

# **Návrh výrobní haly se zaměřením na strojírenskou výrobu**

Roman Pálka

---

Bakalářská práce  
2017

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav výrobního inženýrství  
akademický rok: 2016/2017

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Roman Pálka**  
Osobní číslo: **T14035**  
Studijní program: **B3909 Procesní inženýrství**  
Studijní obor: **Technologická zařízení**  
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Návrh výrobní haly se zaměřením na strojírenskou výrobu**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární rešerši na dané téma
2. Popište současný stav nároků na strojírenskou výrobu
3. Navrhněte varianty uspořádání výrobní haly
4. Proveďte srovnání navržených variant a vyhodnoťte

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

**Die doporučení vedoucího BP**

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Dana Shejbalová, Ph.D.**

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **2. ledna 2017**

Termín odevzdání bakalářské práce: **19. května 2017**

Ve Zlíně dne 31. ledna 2017



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.  
děkan



prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.  
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: Pařka Roman

Obor: Technologická zařízení

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užit své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 11.5.2017

  
.....

<sup>1)</sup> zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevyjetečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlédnutí veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

<sup>2)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užíje-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

<sup>20</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užit či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídí k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Předmětem této bakalářské práce je příprava podkladů a určení layoutu pro výstavbu nového strojírenského provozu. Sběr podkladů a rozmístění všech provozů probíhal ve spolupráci se zaměstnanci společnosti a projektantem haly. Výsledkem práce je určení ideální varianty rozmístění provozu i konkrétních technologií, výsledný layout je možné vidět na výkresu, který je přílohou této bakalářské práce. Hlavním přínosem práce je použití těchto podkladů pro stavební povolení.

Klíčová slova: výrobní provoz, strojírenství, hala, investice, layout, technologie

## **ABSTRACT**

The purpose of this thesis is to prepare construction documents and design a layout for a new engineering facility/plant/workshop. The research and drafting was carried out in close cooperation with the company's employees and the designer of the building. Based on that, this study presents the most suitable layout of the production shop and positioning of the technological equipment which can be seen in a drawing in Annex. The results are meant to be added to an application for a building permit.

Key words: manufacturing plant, engineering, production shop, investment, layout, technology

Rád bych poděkoval vedoucí bakalářské práce Ing. Daně Shejbalové Ph.D. za její odborné vedení, cenné rady a čas, který věnovala mé bakalářské práci.

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

## OBSAH

ÚVOD.....	8
<b>I TEORETICKÁ ČÁST.....</b>	<b>9</b>
<b>1 USPOŘÁDÁNÍ VÝROBNÍCH PROVOZŮ .....</b>	<b>10</b>
1.1 VÝROBA OBECNĚ .....	10
1.2 TYPY USPOŘÁDÁNÍ VÝROBNÍCH PROVOZŮ.....	11
<b>2 ODVĚTVÍ STROJÍRENSKÉ VÝROBY .....</b>	<b>19</b>
2.1 SOUČASNÉ TRENDY STROJÍRENSKÉ VÝROBY.....	22
2.1.1 Průmysl 4.0 .....	26
<b>3 VÝROBNÍ INVESTICE .....</b>	<b>28</b>
3.1 PLÁNOVÁNÍ VÝROBNÍCH INVESTIC .....	30
<b>4 CÍLE BP .....</b>	<b>33</b>
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>34</b>
<b>5 NÁVRH VÝROBNÍ HALY – I. ETAPA.....</b>	<b>35</b>
5.1 ZÁMĚR VÝSTAVBY .....	35
5.2 NÁVRH (LAYOUT) PROSTOR.....	36
5.3 VÝSLEDNÉ PARAMETRY HALY .....	47
5.4 ZAŘAZENÉ TECHNOLOGIE.....	48
<b>6 UMÍSTĚNÉ NEVÝROBNÍ TECHNOLOGIE.....</b>	<b>53</b>
6.1 ROZVODY STLAČENÉHO VZDUCHU .....	53
6.2 ODSÁVÁNÍ HALY .....	55
6.3 DOPRAVA (MANIPULACE) V PROVOZU .....	58
6.4 TEPLA A TEPELNÁ ENERGIE .....	60
<b>7 DISKUZE VÝSLEDKŮ.....</b>	<b>62</b>
<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>64</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>65</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>67</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>68</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>70</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>71</b>



## ÚVOD

Strojírenství má v České republice velkou tradici. Ve 30. letech se jednalo o nejvýznamnější průmyslové odvětví a Československo v období mezi světovými válkami patřilo mezi 10 nejvýznamnějších strojírenských států a silné postavení si udrželo až do 80. let.

Strojírenství u nás zastupují všechny typy odvětví a je situováno po celé republice, s převahou převažuje střední strojírenství, kde hlavní prim hraje automobilový průmysl. Kromě dopravního strojírenství má v ČR silné postavení výroba strojů a zařízení pro průmysl, jedná se o výrobu soustruhů, frézek, brusek, lisů, strojů pro vstřikování plastů apod.

Tato bakalářská práce je zasazena do oblasti strojírenského průmyslu, konkrétně se věnuje návrhu výrobní haly se zaměřením na strojírenskou výrobu.

Požadavek na návrh a koncepci haly vznikl jako dlouhodobý investiční záměr jednatele společnosti, ve které pracuji. V současnosti se společnost nachází v pronajatých prostorech, které jsou nevyhovující z hlediska dalšího růstu, energetické náročnosti i logistiky. Je tedy logickým krokem se v tomto směru osamostatnit.

Teoretická část se zaměřuje na oblasti související s návrhem strojírenských prostor, jako je obecně oblast strojírenského průmyslu, typy uspořádání strojírenských provozů, současné trendy ve strojírenství a realizaci výrobní investice. Podstatná část teoretické části je věnována právě uspořádání strojírenského provozu, jelikož každá firma musí řešit logistiku a uspořádání svých dílen, aby v konečném důsledku byly splněny požadované nároky a toky výrobního provozu.

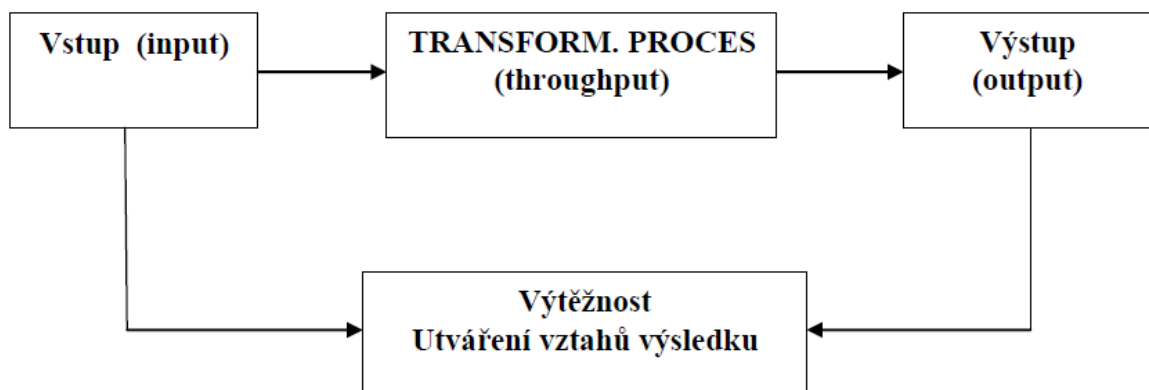
Praktická část bakalářské práce popisuje prostory tzv. I. etapy. To jsou prostory, ve kterých je v plánu zahájit provoz ihned po výstavbě, což je cca 40 % z celkových plánovaných provozů.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 USPOŘÁDÁNÍ VÝROBNÍCH PROVOZŮ

## 1.1 Výroba obecně

Výroba je prostředkem ke splnění potřeb zákazníka, a to vytvořením věcných statků a služeb. Je výsledkem cílevědomého a účelového snažení, kdy za použití vstupních činitelů (faktorů) zajišťuje určitý transformační proces požadovaný výstup. Realizace se provádí výrobním systémem daného výrobního závodu. Obecnou strukturu podniku lze naznačit schématem níže.



Obr. 1. Výtěžnost transformačního procesu [1]

Obecný podnik lze tedy popsat třemi nejdůležitějšími faktory:

### 1. Vstup – výrobní faktory

Vstupy mohou být buď základní (elementární), jako např. materiál a pracovní síla nebo dispozitivní - jedná se o nevýkonnou práci, např. management a THP pracovníci. [2]

### 2. Transformační proces

Úkolem transformačního procesu je přeměnit vstupy na trhem požadované výstupy.

### 3. Výstup

Výstup je buď materiální či nemateriální povahy.

### **Vlastnosti výrobního systému**

Kompletní výrobní systém vykazuje celou řadu vlastností, mezi nejdůležitější patří kapacita a elasticita.

Kapacita udává výkon dané výrobní jednotky nebo výrobního systému – záleží na zvolené velikosti, druhu a struktuře. Obecně se tedy hovoří o kapacitní jednotce. Velikost výkonu se popisuje kvalitativně a kvantitativně. Kvalita (jakost) a druh kapacitní jednotky udává kvalitativní schopnost výkonu. Toto posouzení obsahuje potenciální možnosti kapacitní jednotky i s ohledem na možnost provedení podobných druhů výkonu. Kvantitativní výkon se nejčastěji měří na výstupu výroby a vztahuje se k určitému časovému úseku. Kvantitativní kapacita určitého období udává maximální rozsah výkonů, které může kapacitní jednotka vyprodukovat. Výsledná kapacita výroby se udává v jednotkách kusů, litrů, tun, metrů apod.

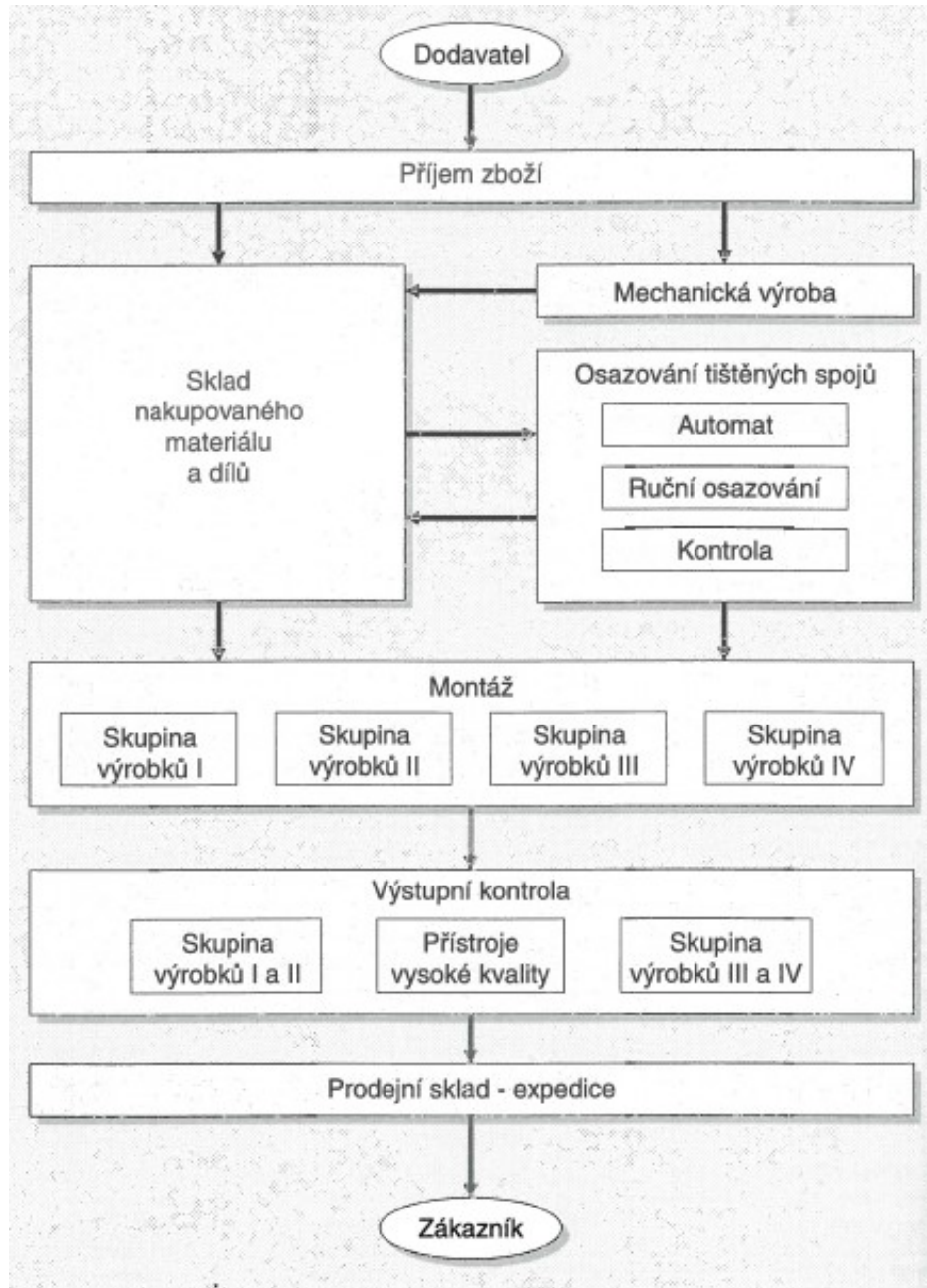
Elasticita výrobního systému je pružnost či přestavitelnost výrobního systému a jednotky. Je to tedy schopnost reagovat na změnu při změně pracovních úkolů. Elasticita má také kvalitativní a kvantitativní charakter. Kvalitativní charakter popisuje možnost obsazení výrobního systému alternativními druhy použití. V tomto smyslu to tedy může být spojeno s možností opracovávat celou paletu materiálových druhů namísto pouze jednoho. Kvantitativní elasticita je schopnost reagovat na změny v počtu kusů během výroby. [1]

### **1.2 Typy uspořádání výrobních provozů**

V praxi se lze setkat s různými výrobními systémy, v závislosti na tom v jakém stupni výroby proces je a jak se vyvíjí. Analýza výrobního systému je důležitá z několika důvodů: z hlediska plánování, použití metod řízení, volby výrobního zařízení, evidence, hierarchické struktury, organizačního uspořádání, použití standardních softwarů apod.

Po rozpoznání jednotlivých kritérií výrobního systému se identifikují jednotlivé systémy. V našem případě hovoříme o modelu vstup – průběh procesu – výstup. Z tohoto pohledu je možné výrobní systémy rozlišovat dle vztahu k:

- a) výrobnímu programu,
- b) výrobním vstupům,
- c) výrobnímu procesu.



Obr. 2. Příklad výrobního systému [1]

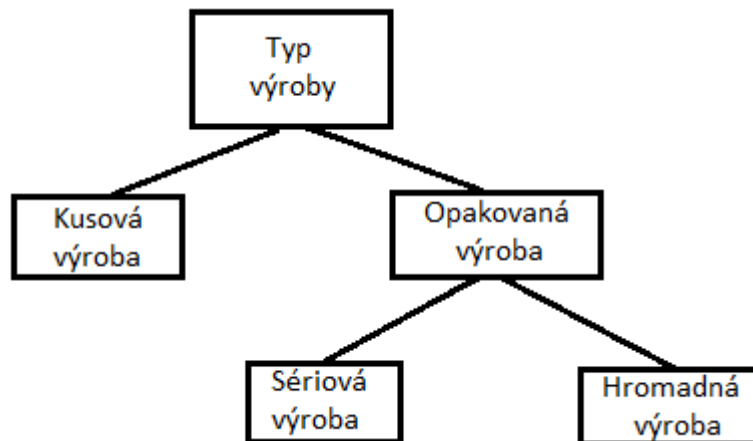
**ad a) výrobní typ podle výrobního programu**

Rozdělení podle výrobního programu závisí na vlastnostech a charakteristice výrobku – výstupu z výrobního systému.

- vlastnosti produktu
  - typ zboží: produkty se rozdělují na materiální a nemateriální povahy. Může jít tedy např. o služby či stroje, informace a výrobky, lidskou práci a suroviny apod.

- náročnost, složitost zboží: rozlišuje se jednoduchý a složitý produkt, např. hřebík a automobil, složitější výrobky jsou často zhotoveny montáží.
- rozměr, vzhled výrobku: formovatelný či neformovatelný produkt
- přemístitelnost zboží: rozlišuje se mobilní a nemobilní produkt
- vlastnosti výrobního programu
  - počet výrobků – šíře nabízeného sortimentu: rozdělení dle šíře počtu nabízených produktů. Společnost může nabízet jeden či vícero produktů.
  - množství vyráběných výrobků, tj. počet kusů výrobků
    - kusová výroba: jedná se o individuální produkt, který není sériově vyráběn a je vyráběn na objednávku dle specifikací zákazníka. O kusovou výrobu se tedy jedná, pokud společnost vyrábí velký počet různých druhů výrobků a od každého druhu jen malé množství. [3] Výrobní zařízení musí dosahovat vysoké úrovně flexibility a pracovníci vysoké kvalifikace. Během výroby se lze setkat s řadou komplikací, jako jsou dlouhé dodací lhůty na jednotlivé materiály a nemožnost výroby na základě předchozích zkušeností a tedy nutnosti složitého předpovídání možných komplikací. Výrobky vyráběny kusově bývají podstatně dražší a mívají delší dodací lhůty.
    - sériová výroba: jedná se o opakovanou výrobu. Tuto výrobu lze dále rozdělit na malosériovou, středně sériovou- a velkosériovou. Může se jednat o výrobu 10 ks, ale i 10 000 ks v opakujících se objednávkách. Výroba probíhá na předem seřazených výrobních strojích, například na CNC obráběcích strojích. Komplikací je nutnost nastavení parametrů stroje před každou novou zakázkou, dané stroje tedy musí být v rámci technologie flexibilní. Plánování výroby se zaměřuje na velikost zakázky, skladové zásoby, výrobní dávky a termíny. Před samotnou výrobou může být zhotoven vzorkový kus či kusy na ověřování požadovaných vlastností u zákazníka.
    - hromadná výroba: jedná se o opakovanou, nepřerušovanou, časově neomezenou výrobu jednoho výrobku v masové produkci. Daný provoz dosahuje vysoké úrovně automatizace a mechanizace. Jednotlivá zařízení a samotní zaměstnanci bývají odborníky ve svém oboru. V porovnání s ostatními typy výrob se zde klade větší důraz na humánní otázky a lidské potřeby, jako odstranění monotónnosti práce, kvalifikace zaměstnanců apod.

- druhová výroba: jedná se o speciální případ hromadné výroby, nejčastěji se vyrábí několik typů jednoho výrobku. Výrobky se odlišují tvarem, kvalitou, případně velikostí. Samotná funkce výrobku však bývá většinou totožná. Jednotlivé stroje jsou částečně flexibilní, avšak zdaleka ne v takové míře jako u sériové výroby. Plánování výroby se zaměřuje zejména na velikost zakázek.
- vztah k odbytu: rozděluje se na zakázkovou výrobu a výrobu pro trh. U zakázkové výroby se jedná o výrobu na konkrétní objednávku, dle specifických požadavků zákazníka s doplněním požadovaného termínu výroby, počtu kusů a způsobu dodání. Příkladem může být většina strojírenských podniků. Výroba pro trh, nazývaná také jako výroba na sklad, se však orientuje obecně na spotřebitele, nejčastěji dle předpovědi potřeby trhu. Může docházet ke kombinaci, kdy se při plánování a výrobě některé základní díly a podsestavy vyrábí na sklad a kompletní sestavy se montují dle požadavku zákazníka. Nutností je stavebnicovost výroby. Základní myšlenky stavebnicovosti výroby lze uplatnit ve většině oborů, tj. strojírenském, elektrotechnickém, nábytkářském, ve stavebnictví, chemickém průmyslu a hlavně automobilovém, leteckém a kosmickém. [4]



Obr. 3. Základní typy výroby [5]

**ad b) výrobní typ dle užití vstupů**

Rozdělení dle vstupů není tolik používané a známé. Zakládá se na tom, že výrobní faktory jako materiál, přípravky, nářadí, lidská práce, strojní práce a informace, mohou být použity ve výrobním procesu s různým podílem a dále mohou mít vstupy různou kvalitu.

- Podíl vstupů:
  - Materiálově výkonná produkce
  - Pracovně výkonná produkce – kde převládá ruční práce
  - Produkce výkonná na výrobní zařízení – pružné výrobní systémy
  - Informačně výkonná produkce (médiá, nakladatelství)
  
- Kvalita vstupů
  - Stálá úroveň vstupů
  - Nestálá úroveň vstupů, při různé jakosti vstupů jsou i následné výstupy rozděleny do různých jakostních tříd – jedná se o ovoce, zeleniny, keramické výrobky aj.

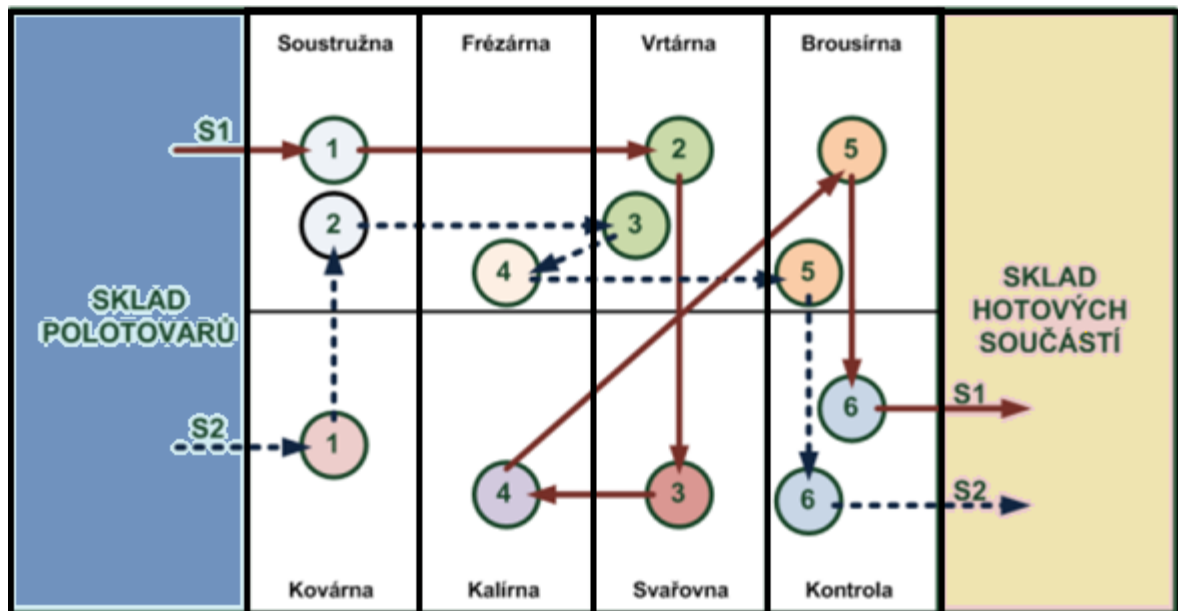
**ad c) výrobní typ dle výrobního procesu**

Výrobní typy dle výrobního procesu se liší organizačním uspořádáním:

- Technologické uspořádání: typově podobné stroje provádějící blízké technologické operace jsou začleněny do jedné haly. S tímto uspořádáním se lze nejčastěji setkat ve strojírenské či elektrotechnické výrobě. Bývají tak soustředěny provozy či dílny jako slévárna, kovárna, obrobna, zámečnická dílna, galvanizovna, apod. Jednotlivé zakázky mají přiřazený vlastní technologický postup a průchod jednotlivými pracovišti, dané výrobky a předměty se během výrobního procesu mohou na jednotlivá pracoviště i vracet, materiálové toky se kříží apod. Mezi výhody tohoto uspořádání patří větší pružnost výroby, tj. schopnost reagovat na případné změny ve výrobě, je možná zaměnitelnost strojů, tj. přemístění výroby z jednoho stroje na druhý během údržby či poruchy i snadná celková údržba všech strojů. Mezi nevýhody patří náročnější řízení výroby, delší výrobní cyklus z důvodů delších manipulačních časů, vznik zásob rozpracované výroby a tedy i vázaných finančních prostředků ve výrobě, náročnější mezioperační kontroly, dále složitá mezioperační doprava mezi jednotlivými stroji či pracovišti má vliv na vytváření skladů či skladovacích prostor u pracovišť. Toto uspořádání se realizuje



zejména v provozech s kusovou, malosériovou a středně sériovou výrobou především díky své jednoduchosti, nenáročnosti a přizpůsobivosti k technologickým změnám na výrobku a změně výrobního sortimentu. [6]

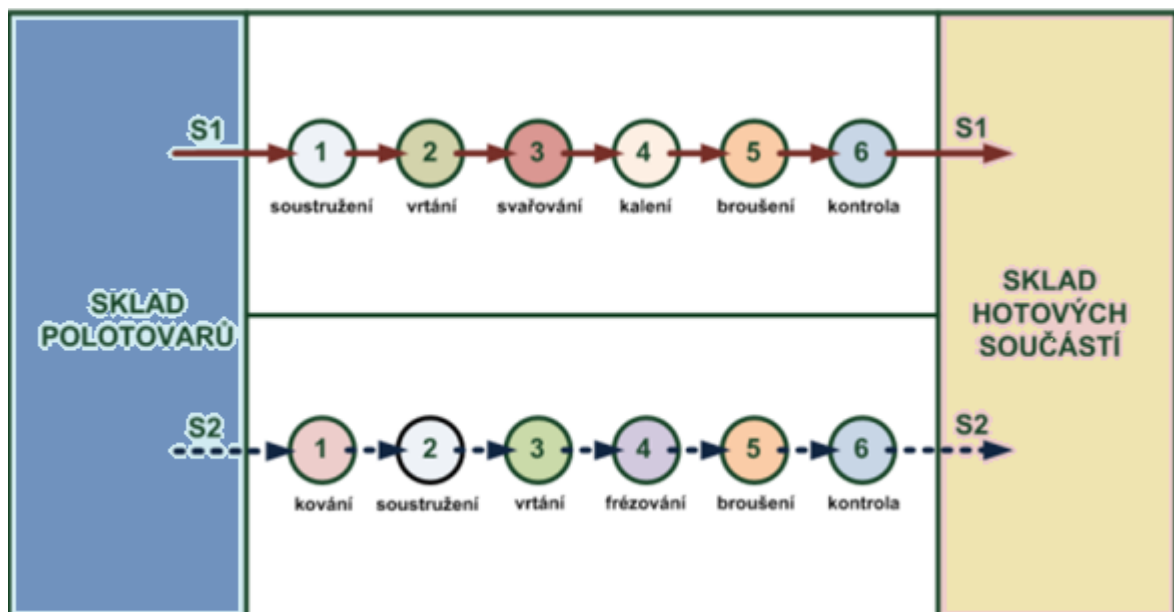


Obr. 4. Technologické uspořádání pracoviště [1]

- **Předmětné uspořádání:** jde o seskupení pracovišť a strojů podle charakteristických znaků vyráběného předmětu, vzniká seskupením technologicky odlišných pracovišť, určených k výrobě technologicky podobného výrobku. Při tomto uspořádání se tedy pracoviště přizpůsobuje danému výrobku, na jedné dílně lze často vyrobit kompletní dílec. Stroje jsou řazeny za sebou podle technologických operací, polotovár je předáván nejkratší cestou z jednoho pracoviště na druhé. Toto uspořádání zkracuje průběh a dráhu předmětu, snižuje rozpracovanost výroby, poskytuje snazší řízení výroby a automatizaci procesů, snižuje počet meziskladů a mnohdy postačí menší kvalifikace pracovníků. Nevýhodou je malá pružnost výroby a složitost v časové návaznosti jednotlivých operací, vysoké nároky na přípravu výroby, vyšší nároky na údržbu strojů, případná porucha totiž může narušit práci na dalších pracovištích. Používá se při výrobě motorů, elektromotorů, pneumatik apod. [3] Obecně je vhodné pro menší počet výrobků vyráběných ve větších objemech, tj. ve velkosériové a hromadné výrobě. Předmětné uspořádání pak lze ještě rozdělit na několik typů:

- Jednotný materiálový tok: celé pracoviště a stroje na dílně jsou uspořádány dle technologického postupu. Toto uspořádání používají podniky, které v dané hale či provozu vyrábí jednotný základní produkt, či případně variace tohoto produktu. Jednotný materiálový tok lze dále rozdělit na procesy:
  - Časově nespojité – materiálový tok je pro všechny výrobky identický, avšak některá pracoviště nemusí být do postupu zařazena. Zpětně však již výrobek nemůže pracovištěm projít.
  - Časově spojitě - lze popsat jako časové spojení mezi jednotlivými pracovišti – operacemi. Nejčastěji se jedná o výrobní linky či o výrobu spojenou dopravním systémem.
- Výroba v centrech: rozdílná pracoviště jsou zařazena do společného prostoru s předemným uspořádáním. Výrobu v centrech můžeme rozdělit na výrobu s využitím pružných výrobních systémů, tj. automatizovanou, a pokud se nejedná o automatizované pracoviště, je toto uspořádání nazýváno jako výrobní ostrůvek, tj. buňka skupinové technologie. Pro rozdělení je tedy klíčový stupeň automatizace.

U uspořádání s pružným výrobním systémem probíhá výroba a tedy i materiálový tok plně automatizovaně. Využívá se například programovatelných automatů.



Obr. 5. Předemné uspořádání pracoviště [1]

Znalost výše uvedených kritérií je klíčová, když je nutné zařadit výrobní systém do určité typologie výroby. Pro jednotlivé typologie totiž platí určitá pravidla při plánování a řízení výroby, kontroly a evidence atd. Jednotlivé typy a hlediska však do určité míry spolu navzájem souvisejí a výsledkem mohou být kombinace jednotlivých typů, při kterých se uplatňuje více hledisek současně.

Samotná volba způsobu organizace a řízení výrobního procesu se neřeší pouze při zavádění výroby nového dílce či výrobku, ale souvisí také s pořízením nového stroje či vybavení, se změnami v kapacitách, s novými požadavky na výrobky apod. Tyto změny často vyžadují nová řešení výrobních systémů.

Ze všech jednotlivých rozdělení, tj. dle výrobního programu, výrobních vstupů a výrobního procesu se však v praxi nejčastěji využívají vymezení dle tří základních typů výroby:

- výroba kusová
- výroba sériová
- výroba hromadná

Tyto tři základní typy mají dále dle svého množství výroby jednotlivé specifické uspořádání. Pro výrobu kusovou je typické technologické uspořádání. Ve výrobě sériové převládá technologické uspořádání, byť se zde může objevit řešení z předmětného uspořádání. Naopak ve výrobě hromadné, kde se vyrábí tisíce kusů pouze pro několik výrobků je typické uspořádání předmětné, kde jednotlivé operace na sebe navazují. Typicky se jedná o výrobní linky a společnosti specializující se na montáž výrobků.

## 2 ODVĚTVÍ STROJÍRENSKÉ VÝROBY

Strojírenství patří mezi nejznámější a nejnáročnější technické odvětví. Strojírenství v sobě zahrnuje návrh, materiály, výrobu, technologie, stroje a další související činnosti a zařízení. Jedná se o obor, ve kterém je vyráběna široká škála výrobků v desítkách oborů.

Vyspělost odvětví v daném státě často ukazuje i vyspělost hospodářskou. [7]

Škála strojírenských výrobků je obrovská, jedná se o malé součástky, např. spojovací materiály, přes různé nástroje, automobily, letadla až po specifické dodávky na klíč v oboru energetickém, těžebním apod. v podobě kompletních celků.



Obr. 6. V současnosti nejsilnější strojírenské odvětví – automobilový průmysl [8]

**Strojírenství lze rozdělit na několik odvětví:**

1. Těžké strojírenství
2. Střední strojírenství
3. Lehké strojírenství

4. Přesné strojírenství

5. Investiční strojírenství

### **Těžké strojírenství**

Zabývá se výrobou pro hospodářské podniky. Jedná se o těžební stroje, hutnická zařízení apod. Tyto společnosti bývají soustředěny do blízkostí těžebních oblastí. Leckdy i hutnický komplex je schopen sám si takové stroje vyrobit. Do tohoto oboru lze zahrnout i bojové lodě či tanky.

### **Střední strojírenství**

Střední strojírenství produkuje výrobní zařízení pro většinu odvětví. Jedná se o stěžejní obor strojírenství, a to díky svému širokému zaměření, do kterého patří produkty jako obráběcí stroje, automobily a motocykly. Mezi další produkty patří lodě, lokomotivy, traktory, stavební a zemědělské stroje apod.

Výroba letadel a průmyslových robotů je označována za specifický podobor. Výroba letadel bývá většinou soustředěna mimo průmyslové zóny, vzhledem ke své prostorové náročnosti.

Výroba průmyslových robotů je rychle se vyvíjející obor zvyšující produktivitu práce a sjednocující technologické postupy. Největší využití nalézá v automobilovém průmyslu.

### **Lehké strojírenství**

Jedná se o odvětví, kde je soustředěna výroba spotřební elektroniky a elektrotechniky. Typická pro tento druh strojírenství je nízká potřeba kvalifikovanosti a zároveň i nízká spotřeba vstupních materiálů. Jedná se o produkty jako televizory, audio přehrávače, kalkulačky, fotoaparáty apod. [7]

### **Přesné strojírenství**

Jedná se o obory zahrnující jemnou mechaniku, optiku, měřicí přístroje, zdravotnická zařízení a vyspělou elektroniku jako notebooky, servery, hodinky, elektroniku pro dopravní

prostředky apod. Jde o nejnávštěvnější strojírenský obor, na který připadá velké množství vývojových pracovníků. Zhruba na dva pracovníky ve výrobě připadají tři ve výzkumu. Vysoké náklady na toto odvětví tedy připadají na kvalifikované pracovníky, které převyšují i náklady na materiál.

Vzhledem k rozmanitosti a technickému pokroku je mnohdy velmi těžké rozlišit výrobky přesného a lehkého strojírenství.

### **Investiční strojírenství**

Investiční strojírenství vyrábí a realizuje dodávky kompletních investičních celků do oborů jako energetika, stavebnictví, zemědělství, dopravní, těžební a zpracovatelský průmysl. Dodávky jsou značně členité a může se jednat o pevné, mobilní či ruční zařízení. Dodavatel zastřešuje kompletní dodávku od návrhu, přes materiál, technologie a implementace v místě zákazníka. Dodavatel obvykle spolupracuje s dalšími subdodavateli, jelikož není schopen zajistit vše vlastní výrobou. [7]

Dle odvětví strojírenství se liší i uspořádání výroby a jednotlivá odvětví se vyznačují i dalšími specifiky. V těžkém strojírenství se používá technologické uspořádání a ze své povahy výroby se jedná o kusovou a malosériovou výrobu. Střední strojírenství je nejrozšířenější strojírenské odvětví a výrobní procesy zastupují všechny typologie výrob. V závislosti na výrobním programu a zaměření společnosti se ve středním strojírenství lze setkat s kusovou, sériovou i hromadnou výrobou a technologickým či předmětným uspořádáním. Vždy záleží, zda se jedná např. o zakázkovou výrobu či výrobu na sklad. U lehkého strojírenství se lze setkat spíše s předmětným uspořádáním a velkosériovou a hromadnou výrobou, což je dáno zejména samotným odvětvím, kde se jedná většinou o montážní závody s nízkou potřebou kvalifikované práce. Přesné strojírenství patří mezi pokročilé obory a uspořádání výroby závisí na výsledném produktu. U výroby specifického měřicího přístroje se lze setkat s technologickým uspořádáním a malosériovou výrobou, kdežto u výroby notebooku a další elektroniky je využíváno spíše předmětné uspořádání. Investiční strojírenství je speciální odvětví, jelikož se jedná o dodávky velkých celků, na kterých často spolupracuje několik společností s různými typy výrob.

## 2.1 SOUČASNÉ TRENDY STROJÍRENSKÉ VÝROBY

Strojírenství je jedním z nejrychleji se vyvíjejících technických oborů, což sebou přináší nové trendy, pokroky a specifické nároky pro danou dobu a ekonomickou situaci.

Základními technickými a technologickými trendy zůstává tlak na maximální produktivitu, nejlepší poměr cena/výkon a automatizaci výrobního procesu. V poslední době však sílí nastupující trendy související s tématy iniciativy průmyslu 4.0. Ke stálým, ne však dominantním, požadavkům zákazníka patří i rychlost dodání a minimalizace servisních nákladů. [9]

### Základní – přetrvávající technologické trendy ve strojírenství

#### Maximální produktivita

Produktivita práce je objem vyprodukovaných hodnot připadající na jednotku spotřebované práce za určité období. Jde o celkový výstup dělený pracovními vstupy a lze jej vypočítat jako příjmy / počtem zaměstnanců.

$$\text{produktivita práce} = \frac{\text{přidaná hodnota}}{\text{pracovníci (abs.počet,počet odprac.hodin)}} \quad (1)$$

Současným trendem a dlouhodobým cílem společností je snaha o zvyšování produktivity práce. Obecně se produktivita práce zvyšuje, když stejné množství vstupů vyrábí více výstupů. Lze ji tedy zvýšit použitím pokročilejších technologií, vyšší pracovní zručností zaměstnanců (větší kvalifikace) a větší produktivitou ostatních výrobních faktorů (logistika apod.) Tyto kroky vedou k vyšším tržbám (vyšší počet prodaných výrobků) a nižším nákladům (úspora času, energie, materiálu aj.) a tedy ke zvýšení produktivity práce. [10]

#### Poměr cena/výkon

Jde o označení schopnosti produktu dodat výkon jakéhokoliv druhu za svou cenu. Produkty s vyšším poměrem cena/výkon jsou tedy žádanější. V tomto případě se hledají úspory zejména materiálové a energetické, jelikož průmyslová výroba je velmi výrazně ovlivněna cenami vstupů. Obecně tvoří vstupy 30 až 50 % nákladů na výrobu.

Současným trendem ze strany odběratelů je udržení ceny odpovídající kvalitě výrobku. U tradičních materiálů jsou jejich vlastnosti a funkce dobře známé, proto je snahou snížit náklady a zvýšit kvalitu zejména u procesů jako svařování, obrábění, slévárenství, tepelné zpracování aj. Zda je materiál či proces klasický nebo moderní, rozhoduje druh průmyslu – oblast, kde je aplikovaný.

Například svařování hliníku nelze v leteckém průmyslu považovat za nový trend, avšak v automobilovém průmyslu jde o relativně nově zavedenou aplikaci. [10]

### Automatizace výrobního procesu

Automatizací výrobního procesu se rozumí využívání řídicích systémů k řízení technologických zařízení a procesů. Účelem automatizace je téměř úplné nebo částečné odstranění člověka z procesů, které chceme automatizovat. Člověka však z výrobního procesu zcela vyřadit nelze, tudíž automatizace staví člověka a automatizační techniku spíše do role jakýchsi partnerů, kdy automatizační technika řídí celý proces a zaručuje efektivní a bezpečný provoz a člověk udržuje tuto techniku při chodu.

Tento trend využívá čím dál více provozů od potravinářství až po automobilový průmysl a tyto provozy se automatizují více a více. Plně automatizované výrobní linky jsou řízeny sofistikovaným počítačovým systémem a vykonávají činnost s přesností a rychlostí, které by člověk nedosáhl.

Automatizace zapříčinila efektivnější výrobu, kterou mohou provozy zvládnout s minimem lidí. Pracovníci jsou v pozici seřizovačů a údržbářů. [11]





Obr. 7. Automatizované pracoviště vybavené roboty Fanuc [12]

### **Další významné trendy**

#### Význam rozmanitosti vlastností oceli

I v dnešní době rozvoje materiálu jako kompozitů a plastů si ocel udržuje z hlediska rozsahu výroby a odbytu hlavní postavení mezi materiály, a to zejména díky rozmanitosti vlastností oceli spojené s využitím širokých možností legujících prvků. Využívá se k tomu řada moderních výrobně-technických postupů v metalurgii, tepelném zpracování a tváření. Inovační a výkonové schopnosti oceli se projevují zejména při vývoji ultra pevných ocelí. Výroba dospěla k využití vytvrzených směsí krystalů. Toho se dosáhne legováním velmi malých množství přísad např. titanu, křemíku, fosforu, manganu anebo niobu. Tyto prvky se v krystalu feritu naváží do mřížkových poloh. Vytvrzením směsí krystalů se může pevnost zvýšit o 30 až 40 %. U oceli jakožto materiálu se 100% recyklovatelností lze očekávat, že bude získávat strategickou přednost. V roce 2015 bylo vyrobeno 1 665 miliónu tun oceli, což je 20krát více než všech ostatních kovů.

Tento trend je zaznamenán hlavně v automobilovém, leteckém a kosmickém průmyslu a energetice. I v jiných průmyslových odvětvích však lze pozorovat přechod od základních konstrukčních materiálů (nelegované oceli, šedá litina apod.) k materiálům s vyšší užitnou hodnotou jako vysokolegované oceli, nerez, titanové slitiny aj. [11]

### Minimalizace servisních nákladů

Požadavkem zákazníků je stále častěji požadavek na kvalitní a dlouhotrvající stroj či zařízení, dalo by se říct dle hesla „nejlepší je ten stroj, o kterém není slyšet“. Bez občasné údržby a servisu se dlouhodobě neobejde žádný stroj, v poslední době však vyznívá požadavek na snižování servisních nákladů stále častěji.

### Rychlost dodání

Rychlost dodání bývá v některých případech nejdůležitějším kritériem u výrobních společností, a to jak ve smyslu objednávání náhradních dílů či zařízení, tak i dodání výrobků koncovým uživatelům. Např. v automobilovém průmyslu se každá neplánovaná odstávka stroje rovná velké ztrátě, z toho důvodu si základní náhradní díly snaží výroba držet skladem. V případě nutnosti objednání tohoto dílu u dodavatele převažuje rychlost dodání nad cenou.

Tlak na rychlost dodání bývá i na kompletní dodávky strojů v případech, kdy má výrobce dlouhodobě zvýšenou poptávku po svých výrobcích, avšak z kapacitních důvodů je nestíhá plnit.

### **„Hybridní“ technologie ve strojírenství**

V souvislosti s růstem průmyslové výroby dochází k úbytku celosvětových zásob surovin, energií a ke zhoršení stavu životního prostředí. Cílem je využít zdroje zelené energie a poskytnout alternativní procesy s ohledem na požadavky budoucí energie.

V současnosti se již téměř běžně setkáváme s požadavky na aplikaci nízkohmotnostních materiálů, umožňující výrobu nízkohmotnostních komponentů. Tyto požadavky se nejčastěji objevují v automobilovém a leteckém průmyslu pro dosažení snížení emisí a energií. Komplikace však nastávají při tváření těchto materiálů, jako jsou ultra pevné oceli, titanové slitiny a slitiny hliníku, hořčíku. Tato skutečnost vede k růstu požadavků na pokrokové technologie např. právě na tváření. Významnou se stává i možnost použití hybridních výrobních procesů i v oblasti obrábění, pájení a povrchových úprav.

Pojem „hybridní“ se začíná častěji užívat od roku 1997, kdy se objevil první masově vyráběný hybridní automobil značky Toyota. V poslední době se však slovo „hybrid“ užívá i v oblasti materiálových věd a inženýrství. Pojem „hybridní materiály“ se používá pro

kompozity, které se skládají ze dvou složek na nano anebo molekulární úrovni. Obvykle je jedna složka anorganické a druhá organické povahy. Tímto se liší od tradičních kompozitů, kde jsou složky na makroskopické úrovni (od mikro do milimetru). Míchání těchto dvou složek vede více k homogennímu materiálu, který může vykazovat charakteristiky dvou původních fází anebo i nové vlastnosti. V mnohých případech rozdíl mezi kompozity a hybridními materiály není přesně definovaný.

### 2.1.1 Průmysl 4.0



Obr. 8. Čtyři stupně průmyslové revoluce [13]

Průmysl 4.0 je označení pro čtvrtou průmyslovou revoluci, která daleko přesahuje obor strojírenství. Jejím centrem je průmyslová výroba, globálně však jde o novou filozofii zasahující od průmyslu do oblastí jako technická standardizace, bezpečnost, systém vzdělávání, právního rámce, vědy, výzkumu, trhu práce a sociálního systému. Hlavním atributem průmyslu 4.0 je komunikace, a to komunikace všech aktérů, kteří do průmyslové výroby nějakým způsobem vstupují či pracují s jejími výsledky. Jde o proces digitalizace a propojování všech úrovní, které se podílejí na tvorbě přidané hodnoty.

Fenoménem dneška je propojování internetu věcí (propojující jednotlivá technologická, výrobní, testovací, dopravní a skladovací zařízení), internetu služeb a internetu lidí (který

navzájem propojuje všechny zdroje – materiálové, energetické a lidské), s tím souvisí nesmírný objem generovaných dat v komunikaci stroj – stroj, stroj – člověk nebo člověk – člověk.

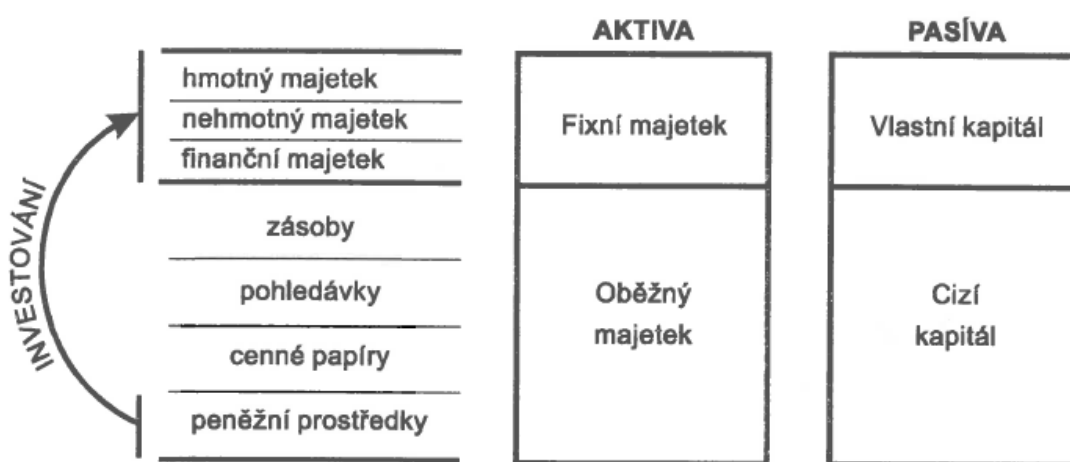
Továrna budoucnosti bude kromě velmi pokročilé míry automatizace vzájemně komunikujících autonomně pracujících technologických subsystémů hlavně neustále komunikovat se všemi předvýrobními i povýrobními procesy. Důležitá data vznikající při této komunikaci a data vznikající při projektování, konstrukčních návrzích, data zjištěná inteligentními senzory nebo strojovým viděním budou základem ke zvýšení produktivity práce, konkurenceschopnosti a také k mohutnému rozvoji služeb navázané na průmyslový sektor.

Zkráceně a obecně řečeno se tedy jedná se o transformaci výroby ze samostatných automatizovaných výrobních jednotek na plně integrovaná automatizovaná a průběžně optimalizovaná výrobní prostředí. Budou vznikat nové globální sítě, kde budou propojena výrobní zařízení do kyberneticko fyzikálních systémů – CPS (Cyber-Physical-Systems).

Novou roli zaujme i zákazník, který bude mít mnohem větší vliv, zejména ve smyslu vyhovění časových, logistických a kvalitativních nároků. Čtvrtá průmyslová revoluce již mění a bude měnit hospodářství. Je to proces, který se stále vyvíjí vlastní dynamikou a nelze určit, co přesně bude výsledkem. [14] [15]

### 3 VÝROBNÍ INVESTICE

Rozvoj podniku, zajištění jeho budoucí existence a zvýšení šancí dosažení zisku je spojeno se změnami ve výrobním systému a struktuře, které vedou ke změnám v majetkové a kapitálové struktuře podniku. Z pohledu financí lze investice označit jako převedení peněžních prostředků do stálého (fixního) majetku.



Obr. 9. Investování [5]

Zdroje financování investic mohou být z vlastního či cizího kapitálu, avšak předpokladem pro financování z cizího kapitálu je dostatečný základ vlastního. Cizím kapitálem bývá zpravidla bankovní úvěr, půjčky, leasing apod.

Výdaje, které v konečném důsledku povedou ke zvýšení příjmů společnosti, lze označit jako investice. Investice jsou zaměřeny na fixní a oběžný majetek (zásoby, polotovary, hotové výrobky, pohledávky, ceniny, peníze v hotovosti aj.)

Investice a jejich samotné plánování však bývá zaměřeno zejména výrobně a mají často souvislost se změnou ve výrobní struktuře např. v podobě pořízení dlouhodobého hmotného majetku. Výrobní investice jsou zaměřeny hlavně na tyto cíle:

- povýšení výroby na technicky vyšší úroveň
- odstranění úzkých profilů výroby, tj. slabých míst
- zvýšení či udržení stávající kvality výrobků
- nové výrobky
- zachování či rozšíření kapacity výroby

Výrobní investice tedy přesouvají kapitál do nově pořízených zařízení, které slouží pro realizování výrobního procesu. Tyto investiční náklady se promítají do cen výrobků, např. v podobě zvednutí hodinové sazby (nový stroj vs. vyřazený stroj), zvýšení režii výroby apod.

Za výrobní investice lze považovat stroje a zařízení, také budovy, podílejí se tedy na výrobě přímo či nepřímo. Podle účelu lze investice rozdělit na:

- a) obnovující investice – z důvodu vyřazení či opotřebení stávajícího zařízení se pořídí nové zařízení, u kterého se však předpokládá stejná výroba se stejnou kvalitou a kapacitou.
- b) rozšiřující investice – jedná se o rozšíření stávající kapacity výroby z důvodu slabého místa ve výrobě, tj. odstranění úzkých profilů či navýšení odbytu stávajících výrobků na trhu. Předpokládá se stejná kvalita.
- c) racionalizační investice – jedná se o zařízení, která zvyšují kvalitu výrobku či snižují náklady na výrobu, popř. obě varianty dohromady. Takto mohou být nahrazena či doplněna i ještě využitelná zařízení.

Vzhledem k neustálému technickému pokroku v oblasti výroby strojů a zařízení a také k měnící se odbytové situaci na trhu však v praxi nelze jasně rozeznat hranice těchto tří druhů investic. Často tedy v praxi bývá každá nahrazující investice i racionalizační a rozšiřující současně.

Dle velikosti a situace společnosti se rozhoduje o počtu investic pro dané účetní období, bývá vždy určováno o oblasti, rozsahu, důvodu a potřebnosti investice. Velmi podstatné je rozhodnutí o finančních zdrojích pro danou investici a posouzení rizik pro daný způsob financování. Každá investice s sebou nese určitou míru rizika, zejména z pohledu financování, ale i vlastní realizace. Jedná se o rozhodování na mnoho let dopředu. Správná investice je pro společnost zdrojem zisku. Nesprávná s sebou nese vysoké fixní náklady a např. nutnosti splácení úvěrů. Proto je nezbytné investice plánovat a vycházet ze strategických cílů společnosti.

V souvislosti s uspořádáním a vybavením provozu lze říci, že na každý typ uspořádání výrobního provozu je nutné vynaložit rozdílnou výši investice. Pokud zavádíme hromadnou výrobu s předmětným uspořádáním, bude zpravidla třeba vynaložit větší objem peněz, než v případě zavedení sériové výroby s technologickým uspořádáním. Při plánování hromadné výroby je nutné počítat s vyšší investicí do strojů a dalších zařízení souvisejících

např. s manipulací materiálu, jelikož při hromadné výrobě se většinou jedná o jednoúčelové stroje, které jsou dražší i náročnější na údržbu. [5]

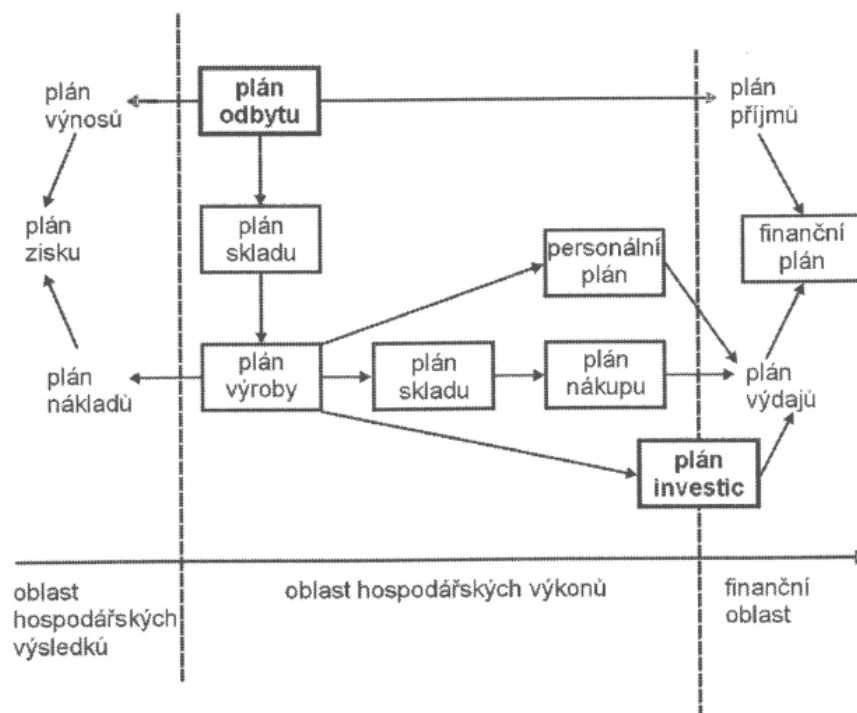
### 3.1 Plánování výrobních investic

Každému nově pořízenému stroji ve výrobě by mělo předcházet investiční plánování. A to ať už se jedná o zařízení pořizované z důvodu opotřebení, zvětšení výrobní kapacity či zvýšení kvality výrobků. Nejdůležitějšími faktory pro posouzení výrobní investice je druh a objem realizované výroby.

Výrobní investici by měla předcházet analýza trhu, tj. zajištění odbytového množství, konkurenční poměry (zda v okolí např. není stejný typ stroje apod.) Poté na základě těchto informací může být sestaven odbytový plán, z něhož vzejde výrobní plán, podle kterého se určí potřeba výrobních zařízení. Pomocí investičního propočtu lze zjistit, že např. pořízení dalších výrobních kapacit, i když dojde k přesahu odbytových možností (předpokladů), je výhodné. To vyvolá nároky na obchod a marketing v podobě zajištění zbylých odbytových možností.

Při plánování investic a navyšování kapacit je třeba brát v potaz i následné zvýšení potřeby výrobních zásob, např. materiálu, polotvarů apod. Investiční plánování zajišťuje budoucí investiční požadavky a potřebná opatření. Vychází z dlouhodobých cílů, je třeba brát ohled na dlouhodobé vazby, tj. zejména finanční plány, vývoj firemního programu a požadované kapacity.

Investiční plán se sestavuje jako celkový souhrnný plán obsahující jednotlivé investice, např. za určité (nejčastěji účetní) období. Obrázek 10 popisuje vazby investic na ostatní oddělení a plány. [5]



Obr. 10. Vazby plánů investic a ostatních plánů podniku [5]

Pro každou investici, jež podnik plánuje realizovat, či se rozhoduje o její realizaci, je nutné sestavit samostatný dokument/plán k posouzení její výhodnosti a možnosti uskutečnění.

Daný dokument zpravidla obsahuje tyto nejdůležitější údaje:

- popis investice
- zdůvodnění potřeby investice
- analýzu trhu a odbytu pro investici
- náklady
- termín realizace

V praxi může pro investici existovat více variant, proto rozhodování probíhá v několika krocích investičního plánování.

Podle toho, zda se jedná o investici obnovující, rozšiřující či racionalizační, může daný typ investice změnit uspořádání výroby. V případě obnovující investice je vliv na uspořádání výroby minimální, protože se zpravidla jedná o nákup stejného typu stroje se stejnými výkonnostními a kvalitativními parametry, který nahradí vyřazený stroj.

Rozšiřující investice již zasáhne do uspořádání výroby, nezmění však typ uspořádání. To zůstane stejné dle toho, zda provoz využívá předmětné či technologické uspořádání. Jedná



se o pořízení nového stroje, zpravidla ve stejné kvalitě, který zvýší kapacitu výroby. V provozu je však třeba vždy najít nové místo pro tento stroj.

Racionalizační investice většinou představuje největší zásah do uspořádání výroby a může změnit i typ uspořádání zpravidla z technologického na předmětné uspořádání. Nové zařízení snižuje náklady na výrobu či zvyšuje kvalitu výrobku, popřípadě obě varianty současně, a to buď nahrazením či doplněním stávajícího strojového parku, to má poté i případný vliv na uspořádání výroby. V extrémním případě může dojít i ke změně typu uspořádání výroby, např. pokud je zajištěn vysoký dlouhodobý odbyt pro konkrétní výrobek, již se vyplatí změnit uspořádání. [5]

## 4 CÍLE BP

Cílem mé bakalářské práce je návrh a koncepce nového strojírenského provozu tak, aby navržené prostory, dílny a uspořádání bylo možno použít pro vypracování dokumentace pro vydání stavebního povolení.

Jedná se o návrh prostor společnosti, která se zabývá obráběním, zámečnictvím a výrobou vzduchotechnických systémů. V těchto provozech, které pokrývají cca 40 % celkové plochy výrobní haly, je plánováno zahájit výrobu po výstavbě haly. Zbylé prostory, určeny pro budoucí rozvoj, nebudou zatím využity, případně budou sloužit jako skladovací plochy.

Celkový návrh strojírenských prostor musí splňovat tyto požadavky:

- Plynulý tok výroby mezi jednotlivými provozy
- Technologické uspořádání dílen
- Vhodné rozmístění technologií
- Pružnost výroby
- Využití odpadního tepla
- Zajištění obsluhy jeřábem pro všechny dílny
- Efektivní umístění nevýrobních technologií
- Dodržení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci

Důvodem výběru tohoto tématu jsou potřeby firmy pro realizaci výstavby výrobní haly.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 5 NÁVRH VÝROBNÍ HALY – I. ETAPA

Oblastí zájmu této bakalářské práce je strojírenství a projektování výrobní haly, tematicky se zaměřuje na výstavbu konkrétního strojírenského provozu. Jedná se o malý podnik se sídlem ve Zlínském kraji. Je nutno uvést, že práce je zaměřena na I. etapu zahájení provozu, ve které je plánována výroba ihned po výstavbě haly. Zahájení provozu v II. etapě je plánováno cca tři až čtyři roky po první etapě.

Praktická část bakalářské práce je věnována postupu a metodice tvorby návrhů a podkladů, které budou následně použity pro získání stavebního povolení. V práci je zaznamenána tvorba celkového návrhu layoutu, který vznikl po diskuzi a dle představ jednatele firmy, s následným schválením či úpravou od projektanta haly.

Tvorba layoutu zároveň probíhala při současné představě o budoucím umístění technologií v provozu. Daným technologiím je v práci věnována samostatná kapitola, obsahuje bližší rozbor plánovaných strojů pro třískové obrábění, zámečnictví a tepelné zpracování. Bakalářská práce se zaměřuje na provoz, které jsou zařazeny do I. etapy zahájení výroby (viz obr. 11).

### 5.1 ZÁMĚR VÝSTAVBY

Projekt výstavby strojírenského provozu vzniká jako dlouhodobý investiční plán jednatele, jelikož se administrativní a výroba společnosti nyní nachází v pronajatých prostorech, které nevyhovují z ekonomického ani výrobního hlediska pro své malé a zastaralé provozy.

Společnost má již od svého vzniku za cíl poskytnout zákazníkovi širší spektrum strojírenských služeb, dalo by se říct „od materiálu až po povrchovou úpravu“. Jedná se tedy o strojírenskou zakázkovou výrobu dle specifikací klienta. Typickým výrobkem firmy může být finálně obrobený dílec. Nejčastěji se může jednat o nákup odlitku, který následně ve firmě projde procesem obrábění, broušení a jednoduchou povrchovou úpravou.

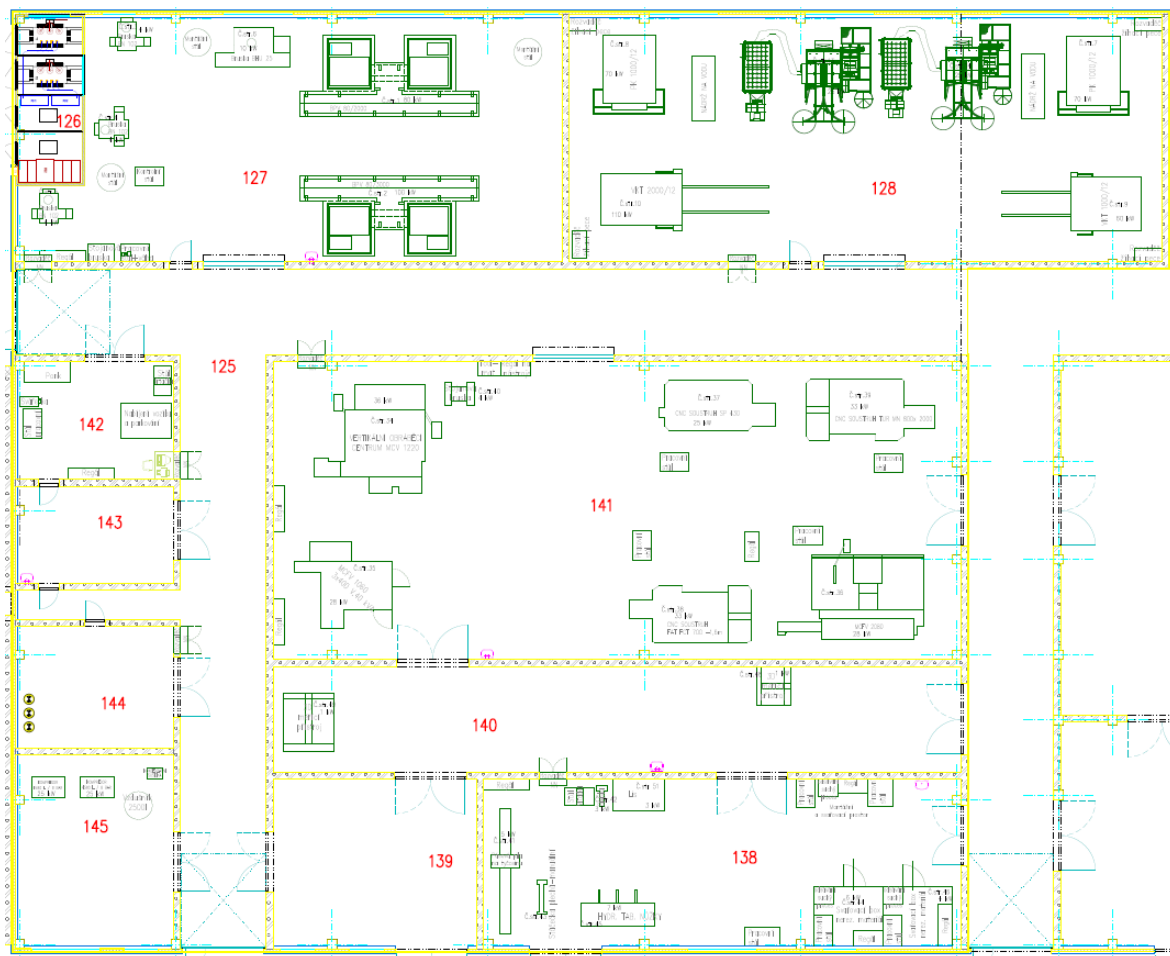
Projekt výstavby je plánován jako dvouetapový, kdy v prvotní fázi dojde k zahájení provozů obrobny, brusírny, svařovny, vzduchotechniky a tepelného zpracování, k tomu je nutné zprovoznit i podpůrné provozy jako oddělení technické kontroly, expedice a výstavbu administrativní budovy, kde budou umístěny kanceláře technologie, obchodu, konstrukce, vedení společnosti apod.

Ve druhé etapě, která je na plánu cca tři až čtyři roky po zahájení první etapy, dojde k zahájení provozu slévárny a dalších nezbytných pracovišť pro zajištění lití odlitků jako jsou modelárna, formovna, hrubá brusárna a tryskání. Mezi podpůrné provozy lze zařadit regeneraci formovacích směsí, údržbu a sklad pro vsázkový materiál.

## 5.2 NÁVRH (LAYOUT) PROSTOR

Celkové rozmístění provozů muselo nejprve vycházet z konkrétní představy o velikosti budovy. Nejdříve bylo určeno, že se hala bude dělit na administrativní část a výrobní část, jedná se tedy o dvě budovy, které k sobě přiléhají. Výrobní hala má rozměry 95 x 40 m a v rozšiřující části 53 m. Administrativní budova má rozměry 25 x 12 m. Celkově tedy zastavěná plocha těchto objektů činí 4565 m<sup>2</sup>, což odpovídá velikosti menšího fotbalového hřiště. Po tomto určení je nutné se zaměřit na layout výrobních prostor.

Plán je takový, že stavba jako celek, tj. základy, konstrukce, opláštění a střecha, budou vystaveny společně bez ohledu na jednotlivé etapy, avšak k vybavení prostor danými technologiemi dojde pouze v provozu I. etapy, a to zejména z důvodu vynaložení velkého objemu finančních prostředků na tuto realizaci a celkově přílišného zahlcení při případném „plném rozjezdu“.



Obr. 11. Prostor provozů I. etapy (125 – hlavní chodba, 126 – trafostanice, 127 brusírna, obrobna, 128 – oddělení tepelného zpracování, 138 – zámečnictví, 139 – expedice, 140 – technická kontrola, 141 – obrobna, 142 – údržba, 143 – rozvodna NN, 144 – plynová kotelna, 145 – kompresorovna)

Pro dokumentaci ke stavebnímu povolení je nutné doložit již finální podobu prostor objektu. Layout haly je tedy vytvořen tak, aby byla zajištěna návaznost jednotlivých provozů a plynulý tok výroby. Je totiž nevhodné přemísťovat polotovary či výrobky z jedné části haly na konec a zpět. Před podáním žádosti o stavební povolení je tedy nutné určit polohu dílen.

Při postupném určování rozmístění dílen se vychází ze tří možností variant rozmístění, po rozboru jednotlivých prostor a zvážení všech výhod a nevýhod daného rozmístění se určí finální podoba výrobního provozu.

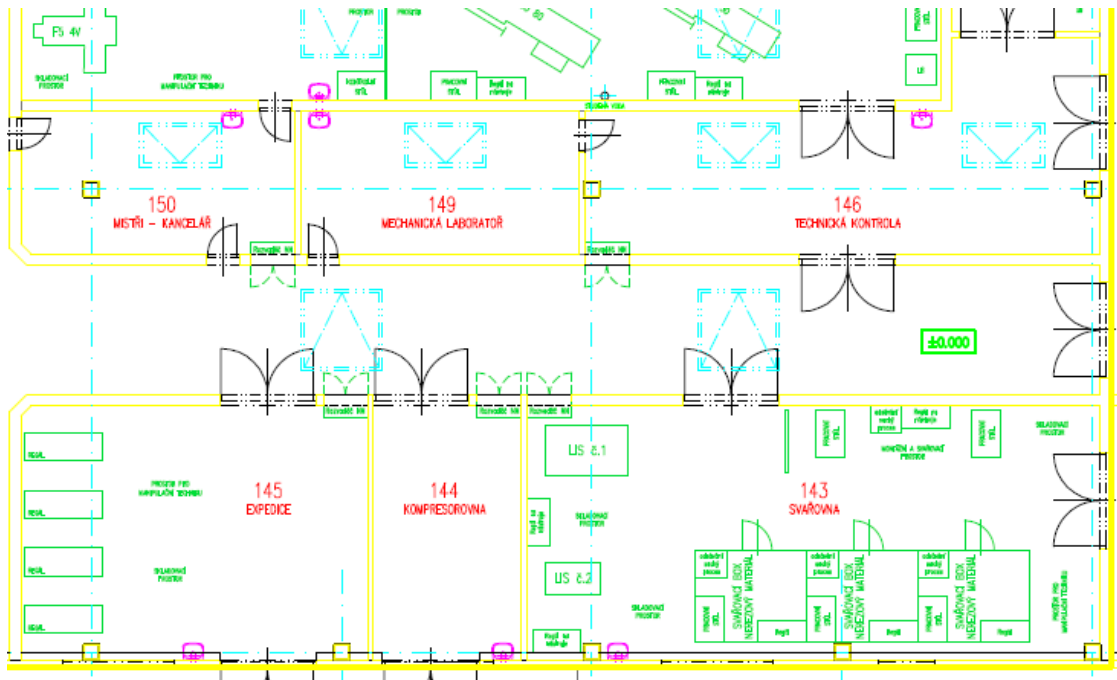
Všechny zvažované návrhy jsou plánovány pro kusovou až středně sériovou výrobu a technologické uspořádání pracovišť, což je vzhledem ke strojírenské zakázkové výrobě logické. Zvažované návrhy se liší zejména ve velikosti obrobny a umístění výrobních provozů a podpůrných/nevýrobních místností.

Poloha a rozmístění kancelářských prostor v administrativní budově zůstává při všech variantách stejná, jelikož prvotní návrh odpovídá požadavkům a potřebám jednatele a administrativní budova nebyla předmětem řešení.

### Varianta A uspořádání haly

V tomto návrhu je věnováno velké množství prostoru skladům a podpůrným provozům jako údržbě, kanceláři mistrů, kompresorovně nebo mechanické laboratoři. Jedná se o variantu s největším počtem místností v hale, větší počet z nich je nevýrobních a jsou zařazeny na úkor prostoru pro výrobní provoz. Viz Obr. 12, 13 a 14.

V návrhu je patrná zejména chodba, která protíná provoz technické kontroly a svařovny a ve zbylých variantách se tato chodba nevyskytuje.

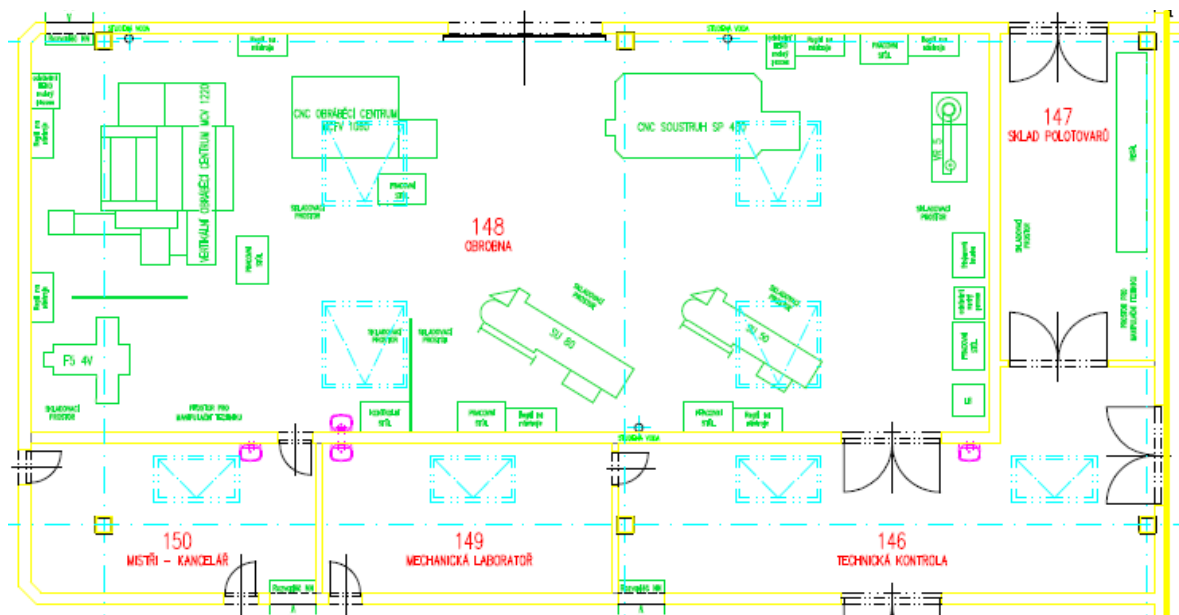


Obr. 12. Chodba protínající provoz – varianta A (143 – svařovna, 144 – kompresorovna, 145 – expedice, 146 – technická kontrola, 149 – mechanická laboratoř, 150 – mistři – kancelář)

K obrobně, která má v této variantě 255 m<sup>2</sup>, přiléhá sklad polotovaru, technické kontroly, mechanické laboratoře a kanceláře mistrů.

Ve skladu polotovarů je plánován sklad hutního materiálu, zejména tyčovin a výpalků pro obrábění na CNC a konvenčních obráběcích strojích.

Technická kontrola je koncipována jako klasická kontrola na rozměrové a povrchové vady obrobků a výrobků společnosti. Pod technickou kontrolu spadá i mechanická laboratoř, kde se provádí mechanické zkoušky kovů, slitin a svarů, jako zkouška tahem či rázem v ohybu. Mistři budou mít ze své kanceláře přehled o situaci na obrobně, protože tyto místnosti budou částečně odděleny oknem.



Obr. 13. Obrobna s přiléhajícími provozy – varianta A (146 – technická kontrola, 147 – sklad polotovarů, 148 – obrobna, 149 – mechanická laboratoř, 150 – mistři – kancelář)

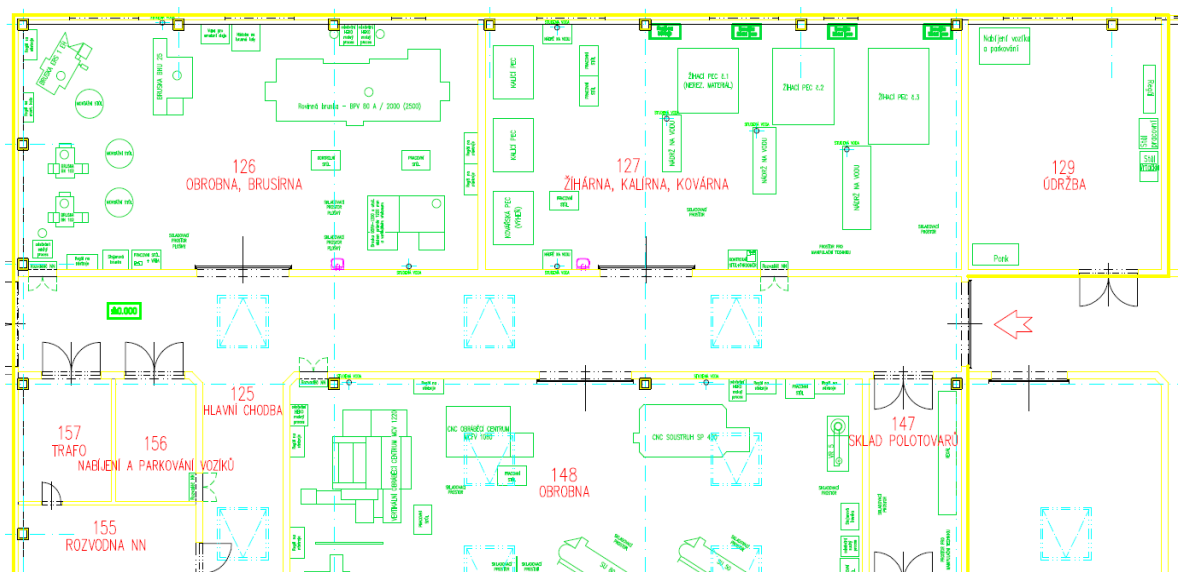
Z technické kontroly je poté přes chodbu situována svařovna a expedice. Ve svařovně o velikosti 103 m<sup>2</sup> je plánován i provoz zámečnických operací jako je lisování, ohýbání, stáčení či řezání na strojích. Svařování bude prováděno ve svařovacích boxech, což je zjednodušeně řečeno oplechovaný prostor, který je odsávaný. Jeho výhoda spočívá v bezpečnosti a oddělení svařovaných materiálů, zejména nerezové oceli a „klasické“ černé oceli.



Expedice je vzhledem k toku materiálu umístěna v blízkosti technické kontroly, kdy se po zkontrolování výrobku předpokládá jeho balení a expedování. Mezi expedicí a svařovnou je poté ještě kompresorovna o velikosti 27m<sup>2</sup>, odkud bude veden rozvod stlačeného vzduchu pro jednotlivé provozy, v této variantě je kompresorovna situována více do středu haly, což je lepší pro potřebný tlak v rozvodech u koncových zařízení.

Na protější straně haly jsou provozy brusírny, tepelného zpracování a údržby. Brusírna je umístěna v blízkosti obrobny i z důvodu předpokladu hrubování dílců na obrobně a následnému přesnému broušení na brusírně.

Umístění tepelného zpracování je trochu komplikované vzhledem k tomu, že dílce budou tepelně zpracovávány v různých fázích výroby, a to i vzhledem k druhu výrobků, tudíž byla tato poloha navržena jako jakýsi kompromis. Údržba je svou polohou ve středu haly výhodná pro snadnou dostupnost a blízkost do ostatních provozů.



Obr. 14. Poloha brusírny, tepelného zpracování a údržby – varianta A (125 – hlavní chodba, 126 – obrobna, brusírna, 127 - žihárna, kalírna, kovárna, 129 – údržba, 146 – obrobna, 147 – sklad polotovárů, 155 – rozvodna NN, 156 – nabíjení a parkování vozíků, 157 – trafo)

Ke stěně administrativní budovy přiléhají podpůrné provozy, konkrétně se jedná o kotelnu, rozvodnu NN, trafostanici, parkování pro vysokozdvizný vozík, sklad odpadu a sklad hut-

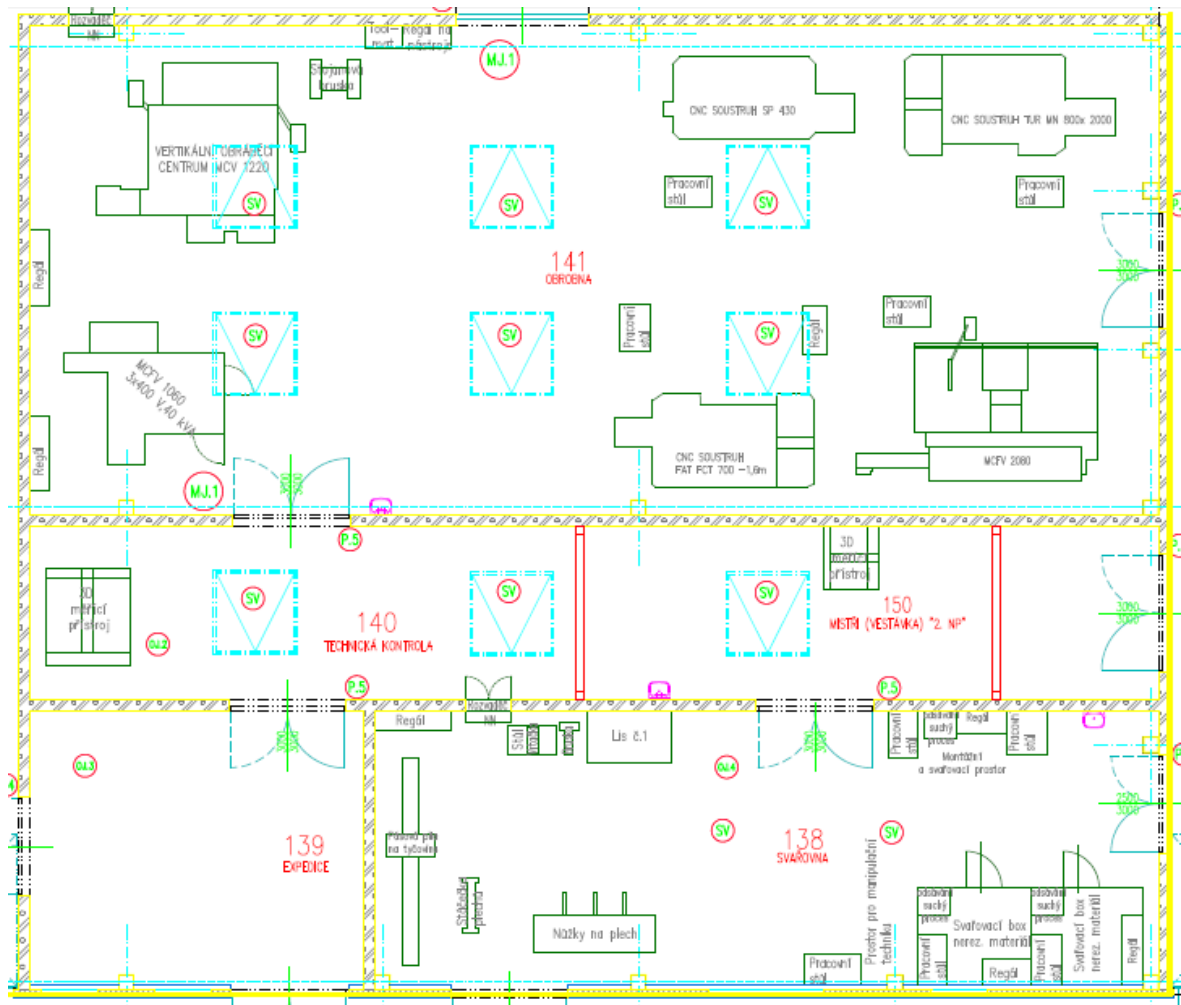
ního materiálu. Sdružení těchto technických místností v boční části haly bylo zvoleno pro lepší návaznost výroby.

### **Varianta B uspořádání haly**

V této variantě je snahou maximalizace výrobních prostor, a to na úkor nevýrobních či případně začlenění skladovacích prostor do koutů výrobních provozů. Je zde zvětšen prostor zejména obrobny a svařovny, a patrné je i vynechání středové chodby mezi svařovnou a obrobnou, místo chodby je technická kontrola. Viz Obr. 15 a 16.

K obrobně, které má v této variantě 382 m<sup>2</sup>, přiléhá pouze technická kontrola, kde budou mít své kanceláře i mistři. Obrobna byla zvětšena z důvodů zaměření společnosti zejména na obrábění dílců. Sklad polotovarů bude případně vměstnán přímo do provozu obrobny, k jeho vynechání v této variantě jako samostatné místnosti došlo i z důvodu snahy společnosti minimalizovat množství polotovarů na skladech. Z předchozího návrhu chodby vznikla místnost technické kontroly, která je umístěna uprostřed výrobní haly. Vzhledem k výšce místnosti, která je cca 5,7 m, bude nad částí technické kontroly umístěn vestavek (2. patro), ve kterém budou mít kanceláře mistři a mohou zde být umístěny i stroje na mechanické zkoušky.

K technické kontrole dále přiléhá svařovna a expedice. Svařovna je v této variantě zvětšena na 149 m<sup>2</sup> na úkor přestěhování kompresorovny z důvodu zaměření společnosti na výrobu filtračních zařízení a tedy předpokladu většího nároku na svařovací a montážní prostory. Tyto operace se budou provádět právě na svařovně.



Obr. 15. Uspořádání varianty B (138 – svařovna, 139 – expedice, 140 – technická kontrola, 141 – obrobna, 150 – mistři, vestavka „2. NP“)

Na protější straně haly je stejně jako ve variantě A plánován provoz brusírny a tepelného zpracování, nicméně došlo k přestěhování údržby ke stěně administrativní budovy, kde se vyskytuje více podpůrných provozů současně. V návaznosti na toto přesunutí došlo ke zvětšení provozu brusírny a tepelného zpracování o cca 15 až 20 %.

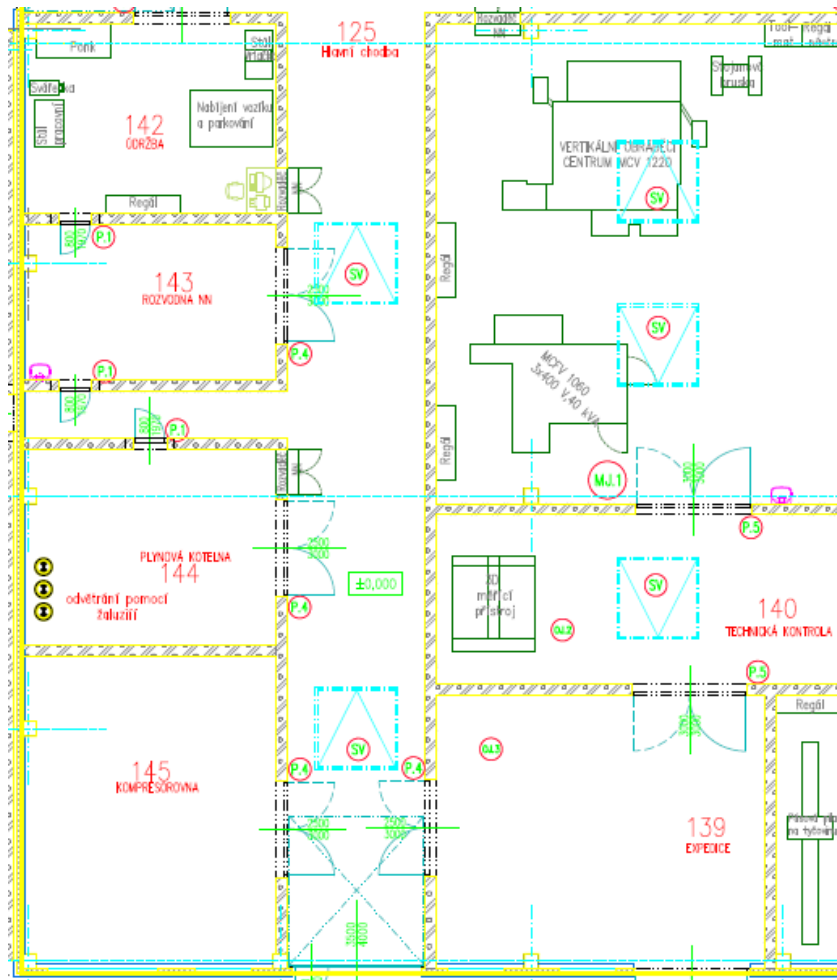
Dále od projektanta bylo určeno, že trafostanice se musí nacházet u vnější zdi haly, tudíž byla přestěhována do sousedství brusírny.

Ke stěně administrativní budovy opět přiléhají podpůrné provozy, nicméně některé z nich byly vyřazeny, sdruženy, či přestěhovány.

Největší prostor zabírá kompresorovna, která musela být zvětšena z důvodu velkého výkonu kompresoru a současně musí být umístěna u venkovní zdi, neboť v případě letního pro-

vozu bude vyveden ohřátý vzduch ven z haly. Vzhledem ke své rozloze může být kompresorovna využívána i jako sklad např. hutního materiálu či expedice.

Dále se u zdi s administrativní budovou nachází plynová kotelna, rozvodna NN a údržba, která byla na úkor výrobních prostor zmenšena, nicméně k servisu a údržbě strojů a zařízení může docházet přímo na konkrétním provozu.

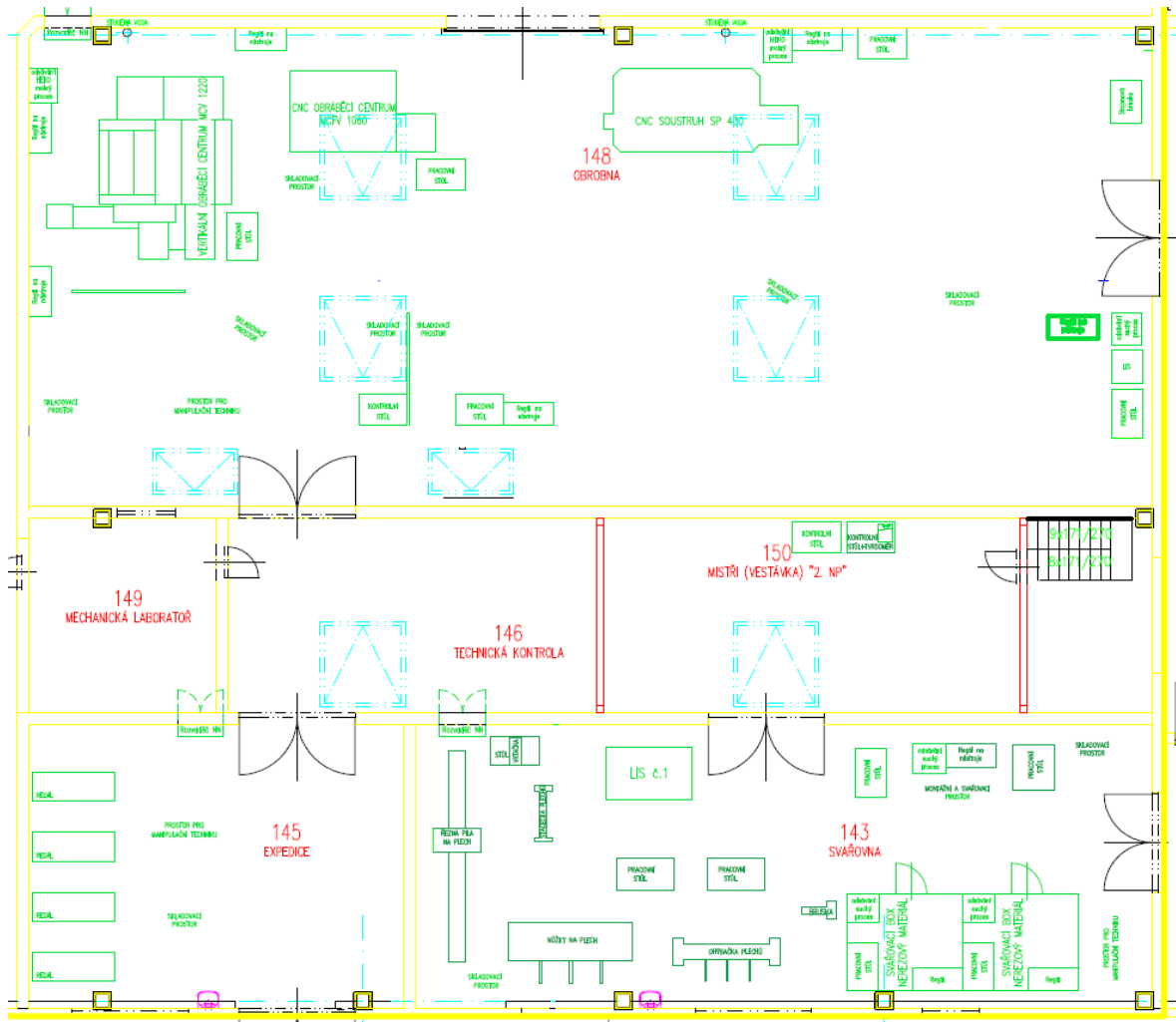


Obr. 16. Podpůrné provozy v levé části výrobní haly – varianta B (125 – hlavní chodba, 139 – expedice, 140 – technická kontrola, 142 – údržba, 143 – rozvodna NN, 144 – plynová kotelna, 145 – kompresorovna)

### **Varianta C uspořádání haly**

Tato varianta tvoří jakýsi přechod mezi řešením variant A a B. Částečně se zde vyskytuje rozmístění z varianty A, kde je kladen větší prostor na podpůrné provozy a zároveň v této variantě došlo již k vynechání středové chodby mezi svařovnou a technickou kontrolou. Toto řešení může působit rozporuplně, jelikož se jedná o verzi, ze které je čerpáno ze dvou protichůdných řešení. Viz Obr. 17 a 18.

K obrobně, která má v této variantě 361 m<sup>2</sup>, přiléhá jako ve všech řešeních technická kontrola, mechanická laboratoř a dále brusírna odlitků, kterou je plánováno zprovoznit až při zahájení druhé etapy provozu. Zvětšením obrobny se potvrzuje hlavní záměr společnosti - obrábění. Výšku místnosti technické kontroly je opět plánováno využít pro vestavek (2. patro), ve kterém budou mít své kanceláře mistři. Jako součást technické kontroly je plánována i samostatná mechanická laboratoř pro zkoušky materiálu.

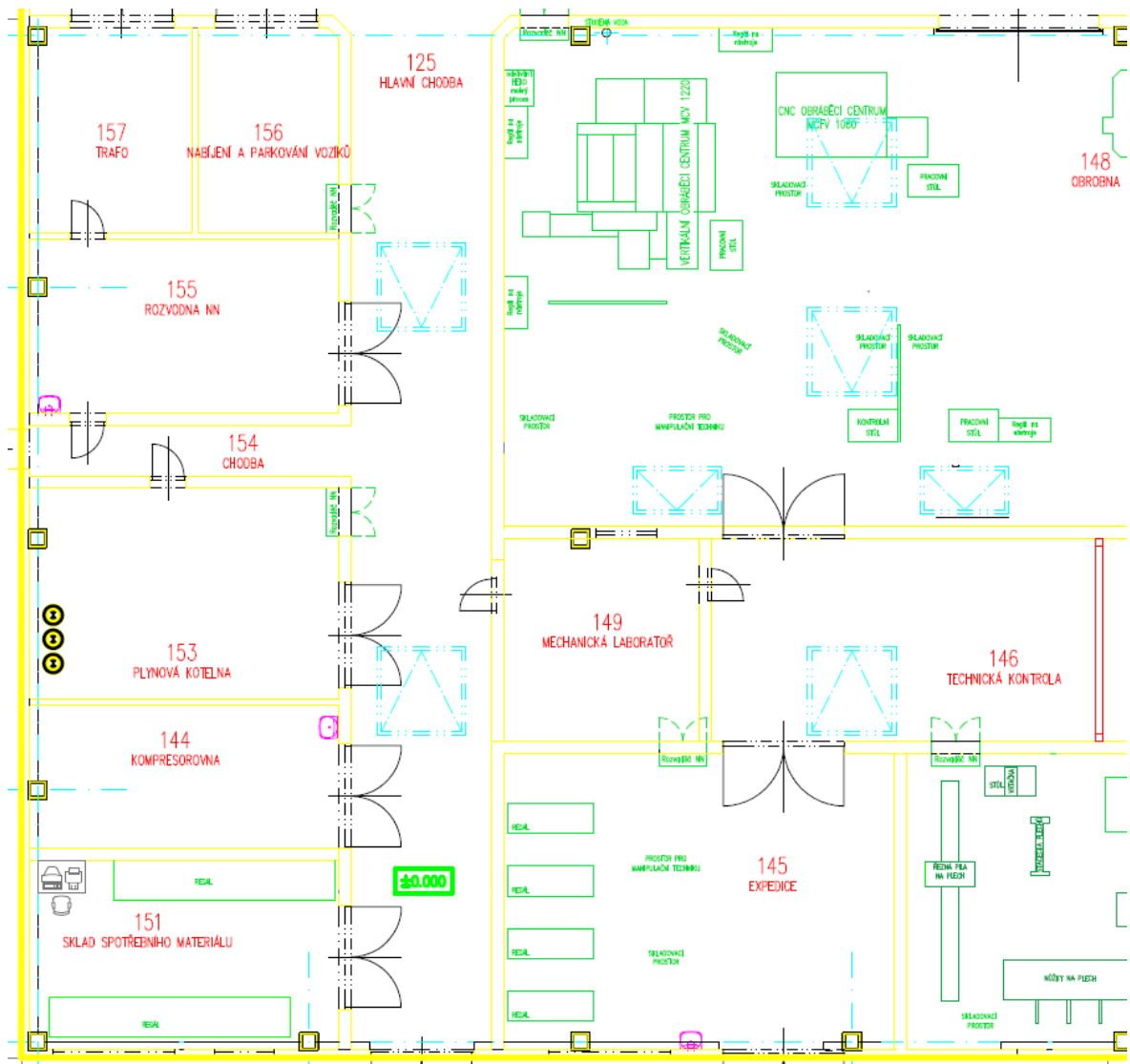


Obr. 17. Poloha obrobny a uspořádání navazujících provozů – varianta C (143 – svařovna, 145 – expedice, 146 – technická kontrola, 148 – obrobna, 149 – mechanická laboratoř, 150 – mistří, vestavka 2. NP)

S variantou B je shodná přiléhající svařovna a expedice k technické kontrole. Oba tyto provozy mají i zhruba stejnou rozlohu jako v předchozí variantě.

Na protější straně haly jsou opět umístěny provozy brusírny a tepelného zpracování, nicméně jsou posunuty více ke středu haly tak, aby byly hlavní provozy sdruženy do vzájemné blízkosti. V této části haly se opět vyskytuje údržba, která je umístěna v rohu haly.

Podpůrné provozy přiléhají k administrativní budově a svým rozmístěním a rozlohou jsou podobné s variantou A s tím, že se zde oproti této variantě vyskytuje kompresorovna, dva sklady byly sdruženy pod jeden sklad spotřebního materiálu. V této části haly se zároveň vyskytuje plynová kotelna, rozvodna NN, trafo a parkování pro vysokozdvizný vozík.



Obr. 18. Podpůrné provozy - varianta C (125 – hlavní chodba, 144 – kompresorovna, 145 – expedice, 146 – technická kontrola, 148 – obrobna, 149 – mechanická laboratoř, 151 – sklad spotřebního materiálu, 153 – plynová kotelna, 154 – chodba, 155 – rozvodna NN, 156 – nabíjení a parkování vozíku, 157 – trafo)

Po zvážení všech variant byla jako nejvhodnější určena varianta B. Důvodem této volby je maximalizace výrobních prostor a jejich jednotlivá návaznost. Pro variantu B jsou v bakalářské práci uvedeny výsledné parametry haly, zařazené technologie a popis umístěných nevýrobních technologií. Pro zamítnuté varianty tyto charakteristiky zpracovány nebyly.

V příloze BP jsou uvedeny jednotlivé výkresy variant A, B a C, včetně jejich řezů výrobní halou bez zakreslení technologií. Pro zvolenou variantu B byl dále vypracován výkres s použitými technologiemi a výrobními stroji.

### 5.3 VÝSLEDNÉ PARAMETRY HALY

Tato kapitola je zaměřena na parametry a výsledná fakta celého stavebního objektu od rozměrů haly, kapacit výroby, plánovaného vytížení provozu až po předpokládaný počet zaměstnanců.

Tab. 1. Celková plocha stavby a užitných pozemků dle varianty B

Celková plocha areálu	16 054 m <sup>2</sup>
Zastavěná plocha objektu	4565 m <sup>2</sup> (300 m <sup>2</sup> + 4265 m <sup>2</sup> )
Celková podlahová plocha	4296 m <sup>2</sup> (488 m <sup>2</sup> + 3808 m <sup>2</sup> )
Parkoviště	40 stání = 485 m <sup>2</sup>

#### Objekt haly

Jedná se o jednopodlažní objekt ve vyšší části s částí dvoupodlažní vestavky o půdorysných rozměrech 95 x 40 m, v rozšiřující části na 53 m. Výška budovy je proměnlivá; cca polovina haly má výšku 6,5 m a zbylá část 10,45 m. Nosnou konstrukci haly bude tvořit železobetonová, prefabrikovaná skeletová konstrukce. Převážná část obvodových stěn budovy bude tvořena kovovým, tepelně izolačním pláštěm.

#### Administrativní budova

Stavební objekt administrativní budovy bude sloužit jako pomocný provoz pro výrobní halu, s tím je spojeno i umístění; administrativní budova přímo navazuje na výrobní halu. Jedná se o dvoupodlažní budovu jednoduchého obdélníkového půdorysného tvaru o rozměrech 25 x 12 x 7,5 m. V objektu se budou nacházet především kancelářské prostory. Půjde o zděnou stavbu s monolitickými stropy.



Okolní stavební soubory

Při výstavbě je samozřejmě nutné vybudovat i další stavební objekty jako kanalizační přípojku, vodovodní přípojku, plynovou středotlakou přípojku, areálový rozvod středotlakého plynu, trafostanici, přípojku VN, venkovní rozvody elektroinstalace, venkovní osvětlení, zpevněné plochy areálové komunikace, oplocení a další nutné úpravy.

Tab. 2. Údaje o plánované výrobě a vytížení provozu dle varianty B

Počet směn	2
Počet zaměstnanců v administrativě	7 – 11 osob
Počet zaměstnanců ve výrobě	27 - 32 osob
Počet provozních hodin	4000 h/rok
Roční produkce výrobků	cca 250 t

**5.4 ZAŘAZENÉ TECHNOLOGIE**

Společnost se zaměřuje na zakázkovou výrobu strojírenských dílců, z čehož také vychází strojové vybavení. Firma nabízí obrábění, svařování, tepelné zpracování a výrobu vzduchotechnických zařízení.

Z těchto důvodů budou provozy vybaveny víceúčelovými stroji a zařízeními, které umožňují zákazníkovi nabídnout co nejširší spektrum technologických operací, ze kterých následně vzejde hotový výrobek.

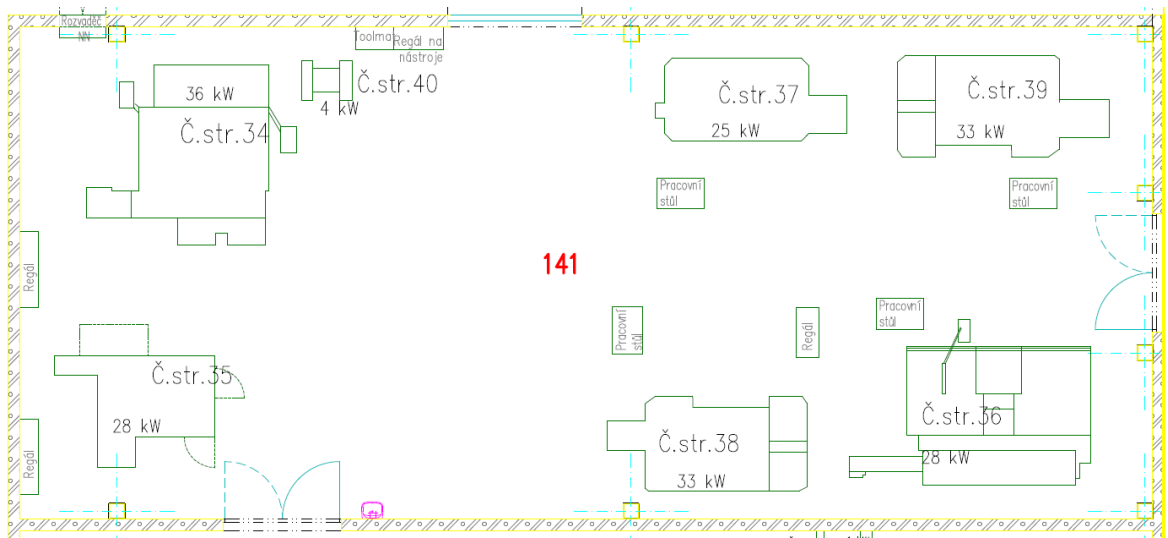
Do prostor obrobny jsou plánovány umístit CNC frézky a CNC soustruhy. CNC frézky mohou být v provedení jak tříosém tak i pětiosém pro dílce do hmotnosti cca 6 tun se snahou o kompaktní rozměry stolu ve stylu portálového centra, které umožňují obrábění dílců deskového či skříňového typu pro maximální rozměry cca 2000 x 2000 x 1000 mm.

U CNC soustruhů je snaha o pořízení tužších strojů určených pro silové obrábění, nicméně možnosti umístění CNC soustruhu s poháněnými nástroji a tedy přesnějšího a tvarového obrábění se společnost nebrání. Rozměry a typy dílců by měly odpovídat středním velikostem do cca 2 tun a obráběného maximálního průměru 500 až 700 mm. Programování těchto strojů bude úkolem technologů či přímo operátorů stroje. Výběr softwaru pro daná zaří-

zení není směrodatný. Společnost má zkušenosti se softwary Heidenhain, Siemens i Fanuc, což je při pořizování CNC stroje výhodou, protože někteří výrobci obráběcích strojů nabízejí pouze vybrané řídicí programy.

Do vybavení obrobny jsou zahrnuty i klasické – konvenční stroje, které stále ve strojírenské výrobě mají své místo, zejména pro výrobu jednoduchých dílců pro kusové až malé série. Jedná se o stroje typu SU50, SN63, FASA, VR4 apod.

Všechny výrobní stroje budou pokud možno umístěny spíše po obvodu obrobny z toho důvodu, aby vznikl ve středu haly dostatečný manipulační prostor a prostor pro chodbu. Cílem bude i sdružit všechny či většinu CNC frézek a CNC soustruhy do těsné blízkosti, protože nástroje či přípravky pro jeden CNC stroj je možné většinou využít i na zbývajících CNC strojích. V neposlední řadě také bude možné využít operátora CNC stroje pro obsluhu dvou frézek či soustruhů současně.



Obr. 19. Návrh strojního vybavení obrobny 141 (č. str. 34 – pětiosé CNC frézovací centrum, č. str. 35 – tříosá CNC frézka, č. str. 36 – tříosá CNC frézka, č. str. 37 – CNC soustruh SP 430, č. str. 38 – CNC soustruh FAT TFC, č. str. 39 – CNC soustruh TUR MN, č. str. 40 – stojanová bruska)

Technická kontrola bude ke své práci využívat standardní měřidla a etalony jako posuvky, mikrometry, hloubkoměry apod. V poslední době si své místo na technických kontrolách nachází i 3D CNC měřicí stroje, které po nastavení měřicího programu na daném výrobku

a následném změření dílce poskytují potřebné informace o délkových či geometrických tolerancích výrobků, není tedy vyloučeno pořízení tohoto troje. Velikost takového stroje by byla určena v návaznosti na vyráběné dílce z obrobny. Měřicí stroje mohou být kontaktní – spínací dotykové sondy a skenovací sondy, tak i bezkontaktní pomocí kamer či laseru.

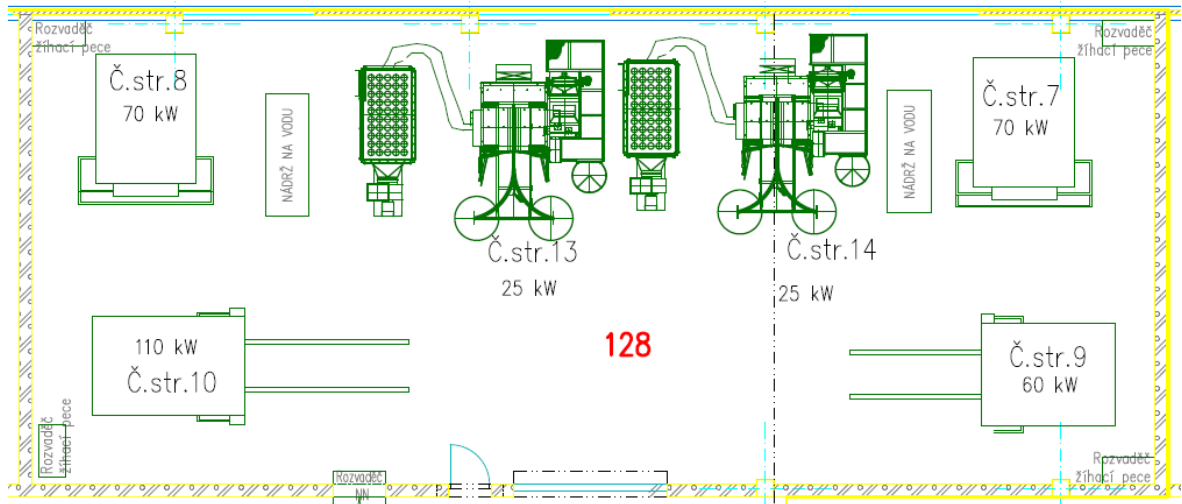
Pro svařovnu, kde se bude odehrávat zámečnická výroba a výroba vzduchotechnických zařízení, je třeba většího počtu strojů a zařízení. Základem jsou svařovací stroje pro nejpoužívanější svařovací metody MIG/MAG, TIG a MMA ve výkonovém rozsahu od cca 10 A do 400 A. Svařovány budou nejčastěji nízko a vysoce legované oceli, litina a hliníkové slitiny. Typově se předpokládá svařování plechů, výrobních přípravků, stavebních konstrukcí a konstrukcí pro vzduchotechnická zařízení. Další součástí strojního vybavení svařovny bude tvořit pásová pila, stáčečka plechů, CNC pálicí laser, hydraulický lis, tabulové nůžky a další stroje umožňující výrobu polotovarů, které se následně svařují či montují do větších celků.



Obr. 20. Svařovací stroj disponující technologií MIG/MAG a MMA se samostatným podavačem drátů, který společnost používá [16]

V prostoru pro tepelné zpracování jsou plánované komorové či vozokomorové pece, které by umožnily tepelné zpracování pro nejpoužívanější metody, tj. žíhání, kalení a zušlechťování. Vnitřní rozměry pecí budou zhruba odpovídat velikostem dílců, pro které jsou určeny obráběcí stroje. Tyto pece umožní tepelné zpracování až do teploty cca 1300°C. Samotná pec bývá nejčastěji vytápěna ze tří stran, čímž je zajištěno rovnoměrné rozložení vnitřní teploty pece. Vedle pecí bude umístěna olejová lázeň či alespoň nádrž na vodu, určena pro materiály, které je nezbytné po kalení rychle ochladit.

Po tepelném zpracování vznikají na dílcích okraje a je tedy nutné tryskání dílců. Tryskací stroje budou umístěny v bezprostřední blízkosti pecí, bude se jednat o tryskače typu závěsný, stolový či bubnový, jako abraziva budou použity ocelové broky či křemičitý písek.



Obr. 21. Strojní vybavení oddělení tepelného zpracování 128 (č. str. 7 – kalící pec, č. str. 8 – kalící pec, č. str. 9 – vozokomorová pec, č. str. 10 – vozokomorová pec, č. str. 13 – závěsný tryskač, č. str. 14 – závěsný tryskač)

Vybavení brusírny bude umožňovat broušení na kulato, na plocho a samozřejmě ruční broušení. Hlavní strojní vybavení budou pravděpodobně tvořit klasické – konvenční stroje typu BPV, BN 102, BHU 25. Tyto stroje budou ještě doplněny o jednu až dvě CNC brusky.

V těchto pěti provozech se bude odehrávat hlavní výroba či měření. Zbylé provozy, které jsou podpůrné, či nesouvisí přímo s výrobou, jsou popsány v kapitole 6.

## 6 UMÍSTĚNÉ NEVÝROBNÍ TECHNOLOGIE

Pro zajištění správného chodu a fungování haly tohoto rozsahu je třeba velkého množství nevýrobních technologií, od rozvodů elektrické a tepelné energie až po rozvody stlačeného vzduchu.

Tyto nároky vyplývají z potřeb pro samotný chod provozu, jako jsou rozvody elektrické energie, pitné a užitkové vody, zajištění rozvodu tepla z plynové kotelny a odsávání jednotlivých prostor pomocí vzduchotechnických jednotek a případné vracení přefiltrované vzdušniny zpět do provozu.

Další část nevýrobních technologií tvoří oblast technologií pro výrobní stroje. Tuto oblast tvoří zejména rozvody stlačeného vzduchu a manipulační technika jako jsou jeřáby a manipulační vozíky.

### 6.1 ROZVODY STLAČENÉHO VZDUCHU

Rozvody stlačeného vzduchu zajišťuje kompresor, který je umístěný v kompresorovně, jež přiléhá ke stěně administrativní budovy. Rozvody budou vedeny v plastovém provedení ve výšce cca 2,5 m a budou připevněny ke stěně daného provozu. Pátevní rozvod potrubí bude mít průměr cca 60 mm, odbočky do daných provozů cca 30 mm. Plastové potrubí je po 1 m svařené.

Samotná výroba stlačeného vzduchu je soustava několika zařízení zapojených za sebe. Hlavní zařízení tvoří kompresor o plánovaném výkonu 33 kW, na který je napojený vzdušník, který obsahuje natlakovaný vzduch. Další součástí soustavy na výrobu stlačeného vzduchu je kondenzační sušička, která ochlazuje stlačený vzduch a zbavuje jej vlhkosti a dále odlučovač olej/voda, který slouží k oddělení oleje od vody v odloučeném kondenzátu stlačeného vzduchu.

Jelikož je již počítáno i s II. etapou provozu, je kompresorovna dostatečně naddimenzována pro silnější a větší kompresor, který bude mít větší nároky, vzhledem ke své velikosti.

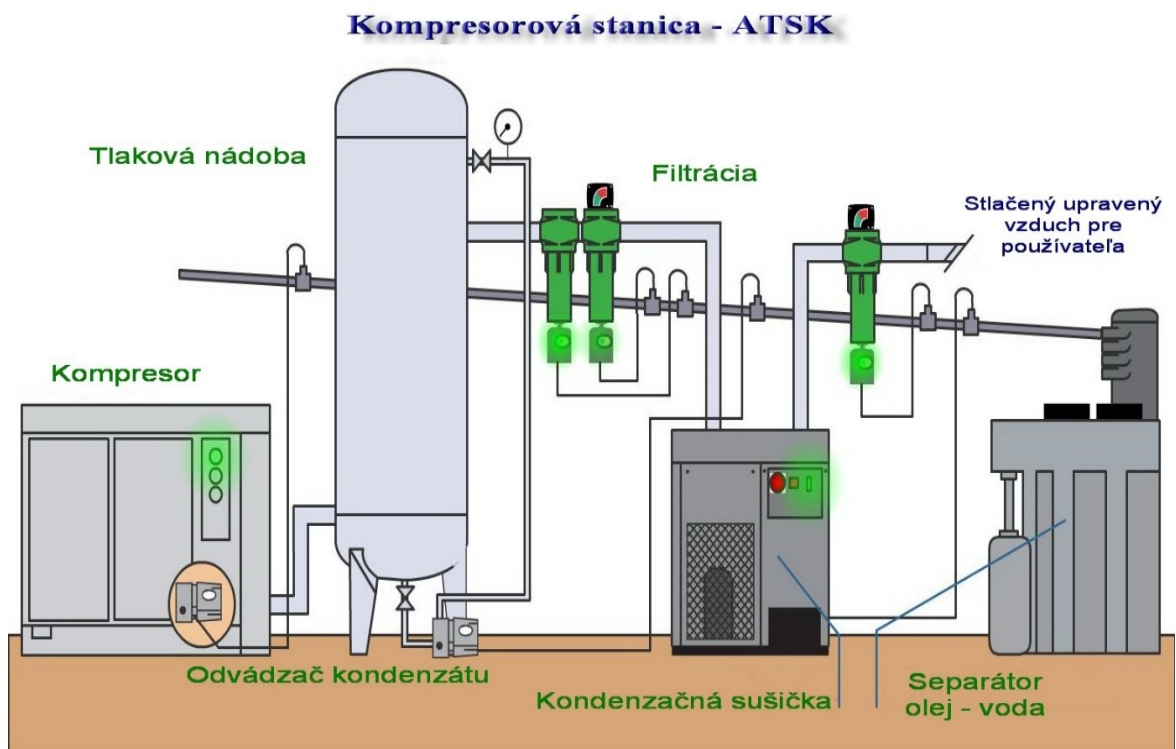
Při předběžných rešerších pro II. etapu bylo zjištěno, že pro rozvody na takovou vzdálenost bude pravděpodobně nutné na druhý konec haly připojit vzdušník, který zajistí dostatečný tlak v rozvodech stlačeného vzduchu. Dále proběhla diskuze, zda nebude nutné vzhledem k II. etapě rozšíření vést tlakové rozvody v hliníkovém potrubí, jelikož hliník má lepší

vlastnosti pro vedení stlačeného vzduchu. Nakonec bylo určeno, že plastové potrubí postačí i v budoucnu pro II. etapu.

Kompresor bude vyvíjet velké množství tepla, které ani není nutné přefiltrovat. Od kompresoru tedy bude zajištěn odtah vzdušnin, který v zimním období bude vháněn do jiných provozů.

Samotné rozvody stlačeného vzduchu budou využity pro práci strojů. Pneumatické pohony jsou využívány zejména v moderních strojích, kde mohou zajišťovat například otevírání/zavírání dveří, pohyb řídicích os, manipulaci s dílci apod. Další využití může být jako pohon ručních brusek a dalších strojů a zařízení, ofuk pracovního prostoru stroje apod. Pneumatické rozvody a pohony jsou využívány jako snadno dostupné médium šetrné k životnímu prostředí, které lze využít i v rizikovém prostředí, navíc natlakovaný vzduch lze uchovávat v nádržích.

Páteřní trasa rozvodu stlačeného vzduchu povede z kompresorovny do chodby a dále bude vedena po stěně chodby až na konec haly určenou pro I. etapu. Z páteřního rozvodu budou vyvedeny odbočky do všech provozů využívající stlačený vzduch. Jedná se o provozy obrobny, technické kontroly, svařovny, brusírny, tepelného zpracování a údržby.



Obr. 22. Princíp kompresorovej stanice použitéj vo spoločnosti [17]

## 6.2 ODSÁVÁNÍ HALY

Ve výrobní hale bude docházet k výrobním procesům, které vylučují škodlivé dýmy, plyny či aerosol. Z těchto důvodů je nutné dané provozy odsávat. Jednotlivé provozovny mimo obrobny budou mít svůj centrální odsavač, který bude napojen na jednotlivé stroje či prostory a odsávat škodlivé plyny či prach. Společnost je zároveň i výrobcem filtračních jednotek a veškeré montážní a většinu výrobních prací na daných odsavačích tedy zvládne sama v rámci svého podniku, kdy vyrábí typizované řady filtračních jednotek a odsavačů.

Mezi odsávané prostory patří obrobna, svařovna, brusírna a kompresorovna. Obecně při svařování vznikají toxické dýmové zplodiny při metalurgických a fyzikálně chemických reakcích jako kovové páry, aerosoly, plyny a prachové částice, proto tyto prostory musí být velmi dobře odsávány. Na svařovně budou odsávány všechny svařovací boxy filtrační jednotkou o výkonu cca 5400 m<sup>3</sup>/hod s automatickou regenerací filtračního média protiproudem stlačeného vzduchu.

Dalším odsávaným provozem je brusírna, kde budou odsávány všechny typy brusek. Budou současně odsávány výrobní stroje suchého a mokrého obrábění společným zařízením pro odsávání a filtraci. Stroje obrábějící za mokra budou vybaveny předlučovačem odsáté emulze, která bude separovat emulzi od prachových částic, kde separovaná emulze bude vracena zpět do stroje a prachové částice budou pokračovat centrálním odsávacím potrubím dále do filtračního zařízení. Budou také odsávány všechny umístěné brousící stroje.

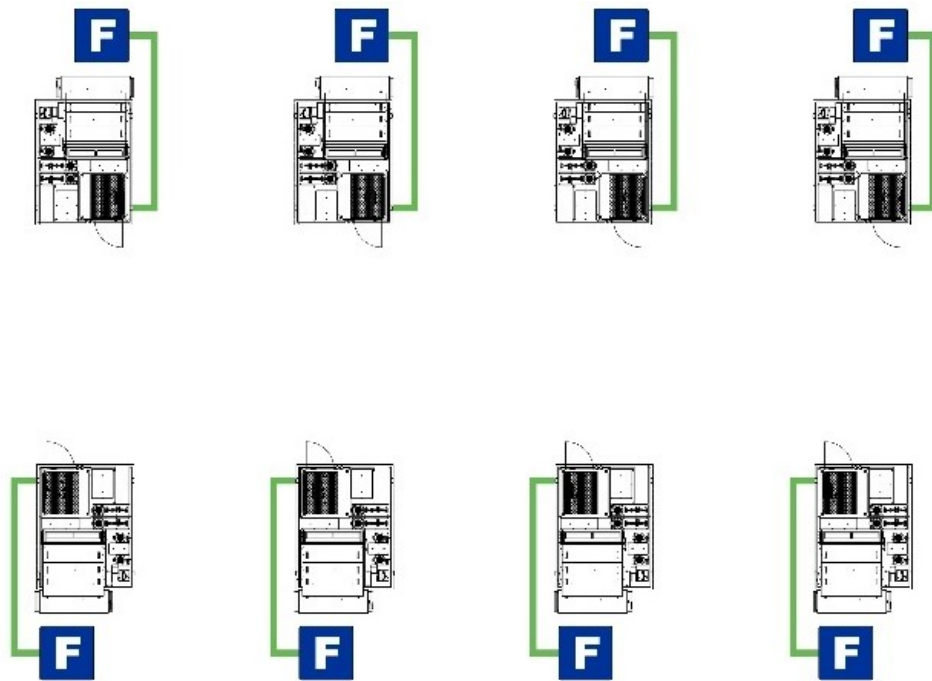
Obrobna nebude řešena pomocí centrálního odsavače, ale lokálními odsavači se separátory emulze, které budou napojeny přímo na zakrytovaný pracovní prostor CNC stroje, tedy přímo ke zdroji vzniku aerosolu. Lokální odsavače budou pravděpodobně umístěny na kapotáži stroje. Separovaná emulze bude vracena zpět do CNC stroje a výdech ze separátorů bude veden do místnosti haly tak, aby nedocházelo k ovlivňování vzduchových poměrů uvnitř místnosti obrobny.

V minulosti se v těchto případech často jako nejjednodušší řešení používalo celkové odvětrávání haly, to však nepřinášelo velký užitek. Problémem je několik důležitých faktorů, které ve vzájemné kombinaci způsobí, že tento způsob filtrace v oblasti strojírenské výroby zřídka pracuje efektivně především proto, že účinný odsávací systém musí být dostatečně dimenzovaný, což přináší velké pořizovací i provozní náklady.

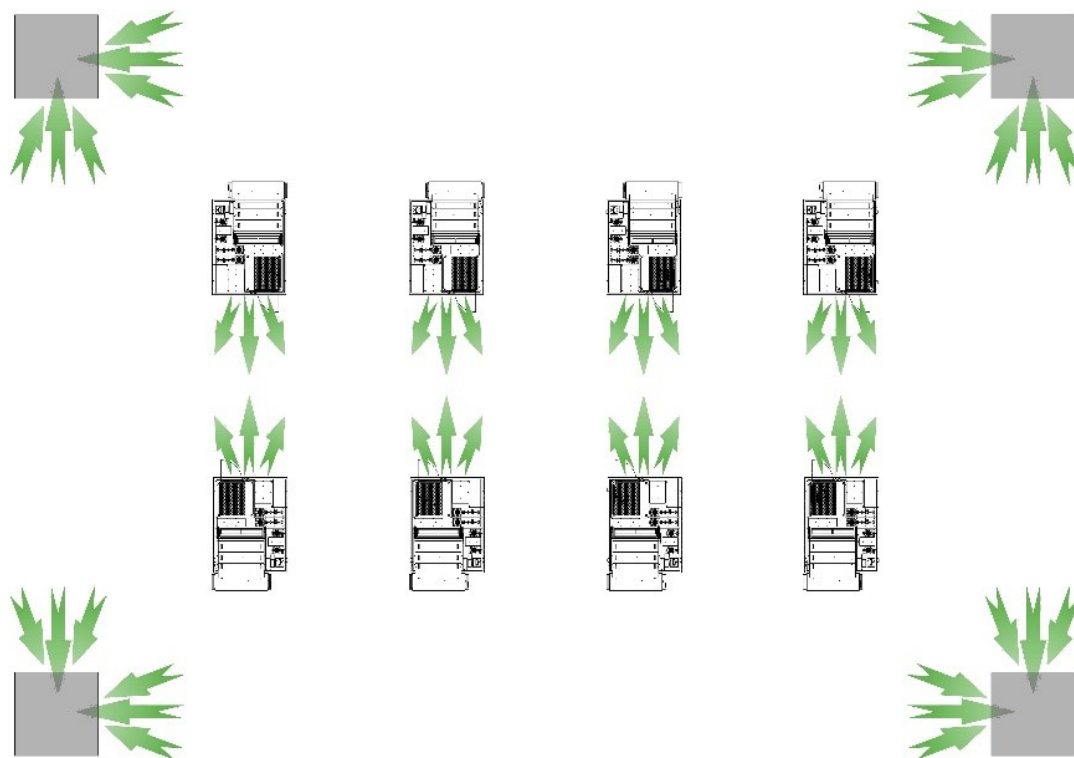


V současné době tedy převažují lokální odsavače (viz obrázek 23), kde aerosol je odsáván přímo z pracovního prostoru stroje, znečištěná vzdušina prochází filtračním zařízením a po vyčištění se vrací zpět do okolního pracovního prostředí. Kapacitní požadavky jsou mnohem menší než u obecné ventilace. Lokální odsavač disponuje výkonem zhruba 1200 m<sup>3</sup>/hod.

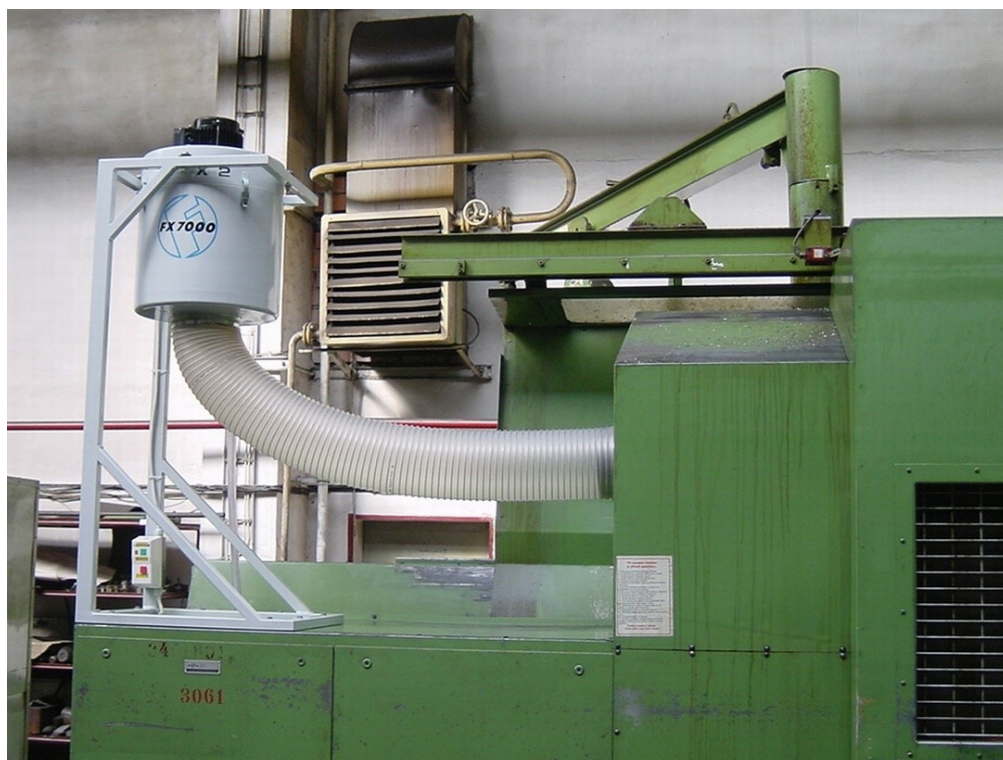
Při variantě odsávání aerosolu volně z ovzduší (viz obrázek 24), se do míst filtrace dostávala pouze malá část, tudíž bylo odsávání neúčinné a požadovaná kapacita odsavače mohla být až 100 000 m<sup>3</sup>/hod.



Obr. 23. Odsávání lokálními odsavači [18]



Obr. 24. Varianta odsávání aerosolu volně z ovzduší [18]



Obr. 25. Lokální odsávání pomocí filtrační jednotky, která je napojena na odsávaný prostor stroje pomocí hadice ve společnosti. [18]

Kompresorovna je typem prostoru, kde není nutné odsávat a filtrovat danou vzdušninu. Nicméně teplo, které kompresor produkuje, je možné dále bez filtrace využívat pro ohřev vody nebo vytápění pro halu. Potrubní vedení, které bude odvádět odpadní teplo kompresoru bude vybaveno pomocným axiálním ventilátorem. Uvažuje se o odtahovém ventilátoru o výkonu 2000 m<sup>3</sup>/hod a spotřebě 2kW.

Pro vedení filtrované vzdušniny bude použito spiro potrubí, které je z ocelového plechu o tloušťce 0,5 mm. Pro dopojení přímo ke stroji mohou být použity polyuretanové antistatické hadice. Potrubí bude vedeno po stěnách haly ve výšce cca 2,5 m. Průměr potrubí může být 200 až 300 mm. Energetická náročnost jedné filtrační jednotky pro dané provozy bude cca 8 kW.

V zimním období bude přefiltrovaná vzdušina vracena zpět do prostoru haly tak, aby nedocházelo k únikům tepla, zakončení potrubí je v tomto případě řešeno nejčastěji filtračním rukávem z polyesteru, aby se předešlo vzniku průvanů na hale. V letním období se uvažuje o využití přefiltrované vzdušniny pro ohřev vody.

### 6.3 DOPRAVA (MANIPULACE) V PROVOZU

Manipulaci s těžkými břemeny či převoz většího počtu dílců je třeba řešit s ohledem na bezpečnost zaměstnanců a efektivitu výrobního provozu. Pro splnění těchto hlavních podmínek je v hale plánováno využití několika manipulačních způsobů či prostředků.

V rámci provozu na konkrétní dílně budou instalovány mostové či sloupové otočné jeřáby, které budou používány pro manipulaci s těžšími dílci, pro lehčí předměty bude možno použít manipulační vozíky.

Největší jeřáb (šířka – 13 m, délka pojezdu – 29 m, požadovaná nosnost – 6,3 tuny) bude umístěn na obrobně, jedná se o mostový jeřáb. Pojezd jeřábu bude pokrývat celý prostor obrobny, jelikož je třeba pokrýt všechny CNC obráběcí stroje současně. Nosnost jednotlivých CNC strojů bude maximálně cca 6 tun. Mostový jeřáb je tedy dimenzován dle možnosti obráběcích strojů. Rychlost pojezdu mostu bude max. 40 m/min a bude regulována statickým měničem kmitočtu. Pro místnost obrobny bylo dále uvažováno o pořízení dalšího jeřábu, konkrétně otočného, který by pokrýval například dva CNC stroje, čímž by se předešlo případným prostojům v případě obsazenosti mostového jeřábu. Tato varianta však zatím byla odložena proto, že s částí výrobků bude možné manipulovat i ručně. V případě

obrábění větších a těžkých obrobků trvá obráběcí program i několik hodin, tudíž nebude mostový jeřáb tolik vytížený.

V dalších místnostech je plánováno využití otočných jeřábů, které sice svým rozpětím nepokryjí tolik prostoru jako mostové jeřáby, avšak jejich výhodou je cena a instalace, na kterou se myslí již při budování haly. Pro tyto jeřáby je potřeba silnější betonový základ o rozměrech cca 2500 x 2500 x 1000 mm s ocelovou výztuží.

Pro místnost brusírny je plánován otočný jeřáb o nosnosti 2 t, s vyložením háku 7 m a výškou zdvihu cca 3,5 m. Tento jeřáb by měl pokrýt rovinné a nástrojářské brusky. V místnostech svařovny, žíhárny, technické kontroly a expedice budou otočné jeřáby s velmi podobnými parametry. Jeřáby budou pro lepší polohování vybaveny mikrozdvihem, mikrootočí a mikropojezdem.

Logisticky je náročnější manipulace a doprava mezi jednotlivými provozy, kdy je například nutné dopravit dílce po otryskání na frézování a následně ještě případně na broušení. V plánu je využití dopravy pomocí vysokozdvižného vozíku či ručně taženého vysokozdvižného vozíku, kdy přepravované dílce budou uloženy na paletě či v bedně. Typově vhodný by mohl být vysokozdvižný vozík o nosnosti cca 3 t a výšce zdvihu až 4,5 m proto, aby byl vozík využíván i pro zakládání do skladovacích regálů, tyto regály budou v prostorách II. etapy. Je v plánu pořídit vysokozdvižný vozík na ekologický pohon, konkrétně elektrický či plynový.

Méně objemné a hmotnostně lehčí dílce bude možné opět přepravit na manipulačním vozíku. Vzhledem k zakázkové výrobě a širokému spektru výrobků se neuvažuje o využití automatických dopravníků typických například pro automobilový průmysl. V úvahu by v budoucnu připadala jednoduchá válečková trať, která nepředstavuje velkou investici a je snadno demontovatelná.



Obr. 26. Otočný jeřáb společnosti Iteco s nosností 5 t a vyložení 9 m. Podobný jeřáb společnost plánuje pořídit. [19]

## 6.4 TEPLO A TEPELNÁ ENERGIE

Výrobní areál nebude napojen na žádný vnější zdroj tepla, k ohřevu vody a vytápění bude sloužit plynová kotelna a vzduchotechnické jednotky. V letních měsících budou pro ohřev vody sloužit částečně vzduchotechnické jednotky a v zimních měsících plynové kotle.

### Vzduchotechnické jednotky

Jedná se o vzduchotechnické jednotky instalované venku v bezprostřední blízkosti obvodových stěn haly sloužící k odsávání výrobních strojů. Výdych z filtračního zařízení bude veden v režimu léto/zima tak, že v létě bude přefiltrovaná vzdušina sloužit pro ohřev vody a v zimě bude vracena zpět do prostoru výrobní haly, aby nedocházelo k úniku tepla.

Tab. 3. Výkon vzduchotechnických jednotek dle varianty B

Vzduchotechnické jednotky	2 ks
Jmenovitý výkon (1ks)	8 kW
Množství odvětrávaného vzduchu	cca 11 000 m <sup>3</sup> /hod
Nároky na tlakový vzduch (1ks)	10 – 12 Nm <sup>3</sup>

Plynová kotelna

Plynová kotelna je umístěná na začátku výrobní haly a slouží k vytápění a ohřevu teplé užitkové vody. Na plynové kotelně budou instalovány dva teplovodní kotle.

Tab. 4. Výkon plynové kotelny dle varianty B

Plynová kotelna	2 ks plynových kotlů
Jmenovitý výkon (1ks)	50 kW
Spotřeba ZP	cca 34 000 m <sup>3</sup> /rok

Zemní plyn

V dané lokalitě, východním směrem od řešeného objektu, je středotlaký plynovod. Kolmo na tento plynovod bude napojena přípojka, která bude dovedena k severovýchodní straně výrobní haly.

Tab. 5. Spotřeba zemního plynu dle varianty B

Maximální hodinová spotřeba (zima)	27,1 m <sup>3</sup> /hod
Hodinová spotřeba plynu pro vytápění	11,1 m <sup>3</sup> /hod
Hodinová spotřeba plynu pro technologie	1 m <sup>3</sup> /hod
Roční spotřeba plynu pro vytápění	45 000 m <sup>3</sup> /hod
Celková roční spotřeba plynu (areál)	50 000 m <sup>3</sup> /hod

## 7 DISKUZE VÝSLEDKŮ

Jednotlivá dispoziční řešení variant rozmístění A, B a C vznikla jako samostatný návrh či popřípadě změna v daném návrhu.

Všechny návrhy mají mnoho řešení společných, například poloha největších provozů jako je obrobna, brusárna, tepelné zpracování, svařovna a expedice je totožná. Při bližším prozkoumání však lze vidět, že celkové prostory se od sebe liší. Rozdíly jsou v rozloze provozu, jeho přemístěním nebo v případě skladů i úplným zrušením či začleněním do jiné dílny.

Všechny návrhy byly konzultovány a vybírány s jednatelem společnosti, případně byla poskytnuta oponentura ze strany potenciálních dodavatelů stavby či zařízení. V poslední fázi bylo klíčové schválení od projektanta stavby.

Návrh daných rozmístění vycházel hlavně ze snahy dodržet technologický tok výroby, kdy jednou z priorit konceptu haly je návaznost jednotlivých prostor, např. při výrobě dílce z materiálu ze skladu či výrobě dílce z materiálu dodaného zákazníkem nebude obrobek zbytečně procházet přes jiná pracoviště než ta, ve kterých bude zpracováván. Tato pracoviště na sebe budou navazovat. Zde je uveden příklad možného průchodu obrobku: obrobna → technická kontrola → expedice. Do technologického postupu výroby obráběného dílce mohou vstoupit i další operace jako tepelné zpracování či svařování, tyto provozy by se také měly ideálně vyskytovat v blízkosti obrobny.

Varianta A je charakteristická velkým prostorem, který je poskytnut celkem třem skladům, dále chodbou, která protíná provoz technické kontroly a svařovny a větším prostorem pro údržbu. Celkově je v této variantě věnováno nadměru místa skladovacím plochám a nevýrobním provozům na úkor výrobním. Ovšem právě vzhledem k příliš velkým nevýrobním prostorám byla tato varianta vyřazena jako první. Cílem společnosti je zabránit druhům plýtvání jako jsou velké zásoby (tj. neskladovat více materiálu, než je ve skutečnosti potřeba), nadbytečná výroba a dále například zbytečná manipulace s materiálem (tj. pohyb materiálu mezi sklady a procesy). Vzhledem k tomuto přístupu společnosti varianta A příliš nezapadala do koncepce firmy.

Ve variantách B a C mohou být jako skladovací prostory využity prostory II. etapy, kde je plánované zahájení provozu až po cca třech až čtyřech letech. Navíc nad prostory II. etapy je i 2. patro, které poslouží jako skladovací prostory. V těchto prostorách budou již zařízeny rozvody vody, elektřiny a osvětlení.

Na výběr tedy zůstaly varianty B a C. Při bližším pohledu lze vidět, že tyto dvě varianty jsou si velmi podobné. Vyznačují se zejména větším prostorem pro výrobní provozy, vynecháním chodby mezi technickou kontrolou a svařovnou, snahou umístit podpůrné provozy ke stěně administrativní budovy a řešením kanceláře mistrů nad technickou kontrolou. Jednotlivé varianty se liší ve velikosti jednotlivých provozů, polohou údržby a trafostanice a samostatnou místností pro mechanickou laboratoř.

Obě varianty se tedy výrazně neodlišují, přesto po debatě s jednatelem a odsouhlasení projektantem byla pro finální návrh vybrána varianta B.

Varianta B působí jako propracovanější návrh z obou variant, rozmístění výrobních provozů je ucelené a kompaktní. Ve srovnání s variantou C je zde o dva provozy méně. Mechanická laboratoř byla včleněna do kanceláře mistrů a sklad spotřebního materiálu zrušen. Důvodem zrušení skladu je nutnost zbudování větší kompresorovny, nicméně vzhledem k velikosti kompresorovny mohou být tyto prostory využívány částečně i jako skladovací.

Výrobní provozy jako obrobna, svařovna, tepelné zpracování a broušení mají i oproti variantě C zhruba o 10 až 20 % větší prostory, a to na úkor přemístění údržby ke stěně administrativní budovy, zúžení technické kontroly a přemístění hrubé brusírny, která patří k II. etapě. Tento větší výrobní prostor pro dané provozy také rozhodoval pro výběr varianty B.



## ZÁVĚR

Návrh výrobní haly byl vypracován dle zadaných požadavků a představ. Výkresová dokumentace haly a administrativní budovy byla následně zkorigována od projektanta a byla použita pro stavební povolení.

Výrobní dílny mají technologické uspořádání, zároveň však byl dodržen požadavek na plynulý tok mezi jednotlivými provozy. Jednotlivé provozy jsou vybaveny víceúčelovými stroji. Plánuje se zařídit strojní park tak, aby např. tam, kde končí rozměrové možnosti jednoho stroje, navazuje druhý stroj. Tím se zajistí i určitá zastupitelnost. Rozmístění strojů je řešeno sdružením podobných typů strojů.

Odpadní teplo od strojů bude přefiltrováno a nejčastěji přes filtrový rukáv vydechováno zpět do dílen. Zároveň je v projektové dokumentaci na určitých místech zesílena podlaha, aby bylo možné do daných prostor umístit otočný jeřáb. Pro obrobnu je navržen mostový jeřáb s tím, že kolejnice budou vybudovány již při výstavbě haly.

Nevýrobní provozy jako kompresorovna, sklady, rozvodna a údržba jsou umístěny na straně haly přiléhající k administrativní budově, čímž bude poskytnut ucelený prostor výrobním provozům a tokům výroby.

Výrobní hala splňuje všechny zadané parametry a na základě vypracování projektové dokumentace bylo uděleno stavební povolení. V současné době je v plánu vypsát výběrové řízení na generálního dodavatele stavby.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] Gustav Tomek, Věra Vávrová, *Řízení výroby*, Vyd: Grada Publishing spol. s.r.o. 2000, s: 87-103. Kapitola VIII. Výrobní systém a jeho typologie. ISBN: 80-7169-955-1
- [2] homoeconomicus [online]. [cit. 2017-02-03]. Dostupné z:  
[http://homoeconomicus.cz/Podnik/Management/Organizace/Clanky/Clanky.php?clanek=Vyrobnni\\_faktory\\_v\\_podniku#odstavec02](http://homoeconomicus.cz/Podnik/Management/Organizace/Clanky/Clanky.php?clanek=Vyrobnni_faktory_v_podniku#odstavec02)
- [3] Vladimír Líbal, *Organizace a řízení výroby*, Vyd: Nakladatelství technické literatury, 1974,s: 14-29. Kapitola II. Výroba, výrobní procesy, organizace a řízení výroby. 04-310-74
- [4] Jaromír Černý, *Řízení a organizace výroby – Příklady a případové studie*, Vyd: VÚT v Brně, Fakulta managementu a ekonomiky ve Zlíně, 2000, ISBN: 80-214-1398-0
- [5] Jana Kleinová, *Ekonomické hodnocení výrobních procesů*, Vyd: Západočeská univerzita v Plzni, 2005, s: 57-62. Kapitola IV. Hodnocení výhodnosti výrobních investic. ISBN 80-7043-364-7.
- [6] Jan Heřman, *Řízení výroby*, Vyd: Melandrium, 2001, ISBN 80-86175-15-4
- [7] *techy.es* [online]. [cit. 2017-02-17]. Dostupné z: <http://www.techyes.cz/cs/prime-odkazy-na-prumyslova-odvetvi/strojirenstvi.html>
- [8] *firmy namorave* [online]. [cit. 2017-02-14]. Dostupné z:  
<http://www.firmy namorave.cz/prumysl-stroje-a-strojirenstvi>
- [9] *autoprumysl* [online]. [cit. 2017-02-22]. Dostupné z:  
<http://www.autoprumysl.cz/trendy/339-jedinou-cestou-jak-se-ve-svete-prosadi-jed-kvalita-produktivita-efektivita-a-inovace>
- [10] Časopis strojírenství. Vydává: MEDIA/ST , s.r.o. 2017 roč. 21., č.2. Žilina. 1 x měsíčně. ISN: 1335-2938
- [11] *Svetobchodu* [online]. [cit. 2017-02-03]. Dostupné z:  
<http://www.svetobchodu.cz/automatizace-v-logistice-ve-vyrobe/>
- [12] *idnes* [online]. [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: [http://ekonomika.idnes.cz/cinska-fabrika-nahradila-lidi-roboty-d79-/eko-zahranicni.aspx?c=A170207\\_084356\\_eko-zahranicni\\_fih](http://ekonomika.idnes.cz/cinska-fabrika-nahradila-lidi-roboty-d79-/eko-zahranicni.aspx?c=A170207_084356_eko-zahranicni_fih)

- [13] *automatizace.hw* [online]. [cit. 2017-02-19]. Dostupné z:  
<http://automatizace.hw.cz/mimochodem/co-je-se-skryva-pod-vyrazy-industry-40-prumysl-40.html>
- [14] *mmspektrum* [online]. [cit. 2017-03-05]. Dostupné z:  
<http://www.mmspektrum.com/clanek/ctvrta-prumyslova-revoluce-zmeni-cele-hospodarstvi.html>
- [15] *businessinfo* [online]. [cit. 2017-03-17]. Dostupné z:  
<http://www.businessinfo.cz/cs/clanky/narodni-iniciativa-prumysl-40-71386.html#!&chapter=1>
- [16] *inox-kt.webnode* [online]. [cit. 2017-02-03]. Dostupné z: <http://inox-kt.webnode.cz/products/focus-mig-400-s-w1/>
- [17] *kompresory-info* [online]. [cit. 2017-01-30]. Dostupné z: <http://www.kompresory-info.sk/produkty/kompresory/>
- [18] *wemac* [online]. [cit. 2017-16-03]. Dostupné z: <https://www.wemac.cz/principy-filtrace/metody-odsavani/>
- [19] *iteco* [online]. [cit. 2017-04-03]. Dostupné z:  
<http://www.iteco.cz/clanky/detail/mostove-geraby-mostovy-gerab-sloupove-geraby-sloupovy-gerab.htm>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

CNC Central numeric control

MAG Metal active gas

MIG Metal inert gas

MMA Manual metal art welding

NN Nízké napětí

PLC Programmable logic controller

VN Vysoké napětí

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1. Výtěžnost transformačního procesu [1].....	10
Obr. 2. Příklad výrobního systému [1] .....	12
Obr. 3. Základní typy výroby [5].....	14
Obr. 4. Technologické uspořádání pracoviště [1].....	16
Obr. 5. Předmětné uspořádání pracoviště [1] .....	17
Obr. 6. V současnosti nejsilnější strojírenské odvětví – automobilový průmysl [8].....	19
Obr. 7. Automatizované pracoviště vybavené roboty Fanuc [12] .....	24
Obr. 8. Čtyři stupně průmyslové revoluce [13] .....	26
Obr. 9. Investování [5].....	28
Obr. 10. Vazby plánů investic a ostatních plánů podniku [5].....	31
Obr. 11. Prostor provozů I. etapy (125 – hlavní chodba, 126 – trafostanice, 127 brusírna, obrobna, 128 – oddělení tepelného zpracování, 138 – zámečnictví, 139 – expedice, 140 – technická kontrola, 141 – obrobna, 142 – údržba, 143 – rozvodna NN, 144 – plynová kotelna, 145 – kompresorovna) .....	37
Obr. 12. Chodba protínající provozy – varianta A (143 – svařovna, 144 – kompresorovna, 145 – expedice, 146 – technická kontrola, 149 – mechanická laboratoř, 150 – mistři – kancelář) .....	38
Obr. 13. Obrobna s přiléhajícími provozy – varianta A (146 – technická kontrola, 147 – sklad polotovarů, 148 – obrobna, 149 – mechanická laboratoř, 150 – mistři – kancelář).....	39
Obr. 14. Poloha brusírny, tepelného zpracování a údržby – varianta A (125 – hlavní chodba, 126 – obrobna, brusírna, 127 - žihárna, kalírna, kovárna, 129 – údržba, 146 – obrobna, 147 – sklad polotovarů, 155 – rozvodna NN, 156 – nabíjení a parkování vozíku, 157 – trafo) .....	40
Obr. 15. Uspořádání varianty B (138 – svařovna, 139 – expedice, 140 – technická kontrola, 141 – obrobna, 150 – mistři, vestavka „2 NP“) .....	42
Obr. 16. Podpůrné provozy v levé části výrobní haly – varianta B (125 – hlavní chodba, 139 – expedice, 140 – technická kontrola, 142 – údržba, 143 – rozvodna NN, 144 – plynová kotelna, 145 – kompresorovna) .....	43
Obr. 17. Poloha obrobny a uspořádání navazujících provozů – varianta C (143 – svařovna, 145 – expedice, 146 – technická kontrola, 148 – obrobna, 149 – mechanická laboratoř, 150 – mistři, vestavka 2. NP).....	45

Obr. 18. Podpůrné provozy - varianta C (125 – hlavní chodba, 144 – kompresorovna, 145 – expedice, 146 – technická kontrola, 148 – obrobna, 149 – mechanická laboratoř, 151 – sklad spotřebního materiálu, 153 – plynová kotelna, 154 – chodba, 155 – rozvodna NN, 156 – nabíjení a parkování vozíku, 157 – trafo) .....	46
Obr. 19. Návrh strojního vybavení obrobny 141 (č. str. 34 – pětiosé CNC frézovací centrum, č. str. 35 – tříosá CNC frézka, č. str. 36 – tříosá CNC frézka, č. str. 37 – CNC soustruh SP 430, č. str. 38 – CNC soustruh FAT TFC, č. str. 39 – CNC soustruh TUR MN, č. str. 40 – stojanová bruska).....	49
Obr. 20. Svařovací stroj disponující technologií MIG/MAG a MMA se samostatným podavačem drátů, který společnost používá [16] .....	51
Obr. 21. Strojní vybavení oddělení tepelného zpracování 128 (č. str. 7 – kalící pec, č. str. 8 – kalící pec, č. str. 9 – vozokomorová pec, č. str. 10 – vozokomorová pec, č. str. 13 – závěsný tryskač, č. str. 14 – závěsný tryskač) .....	52
Obr. 22. Princip kompresorové stanice použité ve společnosti [17] .....	54
Obr. 23. Odsávání lokálními odsavači [18] .....	56
Obr. 24. Varianta odsávání aerosolu volně z ovzduší [18].....	57
Obr. 25. Lokální odsávání pomocí filtrační jednotky, která je napojena na odsávaný prostor stroje pomocí hadice ve společnosti. [18].....	57
Obr. 26. Otočný jeřáb společnosti Iteco s nosností 5 t a vyložením 9 m. Podobný jeřáb společnost plánuje pořídit. [19] .....	60

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1. Celková plocha stavby a užitných pozemků dle varianty B.....	47
Tab. 2. Údaje o plánované výrobě a vytížení provozu dle varianty B.....	48
Tab. 3. Výkon vzduchotechnických jednotek dle varianty B.....	61
Tab. 4. Výkon plynové kotelny dle varianty B.....	61
Tab. 5. Spotřeba zemního plynu dle varianty B .....	61

## SEZNAM PŘÍLOH

### **P I – výkresová dokumentace**

A 2.1 Půdorys 1. NP – Varianta A

A 2.1.1 Řez A-A – Varianta A

B 2.2 Půdorys 1. NP – Varianta B

B 2.2.1 Půdorys 1. NP – Varianta B – Technologie

B 2.2.2 Půdorys 1. NP – Varianta B – Stroje

B 2.2.3 Řez A-A – Varianta B

B 2.2.4 Řez C-C – Varianta B

C 2.3 Půdorys 1. NP – Varianta C

### **P II – DWG výkresy**

Výkresy ve formátu DWG jsou přiloženy na CD.