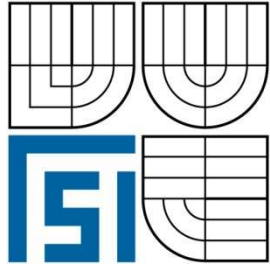


**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ**  
**ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE**

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

## **PROJEKT GENERELU ZÁVODU**

**GENERAL LAY OUT PLAN**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**EMIL BLAHÁK**

**VEDOUcí PRÁCE**  
SUPERVISOR

**prof. Ing. BOHUMIL HLAVENKA, CSc**

BRNO 2010

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie  
Akademický rok: 2009/2010

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

student: Emil Blahák

který studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojírenská technologie (2303R002)**

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

### **Projekt generelu závodu.**

v anglickém jazyce:

### **General lay out plan**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Na základě prognostických metod a rozboru současného stavu a vývojových tendencí je nutno sestavit generální plán podniku na příští pětiletí a to hlavně v oblastech: výrobní program, technologie, plochy a stroje a zařízení.

Cíle bakalářské práce:

Generel by měl obsahovat:

- úvod a formulaci problému
- vývoj výroby v minulých letech
- přehled současného stavu
- prognózu výrobního programu, technologií, strojů a zařízení, ...
- návrh generelu ploch, technologie, pracovního obsazení, energetiky a dopravy
- závěrečné zhodnocení návrhu

Seznam odborné literatury:

HLAVENKA, B. Projektování výrobních systémů, Brno: CERM, s.r.o., 2005

HLAVENKA, B. Manipulace s materiálem, Brno: CERM, s.r.o., 2001

VÍGNER, M., ZELENKA, A., RÁL, M. Metodika projektování výrobních procesů, Praha: SNTL, 1998

MÍLO, P. Technologické projektování v praxi, Praha: SNTL, 1990

MUTHER, R., HAGANAS, K. Systematické navrhování manipulace s materiálem, Praha: SNTL, 1989

Prospekty a katalogy strojů a zařízení a manipulačních prostředků

Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Bohumil Hlavenka, CSc.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2009/2010.

V Brně, dne 13.11.2009

L.S.

---

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.  
Ředitel ústavu

---

doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.  
Děkan fakulty

## ABSTRAKT

Tématem této bakalářské práce je komplexní generel vybrané firmy z Jihomoravského kraje. V první části se zabývá vývojem výroby v období od vzniku až do současnosti a jsou zde popsány některé nedostatky a problémy nynějšího stavu. V další části se práce zaměřuje na odstranění těchto nedostatků a na návrhy variant možného budoucího uspořádání závodu včetně úprav výrobního programu, technologie a efektivnosti výroby vzhledem k předpokládaným investičním možnostem firmy.

### Klíčová slova

Technologické projektování - generel

## ABSTRACT

The theme of this thesis is a comprehensive master plan of a selected firm from South Moravia. The first part deals with the development of production in the period from inception until today and describes some of the shortcomings and problems of the current situation. The next part of the thesis tries to eliminate these deficiencies and suggests possible future configuration options including factory production editing program, technology and production efficiencies due to the expected business investment opportunities.

### Key words

General lay out plan

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

BLAHÁK, Emil. *Projekt generelu závodu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 48 s., 3 přílohy.  
Vedoucí bakalářské práce prof. Ing. Bohumil Hlavenka, CSc.

**Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Projekt generelu závodu vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Datum 25.5.2010

.....

Emil Blahák

## **Poděkování**

Děkuji tímto panu prof. Ing. Bohumilu Hlavenkovi, CSc. za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce a panu Ing. Jaroslavu Teplému za zpřístupnění potřebných informací.

**OBSAH**

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE .....	2
Abstrakt .....	4
Poděkování.....	6
Obsah.....	7
Úvod .....	9
1 TECHNOLOGICKÉ PROJEKTOVÁNÍ .....	10
1.1 Generel závodu .....	11
1.2 Projekty výrobních systémů (seskupení) .....	12
2 UVEDENÍ DO PROBLEMATIKY .....	13
3 PROFIL SPOLEČNOSTI .....	14
4 VÝVOJ VÝROBY V MINULÉM OBDOBÍ .....	15
4.1 Výroba nových strojů a zařízení v období 2006-2009 .....	16
4.2 Hospodářské výsledky výroby v období 2006 – 2009.....	16
4.3 Stavby zaměstnanců v letech 2005 – 2009 .....	17
4.4 Energetika .....	17
4.5 Kooperace .....	18
5 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU .....	19
5.1 Zaměstnanci .....	19
5.2 Plochy .....	20
5.3 Strojní vybavení.....	21
5.4 Technologie .....	23
5.4.1 Povrchové úpravy.....	23
5.4.2 Montáž .....	23
5.4.3 Zkušebna .....	24
5.4.4 Kooperace .....	24
5.5 Manipulace s materiálem.....	25
5.5.1 Technologický tok materiálu.....	25
5.5.2 Vnitroobjektové manipulační prostředky .....	26
5.5.3 Meziobjektová manipulace s materiálem .....	27
6 PROGNOZY VÝROBNÍHO PROGRAMU, TECHNOLOGIÍ.....	28
A STROJNÍHO ZAŘÍZENÍ .....	28
6.1 Výrobní program .....	29
6.1.1 Vodní turbíny.....	29
6.1.2 Generátory, asynchronní a synchronní motory .....	30
6.1.3 Ocelové konstrukce .....	31
6.2 Technologie .....	32
6.3 Strojní zařízení .....	32
6.4 Kooperace .....	32
7 NÁVRH GENERELU .....	33
7.1 Generel závodu .....	33
7.1.1 Výpočet pomocí nepřímých ukazatelů.....	33
7.1.2 Výpočet generelu pomocí přímých a nepřímých ukazatelů .....	36
7.1.3 Generel – varianta 1 .....	39
7.1.4 Generel – varianta 2 .....	39
7.2 Technologie .....	39
7.2.1 Dělení materiálu .....	39

7.2.2 Montáž .....	40
7.2.3 Zkušebna .....	41
7.3 Energetika .....	42
7.3.1 Elektrická energie.....	42
7.4 Doprava .....	42
7.4.1 Meziobjektové manipulační prostředky .....	42
Závěr .....	43
Seznam použitých zdrojů .....	44
Seznam použitých zkratk a symbolů.....	45
Seznam příloh.....	47



## ÚVOD

Areál závodu se rozkládá v jižní části krajského města v blízkosti dvou dopravních tepen – dálnice D1 a železničního koridoru. Je ohraničen na východě a jihu železniční tratí, na západě zástavbou rodinných domků obce a na severní straně ústí do ulice, kde se nachází vstupní brána s vrátnicí.

Do tohoto prostoru vstoupila firma v roce 1996 jako jeden z nájemců části jedné haly. Původně využívala pronajatou plochu ke skladování opravovaných strojů a zařízení a k drobným pracem opravárenského charakteru. V roce 2001 byl v aukci kompletně zakoupen. Jako první byl dán důraz na zrekonstruování budov pro jejich značnou celkovou zchátralost, zatékání do objektů a také z důvodu neexistence sociálního zařízení v jednotlivých provozech. Dalším argumentem pro renovaci byly velké energetické ztráty způsobené netěsnostmi oken a vrat, které již nevyhovovaly soudobým standardům. Výsledkem těchto rozhodnutí je sice zrenovovaný areál, ovšem bez plánovitého řízení byla rozmístěna některá pracoviště, jako například přípravné prostory pro povrchovou úpravu a lakovna, do vnitřku montážní haly, čímž se zhoršila kvalita pracovního prostředí montáže.

Dalším nedostatkem je rozmístění dílen a pracovišť v halách, které není optimální, manipulace s materiálem ve výrobních prostorách i mezi objekty. Úkolem této bakalářské práce je na základě prognostických metod a rozborů současného stavu a vývojových tendencí sestavit generální plán podniku na příští pětiletí a to hlavně v oblastech výrobního programu, pracovního obsazení, technologie, ploch, strojů a zařízení.



Obr. 1.1 Letecký pohled na areál podniku [6].

## 1 TECHNOLOGICKÉ PROJEKTOVÁNÍ

Technologické projektování je obor, ve kterém je využíváno teoretických poznatků z matematiky, fyziky, logiky, technologie, ergonomie, atd. [ 1 ]

Popřední analytici procesů navrhování si často kladou otázku, jestli proces navrhování v nejrůznějších sférách lidské aktivity je uměním, vědou nebo specifickou oblastí matematiky. Z hlediska požadavků a charakteru procesu navrhování ve strojírenství se nejmýstižněji jeví úvahy J. Ch. Jonese, který uvádí: „ ...je možné říci, že navrhování jako takové není možné spojovat ani s uměním, ani s vědou, ani s matematikou. Je to složitý druh činnosti, v kterém úspěch závisí na správném spojení všech třech uvedených prostředků poznání; je velmi malá pravděpodobnost dosažení úspěchu cestou ztotožnění procesu navrhování jen s jedním z nich“. Je potřebné ještě dodat, že základní rozdíl je spjat s časovými vztahy. Pracovníci z oblasti umění a vědy mají co dočinění s fyzickým světem (reálným nebo symbolickým) v takové podobě, v jaké existuje v současné době, ale matematici operují s abstraktními vztahy, které nezávisí na kalendářním čase. Návrháři (konstruktéři, designéři, technologové) jsou vždy nuceni respektovat reálnou skutečnost, existující pouze ve vymyšlené budoucnosti, a hledat cesty k přetvoření pro život aplikovaných předvídaných objektů. Návrhář (v předcházejícím pojetí), aby mohl předvídat budoucí řešení, musí v dostatečné míře poznat současný stav v dané sféře (the state of art). Aby toto zvládnul, musí se vyznačovat vlastnostmi vědce – skepticismem, uměním připravit experiment, správně ho uskutečnit a objektivně analyzovat výsledky. [ 4 ]

Stálý rozvoj výrobního programu a nutné výrobkové inovace určují zpravidla hlavní rysy rozvoje výrobní základny strojírenského podniku. Rovněž neustále se zvyšující objemy strojírenské výroby, jakož i zvyšující se pracovní tempo, produktivita práce a technická úroveň výrobků mají zásadní dopady nejen do oblasti organizace práce, ale vedou též k nutné kontinuální inovaci výrobní základny strojírenského podniku. [ 2 ]

Technologický projekt, kterým je taková realizace investičního charakteru, modernizace nebo racionalizace řešena, musí pak nutně obsahovat komplexně všechny faktory, nutné pro uskutečnění plánované výroby. Počínaje pokrokovou technologií s udáním operačních časů, splněním požadavků racionálního rozmístění a co nejvýhodnějšího hmotného toku, optimálního počtu výrobních zařízení a jejich využití, organizace pracoviště, mezioperační dopravy a skladování, jakož i nezbytné podmínky vytváření pracovního prostředí a

bezpečnosti práce – toto všechno jsou dílčí úkoly, které musí být obsahem technologického projektu, zajišťujícího realizaci uvažovaného záměru. [ 2 ]

Cíl, který musí současně technologický projektant při vytváření technologického projektu daného výrobního systému sledovat je též vyvážení výrobního programu s výrobním profilem systému tak, aby ekonomický efekt výroby byl z podnikového hlediska maximální. [ 2 ]

## 1.1 Generel závodu

Generel závodu je vlastně základní plán závodu, sloužící jak v etapě výstavby nového závodu, tak v údobích reorganizace a rozšiřování výroby. Generel řeší všechny základní vzájemné vztahy závodů na základě bilancí informací. Základem pro návrh generelu je výrobní program závodu, technologie a efektivnost výroby. Při stavbě generelu by se měl nejdříve sestavit plán ideálního stavu a ten pak s ohledem na konkrétní situaci a investiční možnosti upravit na reálný generel závodu. [ 1 ]

Komplexní generel obsahuje:

- generel výroby (technologie, ekonomika, řízení),
- generel urbanistický (zastavovací plán, zeleň),
- generel komunikací (vlečky, cesty),
- generel vodohospodářský (voda, kanalizace, čistička)
- generel energetický (elektro, teplo, plyny). [ 1 ]

V rámci vytvoření dobrých výrobních, pracovních, hygienických a bezpečnostních podmínek členíme v generelu plochu závodu na zóny:

- **hlavní výroby** (provozy hutní výroby, obrobny, montáže, zkušebny, podílející se na výrobě finálních výrobků závodu),
- **pomocných a obslužných výrob** (výroba, oprava a ostření náradí, údržba strojů, zařízení, budov, doprava, výroba a rozvody tepla, elektrické energie stlačeného vzduchu a technických plynů, vodní hospodářství, shromažďování a likvidace odpadů),
- **správní** (kanceláře pracovníků, kteří nemusí být bezprostředně ve styku s výrobou),
- **skladovací** (sklady polotovarů, subdodávek, režijního materiálu, pohonných hmot i hotových výrobků),
- **sociální** (stravovací zařízení, zařízení lékařské péče, v monoblokovém řešení závodu i šatny a umývárny). [ 1 ]

## 1.2 Projekty výrobních systémů (seskupení)

Na rozdíl od generelů, které se sestavují před výstavbou nového závodu na období 20 až 50 let do budoucnosti a přehodnocují se v dlouhodobých periodách, je nutno s ohledem na plány výroby, změny v sortimentu a inovaci výrobků přehodnocovat situaci ve výrobě s přihlédnutím k seskupení ploch v závodě, provozech a dílnách cca v obdobích odpovídajících cyklu střednědobých plánů (5 let). [ 1 ]

Práci hrubého plošného řešení a základního bilancování budeme říkat projektování výrobních systémů nebo řešení výrobních seskupení. V dalších částech se již nebudeme věnovat řešení seskupení celého závodu, ale obrátíme pozornost k nižším výrobním seskupením – provozům (haly). [ 1 ]

Úkolem je vyřešit hlavní vztahy v projektovaném objektu – závod, provoz, (dílna) tj. :

- řešení kapacitních potřeb,
- řešení hrubé technologie, ploch a manipulace s materiálem,
- řešení organizace a řízení,
- řešení ekonomiky a nákladů na realizaci. [ 1 ]

Tyto projekty obvykle obsahují:

- základní technickou zprávu, v níž jsou následující globální údaje a bilance:
  - údaje o výrobcích a jejich technologii,
  - údaje o plánu výroby,
  - kapacitní bilance strojů a zařízení, pracovníků, ploch, energií, materiálu,
  - údaje o organizaci a řízení,
  - ekonomické hodnocení;
- grafické návrhy výrobních seskupení ( tyto výkresy určují hrubé rozdělení a rozmístění výroby (plochy včetně pomocné výroby a obslužného hospodářství). Zpracovávají se obvykle v měřítku 1:200 a je v nich vyznačeno především:
  - modulární systém objektu (haly),
  - rozmístění ploch (popř. rozhodujících zařízení),
  - jeřábová, železniční a ostatní manipulační situace včetně materiálového toku,
  - kanály rozvodu energií a sběru třísek. [ 1 ]

## 2 UVEDENÍ DO PROBLEMATIKY

Praktická část této bakalářské práce je zaměřena na projekt generelu v konkrétním závodě. Jako podklad pro výpočet generelu jsem nezvolil reprezentanta, protože v tomto podniku je zavedena kusová výroba poměrně složitých strojů a zařízení s velkým počtem různorodých součástek. Z tohoto důvodu jsem zvolil pro výpočet metodu přibližného výpočtu podle nepřímých ukazatelů.

Níže v práci jsou provedeny výpočty teoretické plochy potřebné k zajištění výroby nových strojů a zařízení, pracovníků, teoretického počtu strojů, manipulační techniky a dopravy. Dále jsou zde studie uspořádání budoucího závodu na základě prognostických metod a rozborů současného stavu a vývojových tendencí. Skutečné počty pracovníků a plochy jsou však větší z důvodu rozšířeného výrobního programu o opravy motorů, generátorů a vodních turbín, které se v tomto závodě souběžně provádí.

### 3 PROFIL SPOLEČNOSTI

Akciová společnost byla založena v roce 1991. Její zakladatel se zaměřil původně na opravy elektrických motorů. Postupně byl výrobní program rozšiřován o další strojírenské obory se zaměřením na výrobu a opravy veškerých energetických zařízení. V současné době firma vyrábí všechny druhy vodních turbín včetně příslušenství. Kromě výroby nových zařízení zajišťuje opravy a rekonstrukci starších strojů, diagnostická měření, komplexní revize turbín vodních i parních včetně příslušenství, opravy po havárii, běžné, střední a generální opravy, rekonstrukce a modernizace, výměnu manuální regulace za automatickou. Dále její činnost spočívá v revizích, opravách, převíjení a rekonstrukcích elektrických strojů točivých. Mimo výše uvedené rovněž zajišťuje výrobu různých technologických celků, ocelových konstrukcí, rámu atp. Využívají se přitom nejmodernější dostupné technologie. Velice prospěšnou se v tomto směru jeví spolupráce s katedrou vodních strojů při VUT Brno. Zákazníkům a uživatelům přináší kvalitní služby s vysokou přidanou hodnotou. Hlavní důraz je přitom kladen na úroveň technologických řešení a know-how týmu, který v současné době tvoří 110 stálých pracovníků s dlouholetými zkušenostmi v oboru.

Od roku 2001 má společnost k dispozici vlastní výrobní areál. V témže roce byl zaveden systém řízení jakosti, jenž odpovídá ČSN EN ISO 9001:2001. V roce 2005 byl zaveden systém environmentu, jenž odpovídá ČSN EN ISO 14001. Tyto skutečnosti zvyšují prestiž firmy i na mezinárodní scéně a významně přispívají k dalšímu rozvoji obchodních aktivit. [ 7 ]



Obr. 3.1 Nádvoří firmy [7].

#### 4 VÝVOJ VÝROBY V MINULÉM OBDOBÍ

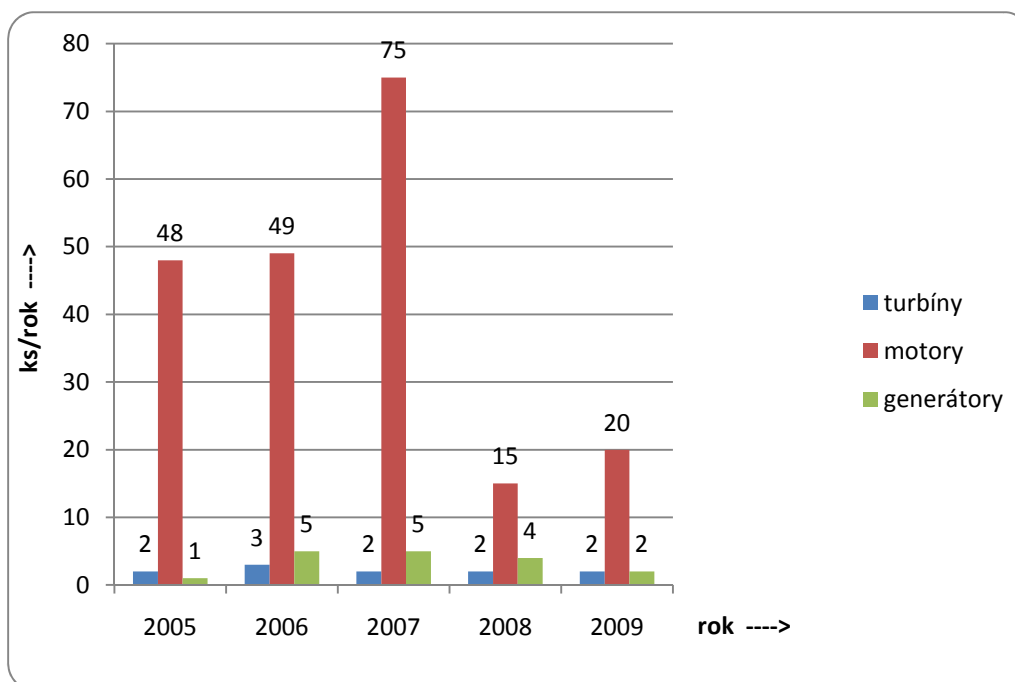
Od založení firmy prodělal výrobní program společnosti poměrně zásadní vývoj. Z původně opravárenského a montážního zaměření, které tvořilo hlavní náplň, se za tuto dobu postupně přeměnila na výrobní. Na počátku se zaměřila na opravy a rekonstrukce tuzemských vodních a parních turbín, poté přibrala revize, opravy a renovace elektromotorů a nakonec po rozšíření konstrukčního oddělení bylo rozhodnuto vyrábět tato zařízení nová. Ještě před pěti lety vyráběla dva nové elektromotory ročně, ovšem nyní se toto číslo zvedlo na patnáct motorů za rok 2009, přičemž opravy a výroba vodních turbín se postupně dostávaly do útlumu. Opravy parních turbín se v poslední době dostaly na okraj zájmu vzhledem ke skutečnosti, že ze společnosti odešla většina odborníků zabývajících se touto problematikou. Podobný osud postihl i opravy vodních turbín, ale tento trend způsobila spíše situace v energetice jako takové. Pro výrobu elektrické energie se za podpory různých fondů začaly hledat jiné cesty, tzv. „obnovitelné zdroje“, kdy do popředí vystoupily např. větrné a fotovoltaické elektrárny a vodní elektrárny se dostaly na okraj zájmu výrobců elektrické energie. Na tato zařízení nebyla firma technologicky vybavena a tak se zaměřila na opravy a výrobu nových elektromotorů a generátorů především pro zahraniční zákazníky.



Obr. 4.1 Původní obrobna [7].

#### 4.1 Výroba nových strojů a zařízení v období 2006-2009

Graf 4.1 mapuje výrobu nových vodních turbín, asynchronních motorů a generátorů v letech 2006 až 2009. Značně rozdílná čísla jsou ovlivněna velikostí jmenovaných strojů a zařízení a také situací na trhu ve zkoumaném období.



Graf 4.1 Vývoj výroby 2006 – 2009 [7].

#### 4.2 Hospodářské výsledky výroby v období 2006 – 2009

V tabulce 4.1 jsou hodnoty hrubé výroby (HHV), objemu výroby ( $Q_{HHV}$ ) a počtu vyráběných kusů v roce. Poslední řádek uvádí průměrné hodnoty.

Tab.4.1 hospodaření v období 2005 -2009 [7]

Rok	HHV [tis.Kč•rok <sup>-1</sup> ]	$Q_{HHV}$ [t•rok <sup>-1</sup> ]	$i$ [ks•rok <sup>-1</sup> ]
2005	47 036	311	51
2006	56 646	439	57
2007	83 011	598	82
2008	11 779	194	21
2009	29 875	256	24
Ø 2005-09	45 669	360	47



### 4.3 Stav zaměstnanců v letech 2005 – 2009

Tab.4.2 zaměstnanci v období 2005 - 2009 [7]

zaměstnanec \ rok	2005	2006	2007	2008	2009
THP	32	36	42	39	31
montér strojní/elektro	47	37	30	29	18
elektromechanik	25	27	25	23	15
zámečnick	19	20	19	16	12
natěrač	3	3	3	3	2
obráběč kovů	8	8	8	7	7
obsluha CNC	0	0	2	6	6
truhlář	2	2	2	2	2
pomocní dělníci	12	14	11	11	12
Celkem	148	147	145	136	105

### 4.4 Energetika

Spotřebu elektrické energie za uplynulých 5 let ukazuje tabulka. Její spotřeba v minulých letech značně kolísala. Důvodem byla výroba a opravy energetických zařízení, která se lišila velikostí, výkonem, konstrukcí a u oprav různým stupněm opotřebení a poškození. Podrobná analýza by prokázala, že energetická náročnost u oprav převyšuje výrobu nových strojů. Na posledním řádku je hodnota průměrné spotřeby za období 2005-2009.

Tab.4.3 Spotřeba el.energie 2006-2009 [7]

rok	spotřeba [kWh]
2005	362 668
2006	480 762
2007	382 815
2008	441 695
2009	398 185
Ø 2005-2009	413 225

## 4.5 Kooperace

V minulých letech tvořily kooperace nemalou položku v hospodaření firmy. U nových motorů byly v kooperujících firmách zadávány práce převážně obráběcího charakteru. Tento druh prací byl podstatně omezen použitím nové technologie obrábění komponentů motorů na horizontálním vyvrtávacím stroji. Po zakoupení nového horizontálního obráběcího centra v prvním čtvrtletí 2008 došlo k výraznému snížení vyvážených svařenců a opravovaných součástí za účelem obrábění. I nadále byly v kooperacích využívány technologie, kterými podnik nedisponuje. Tabulka zobrazuje objemy kooperací za uplynulých 5 let včetně dopravy.

Tab.5.5 Kooperace v létech 2006-2009 [7]

rok	objem [tis.Kč•rok <sup>-1</sup> ]
2005	28 507
2006	34 668
2007	41 723
2008	11 889
2009	6 171
Ø 2005-2009	24 592

## 5 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU

### 5.1 Zaměstnanci

V současné době má společnost celkem 110 zaměstnanců.  
Následující tabulky vyjadřují stav k 31.3.2010.

Tab.5.1 celkové počty zaměstnanců dle zařazení [7]

zařazení	počet [-]
technicko-hospodářský pracovník	32
montér elektro	3
montér strojní	17
elektromechanik	12
zámečnick	15
natěrač	2
obráběč kovů	10
pomocný dělník	12
obsluha CNC	5
truhlář	2

Rozdělení zaměstnanců dle dosaženého stupně vzdělání:

Tab.5.2 počty zaměstnanců dle dosaženého stupně vzdělání [7]

vzdělání	počet [-]
vysokoškolské	16
středoškolské	20
vyučen v oboru	74

Zaměstnanci podílející se přímo na výrobě nových strojů:

Tab.5.3 počet zaměstnanců ve výrobě [7]

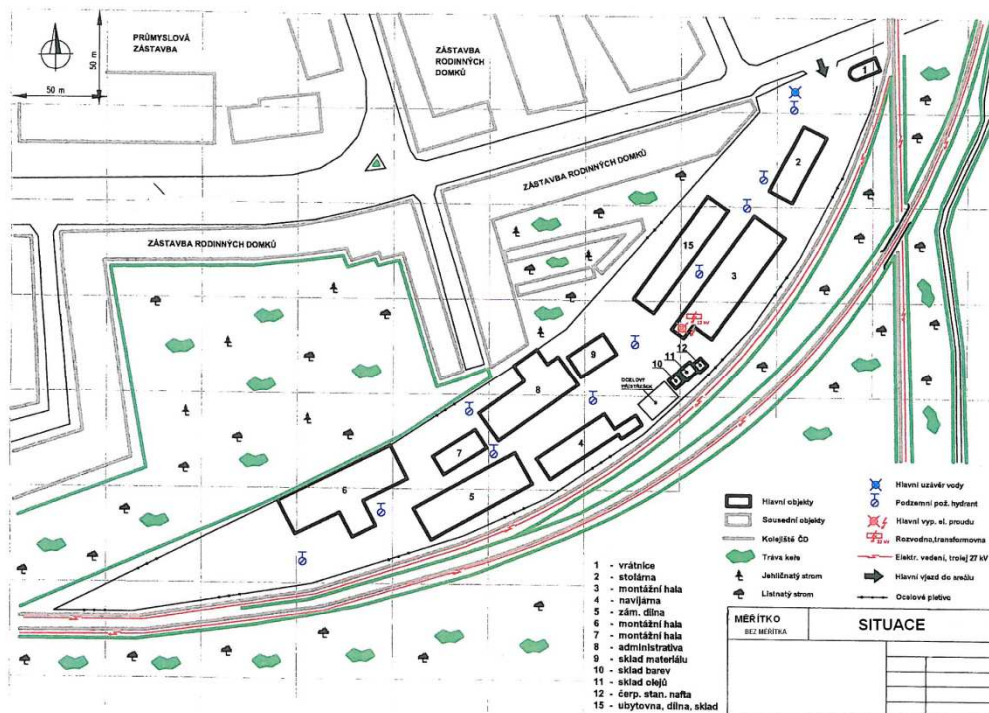
zařazení	počet [-]
montér elektro	5
montér strojní	6
elektromechanik	8
zámečnick	9
natěrač	2
obráběč kovů	9
obsluha CNC	5
truhlář	2

## 5.2 Plochy

Firma vlastní výrobní areál o rozloze 23 100 m<sup>2</sup>, z toho 6 900 m<sup>2</sup> zastavěné a 16 200 m<sup>2</sup> volné plochy. Zastavěnou plochu tvoří šest výrobních hal, administrativní budova, tři sklady, ubytovna a kotelna. Volná plocha je ze tří čtvrtin zpevněná a pokryta asfaltem nebo panely.

Tab.5.4 plochy a jejich rozloha [7]

číslo objektu	název	rozloha [m <sup>2</sup> ]
1	vrátnice	144
2	Stolárna	800
3	Montážní hala I, lakovna	1394
4	Navijárna	876
5	Zámečnická dílna	1408
6	Obrobna	1357
7	Montážní hala II	360
8	Administrativní budova	680
9	Sklad materiálu	364
10	Sklad barev	12,5
11	Sklad olejů	16
12	Čerpací stanoviště nafty	14
15	Ubytovna, vysek. lis , sklad mat.	280/280/280



Obr. 5.1 Situace – stav k 31.3.2010 [ 7 ].

### 5.3 Strojní vybavení

Současné strojní vybavení je až na dvě výjimky konvenčního charakteru. Hlavním znakem je zastaralost, téměř ve všech případech vysoký stupeň opotřebení funkčních ploch a s tím spojená obtížně dosahovaná přesnost obrábění. Dalším problémem je průsak oleje z náplní převodovek obráběcích strojů z důvodu netěsnosti a také poměrně vysoká spotřeba elektrické energie, způsobená většinou stářím pohonných jednotek.

Strojní vybavení firmy k 31.3.2010:

1.	Soustruhy	max. točný průměr (mm)	točná délka (mm)
		320	750
		360	1500
		500	1500
		500	2000
		800	3500
		900	1000
		1250	5000
2.	Vrtačky	VR 4 (1ks) VO 32 (1ks) R Fh 75 (1ks)	
3.	Frézky	FA 5 H (1ks) FA 3 V (1ks) FE 3 (1ks)	
4.	Hoblovka	1500x1500x6 000 mm + fréz.zařízení (1ks)	
5.	Vodorovná vyvrtávačka	HVS 130 CNC (1ks); H 63 (1ks)	
6.	Obrážka hydraulická	zdvih 560 mm (1ks)	
7.	Měřidla pro dílenský provoz	(780 ks)	
8.	Pásové pily	(3 ks)	
9.	Pálící automat autogenní	1500 x 2500mm (1ks)	
10.	Tabulové nůžky	tl. 8/2500 mm (1ks)	
11.	Lis hydraulický	600 t (1ks) 25 t (1ks)	
12.	Lis vysekávací CNC	TruPunch 1000(1ks)	
13.	Karusel SK 12	(1ks)	
15.	Bruska na plocho	1000 x 300 mm (2 ks)	
16.	Zařízení pro dynamické vyvažování rotorů do max. 6000 kg	(1ks)	
17.	Bruska na nástroje	(1ks)	

18. Svařovací soupravy autogenní (12 ks)
19. Svařovací soupravy „TIG“ (2ks)
20. Svařovací agregát „MIG“ (5 ks)
21. Svářečky elektrické (12 ks)
22. Kompresor šroubový - 1 Mpa (1 ks)
23. Kompresor - 0,6 Mpa (2 ks)
24. Elektrické ruční nářadí (vrtačky, brusky, utahováky,...) (190 ks)
25. Protahovací a hoblovací stroj na dřevo (1ks)
26. Pásová pila na dřevo (1ks)
27. Pila kotoučová na dřevo (1ks)
28. Bruska na dřevo (1ks)
29. Čisticí stroj WAP 1000 KP (1ks)



Obr. 5.2 Soustruh škoda 125 [7]

## 5.4 Technologie

Hlavní náplní výrobního programu je výroba svařovaných konstrukcí a to jak pro součásti vodních turbín, tak pro motory a generátory.

V dnešní době je obvyklé, že zákazník si objedná, např. u vodní turbíny, většinu konstrukcí z antikorozičního materiálu.

### 5.4.1 Povrchové úpravy

V případech, kdy není požadavek nebo možnost použít nerezavějící materiál, musí být všechny konstrukce, které jsou trvale ve styku s vodou, opatřeny povlaky nebo nátěry odolávajícími po velmi dlouhou dobu korozi - jedná se řádově až o desítky let. Splnění tohoto požadavku má však jedno velké úskalí. Je to použití voděodolných nátěrů, které nejen vyhoví požadavku na dlouhou trvanlivost, ale zároveň nesmí porušovat stále se zpřísňující předpisy a zákony o ochraně životního prostředí. Tento požadavek klade velké nároky na kvalitu provedení svařované konstrukce a následně i na kvalitu povrchové úpravy. Splnění těchto kritérií klade vysoké nároky na použitou technologii nanášení nátěrů různými technologiemi a tím i na vyhrazený prostor, který by měl být oddělený od ostatních prostor závodu.

Lakovna je součástí montážní haly č.3. Kusová výroba předurčila, že nejvhodnější technologie pro povrchovou úpravu je natírání a stříkání. Problémem je neexistence odděleného pracoviště přípravy materiálu před lakováním, přípravny (míchárny) barev a skladu osobních ochranných pomůcek. Doposud se pro práce tohoto charakteru využívají vnitřní prostory montážní haly č.3, což zatěžuje toto pracovní prostředí prašností a výpary z lakovaných součástí. Dále je vnitřní prostor lakovny používán na odmašťování a sušení dílů, což má za následek nižší produktivitu pracoviště. Výhodou je, že lakovnou prochází kolejový systém, který propojuje většinu výrobních prostor areálu.

### 5.4.2 Montáž

Montážní práce probíhají na hale č.3 – motory, generátory, a na hale č.5 – vodní turbíny, svařované konstrukce a příslušenství. Obě pracoviště jsou vzhledem k charakteru výroby zařízena základním vybavením. Manipulace s materiálem při montáži je řešena mostovými jeřáby, které obsluhují všechna pracoviště. To je v současném stavu poměrně problematická záležitost. Dva mostové jeřáby na hale č.3 a jeden na hale č.5 jsou z hlediska zajištění kontinuální kompletace strojů nedostačující.

### **5.4.3 Zkušebna**

Zkušební stanice je jako samostatné pracoviště umístěna uprostřed montážní haly č.3. Zkušebna je navržena speciálně pro potřeby podniku a slouží především k funkčnímu prověření elektrických strojů točivých.

### **5.4.4 Kooperace**

Technologie, kterými podnik nedisponuje, jsou zajišťovány v kooperaci. Jedná se převážně o žíhání svařenců na odstranění vnitřního pnutí, tryskání svařovaných konstrukcí, metalizace povrchů, vakuová impregnace vinutí statoru, dynamické vyvažování rotorů těžších než 6000 kg a vysokootáčkových rotorů, broušení rotačních válcových ploch, výroba tvarových výpalků z tlustých plechů na laserových a plazmových pálicích automatech, ohýbání a zakružování tlustých plechů, kompletní opracování hřídelí a koster statorů s hmotností nad 8000 kg, nedestruktivní zkoušky svarů a materiálů, které je třeba protokolárně doložit certifikovanou laboratoří.

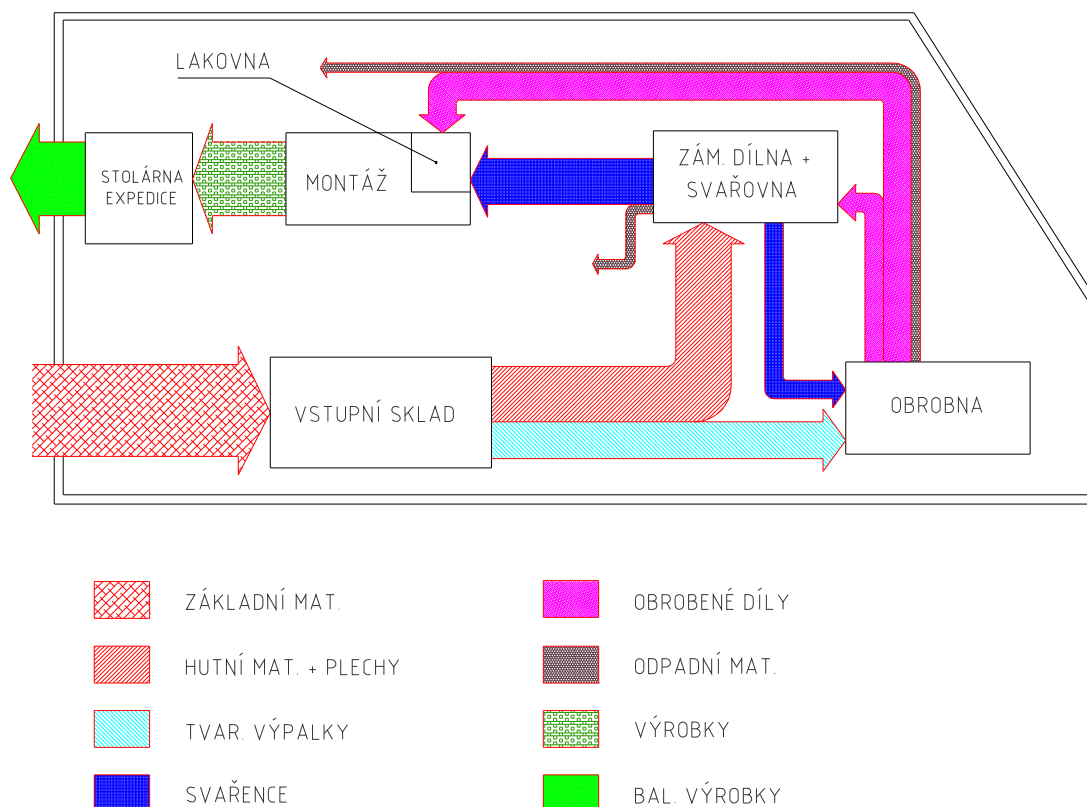


## 5.5 Manipulace s materiálem

### 5.5.1 Technologický tok materiálu

Pohyb materiálu od vyložení do vstupního skladu a potom mezi jednotlivými pracovišti až po expedici je znázorněn tzv. Sankeyovým diagramem. V Sankeyově diagramu je graficky znázorněn průběh materiálových toků v závodě. Tloušťka čar vyjadřuje objem manipulovaného materiálu za určitou časovou jednotku, délka čáry znázorňuje vzdálenost přepravy a šipka směr materiálového toku. [ 3 ]

MATERIÁLOVÝ TOK - SANKEYŮV DIAGRAM



Obr. 5.3 Sankeyův diagram - materiálový tok k 31.3.2010

### 5.5.2 Vnitroobjektové manipulační prostředky

Ve výrobních halách je hlavním manipulačním prostředkem mostový jeřáb. Pro menší hmotnosti je používán nízkozdvižný paletovací vozík o nosnosti 1 500 kg.

Tab.5.5 jeřáby [7]

Hala	Výrobce	Typ	Nosnost [kg]	Rok.výr.
č.3	Vihorlat Snina	mostový	8 000	1985
lakovna	ABUS	mostový	40 000	2007
	ABUS	mostový	5 000	2006
	ABUS	mostový	3 200	2003
č.4	ABUS	mostový	3 200	2003
č.5	Vihorlat Snina	mostový	5 000	1985
č.6	Vihorlat Snina	mostový	8 000	1986
č.7	Vihorlat Snina	mostový	5 000	1980



Obr. 5.3 Mostový jeřáb ABUS [9].

### 5.5.3 Meziobjektová manipulace s materiálem

Přeprava materiálu a výrobků mezi objekty je převážně zajišťována starším typem vysokozdvizného vozíku zn. DESTA o nosnosti 3,5 tuny, který je již značně opotřeben a to především pro časté přemísťování břemen na hranici nosnosti. V posledních pěti letech dosáhly investice do jeho oprav téměř tolik, co by stálo pořízení repasovaného vysokozdvihu o vyšší nosnosti. Hmotnější materiál je přepravován za pomoci externího dopravce na nákladních automobilech, což se neobejde bez komplikací. Je velmi obtížné zkoordinovat najetí automobilu v čase, který vyhovuje oběma subjektům. Ve většině případů dochází k prodlevám v nakládce a následně k termínovým kolizím. Za služby tohoto typu si externí dopravce měsíčně účtuje v průměru 30 000,-Kč. Při výši této částky je možné uvažovat o řešení vnitropodnikové dopravy za pomoci samohybného kolejového vozidla při využití kolejového systému, kterým firma disponuje.



Obr. 5.4 VZV zn. DESTA, nosnost 3,2 t [10].

## **6 PROGNOZY VÝROBNÍHO PROGRAMU, TECHNOLOGIÍ A STROJNÍHO ZAŘÍZENÍ**

Aby mohla být výpověď o budoucnosti považována za prognózu, musí:

- vzniknout jako výsledek organizované činnosti
- obsahovat charakteristiku své spolehlivosti
- musí se vztahovat k určitému prognózovanému období
- musí vyjadřovat alternativnost možných budoucích stavů
- musí obsahovat podmínky, za kterých se má uskutečnit.

Podle těchto podmínek je následně možné prognózu verifikovat (ověřit).

Analýza dokumentů - vztahuje se jak k textovým, tak k elementárním statistickým podkladům, které poskytují informace o objektu prognózy. Pokud jsou informace úplné, metoda umožňuje získat komplexní přehled o daném problému. Plnému využití této metody brání mnohdy značná nesourodost podkladových materiálů s vysokými nároky na stanovení skutečných vývojových tendencí. [ 11 ]

Na základě prostudování dokumentů, mapujících průběh výroby od minulosti po současnost bude v této práci učiněn pokus o reorganizaci a rozšíření výroby v daném podniku.

Prognóza je stanovena na období následujících 5 let.

Tato prognóza vyjadřuje 2 alternativy budoucího řešení.

Podmínky pro tvorbu prognózy:

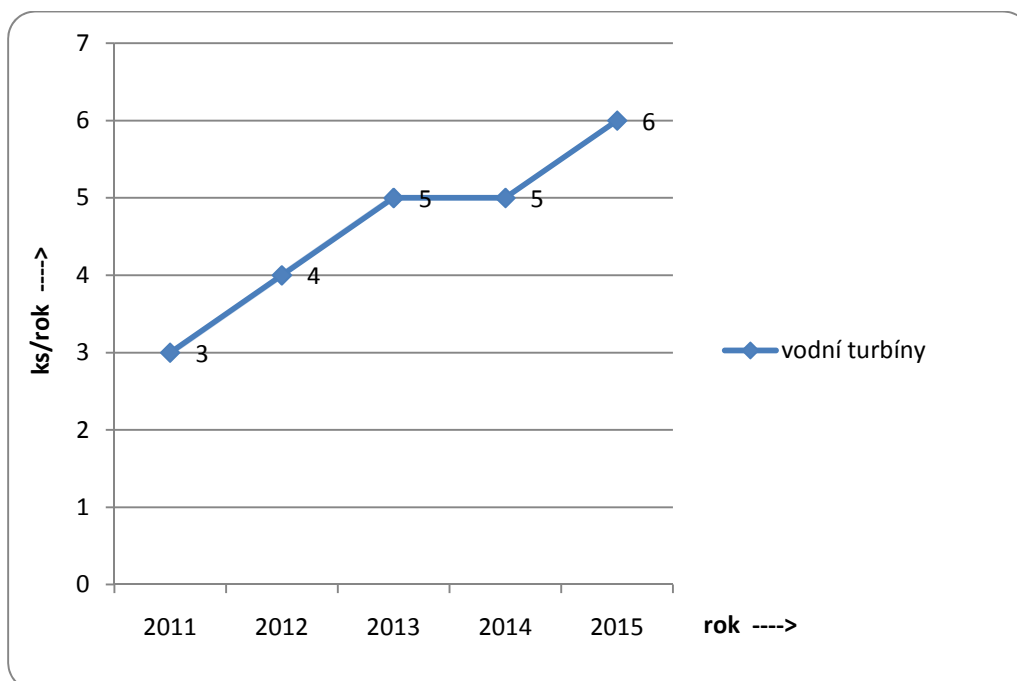
- výchozí ekonomické ukazatele
- zmapovaný současný stav závodu
- inovační proces, který umožní zvýšit konkurenceschopnost vyráběné produkce

## 6.1 Výrobní program

### 6.1.1 Vodní turbíny

Vzhledem k původnímu zaměření firmy na výrobu a opravy zařízení pro vodní elektrárny, by tento výrobní program mohl být do budoucna stěžejním. Je reálný předpoklad, že poptávka hlavně po malých vodních elektrárnách v příštím období poroste jen mírně, a to hlavně v tuzemsku. Zájmy výrobců elektrické energie se budou pravděpodobně přesouvat k využívání sluneční a větrné energie, protože tyto zdroje jsou, a ještě po nějakou dobu budou, podporovány z fondů Evropské unie.

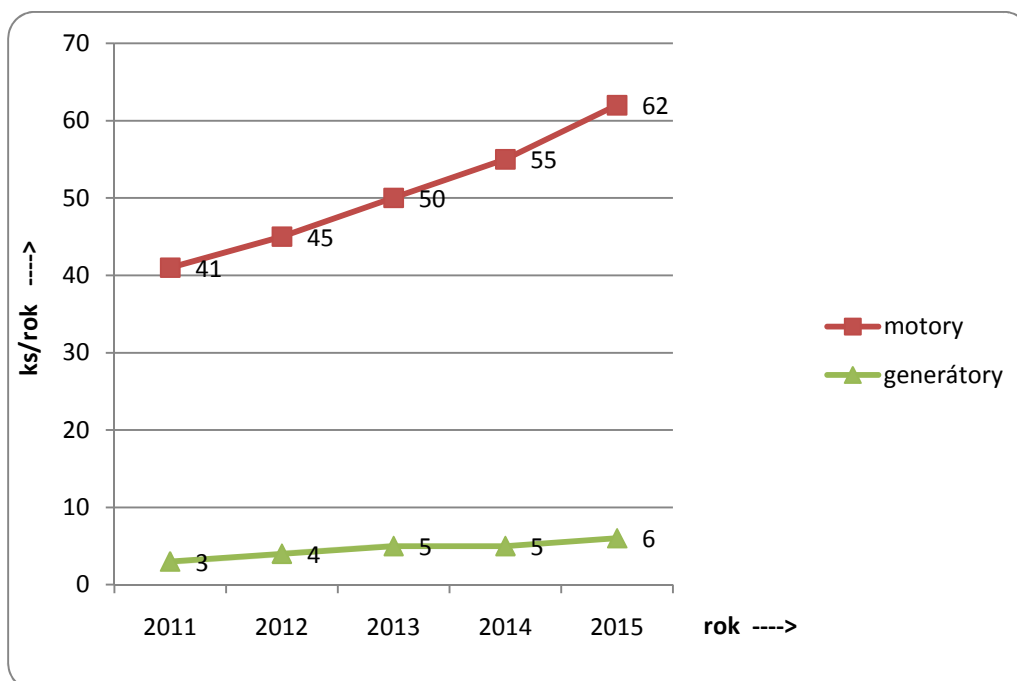
Na základě vývoje výroby těchto zařízení z minulých let lze usoudit, tento výrobní program bude záviset též na poptávce v zahraničí. V naší republice jsou téměř všechny vodní zdroje vyčerpány a o nových se uvažuje v delším časovém horizontu než je našich uvažovaných 5 let. Dalším aspektem je úspěšnost obchodního oddělení při získání zakázky. Hlavním kritériem pro získání zakázky je cena a termín dodání. Na grafu je znázorněn předpokládaný vývoj výroby vodních turbín, který počítá s mírným růstem.



Graf. 6.1 Předpokládaná výroba vodních turbín pro léta 2011 - 2015

### 6.1.2 Generátory, asynchronní a synchronní motory

Minulé období naznačilo možnosti společnosti prosadit se na tuzemském i zahraničním trhu mimo oprav i výrobou nových strojů. Parametry a životnost motorů jsou srovnatelné s konkurencí, nicméně do budoucna je třeba se zaměřit na odstranění poruchovosti a až o 20% vyšších hmotností motorů oproti konkurenci. Tato úprava konstrukce by měla zlepšit efektivnost výroby, která v současnosti není na dobré úrovni. V silách společnosti by mělo být v nadcházejícím pětiletém období vyrobit postupně až 62 motorů a generátorů ročně. K zajištění výroby bude třeba rozšířit kapacity ve svařovně a obrobně, proto navrhované plochy potřebné pro tuto variantu budou zabírat větší rozlohu.



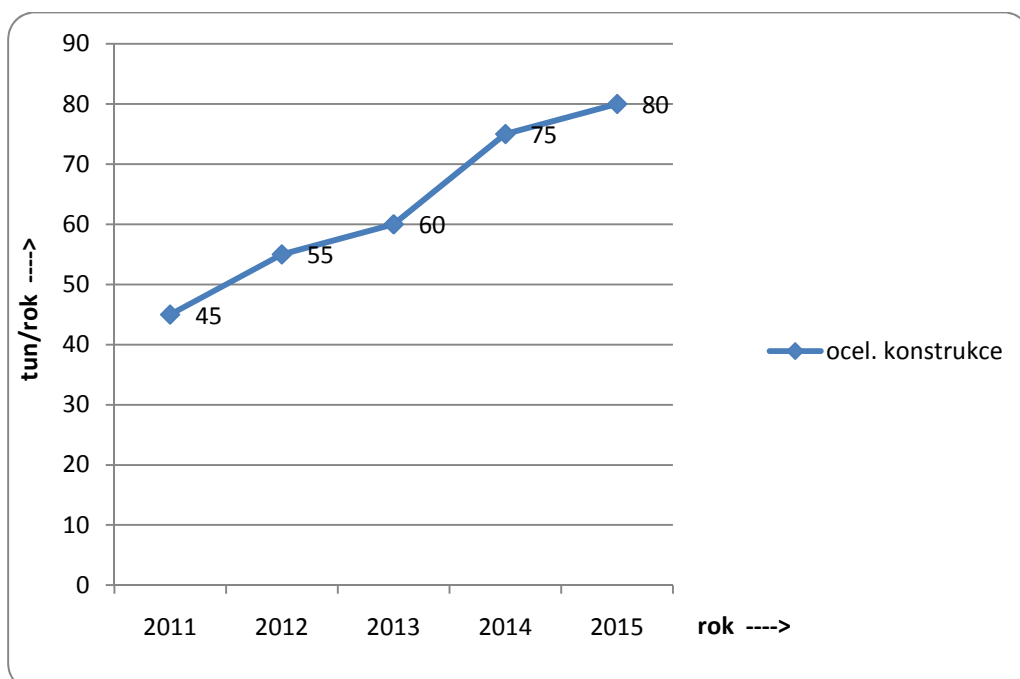
Graf. 6.2 Předpokládaná výroba nových strojů pro léta 2011 - 2015



Obr. 6.1 VN asynchronní motor [7].

### 6.1.3 Ocelové konstrukce

Výroba ocelových konstrukcí by měla i nadále podporovat stávající výrobní program a vhodně ho doplňovat. Měla by být nadále zaměřena na rámy pod turbíny, kostry pro motory a generátory, konstrukce nutné pro provoz vodních elektráren – čistící stroje, česle, obslužné lávky, žebříky, hradidla, hydraulické systémy, chlazení, odsávání olejových par, hřídelů a ostatního příslušenství.



Graf. 6.3 Předpokládaná výroba ocelových konstrukcí pro léta 2011 - 2015



Obr. 6.1 Čistící stroj česle [7].

## 6.2 Technologie

Vzhledem k poměrně široké škále vyráběných dílů, které se liší velikostí, hmotností, tvarem, výchozím materiálem, popř. výkonem, bude nutné některé části výrobního programu unifikovat tak, aby se výroba maximálně zjednodušila. Materiál, z kterého se vyrábí hlavní součásti motorů a generátorů, se za dobu existence těchto zařízení téměř nezměnil. Technologie jejich výroby se za celou historii vyvíjí velmi pomalu. Jsou podobné konstrukce a jejich odlišnost je v osových výškách, ve způsobu krytí a v systému chlazení. U vodních turbín a jejich příslušenství unifikaci sice také lze doporučit, ale konstrukce téměř každého stroje je originální. Vychází ze spádů a průtoků vodního zdroje v dané lokalitě a velký vliv na cenu zařízení má zvolený materiál. Doporučená technologie pro tento podnik tedy je dělení materiálu, svařování, lisování, těžká a lehká obrábění, montáž a povrchová úprava.

## 6.3 Strojní zařízení

Strojní park bude nutné sestavit a umístit do výrobních hal pro každou variantu zvlášť, neboť každé řešení bude mít předpokládaný odlišný charakter uspořádání a seskupení.

## 6.4 Kooperace

Operace prováděné mimo výrobní areál nebudou nikdy ekonomicky výhodné. Pro zlepšení hospodářských výsledků je nutné omezit kooperace na minimum. Využívat kooperací se pravděpodobně bude v oblasti tepelného zpracování svařenců, tryskání, metalizace a opracování velkorozměrových komponentů. Pořídit tyto technologie by bylo velmi nákladné a vzhledem k prostorově omezeným možnostem závodu nereálné.



## 7 NÁVRH GENERELU

### 7.1 Generel závodu

Výpočet jednotlivých složek generelu bude proveden dvěma způsoby. V prvním případě metodou nepřímých ukazatelů [1] a v druhém případě pomocí přímých a nepřímých ukazatelů v rámcovém propočtu [2]. Tyto dvě metody budou následně porovnány a vyhodnoceny.

#### 7.1.1 Výpočet pomocí nepřímých ukazatelů [ 1 ]

##### 7.1.1.1 Časové fondy

K určení potřebného množství pracovišť strojů, zařízení a dělníků je třeba znát jejich časové možnosti (disponibilní kapacitu), kolik hodin v roce mohou pracovat. Při výpočtech vycházíme z kalendářního roku a počtu pracovních dnů.

Roční fond ručního pracoviště v jedné směně (zámečnický stůl) je stejný jako celkový roční počet pracovních hodin ve směně. U ručního pracoviště tedy není započítáno jeho odstavení na opravy (odečítáme jen soboty a neděle) [ 1 ]:

$$E_r = (365 - 52 - 52) \cdot \frac{40}{5} = 2\,088 \text{ [ h} \cdot \text{rok}^{-1} \text{]} \quad (7.1)$$

U strojních pracovišť z celkového počtu pracovních dnů bývá stroj 12 dnů odstaven z titulu plánované opravy a údržby a 3 dny z titulu poruchy (neplánované opravy), což činí asi 6% z celkového počtu pracovních dnů (u složitých a velkých strojů, např. karuselů a vyvrtávaček je to 10%) [ 1 ]:

$$E_s = E_r - (0,08)E_r = 2\,088 - 167 = 1\,921 \text{ [ h} \cdot \text{rok}^{-1} \text{]} \quad (7.2)$$

Při výpočtu časového fondu dělníka je nutno počítat se snížením o průměrnou délku dovolené a o tzv. neplánovanou absenci (nemoc, placené volno na výkon funkcí atd.) [ 1 ]:

$$E_d = E_r - (15 + 15) \cdot \frac{40}{5} = 1\,848 \text{ [ h} \cdot \text{rok}^{-1} \text{]} \quad (7.3)$$

### 7.1.1.2 Výpočet mezd, pracnosti, pracovišť a ploch

Při tomto výpočtu budou výchozí hodnoty vycházet z celkového objemu výroby  $\underline{V}$  a podílu mezd  $\underline{Z}$  v celkovém objemu výroby  $\underline{V}$ . V daném závodě je průměrný objem roční výroby za posledních 5 let  $\underline{V} = 45\,669\,000$  Kč. Při kusové výrobě činí podíl mezd  $\underline{Z}$  v celkovém objemu výroby 18%. [ 1 ]

Podíl mezd tedy bude [ 1 ]:

$$M = \frac{V}{100} \cdot Z = \frac{45\,669\,000}{100} \cdot 18 = 8\,220\,420 \text{ [Kč]} \quad (7.4)$$

Dle typu výroby, stupně mechanizace a automatizace, máme ve výrobě různý podíl strojní a ruční pracnosti. Dle toho pak rozdělíme celkové mzdy ručních a strojních dělníků [ 1 ]:

$$M_r = \frac{M}{100} \cdot K_r = \frac{8\,220\,420}{100} \cdot 69,5 = 5\,713\,192 \text{ [Kč]} \quad (7.5)$$

$$M_s = \frac{M}{100} \cdot K_s = \frac{8\,220\,420}{100} \cdot 30,5 = 2\,507\,228 \text{ [Kč]} \quad (7.6)$$

Podle průměrného výdělku ručního a strojního dělníka vypočteme ruční a strojní pracnost výroby. Pro výpočet jsou dány průměrné hodinové mzdy v daném podniku pro ručního dělníka  $m_r = 105$  Kč•hod<sup>-1</sup> a pro strojního dělníka  $m_s = 115$  Kč•hod<sup>-1</sup> [ 1 ]:

$$H_r = \frac{M_r}{m_r} = \frac{5\,713\,192}{105} = 54\,411,35 \cong 54\,412 \text{ [hod]} \quad (7.7)$$

$$H_s = \frac{M_s}{m_s} = \frac{2\,507\,228}{115} = 21\,801,98 \cong 21\,802 \text{ [hod]} \quad (7.8)$$

Potřebný počet pracovišť pak vypočteme [ 1 ]:

$$P_r = \frac{H_r}{E_r \cdot s_r} = \frac{54\,412}{2088} = 26,05 \cong 27 \text{ [ks]} \quad (7.9)$$

$$P_s = \frac{H_s}{E_s \cdot s_s} = \frac{21\,802}{1921} = 11,35 \cong 12 \text{ [ks]} \quad (7.10)$$

Výrobní plocha strojní a ruční se vypočítá podle počtu pracovišť a tzv. měrné plochy strojního a ručního pracoviště. Pro jedno ruční pracoviště potřebujeme přibližně  $f_r = 5 \text{ m}^2$  podlahové plochy. Pro strojní pracoviště je třeba od  $f_s = 6 \text{ m}^2$  (pro malé stroje) až  $f_s = 25 \text{ m}^2$  i více (pro velké stroje). Vzhledem k rozměrům výrobků daného závodu byly zvoleny hodnoty měrných ploch vyšší -  $f_r = 11 \text{ m}^2$ ;  $f_s = 35 \text{ m}^2$  [ 1 ]:

$$F_{vs} = P_s \cdot f_s = 12 \cdot 35 = 420 \text{ [m}^2\text{]} \quad (7.11)$$

$$F_{vr} = P_r \cdot f_r = 27 \cdot 11 = 297 \text{ [m}^2\text{]} \quad (7.12)$$

### 7.1.2 Výpočet generelu pomocí přímých a nepřímých ukazatelů [ 8 ]

Výpočet dílenské plochy je zpracován [ 8 ]:

- a) ze zadaných hodnot pracnosti
- b) výpočtem z procenta mezd z HHV
- c) z hlavního ukazatele HHV [v Kč.m<sup>-2</sup>]
- d) z hlavního ukazatele HHV [v t•stroj<sup>-1</sup>•směnu<sup>-1</sup>]
- e) z hlavního ukazatele HHV [v Kč•výrobního dělníka<sup>-1</sup>]

Pro vlastní výpočet je používáno následujících ukazatelů:

Tab.1.2 ukazatele obdobné výroby motorů a generátorů

u = 134	[OH.t <sup>-1</sup> ]	odpracované hodiny • 1 tuna <sup>-1</sup> výrobku
x = 7,8	[%]	mzdy z HHV
η = 0,65	[ - ]	Výrobní dělníci z dělníků celkem
ε = 0,85	[ - ]	Využití strojů
m = 100	[Kč.hod <sup>-1</sup> ]	Prům. hodinová mzda výrobního dělníka
h = 2 000	[OH.rok <sup>-1</sup> ]	Fond výrobního dělníka za rok
q = 28	[m <sup>2</sup> ]	Dílenská plocha na1 dělníka
r = 52	[m <sup>2</sup> ]	Dílenská plocha na 1 stroj
p <sub>1</sub> = 40 000	[Kč.m <sup>-2</sup> ]	HHV na m <sup>2</sup> dílenské plochy za rok
p <sub>4</sub> = 26	[t.směna <sup>1</sup> .stroj <sup>1</sup> ]	HHV / směna / rok
p <sub>5</sub> = 1,5•10 <sup>6</sup>	[t.směna <sup>-1</sup> .stroj <sup>1</sup> ]	HHV / výrobní dělník / rok
a = 80	[%]	Výrobní stroje z celkového počtu strojů

- a) Výpočet ze zadaných hodnot pracnosti [ 8 ]:

Celkový počet odpracovaných hodin za rok [ 8 ]:

$$T = u \cdot Q_{HHV} = 134 \cdot 360 = 48\,240 \text{ [OH} \cdot \text{rok}^{-1}] \quad (7.13)$$

Počet výrobních dělníků [ 8 ]:

$$D_j = \frac{T}{h} = \frac{48\,240}{2000} = 24 \text{ [-]} \quad (7.14)$$

Celkový počet dělníků. [ 8 ]:

$$D_{ca} = \frac{D_j}{\eta} = \frac{24}{0,65} = 37 [-] \quad (7.15)$$

Dílenská plocha [ 8 ]:

$$F_a = D_{ca} \cdot q = 37 \cdot 28 = 1036 [m^2] \quad (7.16)$$

b) Výpočet z procenta mezd HHV [ 8 ]:

Jednicové mzdy dělníků [ 8 ]:

$$M_{jd} = HHV \cdot \frac{x}{100} = 45\,669\,000 \cdot \frac{7,8}{100} = 3\,562\,182 [Kč] \quad (7.17)$$

Počet výrobních dělníků [ 8 ]:

$$D_j = \frac{M}{m \cdot h} = \frac{3\,562\,182}{100 \cdot 2000} = 19 [-] \quad (7.18)$$

Celkový počet dělníků [ 8 ]:

$$D_{cb} = \frac{D_j}{\eta} = \frac{19}{0,7} = 28 [-] \quad (7.19)$$

Dílenská plocha [ 8 ]:

$$F_b = D_{cb} \cdot q = 28 \cdot 28 = 784 [m^2] \quad (7.20)$$

c) Výpočet z hlavního ukazatele HHV pomocí  $p_1$  [ 8 ]:

Dílenská plocha [ 8 ]:

$$F_c = \frac{HHV}{p_1} = \frac{45\,669\,000}{40\,000} = 1\,142 [m^2] \quad (7.21)$$

d) Výpočet z hlavního ukazatele HHV pomocí  $p_4$  [ 8 ]:

Počet jednotlivých dílenských strojů [ 8 ]:

$$n = \frac{Q_{HHV}}{p_4 \cdot \varepsilon} = \frac{360}{26 \cdot 0,85} = 17 [-] \quad (7.22)$$

Celkový počet strojů [ 8 ]:

$$N = \frac{n}{a} \cdot 100 = \frac{17}{80} \cdot 100 = 22 [-] \quad (7.23)$$

Dílenská plocha [ 8 ]:

$$F_d = N \cdot r = 22 \cdot 52 = 1\,144 [m^2] \quad (7.24)$$

e) Výpočet z hlavního ukazatele HHV pomocí  $p_5$  [ 8 ]:

Počet výrobních dělníků [ 8 ]:

$$D_j = \frac{HHV}{p_5} = \frac{45\,669\,000}{1,5 \cdot 10^6} = 31 [-] \quad (7.25)$$

Celkový počet dělníků [ 8 ]:

$$D_{cd} = \frac{D_j}{\eta} = \frac{31}{0,7} = 45 [-] \quad (7.26)$$

Dílenská plocha [ 8 ]:

$$F_e = D_{cd} \cdot q = 45 \cdot 28 = 1\,260 [m^2] \quad (7.27)$$

Dílenskou plochu  $F_d$  je nutno optimalizovat porovnáním všech ploch dle jednotlivých výpočtů. Obvykle se stanoví váženým průměrem získaných hodnot. Pro tento případ postačí průměr aritmetický [ 8 ]:

$$\begin{aligned} F_D &\sim F_a \sim F_b \sim F_c \sim F_d \sim F_e \\ F_D &\sim 924 \sim 784 \sim 1\,142 \sim 1\,144 \sim 1\,260 \\ F_D &\sim 1\,051 [m^2] \end{aligned} \quad (7.28)$$

Z provedených výpočtů vyplývá, že plochy, potřebné pro výrobu nových strojů a zařízení, není nutno zvětšovat. Stávající pracovní plochy, kterými společnost disponuje, jsou plně dostačující pro plánovaný růst produkce nových strojů a zařízení.

### **7.1.3 Genel – varianta 1**

V tomto návrhu je seskupení jednotlivých objektů nemění. Počítá s původní sestavou hal a stejným umístěním provozů. Dle propočtů jsou plochy pro budoucí produkci dostatečné, proto byl dán důraz na zjednodušení a zlevnění vnitropodnikové dopravy a vnitroobjektové manipulace s materiálem. Návrhy jsou nastíněny níže. Výkres této varianty je v příloze č. 1 této práce.

### **7.1.4 Genel – varianta 2**

Návrh varianty 2 uvažuje s jiným rozmístěním objektů na stávajícím pozemku. V původní sestavě je totiž problém s vnitropodnikovou dopravou. V tomto návrhu je hlavní výroba soustředěna do jednoho objektu a některé původní objekty jsou přebudovány dle způsobu nového využití. Tato varianta výrazně zkrátí mezioperační časy, ušetří energie, omezí a zjednoduší vnitropodnikovou manipulaci s materiálem. Situace je v příloze č.2.

## **7.2 Technologie**

### **7.2.1 Dělení materiálu**

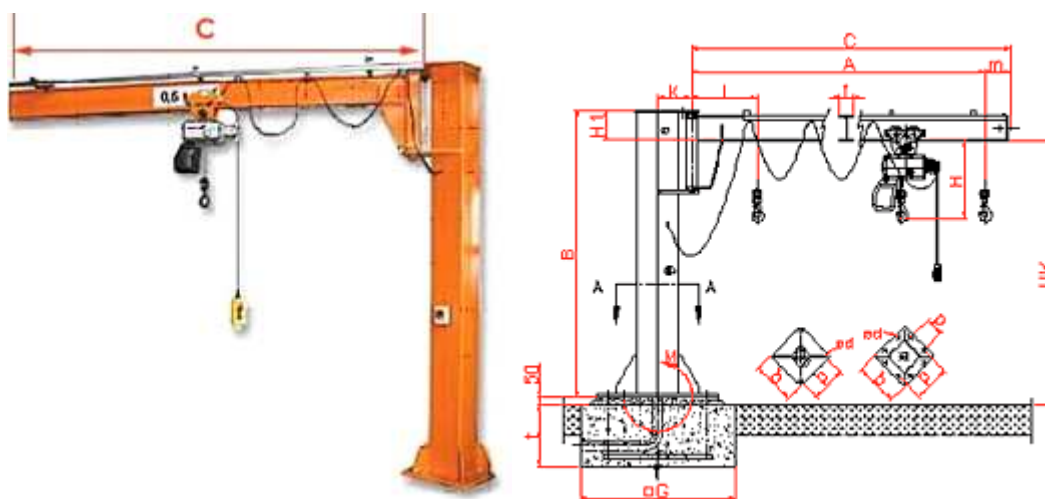
Dělení tyčového materiálu se provádí ve vstupním skladě na pásových pilách. Problémem tohoto pracoviště je manipulace s materiálem o vyšší hmotnosti, protože ve skladě se nenachází žádná jeřábová technika. Vzhledem k uspořádání a prostorových možnostem bude vhodným manipulačním prostředkem mostový jeřáb.

Dalším zařízením na dělení materiálu je pálicí autogenní poloautomat, který je umístěn v zámečnické dílně. Tento stroj je v havarijním stavu a je používán jen zcela výjimečně a to pouze na výpalky, které nemají vysoké nároky na přesnost a kvalitu opracování.

### 7.2.2 Montáž

Montážní pracoviště pro kusovou výrobu těžkých kusů se podstatně liší od pracoviště montáže hromadné výroby malých výrobků. Montážní pracoviště kusové výroby je obvykle projektováno jako univerzální pracoviště s poměrně chudým vybavením (základní nářadí, regály s univerzálními přípravky, zámečnické stoly, stolní sloupová vrtačka, dvoukotoučová bruska, svařovací agregát, montážní plošiny, sloupové jeřáby apod.). [ 2 ]

Většina montážních pracovišť firmy tuto ideu naplňuje s tím rozdílem, že na pracovních místech montáže chybí pomocná zvedací technika. V našem případě by byl vhodným doplňkem těchto pracovišť sloupový jeřáb, který by urychlil a zjednodušil kompletaci motorů a generátorů na hale č. 3 a v hale č.5 montování vodních turbín. Další zrychlení by bylo možné po zavěšení pneumatických a elektrických utahovačů na otočná ramena.



Obr. 7.3 Sloupový jeřáb typ 662/05 E [5].



### 7.2.3 Zkušebna

V procesu výroby určitých výrobků musíme provádět mezioperační, nebo častěji konečné zkoušky. Druhů zkoušek je celá řada. Zkušebny projektujeme buď přímo v lince, nebo jako samostatná pracoviště – dílny. V postupu projektování tedy technologové určí, které agregáty a jak je nutno zkoušet. Vzhledem k specifice zkoušení obvykle projektant nenajde na trhu vhodné zkušební zařízení a proto musí konstruktér vlastního závodu navrhnout zkušební stolicí. [ 1 ]

Rozmanitost zkoušek finálních výrobků je velká, s ohledem na různorodost funkcí výrobků. V zásadě můžeme zkoušky výrobků rozdělit do tří skupin:

1. zkoušky pohybových vlastností,
2. zkoušky výkonových vlastností (dosahování projektovaných parametrů),
3. zkoušky znečišťování okolí.

Z obecných zásad si vyjmenujme ty nejdůležitější:

- zkušebnu umístíme co nejbližší montáži;
- závady odstraňujeme ihned na zkušebně nebo na pracovišti v bezprostřední blízkosti;
- dbáme na energetické, hygienické a bezpečnostní podmínky zkušebny;
- snažíme se o mechanizaci nebo automatizaci zaznamenávání měření a jejich vyhodnocování;
- zkušebna se projektuje s možností variability (při změně výrobního programu, inovacích apod.). [ 1 ]

Počet zkušeben je vypočten dle vzorce [ 1 ]:

$$P_t = \frac{t_k \cdot N \cdot k_z}{60 \cdot E_s \cdot s_s \cdot k_{pn}} = \frac{360 \cdot 47 \cdot 1}{60 \cdot 2000 \cdot 1 \cdot 1,2} = 0,1175 \cong 1 [-] \quad (7.29)$$

Výpočtem je potvrzeno, že pro uvažovaný počet vyrobených strojů bude jedna zkušebna dostačující. Tuto skutečnost nezmění fakt, že na zkušebně s velkou pravděpodobností budou kontrolovány ještě opravované a renovované motory a generátory.

## 7.3 Energetika

### 7.3.1 Elektrická energie

Při kapacitním propočtu elektrické energie vycházíme z celkového příkonu strojů a zařízení. Pro tento případ je použit výpočet podle instalovaných strojů a zařízení  $P_{ins} = 575$  [kW] [ 1 ]:

Skutečný odběr elektrické energie [ 1 ]:

$$P_{sk} = \beta \cdot P_{ins} = 0,22 \cdot 575 = 126,5 \text{ [kW]} \quad (7.30)$$

Roční spotřeba elektrické energie [ 1 ]:

$$Q_r = P_{sk} \cdot T = 126,5 \cdot 2041 = 258\,186,5 \text{ [kW]} \quad (7.31)$$

Pro výrobu nových strojů a zařízení pro příští pětiletí je uvažovaná roční spotřeba elektrické energie ve výši 258,2 MW.

## 7.4 Doprava

### 7.4.1 Meziobjektové manipulační prostředky

Na základě analýzy z kapitoly 5, týkající se přepravy hmotnějšího materiálu, je možné řešení vnitropodnikové dopravy materiálu pomocí samohybného kolejového vozíku. Všechny objekty, podílející se rozhodujícím způsobem na produkci, propojují koleje o rozchodu 1435 mm, které byly doposud využívány jen sporadicky. Tento kolejový systém byl vybudován pro potřeby vozového depa Českých drah a po opuštění tohoto areálu původním majitelem přestal být náležitě využíván.

Pro potřeby firmy bylo vybráno z nabídky firmy DESPA OK s.r.o. CHLUMEC nad Cidlinou kolejové vozidlo s elektromotorem o nosnosti 15 000kg. Jeho parametry a výbava včetně výkresu ložné plochy jsou součástí nabídky, která je přílohou č.1 této práce. Zároveň s kolejovým vozidlem je součástí nabídky i vysokozdvizný čelní motorový vozík s nosností 5000 kg. Celková nabídková cena těchto strojů činí 1 448 000,- Kč. Při již zmíněných výdajích za služby externího dopravce pro vnitropodnikovou dopravu je přepokládána doba návratnosti investice menší než 5 roků. Nabídka těchto strojů je v příloze č.3.

## ZÁVĚR

Tato práce se zabývá sestavením generálního plánu pro daný podnik na základě prognostických metod na příští pětiletí v oblastech výrobního programu, technologií, ploch, strojů, zařízení, manipulace s materiálem a dopravy. Pro výpočet bylo použito dvou variant metody nepřímých ukazatelů. Ve výpočtu ploch se obě metody ve výsledku liší o 334 m<sup>2</sup>, ale na jejich základě lze konstatovat, že v příštích pěti letech, při předpokládaném meziročním růstu produkce nových strojů a zařízení o 15-20%, nebude třeba plochy, počty pracovníků strojních a ručních pracovišť, potřebné k zajištění výroby, rozšiřovat.

Návrh generelu spočívá ve dvou variantách. První se zabývá přeskupením provozů ve stávajícím počtem výrobních hal. Tato varianta není příliš finančně náročná, problémem však zůstává meziobjektová doprava, která je ekonomicky nevýhodná a časově ztrátová. Druhá varianta je sice nepoměrně dražší, ale nabízí soustředění hlavní výroby do jednoho objektu. Z energetického i logistického hlediska je tato varianta jednoznačně výhodnější.

Z provedených rozborů a kapacitních propočtů dále vyplynulo:

- spotřeba elektrické energie potřebná pro výrobu nových strojů bude srovnatelná s minulým obdobím
- přidáním sloupových jeřábů do montážních prostor se urychlí kompletace strojů a tím i zefektivní výroba
- vnitropodniková doprava při použití kolejového vozidla by měla být jednoznačně ekonomičtější a efektivnější než stávající i přes vysokou pořizovací hodnotu (platí pro variantu č.1)
- plochu ve výrobních halách, která není nutná k zajištění výroby, je možné pronajmout a tím získat další finanční prostředky
- omezit kooperace v oblasti obrábění, kooperovat pouze v případech složitých a drahých technologií - v této oblasti se spolehnout na odborníky se zkušenostmi

Do budoucna bude nutné se zaměřit na obnovu strojního parku a tím i na zavádění nových technologií ve smyslu celkového zkvalitnění a urychlení výroby, což by mělo přinést ekonomický efekt a zvýšit prestiž podniku nejen na tuzemském trhu. Při zpracovávání podkladů pro tuto práci byl viditelný zájem vedení podniku o řešenou problematiku a z toho vycházející předpoklad realizace návrhu na budoucí uspořádání závodu.

**SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ**

- [1] HLAVENKA, B. Projektování výrobních systémů – Technologické projekty I. 3.vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. 197s. ISBN 80-214-2871-6.
- [2] RUMÍŠEK, P. Technologické projekty. 1.vyd. Brno: Nakladatelství VUT, 1991. 185s. ISBN 80-214-0385-3.
- [3] ZELENKA, A. Projektování výrobních procesů a systémů. 1.vyd. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007. 136s. ISBN 978-80-01-03912-0.
- [4] MURÁNSKY, J., BADIDA, M. Environmentálne aspekty navhovania strojárskych objektov. 1.vyd. Košice: Technická univerzita, 2003. 367s. ISBN 80-7099-741-9.
- [5] TESORT, spol. s r.o., [online]. [cit. 2010-05-05]. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.tesort.cz/sloupovy-jerab-typ-66-05.html>>.
- [6] MAPY. CZ [online]. [2010-03-05]. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.mapy.cz/?query=#mm=ZTtTcP@x=138143600@y=132697264@z=16>>.
- [7] EXMONT-Energo a.s., Brno, O společnosti [online]. [cit. 2010-03-05]. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.exmont.cz/profil.html>>.
- [8] Technologické projekty a manipulace Rumíšek [online]. [cit. 2010-05-10]. Dostupné na World Wide Web: <[http://ust.fme.vutbr.cz/tvareni/opory/technologicke\\_projekty\\_a\\_manipulace\\_rumisek.pdf](http://ust.fme.vutbr.cz/tvareni/opory/technologicke_projekty_a_manipulace_rumisek.pdf)>.
- [9] ITECO s r.o., [online]. [cit. 2010-05-05]. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.iteco.cz/mostove-jeraby>>.
- [10] VYSOKOZDVIŽNÉ VOZÍKY s r.o., [online]. [cit. 2010-05-05]. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.vzv.cz>>.
- [11] WIKIPEDIE, *Otevřená encyklopedie*, [online]. [cit. 2010-05-12]. Dostupné na World Wide Web: <<http://cs.wikipedia.org>>.

**SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ**

Zkratka/Symbol	Jednotka	Popis
$E_r$	[hod•rok <sup>-1</sup> ]	efektivní časový fond ručního pracoviště
$E_s$	[hod•rok <sup>-1</sup> ]	efektivní časový fond stroje
$E_d$	[hod•rok <sup>-1</sup> ]	efektivní časový fond dělníka
HHV	[tis.Kč•rok <sup>-1</sup> ]	hrubá hodnota výroby
$Q_{HHV}$	[t•rok <sup>-1</sup> ]	objem výroby
$i$	[ks•rok <sup>-1</sup> ]	počet vyráběných kusů
$M$	[Kč]	celkový objem mezd
$V$	[Kč]	celkový objem výroby
$Z$	[%]	procentuální podíl mezd v objemu výroby
$M_r$	[Kč]	ruční mzdy
$M_s$	[Kč]	strojní mzdy
$K_r$	[%]	podíl ručních mezd
$K_s$	[%]	podíl strojních mezd
$H_r$	[hod]	potřebné skutečné odpracované hodiny ručních dělníků
$H_s$	[hod]	potřebné skutečné odpracované hodiny strojních dělníků
$m_r$	[Kč•hod <sup>-1</sup> ]	prům. hodinová mzda ručního dělníka
$m_s$	[Kč•hod <sup>-1</sup> ]	prům. hodinová mzda strojního dělníka
$P_s$	[ks]	počet ručních pracovišť
$P_r$	[ks]	počet strojních pracovišť
$s_r, s_s$	[-]	směnnost
$F_{vs}$	[m <sup>2</sup> ]	výrobní plocha strojní
$F_{vr}$	[m <sup>2</sup> ]	výrobní plocha ruční
$f_s$	[m <sup>2</sup> •pracoviště <sup>-1</sup> ]	měrná plocha strojního pracoviště
$f_r$	[m <sup>2</sup> •pracoviště <sup>-1</sup> ]	měrná plocha ručního pracoviště
$u$	[OH.t <sup>-1</sup> ]	odpracované hodiny • 1 tuna <sup>-1</sup> výrobku
$x$	[%]	mzdy z HHV
$\eta$	[-]	výrobní dělníci z dělníků celkem
$\varepsilon$	[-]	Využití strojů
$m$	[Kč.hod <sup>-1</sup> ]	prům. hodinová mzda výrobního dělníka
$h$	[OH.rok <sup>-1</sup> ]	fond výrobního dělníka za rok
$q$	[m <sup>2</sup> ]	dílenská plocha na 1 dělníka
$r$	[m <sup>2</sup> ]	dílenská plocha na 1 stroj
$p_1$	[Kč.m <sup>-2</sup> ]	HHV na m <sup>2</sup> dílenské plochy za rok
$p_4$	[t.směna <sup>-1</sup> .stroj <sup>1</sup> ]	HHV / směna / rok
$p_5$	[t.směna <sup>-1</sup> .stroj <sup>1</sup> ]	HHV / výrobní dělník / rok
$a$	[%]	výrobní stroje z celkového počtu strojů
$T$	[OH.rok <sup>-1</sup> ]	celkový počet odpracovaných hodin
$D_i$	[-]	počet výrobních dělníků
$D_c$	[-]	celkový počet dělníků
$F_a, F_b, F_c, F_d, F_e$	[m <sup>2</sup> ]	dílenská plocha
$M_{jd}$	[Kč]	jednicové mzdy dělníků
$n$	[-]	jednicový počet výrobních strojů
$N$	[-]	celkový počet výrobních strojů

$F_D$	$[m^2]$	optimalizovaná dílenská plocha
$P_{sk}$	$[kW]$	skutečný výkon
$P_{ins}$	$[kW]$	skutečný instalovaný příkon spotřebičů
$\beta$	$[-]$	koeficient energetické náročnosti
$Q_r$	$[kWh \cdot rok^{-1}]$	roční spotřeba el.energie
$T$	$[hod \cdot rok^{-1}]$	počet hodin provozu za rok
$P_t$	$[-]$	počet zkušeben
$t_k$	$[N \cdot min^{-1}]$	čas zkušební operace
$N$	$[ks]$	počet zkoušených kusů
$k_z$	$[-]$	koeficient odzkoušení výrobků
$k_{pn}$	$[-]$	koeficient překračování norem

**SEZNAM PŘÍLOH**

- Příloha 1    Varianta č.1  
Příloha 2    Varianta č.2  
Příloha 3    nabídka kolejového vozidla a vysokozdvizného vozíku

