich už se opět stává zastaralými a postrádá přesnost a preciznost. Stroje, které byly schopné obrábět na čisto už mají vychozené lože a jinak opotřebované části, vykazují vysokou poruchovost a jsou nepřesné.

<u>Hrotové soustruhy :</u>

SU 80A — Z celkového počtu 7 strojů prošel generální opravou pouze 1 stroj. Došlo k běžnému seřízení. Zbývající stroje byly opravovány a modernizovány v letech 1977-1992. Z tohoto důvodu by bylo vhodné je opět seřídit a modernizovat.

SRM 100 — Z těchto 8 strojů zůstává 6 strojů beze změn. U jednoho ze zbývajících je počítáno s generální opravou v blízké budoucnosti a 1 prošel v roce 2000 modernizací. Tento stroj má ještě trapézové šrouby a je vybaven CNC systémem MEFI 836.

SRM 125 Tento stroj prošel modernizací v roce 2002. Disponuje CNC systémem MEFI 839 a v současné době předhotovuje ojnice pro stroj SR 1250.

SR 1250 V roce 2006 prošel tento stroj modernizací. Došlo ke změně na CNC systém MEFI 859 a obrábí ojnice na hotovo po předešlém stroji.

SRM 1600 Z těchto 2 strojů prošel jeden modernizací v roce 1998 a druhý zůstává stále beze změn od roku 1979. Oběma strojům ovšem chybí CNC systém.

Karusely:

SK 12, SK 25 Opravy na těchto strojích probíhaly v letech 1972-1990. Všech 5 strojů má v současnosti zastaralé ovládání a vykazuje značnou poruchovost a nedostatečnou flexibilitu. Chybí zde odměřování a je problematické nastavování požadovaných rozměrů a následné měření.

SK 40 CNC Dílna disponuje celkem 2 stroji. Oba prošly generálními opravami a modifikacemi v letech 2001 a 2004. Mají CNC systém MEFI 839 a obrábí až 4 metrové součásti.

SKJ 50 CNC Tento jediný stroj prošel generální opravou a modifikací v roce 2004. Má CNC systém MEFI 839 a obrábí rozměrnější součásti až do průměru 8000 dle požadavků provozu hrubovna.

Vodorovné vyvrtávačky :

WD 160 CNC Tyto 4 stroje prošly v posledních letech modernizací a generálními opravami. Dva z nich mají trapézové šrouby a řízení ve 2 a 3 osách zároveň, přičemž chybí plynulá návaznost. První z nich byl modernizován v roce 1996 a vzhledem k vytíženosti se uvažuje o další generální opravě a modernizaci v brzké budoucnosti. Druhé dva stroje mají kuličkové šrouby a to už i na pinole a mají plynulou návaznost ve 3 osách řízení. Tyto dva stroje mají také transformaci souřadného systému. Všechny 4 disponují CNC systémem MEFI 836 až 859.

WD 200 Stroje prošly opravami a seřízením v letech 1991 a 1993. Nemají CNC systém a nebyly modernizovány.

WD 200 CNC Tyto 2 stroje se liší od předešlých tím, že prošly modernizací. Oba mají trapézové šrouby a řízení ve 3 osách. U jednoho chybí plynulá návaznost. Disponují CNC systémem MEFI 836 - 859.

WFQ 80 CNC Všechny 3 stroje prošly generální opravou roce v 1991. Získaly CNC systém MEFI 839. V příslušenství mají k dispozici úhlovou zrychlovací hlavu pibomulti.

Portálové frézky :

FR 08, FP 16, FP 20 Z celkového počtu 5 strojů nestačí žádný podmínkám, které jsou na ně kladeny. Stroje byly modernizovány a upravovány před více než 15 lety a žádný nemá k dispozici CNC systém. Stroje jsou zastaralé typy, značně poruchové a nesplňují požadavky pro opracování tvarových ploch. Zvládají jen pravoúhlé obrábění.

FREZ 20 CNC Tato fréza prošla generální opravou a modernizací v lednu roku 2009. Jedná se o prototyp, který je v současné době velmi výkonný a spolehlivý a je garančním provozu.

Vrtačky :

VR 8 Jediná vrtačka na hrubovně prošla opravou v roce 1995. Je celkově málo využívaná.

Jednoúčelové stroje :

WD130 Tento stroj slouží především k navrtávání středících důlků rotačních součástí, které poté přecházejí na další technologické operace na soustruzích. Lze zde provádět i běžné horizontářské operace.

3 OBLASTI S MOŽNÝMI ÚSPORAMI A NEDOSTATKY SOUČASNÉ SITUACE

Existuje několik hledisek, podle kterých by se daly definovat nedostatky v dané sekci výroby. Jedno z nich se týká komplexní přestavby dílny, ovšem daná varianta by byla natolik nákladná, že se jí nebudu dále zabývat. Další možností jsou drobnější změny v rozložení strojů a úpravy jednotlivých strojů takovým způsobem, aby vyhovovaly daným požadavkům na výrobu. Jedná se především o postupné, malé až generální opravy jednotlivých strojů a strojního příslušenství a dále vyřešení několika kritických míst ve výrobě.

3.1 Nedostatky současné situace ve firmě Žďas a.s.

Z globálního hlediska bych označil za největší nedostatek zastaralost a opotřebení jednotlivých strojů a příslušenství. U karuselů chybí odměřování a není možné obrábět tvarové plochy. Stejně tak většině soustruhů chybí možnost obrábět tvarové plochy a obrábět na hotovo. Tyto úkoly zastávají novější stroje, které by mohly být využity pro jiné, náročnější operace a tím celkově zefektivnit výrobu v daném úseku.

Základní nedostatky a důvody generálních oprav a změn na CNC systémy :

- zastaralost strojů,
- hlučnost,
- silné nepřesnosti,
- opotřebení strojů,
- vysoká poruchovost,
- nedostatečný komfort pracovníků,
- nedostatečné výkony strojů pro danou práci (třísky, otáčky, tvary),
- nemožnost obsáhnout daný sortiment výroby,
- nemožnost obrábět přímo na hotovo.

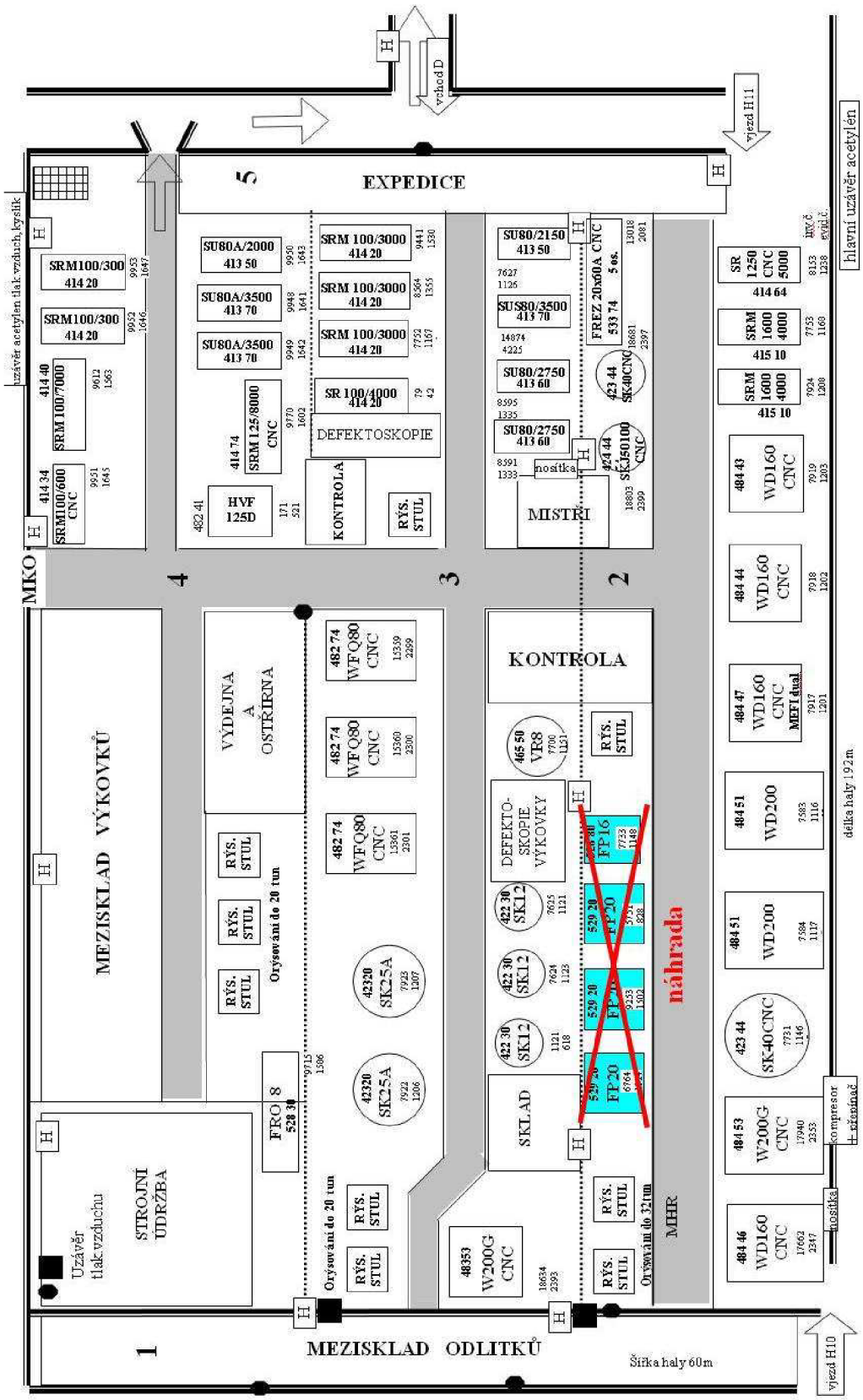
Z těchto důvodů by bylo vhodné postupně opravovat stroje a snažit se eliminovat výše zmíněné nedostatky jednotlivých strojů v určitém časovém horizontu, dle finančních možností firmy.

3.2 Kritická místa ve výrobě

Kromě celkových nedostatků se zastaralostí strojního parku se nachází na daném pracovišti několik míst, která by bylo potřeba zcela změnit. Jedná se o přesun stroje na jiné místo a nebo úplná náhrada stávajícího stroje novým. Těmito změnami se budu zabývat dále a rozdělil bych je do třech jednotlivých kroků.

3.2.1 Náhrada nevyhovujících frézek FP 20 a FP 16 novým strojem

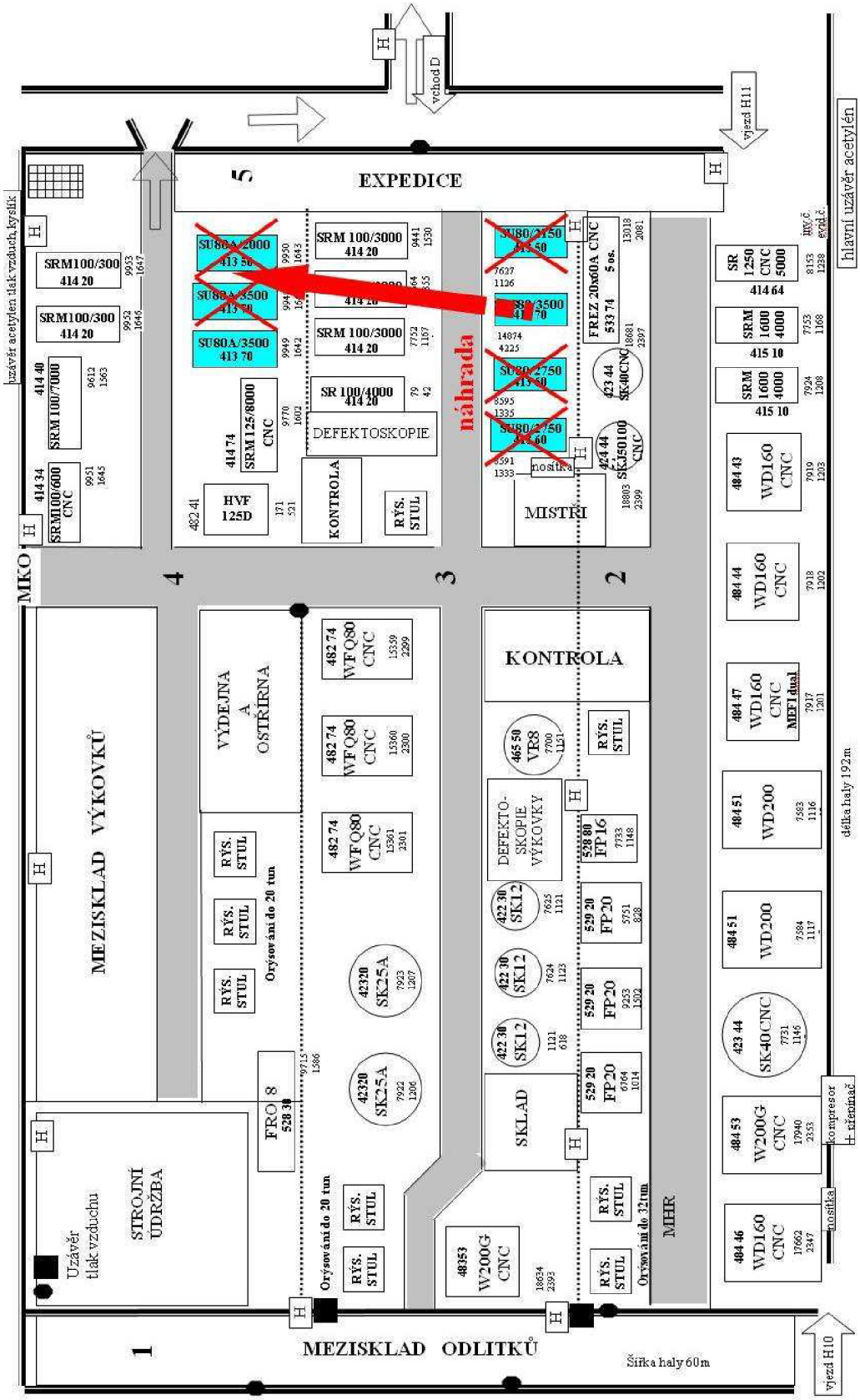
Jedná se o skupinu čtyř strojů, FP 20 a FP 16, která vykazuje vysokou poruchovost, opotřebení, nepřesnost a neschopnost obrábět s potřebnými přesnostmi, komfortem a efektivností. Celkově jsou tyto stroje nepřesné a poruchové a nesplňují požadavky obrobny a tudíž bych toto místo zařadil mezi nejproblémovější v celé sekci výroby. Doporučuji proto celkovou náhradu novým strojem, nejlépe přímo obráběcím centrem. V závislosti na velikostech strojů jednotlivých variant je možné zvolit jeden, případně 2 nové stroje. Touto problematikou se budu zabývat podrobně v další kapitole - Návrh modernizace strojního vybavení ve více variantách.



Obr. 3.1 Situační zhodnocení náhrady nevyhovujících frézek FP 20 a FP 16.

3.2.2 Generální oprava soustruhů SU 80, přesun a náhrada novým strojem

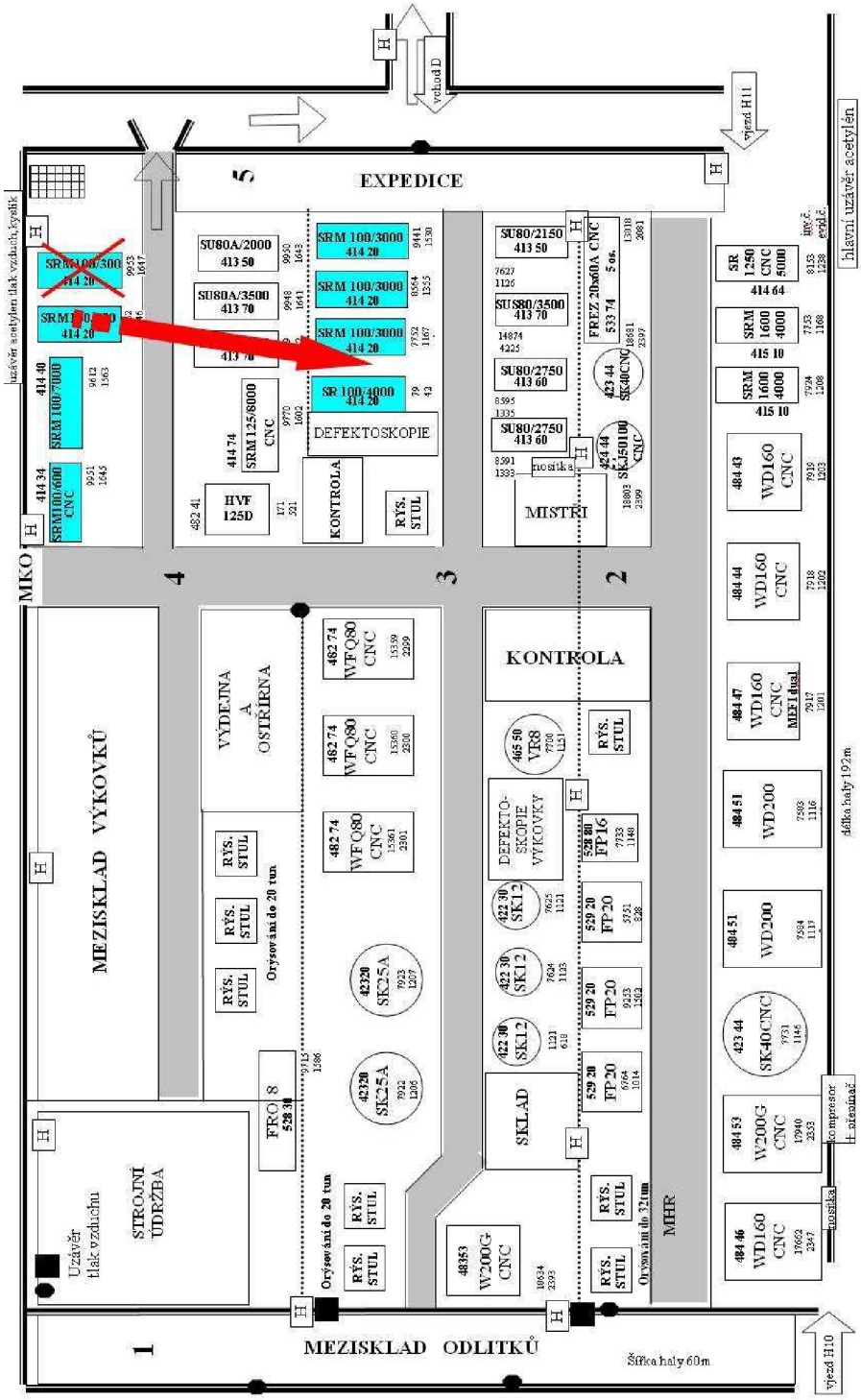
Firma má k dispozici celkem 7 strojů typu SU 80. Tyto stroje nejsou příliš využívány vzhledem ke stále se opakujícím nedostatkům jako nepřesnost, opotřebení, poruchovost a neschopnost obrábět na čisto. Generální opravou prošel za posledních 15 let pouze jediný stroj.
Jedná se o malé stroje a jsou rozděleny na 2 skupiny v lodi 3 a v lodi 4. Na základě velikostí jednotlivých obrobků a malému využití doporučuji snížit množství a sjednotit umístění zbývajících strojů. Z celkového počtu 7 kusů navrhuji nechat pouze 2 a přesunout je do 4. lodi.
Nejlepší volbou pro zachování je stroj, který prošel generální opravou a stroj s označením SU80/3500, umístěný v současné době ve 3. lodi na pozici, která je zaznačená v Obr. 3.2 Situační zhodnocení přesunu a zachování zvolených strojů SU 80. Jedná se o stroj, který má největší točnou délku a je ze zbývajících strojů v nejlepším technickém stavu. Přesto doporučuji provést opravu a seřízení, nejlépe doplnit o NC, nebo CNC systém.
Na vzniklé místo po 4 strojích ve 3. lodi navrhuji dát 2 novější a výkonnější stroje s označením SA 1250 CNC, nebo SA 1600 CNC.



Obr. 3.2 Situační zhodnocení přesunu a zachování zvolených strojů SU 80.

3.2.3 Generální oprava a přesun soustruhů SRM 100

Soustruhy SRM 100 jsou větší a výkonnější než SU 80. Firma disponuje 8 kusy. Ve 3.lodi jsou 4 soustruhy tohoto typu a mezi nimi je volné místo, kam doporučuji přesunout jeden ze zbývajících strojů a tím vytvořit kompaktní zónu těchto strojů. V 4. lodi bych odebral ještě 1 soustruh tohoto typu a vytvořil tak prostor, který se může dále využít.

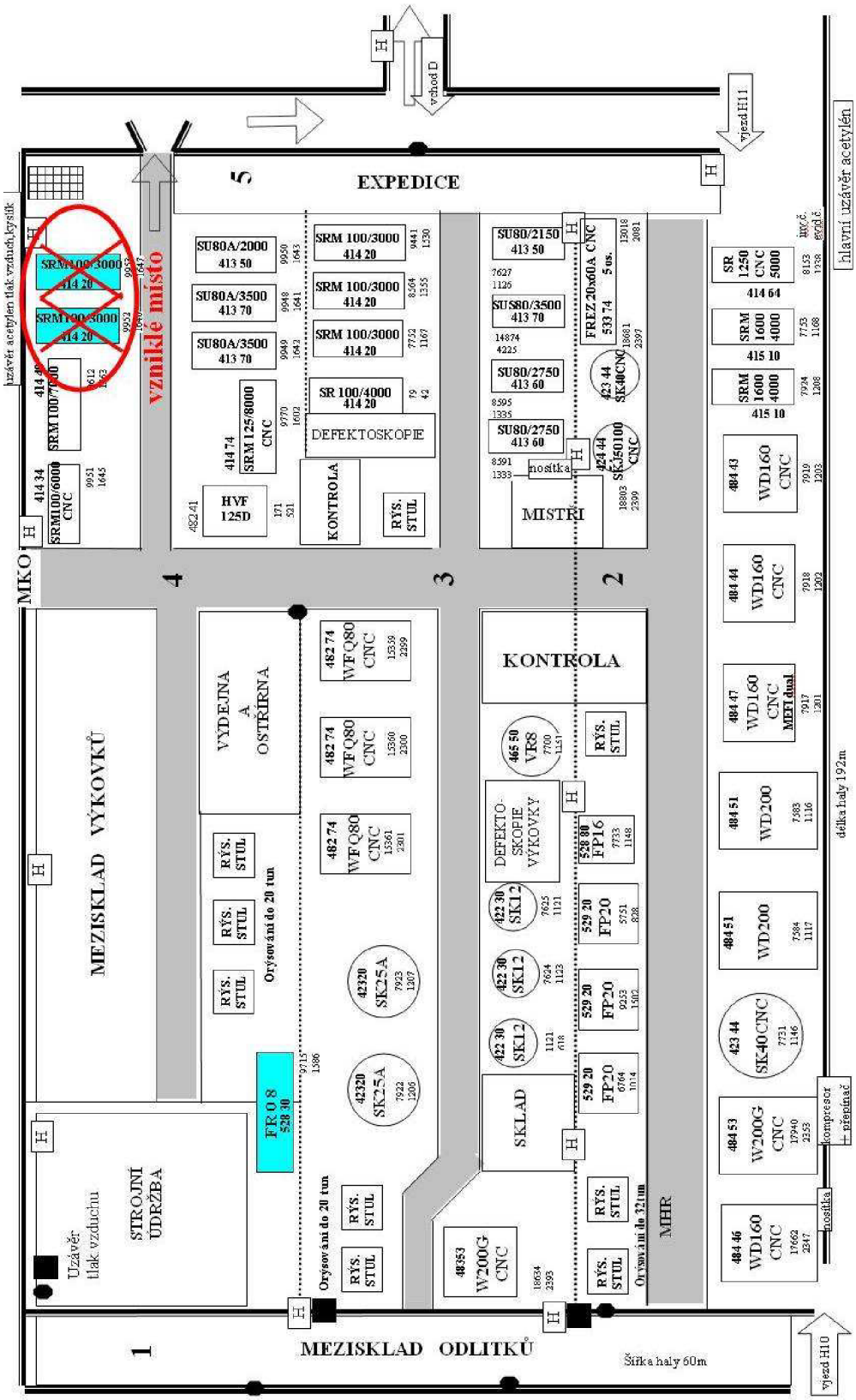


Obr. 3.3 Situační zhodnocení zachování a přesunu zvolených strojů SRM 100.

3.2.4 Další úpravy a doporučení

Této výrobní sekci zcela chybí stroj s možností vyvrtávání, tzv. dělovka. Vzhledem k velikostem jednotlivých obrobků doporučuji stroj s 2,5 – 3 metry točné délky a tím přidat možnost vyvrtávání a soustružení. Strojírny firmy Žďas a.s. disponují většími vyvrtávacími stroji, proto není na hrubovnu potřeba dávat větší stroj než výše zmiňovaný, avšak stroj takovéto velikosti ušetří mnoho komplikací, především čas potřebný na přesuny obrobků do strojíren a zpět kvůli vyvrtávání. V případě pořízení daného stroje doporučuji umístit jej do prostoru vzniklého přesunem soustruhu SRM 100 ve 4. lodi.

Jako poslední bod bych zmínil stroj FR 08. Jedná se o malou portálovou frézku, která je málo využívaná a zastaralá. Vzhledem k množství místa v dané lokaci doporučuji jen odstranění nedostatků jako nepřesnost a opotřebení.



Obr. 3.4 Situační zhodnocení možnosti přidání nového stroje na vzniklé místo ve 4. lodi a umístění portálové frézky FR 08.

4 NÁVRH MODERNIZACE STROJNÍHO VYBAVENÍ VE VÍCE VARIANTÁCH

Tato kapitola se zabývá problematikou bodu 3.2.1 Náhrada nevyhovujících frézek FP 20 a FP 16 novým strojem. V daném provozu hrubovny se jedná o silové obrábění. Jde o velké úběry materiálu, velké řezné síly, velké příkony jednotlivých strojů, a velké přestupy tepla. Z tohoto důvodu je velmi důležitá tuhost a stavba stroje. Vzhledem k požadavkům na výrobu doporučuji spíše obráběcí centra, než jednodušší CNC stroje.
U ostatních strojů je třeba postupně provést opravy a eliminovat tím základní nedostatky jako opotřebení strojů a nepřesnosti obrábění. Při těchto opravách doporučuji zároveň instalovat NC a nebo CNC systémy.

4.1 Technické požadavky stroje a rozdělení výběru

Pro udržení konkurenceschopnosti navrhuji obráběcí centrum s CNC řízením, nejlépe s více stoly pro eliminaci prostojů při upínání obrobků. Vzhledem k faktu, že více než polovina odlitků nedosahuje maximálních velikostí, ani hmotností, je možné volit stroje ve 2 variantách. Velká centra s více stoly, která obsáhnou veškeré výrobní požadavky, nebo menší centra, která zvládnou většinu požadovaných operací do určité velikosti. Při výběru menšího centra máme samozřejmě větší možnosti, včetně tuzemských výrobců.

4.1.1 Technické požadavky stroje

Mezi základní parametry pro výběr stroje patří následující:

- Výkon vřetena : 70 – 110 kW
- Otáčky vřetena : 3 500 – 4 500 min^{-1}
- Velikost stolu (stolů) : 4 000 x 6 000 mm
- Nosnost stolu : 50 000 kg
- Zatížení pracovní plochy : 3 000 kg/m^2

K dalším doporučeným parametrům bych zařadil :

- Svislý průchod : 2 500 – 3 000 mm
- CNC řízení : vzhledem k aplikaci na většině strojů doporučuji CNC řídící systém Mefi řady 800
- Příslušenství : různé hlavy pro zvětšení možností obrábění,nástavce,zásobníky

Uvedené hodnoty jsou uváděny pro velká centra, která zvládnou veškeré potřeby dané výroby. Při volbě menších center klesá náročnost výběru a hodnoty požadovaných parametrů se zmenšují řádově na polovinu. Celkově kladené požadavky splňují nejlépe portálová obráběcí centra.

4.2 Vybrané firmy a volba vhodného obráběcího stroje

4.2.1 Innse-Berardi S.p.A

Firma se sídlem v Itálii, s dlouholetou tradicí od roku 1886 [10].

Kontakt :
INNSE BERARDI SpA
Via Attilio Franchi 20
25127 Brescia - Itálie
Tel: +39-030-3706011 +39-030-3706011
Fax: +39-030-3706119
Email : info@innse-berardi.com
Web : www.innse-berardi.com [10].

Vybraný stroj :

Atlas 3RP

Jedná se o frézovací stroj s pohyblivým stolem a statickým portálem, s pohyblivým, nebo statickým pracovním nosníkem, hydrostatickými ložisky na všech osách a plně uzavřeným rámem [10].

Parametry stroje :

- Výkon vřetena : 80 – 100 kW
- Otáčky vřetena : 2 500 – 4 830 min^{-1}
- Šířka stolu : 3 000 – 5 500 mm
- Délka stolu : 4 500 – 16 500 mm
- Svislý průchod : 2 000 – 2 500 mm [10].

Volitelné příslušenství :

- Frézovací vřeteno
- Ortogonální frézovací hlava
- Pravoúhlá frézovací hlava
- Ortogonální frézovací hlava s vestavěným vřetenem
- Univerzální hlava s vestavěným vřetenem
- Čelní hlava
- Zásobník a měnič nástrojů
- Kartézský přihrádkový zásobník s měničem nástrojů
- Mechanický výměník nástrojů
- Kyvadlový výměník nástrojů
- Sondy zarovnání a měřící sondy
- Sony poškození nástroje
- Video kamera [10].

Obr. 4.1 Stroj Atlas 3RP od firmy Innse-Berardi S.p.A [10].

4.2.2 Waldrich Coburg

Německá firma zabývající se výrobou a vývojem velkých obráběcích center [11].

Kontakt :

WALDRICH COBURG GmbH
Hahnweg 116
D-96450 Coburg - Německo
Tel: +49 9561 60-0
Fax: +49 9561 60500
Email: waco@waldrich-coburg.de
Web: www.waldrich-coburg.de [11].

Vybraný stroj :

PowerTec

PowerTec je největší a nejsilnější portálové obráběcí centrum od firmy Waldrich Coburg. Různé varianty této série umožňují zvolit vhodné parametry stroje. Stejně jako je možné volit velikost stroje, můžeme vybírat mezi jedním, nebo dvěma stoly, pevně uloženým, nebo vysoce přizpůsobivým nosníkem. Stroj disponuje vysoce vyvinutými vřeteny, výměnnými systémy pro nástroje a velkou nabídkou různých frézovacích hlavic [11].

Parametry stroje :

- Výkon vřetena : 80 – 105 kW
- Otáčky vřetena : 4 000 – 8 000 min^{-1}
- Velikost stolu : 4 000 x 6 000 mm
- Svislý průchod : 1 500 – 4 000 mm [11].

Obr. 4.2 Stroj PowerTec od firmy Waldrich Coburg [11].

Obr. 4.3 Stroj PowerTec od firmy Waldrich Coburg [11].

4.2.3 DS Technology Inc.

Firma se sídlem v USA zastřešující distribuci a servis strojů pro Dörries, Droop+Rein, Scharmann, Berthiez a Mecof. Tyto firmy produkují stroje od malých po velké pro vrtání, soustružení, frézování a broušení. Stroje jsou vyráběny v Evropě a kvalitou odpovídají severoamerickému trhu [12].

Kontakt :
DS Technology Inc.
7861 Palace Drive
Cincinnati, OH 45249 USA
Tel: 1-513-247-2590 1-513-247-2590
Fax: 1-513-247-2599
Email : sales@ds-technologyusa.com
Web : http://ds-technologyusa.com/

Pobočka v Německu :
Dörries Scharmann Technologie Bielefeld
Hofkamp 2, D
33719 Bielefeld - Německo
Tel: +49 (0)5 21/58 04-329 +49 (0)5 21/58 04-329
Fax: +49 (0)5 21/17 80 06

Vybraný stroj :

TFM

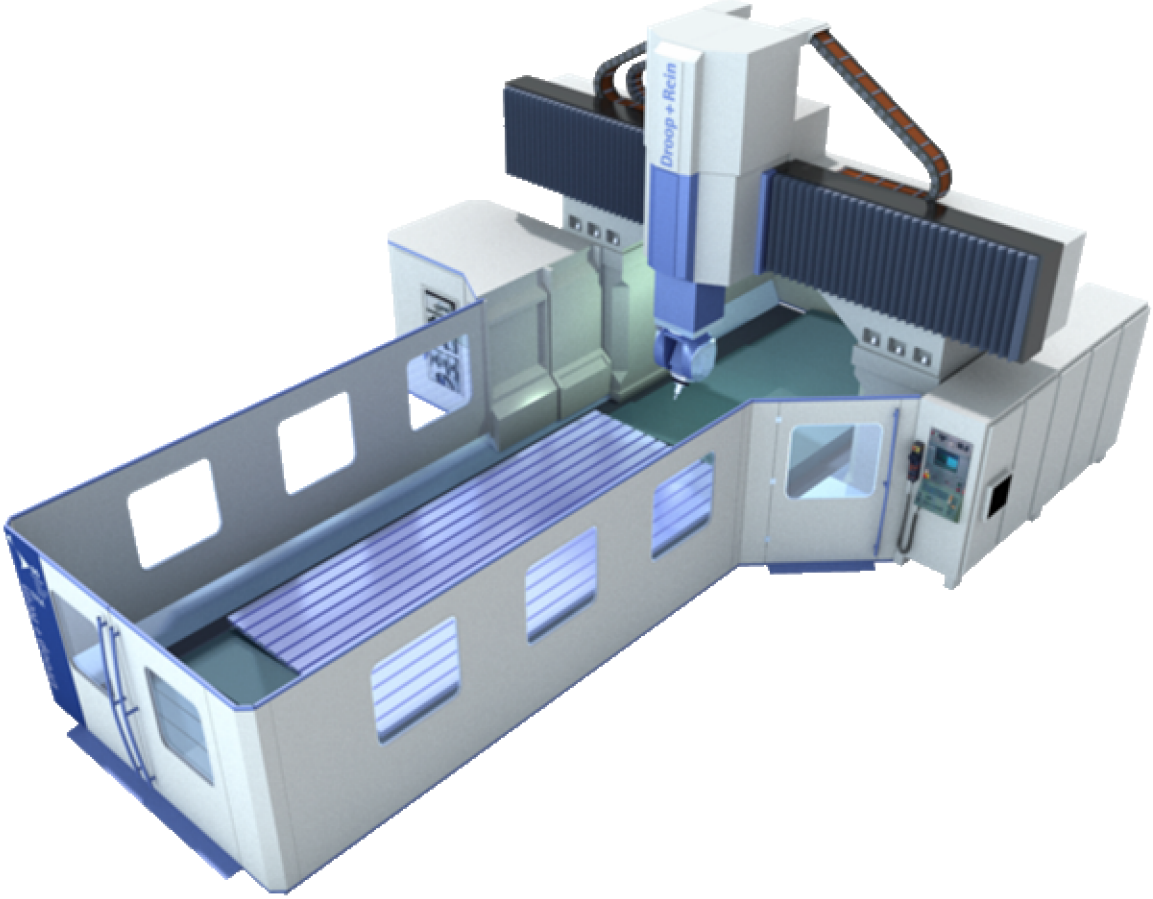
Pětiosé portálové obráběcí centrum se širokou nabídkou stolů, určené primárně pro silové hrubování a vysoce dynamické dokončování [12].

Parametry stroje :

- Výkon vřetena : 30 – 40 kW
- Otáčky vřetena : až 5 000 min^{-1}
- 4 typy stolů : podélný
  dva stoly
  otočný stůl
  rotační stůl
- 2 druhy vřeten : vřeteno 6 000 (100 – 6000 ot min^{-1})
  Vřeteno 18 000 (1000 – 18000 ot min^{-1})
- 2 druhy obráběcích jenotek : TFM “C“ (pětioké obrábění, plynulé ovládání
  TFM “P“ [12].

Tab. 4.1 Parametry stolů pro stroj TFM firmy Dörries [12].

podélný	šířka stolu	2 200 mm
	délka stolu	3 000 – 5 000 mm
	Y-posuv	2 750 mm
	X-posuv	3 500 – 5 500 mm
dva stoly	šířka stolu	2 200 mm
	délka stolu	2x 3 000 – 5 000 mm
	Y-posuv	2 750 mm
	X-posuv	4 200 – 5 700 (jeden stůl)
		7 000 – 12 000 (spojené stoly)
otočný	šířka stolu	1 800 mm
	délka stolu	2 200 mm
	otáčky	4 min^{-1}
	Y-posuv	2 750 mm
	X-posuv	2 400 mm
	A-natočení	n x 360°
rotační	průměr stolu	1 600 – 2 500 mm
	otáčky	250 min^{-1}
	zatížení	3 000 Nm
	Y-posuv	2 750 mm
	X-posuv	2 400 – 3 100 mm



Obr. 4.4 Stroj TFM od firmy Dörries [12].

4.2.4 Sachman

Firma Sachman, sídlící v Itálii produkuje obráběcí centra a vrtací stroje. Díky integraci s Jobs, čerpá firma výhod z vývoje, produkce a technické podpory pro své produkty v dané oblasti [13].

Kontakt :

Sachman
Via Masaccio, 15/A
I-42124 Reggio Emilia
Tel.: +39 0522 233311 +39 0522 233311
Fax.: +39 0522 511701
Email: info@jobs.it
Web: http://www.sachman.it/jobs/eng/profilo.html [13].

Vybraný stroj :

MP 212 HS

Obráběcí centrum s pohyblivými stojany [13].

Parametry stroje :

- Výkon vřetena : 40 – 50 kW
- Otáčky vřetena : až 4 000 – 6 000 min^{-1}
- Šířka stolu : 1 500 – 2 500 mm
- Délka stolu : 4 000 - 20 000 mm
- Svislý průchod : 2 000 – 4 000 mm [13].

Obr. 4.5 Stroj MP 212 HS od firmy Sachman [13].

4.2.5 Trimill a.s.

TRIMILL se specializuje hlavně na výrobu vysokorychlostních obráběcích center určených pro obrábění nástrojů, forem a zápustek a také pro produkci a letecký průmysl [14].

Kontakt :

TRIMILL, a.s.
Louky 304
764 32 Zlín
Česká republika
Tel: +420 577 112 111 +420 577 112 111
Fax: +420 577 112 129
Email: info@trimill.cz
Web: www.trimill.cz [14].

Vybraný stroj :

VM 4525

- možnost přizpůsobení pojezdu v ose X → 5.500, 6.500 mm, Y → 3.500 mm
- poloautomatická, příp. automatická výměna frézovacích hlav - obrábění s přímou, úhlovou nebo vidlicovou frézovací hlavou
- možná změna rozteče mezi čelem vřetene a stolem stroje dle potřeby zákazníka
- pevné části stroje jsou odlitky z minerálního betonu a hlavní pohyblivé části stroje jsou odlitky ze šedé, případně tvárné litiny
- automatický zásobník nástrojů
- systém odstraňování třísek
- kompletní krytování pracovního prostoru [14].

Parametry stroje :

Tab. 4.2 Parametry stroje VM 4525 od firmy Trimill [14].

TECHNICKÉ PARAMETRY TRIMILL *VM 4525*	
Přímá frézovací hlava	
Stálý výkon (S1/100%)	52 kW
Rozsah otáček	2 500 min^{-1}
Stálý kroutící moment (S1/100%)	1 000 Nm
Jmenovité otáčky	500 min^{-1}
Upínací kužel dle	DIN 69 893 HSK 100

Vidlicová frézovací hlava	
Stálý výkon (S1/100%)	25 kW
Rozsah otáček	10 000 min^{-1}
Stálý kroutící moment (S1/100%)	195 Nm
Jmenovité otáčky	1 230 min^{-1}
Upínací kužel dle	DIN 69 893 HSK 100
Úhlová 90° frézovací hlava	
Stálý výkon (S1/100%)	25 kW
Rozsah otáček	10 000 min^{-1}
Stálý kroutící moment (S1/100%)	195 Nm
Jmenovité otáčky	1 230 1/min
Upínací kužel dle	DIN 69 893 HSK 100
Pracovní pojezdy	
Osa X	4 500 (5 500, 6 500) mm
Osa Y	2 500 (3 500) mm
Osa Z	1 250 (1 400) mm
Osa B (naklápění hlavního vřetene ve vidlicové hlavě)	-50/+95°
Osa C (otáčení vidlicové frézovací hlavy)	+/- 182°
Rozteč upínací plocha stolu/čelo vřetene	max. 1 410 mm
Pracovní stůl	
Upínací plocha (X/Y)	4 500 x 2 800 mm
Hmotnost obrobku	max. 7 000 kg/m^2
T-drážky	22 mm H12
Rozteč T-drážek	250 mm
Rychlost posuvů	
Osa X	20 000 mm/min
Osa Y, Z	25 000 mm/min
Osa B	11 1/min
Osa C	20 1/min
Zrychlení os	
Osa X, Y a Z	1,5 m/s^2
Instalační údaje	
Hmotnost stroje	66 000 kg
Rozměry s dopravníkem třísek (D x Š x V)	8 350 x 8 050 x 5 700 mm

Obr. 4.6 Stroj VM 6525 od firmy Trimill, téměř identický se strojem VM 4525 [14].

4.2.6 Škoda mashine tool a.s.

ŠKODA MACHINE TOOL a.s. je přední světovou firmou s výrobou a montáží těžkých horizontálních frézovacích a vyvrtávacích strojů, těžkých soustruhů, otočných stolů, speciálního příslušenství a mnoha dalších produktů [15].

Kontakt :

ŠKODA MACHINE TOOL a.s.
Tylova 57
316 00 Plzeň
Česká republika
Tel: +420 378 132 788
Fax: +420 378 134 427
Email: info@cz-smt.cz
Web: www.cz-smt.cz [15].

Vybraný stroj :

HCW 3

Stroje řady ŠKODA HCW představují nejdokonalejší a technicky nejvyspělejší vyvrtávačky dosavadní produkce ŠKODA. Tyto stroje jsou k plné spokojenosti zákazníků nasazovány do provozů , kde využívají špičkovou technologii a vysokou produktivitu. Svým pracovním rozsahem, vysokým instalovaným výkonem a přesností jsou určeny pro výkonné a přesné obrábění těžkých a rozměrných obrobků frézováním, vrtáním a vyvrtáváním. Tyto stroje umožňují výstavbu speciálních pracovišť pro opracování rotorů turbogenerátorů, těžkých klikových hřídelů a dalších těžkých a tvarově náročných obrobků [15].

Parametry stroje :

Tab. 4.3 Parametry strojů řady HCW od firmy Škoda machina tool a.s. [15].

parametr	jednotky	HCW 1	HCW 2
průměr vřetena	mm	150/160	160/180/200
kužel	ISO	50	50/60
průřez rámu	mm	400x400	450x450
šířka vodících lišt lože	mm	1500	1800
šířka vodících lišt sloupů	mm	1250	1350
maximální příkon	kW I	71(114)	100(140)
	kW II		
maximální otáčky	ot min^{-1} A	3000	1600
	ot min^{-1} B		2000
	ot min^{-1} C		2500
maximální kroutící moment	Nm IA	7 000(11000)	17000(20000)
	Nm IB		14000(19000)
	Nm IC		11000(15000)
	Nm IIA		
rozsah převodů		3	3
pojezd v ose X	mm	od 2000	od 2500
pojezd v ose Y	mm	2000-4000	2500-5500
pojezd v ose W	mm	1000	1200
pojezd v ose Z	mm	1200	1300
pojezd v ose W+Z	mm	2200	2500
hodnoty posuvu			
X a Y osy	mm/min	0,5 20000	0,5 15000
Z a W osy	mm/min	0,5 15000	0,5 10000
posuvové síly v osách X, Y, Z	kN	35	60
posuvová síla v ose W	kN	30	50
hmotnost	kg	50000	80000

Tab. 4.4 Parametry strojů řady HCW od firmy Škoda machina tool a.s. [15].

parametr	jednotky	HCW 3	HCW 4
průměr vřetena	mm	200/225/250/260	260/280/300
kužel	ISO	60/50	60
průřez rámu	mm	520x520	680x680
šířka vodících lišt lože	mm	2400	3000
šířka vodících lišt sloupů	mm	1350	2000
maximální příkon	kW I	100(140)	129(180)
	kW II	129(180)	147(205)
maximální otáčky	ot min^{-1} A	1600	1400
	ot min^{-1} B	2000	1600
	ot min^{-1} C		
maximální kroutící moment	Nm IA	17000(24000)	32000(36000)
	Nm IB	14000(19000)	26000(36000)
	Nm IC		
	Nm IIA	24000(24000)	26000(36000)
rozsah převodů		3	3
pojezd v ose X	mm	od 3000	od 4000
pojezd v ose Y	mm	2500-7000	4000-10000
pojezd v ose W	mm	1400	1800
pojezd v ose Z	mm	1600	2000
pojezd v ose W+Z	mm	3000	3800
hodnoty posuvu			
X a Y osy	mm/min	0,5 15000	0,5 10000
Z a W osy	mm/min	0,5 10000	0,5 10000
posuvové síly v osách X, Y, Z	kN	60	60
posuvová síla v ose W	kN	50	60
hmotnost	kg	105000	135000

Volitelné příslušenství :

- Otočné stoly TDV,
- Frézovací hlavy pro HCW,
- Vyvrtávací hlavy pro stroje HCW [15].

Z otočných stolů volím TDV10 o velikost 5000x5000mm, pojezdem 3000mm a nosností až 250 tun. [15]

Obr. 4.7 Stroj HCW 2 od firmy Škoda machina tool a.s. [15].

4.2.7 Tyc s.r.o.

Strojírna Tyc, s. r. o. se prioritně zabývá produkcí a vývojem nových portálových center vlastního vývoje a konstrukce. Jedná se o plně řízená obráběcí centra a brusky na rovinné i tvarové plochy. Jako vedlejší činnost společnost nabízí modernizaci a generální opravy různých strojů [16].

Kontakt :

Strojírna Tyc s.r.o.
Dlouhá 17
338 05 Mýto
Česká republika
Tel: +420 371 750 591 +420 266 032 203
Fax: +420 371 750 129
Email: prodej@tyc.cz
Web: www.strojirna-tyc.cz [16].

Vybraný stroj :

FVP 4224 CNC

Frézovací a vrtací centrum modelové řady FVP je typickým představitelem portálové konstrukce s pojízdným stolem. Tento stroj našel uplatnění v širokém spektru technologických operací, kterými jsou například výroba forem, vrtání a vyvrtávání, dokončování výrobků z nejrůznějších materiálů. Stroj vyráběn pouze ve tříosém provedení s možností přidání úhlového technologického zařízení pro lehčí technologické operace [16].

Parametry stroje :

Tab. 4.5 Parametry stroje FVP 4224 CNC od firmy Tyc s.r.o. [16].

Rozměry stolu (šířka x délka)	mm	2 200x4 000
Zatížení stolu	kg	15 000
Pracovní zdvih podélný, osa X	mm	4 200
Pracovní zdvih příčný, osa Y	mm	2 400
Pracovní zdvih svislý, osa Z	mm	760 (1000)
Vzdálenost mezi stojany	mm	2 500
Vzdálenost čela vřetene a stolu	mm	145
Dutina vřetena	-	ISO 50, DIN 69871
Rozsah otáček	min^{-1}	20–4 000>>>
	min^{-1}	30–6 000
	min^{-1}	80–8 000
	min^{-1}	100–10 000
Výkon hlavního motoru (30 min. nepřetržitě)	KW	18,5–15
	KW	22–18,5
Rychloposuvy X, Y, Z	mm/min	15 000, 15 000, 12 000
	mm/min	20 000, 20 000, 15 000
Pracovní posuv	mm/min	1–5 000 (1–8 000)
Celkový příkon stroje	kVA	40 (45)
Délka x šířka x výška stroje	mm	11400x6500x4000(4630))
Hmotnost stroje	kg	33 000
Řídící systém	-	Heidenhain/Siemens

Tab. 4.6 Parametry nástrojů pro stroj FVP 4224 CNC od firmy Tyc s.r.o [16].

Zásobník nástrojů	ks	16/20/32/40
Max. průměr nástroje	mm	125 / 210
Max. délka nástroje	mm	350
Max. hmotnost nástroje	kg	18/20
Čas výměny	s	10/5,5

Obr. 4.8 Stroj FVP 4224 CNC od firmy Tyc s.r.o. [16].

4.2.8 Chang Chun Hsiung Enterprise Co., Ltd

Výrobce obráběcích center se sílem v Taiwanu [17].

Kontakt :

Chang Chun Hsiung Enterprise Co., Ltd.
113, Yung Yi Road, Taiping
Taichung Hsien - Taiwan
Tel: 886-4-2273-3363
Fax: 886-4-2273-3369
Email: changccb@ms36.hinet.net
Web: www.topchang.com.tw [17].

Vybraný stroj :

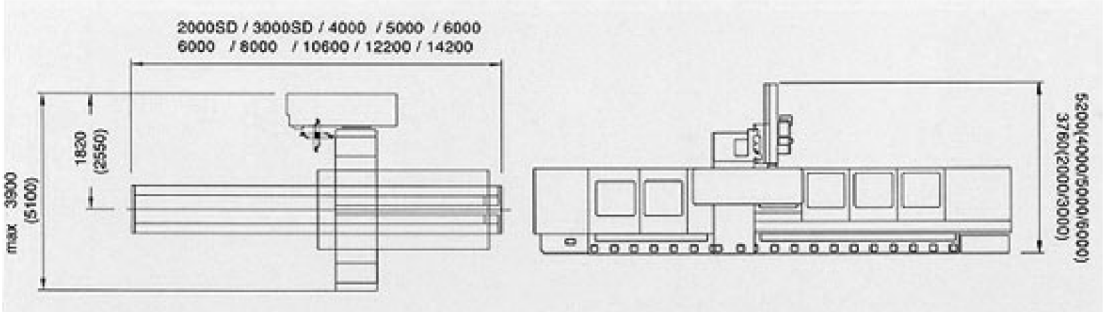
CDM-6000D

Parametry stroje :

Tab. 4.7 Parametry strojev CDM-6000D od firmy Chang Chun Hsiung Enterprise [17].

Popis		jenotky	CDM-6000D
Rozměry	Pojezd v ose X	mm	6000
	Pojezd hlavy v ose Y	mm	2500
	Pojezd hlavy v ose Z	mm	950
	Svislý průchod	mm	200-1150
	Vzdálenost sloupů	mm	2700
	Typ vodicích ploch		XYZ-typ do čtverce
			Y- typ schodišťový
Stůl	Pracovní plocha (délka x šířka)	mm	6100 x 2000
	Výška stolu od podlahy	mm	930
Vřeteno	Typ kuželu		MAS403
			BT-50
	Změna otáček		plynulá
	Otáčky vřetena	min^{-1}	40-6000
Posuvy vřetena	Rychlost posuvu stolu v ose X	mm/min	I.00
	Rychloposuv stolu v ose X	mm/min	10000
	Rychlost posuvu vřetena v ose Y	mm/min	I.00
	Rychloposuvu vřetena v ose Y	mm/min	10000
	Posuv vřetena v ose Z	mm/min	I.00
	Rychloposuv vřetena v ose Z	mm/min	10000
Přesnost	Minimální hodnota přírůstku dráhy	mm	0.001
	přesnost pozicování	mm	+0.005/300
	geometrická přesnost	mm	+0.003
Nástroje	počet nástrojů		40pcs
	systém výměny nástrojů		Dvoustranná výměna nástroje
	délka nástroje	mm	400
	průměr nástroje		ø125(ø230)
	maximální váha nástroje	kg	18
Motor	Výkon motoru (30 min.nepřetržitě)	FANUC	AC22/26
		kw Simens	AC22/30
Ostatní	hmotnost	kg	58600
	potřebná plocha pro stroj (L x W x H)	mm	15200 x 5100 x 4720
	maximální nosnost stolu	kg	15000
	Výkon		55KVA
	systém		FANUC 18MC, 18i Series SIMENS 810D, 840D Series

Obr. 4.9 Stroj CDM-6000D od firmy Chang Chun Hsiung Enterprise Co., Ltd. [17].



Obr. 4.10 Náročnost vybraného stroje na prostor [17].

5 TECHNICKO-EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH VARIANT A NÁVRH FINÁLNÍHO ŘEŠENÍ

Výběr nového obráběcího stroje musí splňovat zadané technologické parametry a dále musí být v průběhu určitého časového horizontu ekonomicky výhodný. Stroj musí být schopný obrábět v ideálním případě rychleji, přesněji, s minimálními prostoji mezi operacemi a musí být nenáročný na obsluhu a seřízení.

5.1 Vyhodnocení z hlediska technologického využití

Vybrané stroje by se daly rozdělit do dvou skupin. Jednak stroje, které obsáhnou všechny požadavky výroby, to znamená obrábění všech součástí, a jednak stroje, které zvládnou většinu požadavků výroby, vyjma velkých dílů. Vzhledem k faktu, že firma Žďas a.s. disponuje středně velkými stroji, přikláním se k první variantě a to výběru stroje, který obsáhne kompletní výrobu včetně velkých dílů.
Za nejdůležitější kritérium volím velikost stolu pro obrábění a výkon vřetene. Ze všech osmi vybraných strojů splňují podmínku pouze stroje **Atlas 3RP** od firmy Innse Bernardi Spa., **Powertec** od firmy Waldrich Coburg a **HCW 3** od firmy Škoda machine tool. Porovnání základních parametrů všech strojů uvádí Tab. 5.1 Porovnání vybraných strojů vzhledem k požadovaným parametrům (část 1) a Tab. 5.2 Porovnání vybraných strojů vzhledem k požadovaným parametrům (část 2). Barevně jsou vyznačeny vyhovující parametry na základě požadavků uvedených v kapitole 4.1.1 Technické požadavky stroje.
Po zohlednění i ostatních parametrů jako svislý průchod a otáčky vřetena, dostáváme pouze jediný stroj vyhovující zadaným podmínkám a tím je stroj **Powertec** od firmy **Waldrich Coburg** :

- Výkon vřetena : 80 kW
- Otáčky vřetena : 4000 min^{-1}
- Velikost stolu : 3 500 x 6 000 mm
- Svislý průchod : 3 500 mm
- Maximální nosnost stolu : 100 000 kg
- Vzdálenost mezi sloupy : 4 000 mm
- Celkové rozměry stroje : 17 000 x 12 500 x 8 500 mm (d x š x v)
- CNC systém : Siemens Sinumerik 840D

Po technicko – provozní stránce tento stroj plně vyhovuje jako jediný.

Tab. 5.1 Porovnání vybraných strojů vzhledem k požadovaným parametrům (část 1)
Pozn.: Barevně zvýrazněny vyhovující parametry

	parametr	výkon vřetena	otáčky vřetena	velikost stolu	svislý průchod	řídící systém	příslušenství
	jednotky	[kW]	[min^{-1}]	[mm]	[mm]	[mm]	[-]
	požadované parametry	70-110	3500-4500	4000x6000	2500-3000	Mefi 800	
firma	stroj						
INNSE BERARDI SpA	**Atlas 3RP**	80-100	2500-4830	5000x8000	2000-2500		frézovací hlava, zásobník nástrojů, výměník nástrojů, sondy
WALDRICH COBURG GmbH	**PowerTec**	80-105	4000-8000	4000x6000	1500-4000	Siemens Sinumerik	pravoúhlé a univerzální nástrojové hlavy, redukce ISO60/ISO50
DS Technology Inc.	**TFM**	30-40	až 5000	2200x5000	2750		4 druhy stolů, 2 druhy vřeten, 2 druhy obráběcích jednotek
Sachman	**MP 212 HS**	40-50	4000-6000	2500x8000	2000-4000		

Tab. 5.2 Porovnání vybraných strojů vzhledem k požadovaným parametrům (část 2)
Pozn.: Barevně zvýrazněny vyhovující parametry

	parametr	výkon vřetena	otáčky vřetena	velikost stolu	svislý průchod	řídící systém	příslušenství
	jednotky	[kW]	[min^{-1}]	[mm]	[mm]	[mm]	[-]
	požadované parametry	70-110	3500-4500	4000x6000	2500-3000	Mefi 800	
firma	stroj						
TRIMILL, a.s.	**VM 4525**	52	2500	2800x4500	2500		automatická výměna hlav, automatický zásobník nástrojů, systém odstraňování třísek
ŠKODA MACHINE TOOL a.s	**HCW 3**	100-140	1600-2000	5000x5000	1600	Siemens Sinumerik	různé velikosti stolů, různé typy frézovacích hlav, vyvrtávací hlavy
Tyc s.r.o.	**FVP 4224 CNC**	22	až 6000	2200x4000	1000	heidenhein/siemens	zásobník nástrojů
Chang Chun Hsiung Enterprise Co., Ltd.	**CDM-6000D**	30	až 6000	2000x6100	1150	Fanuc 18 MC	různé typy hlav

5.2 Vyhodnocení zvolené varianty z ekonomického hlediska

Volba nového stroje s sebou nese náklady na pořízení, ovšem z hlediska dlouhodobého horizontu také úspory na vynaloženou energii na provoz, zvýší se produktivita a přesnost obrábění a výrobní kapacita. Celkově se dá počítat s návratností řádově v několika letech.

5.2.1 Zvýšení produktivity

Po zprovoznění nového CNC stroje **Powertec** od firmy **Waldrich Coburg** dojde ke zvýšení produktivity práce a předpokládají se následující úspory :

- Zvýšení produktivity až o 100% v důsledku úspor vedlejších časů při upínání součástí za provozu stroje (vzhledem k možnostem stolu).
- Zvýšení produktivity až o 200% v důsledku obrobení na jedno upnutí.
- Úspora až 40% strojního času díky souvislému CNC řízení. V případě vhodné optimalizace programů lze docílit i vyšších úspor.

Vzhledem k různorodost obráběných součástí není možné stanovit přesnější zvýšení produktivity, ovšem lze stanovit, že celková hodnota zvýšení produktivity se bude pohybovat mezi 100 až 400%.
Dále je nutno konstatovat, že v žádném případě se nedoporučuje stroj bez CNC řízení. Firma Žďas a.s. disponuje v současné době dostatečným množstvím konvenčních strojů, které se mohou dále podílet na určitých oblastech výroby, avšak pro budoucí perspektivu výroby jsou nedostatečné.

5.2.2 Výrobní kapacita

Předpokládá se plné využití stroje v třísměnném provozu a vzhledem k faktu, že se jedná o nový stroj, nepředpokládá se v dohledné době žádná poruchovost, která by výraznějším způsobem ovlivnila výkonnost stroje a narušila plynulý tok výroby.

5.2.3 Potřeba pracovníků

Obsluha navrženého stroje pro třísměnný provoz :

- 3 jednicoví dělníci
- 1 režijní dělník – může být společný pro více strojů vzhledem k vytíženosti (seřizovač)
- 1 programátor – doporučuji pouze pro tento stroj

Primárním úkolem programátora je tvorba řídících programů a jejich optimalizace přímo na stroji. Simulace zabezpečí práci bez zbytečných kolizí nástrojů a zaručí práci bez zmetků. Dále musí stanovit a zajistit nástroje pro obrábění, vést jejich databázi a archivovat technická data z provozu stroje.

5.3 Finanční náročnost zvolené varianty

Základní provedení zvoleného stroje :

PowerTec 4000 AT-M2	**3 860 000** Euro

Základní doporučené příslušenství :

Automatický výměník nástrojů (90 pozic)	**490 000** Euro
Horizontální nástrojová hlava 80kW, typ HS 700C 800	**110 700** Euro
Vertikální nástrojová hlava 40kW, typ VS 200C 950	**54 300** Euro
Univerzální nástrojová hlava 63kW, typ USP 300C 450	**240 500** Euro
Záznamník dat	**7 000** Euro
Instalace stroje	**195 000** Euro
Měřící vybavení Renishaw	**23 600** Euro
Redukce ISO 60/ ISO 50	**12 100** Euro
Detekce poškozených nástrojů	**18 100** Euro
Cena celkem	**5 011 300 Euro**

Pozn. : Uváděné údaje k 02/2010.

5.4 Ekonomické možnosti firmy Žďas a.s.

Rozvaha v plném rozsahu ke dni 31.12.2008 v tisících Kč. : [19]

Aktiva		Pasiva	
Dlouhodobý majetek	1 735 252	Vlastní kapitál	2 314 106
Oběžná aktiva	2 390 871	Cizí zdroje	1 817 036
Náklady příštích období	5 099	Výdaje příštích období	80
Σ aktiva	4 131 222	Σ pasiva	4 131 222

Výsledek hospodaření před zdaněním k 31.12.2007 :

386 171 000 Kč [19]

Výsledek hospodaření před zdaněním k 31.12.2008 :

503 915 000 Kč [19]

Výsledek hospodaření před zdaněním k 31.12.2009 :

104 470 000 Kč [19]

Pro financování vybrané varianty stroje je doporučován úvěr u některé renomované banky.

5.5 Návrh finálního řešení

Návrh stroje **Powertec** od firmy **Waldrich Coburg**, detailněji popsaného v kapitole 4. Návrh modernizace strojního vybavení ve více variantách, podkapitola 4.2.2. Waldrich Coburg, je plně doporučen pro realizaci ve firmě Žďas a.s. Tento stroj zaručí firmě dostatečnou budoucí perspektivu a zvýšenou výkonnost.
Dále je doporučováno dle finančních možností firmy provést generální opravy stávajících konvenčních strojů a aplikace CNC systémů na tyto stroje. Výroba získá na přesnosti, pružnosti a zaručí i dostatečný komfort pro dělníky.
V poslední řadě se doporučuje provést navrhované změny v kapitole 3.2. Kritická místa ve výrobě. Tyto změny dopomohou k plynulejšímu toku materiálu a odstraní nedostatky současné výroby.

ZÁVĚR

Modernizace strojního parku je dlouhodobá záležitost a obsahuje několik jednotlivých kroků.

- V první řadě bylo potřeba navštívit firmu Žďas a.s. a seznámit se s danou výrobou, podmínkami na dílně a možnostmi firmy. Byly stanoveny některá úzká místa, na které bylo poukázáno v předchozích kapitolách a kterými jsou především zastaralost a opotřebovanost strojů. Dále bylo nutné se rozhodnout, jakou cestou modernizace se bude práce v daném případě ubírat. Byly zváženy alternativy komplexní přestavby daného provozu, nebo menších a méně náročných úprav jak na finance, tak na čas a prostor. Vzhledem k faktu, že tok materiálu je řešen vhodným způsobem a nachází se zde jen několik úzkých míst, byla komplexní přestavba celé sekce výroby zamítnuta.

- V další části diplomové práce byla řešena analýza výše zmiňovaných úzkých míst a byly doporučeny některé přesuny strojů pro plynulejší tok materiálu v určitých oblastech a také generální opravy těchto strojů. Po těchto opravách by měly stroje opět spolehlivě splňovat nároky, které jsou na ně kladeny.

- Jedna skupina strojů však není využita dostatečným způsobem, proto je zde navržen k instalaci nový stroj. Další část této práce proto obsahuje výběr možných strojů jak z řad českých výrobců, tak zahraničních. Dalo by se vybírat z možnosti pořídit více menších strojů a nebo jeden velký, ovšem s přihlédnutím k současnému strojovému parku firmy byla zvolena možnost jednoho velkého stroje. Zadaným vstupním požadavkům na nový stroj vyhovuje pouze jediný stroj a to PowerTec 4000 AT-M2 od firmy Waldrich Coburg.

- Celkové náklady na pořízení včetně instalace se pohybují okolo 5 000 000 Euro, ovšem dojde ke zvýšení produktivity o 100 - 400% dle hrubých předběžných odhadů z parametrů stroje. Ve výsledku je tento stroj plně doporučen k realizaci i přes vyšší náklady na pořízení, než by bylo u ostatních stojů na výběr. Tento stroj zaručí firmě dostatečnou výkonnost a perspektivu.

V žádném případě ovšem nemohou být doporučeny stroje bez CNC řízení, vzhledem k budoucímu vývoji firmy a i ke stávajícím strojům je doporučeno doinstalovat CNC systémy pro jednodušší ovládání.

Časová náročnost celé modernizace se pohybuje řádově v letech a záleží především na finančních možnostech firmy.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. *ŽĎAS a.s.* [online]. [2000] [cit. 2009-06-23]. Dostupný z WWW: <http://www.zdas.cz/cs/index.aspx>.

2. *ŽĎAS a.s. - Historie* [online]. [2000] [cit. 2009-06-23]. Dostupný z WWW: <http://www.zdas.cz/cs/content.aspx?catid=47>.

3. *ŽĎAS a.s. - Metalurgie* [online]. [2000] [cit. 2009-06-23]. Dostupný z WWW: <http://www.zdas.cz/cs/content.aspx?catid=6>.

4. *ŽĎAS a.s. - Tvářecí stroje* [online]. [2000] [cit. 2009-06-23]. Dostupný z WWW: <http://www.zdas.cz/cs/content.aspx?catid=7>.

5. *ŽĎAS a.s. - Zařízení pro zpracování válcovaných výrobků* [online]. [2000] [cit. 2009-06-23]. Dostupný z WWW: <http://www.zdas.cz/cs/content.aspx?catid=8>.

6. *ŽĎAS a.s. - Služby* [online]. [2000] [cit. 2009-06-23]. Dostupný z WWW: <http://www.zdas.cz/cs/content.aspx?catid=11>.

7. *ŽĎAS a.s. - Lisovací nástroje - nástrojárna* [online]. [2000] [cit. 2009-06-23]. Dostupný z WWW: <http://www.zdas.cz/cs/content.aspx?catid=10>.

8. *ŽĎAS a.s. - Reference* [online]. [2000] [cit. 2009-06-23]. Dostupný z WWW: <http://www.zdas.cz/cs/content.aspx?catid=46>.

9. AB SANDVIK COROMANT - SANDVIK CZ s.r.o. Přírucka obrábění - Kniha pro praktiky.Přel. M. Kudela. 1. vyd. Praha, Scientia, 1997. Přel. z: Modern Metal Cuttig - A Practical Handbook. ISBN 91-97 22 99-4-6

10. *Innse-Berardi Machine Tools - Atlas 3RP* [online]. [2000] [cit. 2009-03-23]. Dostupný z WWW: <http://www.innse-berardi.com/innse-berardi/content/view/521/561/lang,en/>.

11. *Waldrich Coburg - Products – PowerTec* [online]. [2000] [cit. 2009-03-23]. Dostupný z WWW: <http://www.waldrich-coburg.de/products/Produkte-en/PowerTec.htm>.

12. *Dörries Scharmann Technologie GmbH - TFM* [online]. [2000] [cit. 2009-03-23]. Dostupný z WWW: <http://www.ds-technologie.de/v3/products/index.php?id=17&group_id=5>.

13. *Jobs* [online]. [2000] [cit. 2009-03-23]. Dostupný z WWW: <http://www.sachman.it/jobs/eng/sachman_montante_mobile.html>.

14. *TRIMILL machine tool - TRIMILL VM 4525* [online]. [2000] [cit. 2009-03-23]. Dostupný z WWW: <http://www.trimill.cz/cz/produkty/71-trimill-vm-4525.html>.

15. *Horizontální frézovací a vyvrtávací stroje Škoda HCW | ŠKODA MACHINE TOOL a.s.* [online]. [2000] [cit. 2009-03-23]. Dostupný z WWW: <http://www.cz-smt.cz/hcw.html>.

16. *Strojírna Tyc s.r.o.* [online]. [2000] [cit. 2009-03-23]. Dostupný z WWW: <http://www.strojirna-tyc.cz/?page=devel_prog&subpage=fvp>.

17. Chang Chun Hsiung Enterprise Co., Ltd. [online]. [2000] [cit. 2009-03-23]. Dostupný z WWW: <http://changchunhsiung.taiwansource.com/double-column-machining-center-cdm6000d.htm>.

18. Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences - Advanced ceramics: evaluation of the mechanism of stock removal and ground surface quality. [online]. [2000] [cit. 2009-04-31]. Dostupný z WWW: <http://www.scielo.br/img/fbpe/jbsms/v23n1/a02fig08.gif >.

19. Výkaz zisku a ztráty. In *Žďas a.s. výroční zpráva*. [s.l.] : [s.n.], 2008. s. 8.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Zkratka/Symbol	Jednotka	Popis
F	N	řezná síla
v_c	m/min	řezná rychlost
F_c	N	řezná složka řezné síly
F_p	N	pasivná složka řezné síly
F_F	N	posuvová složka řezné síly
A (A_D)	mm^2	kolmý průřez třísky ke směru obrábění
t	°C	teplota
f	mm	strojní posuv