



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

NÁVRH ZLEPŠENÍ USPOŘÁDÁNÍ STROJNÍHO A SOCIÁLNÍHO VYBAVENÍ V DÍLENSKÉM KOMPLEXU

A PROPOSAL FOR IMPROVEMENT OF ARRANGEMENT OF MACHINERY AND SOCIAL FACILITIES IN THE
WORKSHOP COMPLEX

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Petr Janoušek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Marek Štroner, Ph.D.

BRNO 2022

Zadání diplomové práce

| | |
|-------------------|--|
| Ústav: | Ústav strojírenské technologie |
| Student: | Bc. Petr Janouškovec |
| Studijní program: | Strojírenská technologie |
| Studijní obor: | Strojírenská technologie a průmyslový management |
| Vedoucí práce: | Ing. Marek Štroner, Ph.D. |
| Akademický rok: | 2021/22 |

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

Návrh zlepšení uspořádání strojního a sociálního vybavení v dílenském komplexu

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Řešeným problémem je zastaralá a nevyhovující dispozice výrobních i sociálních ploch. V práci budou zhodnoceny aktuální nedostatky. Proveden kapacitní propočtu. Vytvořeny nové návrhy uspořádání a rozložení výrobních a sociálních ploch. Posouzeny navrhované varianty a vybrána nejvhodnější s ohledem na možnosti firmy.

Cíle diplomové práce:

1. Zhodnocení aktuální dispozice výrobních dílen.
2. Provedení kapacitního propočtu.
3. Vytvoření nových návrhů uspořádání výrobních a sociálních ploch.
4. Technicko–ekonomické zhodnocení a představení nejvhodnější varianty.

Seznam doporučené literatury:

HLAVENKA, Bohumil. Projektování výrobních systémů: Technologické projekty I. 3. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. 197 s. ISBN 80-214-2871-6.

HLAVENKA, Bohumil. Manipulace s materiálem (Systémy a prostředky manipulace s materiálem). 1. vyd. Brno: VUT-FSI, 1990, 164 s. ISBN 80-214-0068-4.

RUMÍŠEK, Pavel. Technologické projekty. 1.vyd. Brno: VUT-FSI, 1991, 185 s. ISBN 80-214-0385-3.

SAMEK, Jaroslav. Modely optimálního rozmístění výroby. 1.vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1989. 150 s.

ZELENKA, Antonín. Projektování výrobních procesů a systémů. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2007. 136 s. ISBN 978-80-01-03912-0.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2021/22

V Brně, dne

L. S.

Ing. Jan Zouhar, Ph.D.
ředitel ústavu

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

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá technologickým projektováním. Cílem je zlepšení uspořádání strojního vybavení na výrobních plochách a sociálního zázemí na plochách pomocných. Optimalizován je také způsob skladování a manipulace s materiálem. Práce je složena z literární rešerše, ve které jsou vysvětleny vybrané pojmy a základní postupy technologického projektování. Zhodnocení aktuálního stavu představí řešený dílenský komplex, jeho nedostatky a objekty určené ke zlepšení. Jako podklad pro nové návrhy jsou použity výsledky kapacitního propočtu, zhotoveného pro vybraný představitel výroby. Nové koncepty výrobních dílen jsou zaměřeny na zlepšení výrobního procesu z hlediska způsobu uspořádání strojů, manipulace s materiálem a bezpečnosti práce. Ale také na zlepšení sociálního a správního zázemí optimalizací denních místností, šaten a umýváren. Odhad nákladů pro konkrétní návrhy a výběr nejvhodnější varianty tvoří závěrečnou část.

Klíčová slova

technologický projekt, optimalizace, výrobní plocha, sociální plocha, uspořádání pracovišť, dispoziční řešení

ABSTRACT

The diploma thesis deals with technological design. The aim is to improve the layout of machinery on production areas and social facilities on auxiliary areas. The method of storage and material handling is also optimized. The thesis consists of a literature research, which explains selected concepts and basic procedures of technological design. The evaluation of the current state will present the workshop complex, its shortcomings and objects intended for improvement. The results of the capacity calculation made for the selected production representative are used as a basis for new designs. The new concepts of production workshops are focused on improving the production process in terms of the way machines are arranged, material handling and work safety. But also to improve the social and administrative background by optimizing day rooms, changing rooms and washrooms. The cost estimate for specific proposals and the selection of the most suitable variant form the final part.

Key words

technological project, optimization, production area, social area, arrangement of workplaces, layout solution

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

JANOŮŠKOVEC, Petr. *Návrh zlepšení uspořádání strojního a sociálního vybavení v dílenském komplexu* [online]. Brno, 2022 [cit. 2022-02-13]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/139705>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. Vedoucí práce Marek Štroner.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Návrh zlepšení uspořádání strojního a sociálního vybavení v dílenském komplexu vypracoval samostatně s využitím uvedené literatury a podkladů, na základě konzultací a pod vedením vedoucího práce.

místo, datum

Petr Janouškovec

PODĚKOVÁNÍ

Tímto děkuji panu Ing. Marku Štronerovi, Ph.D za cenné připomínky a rady týkající se zpracování diplomové práce a také panu Miroslavu Benešovi staršímu i mladšímu za umožnění spolupráce na tomto projektu.

OBSAH

| | |
|---|----|
| ÚVOD | 10 |
| 1 ROZBOR ZADÁNÍ..... | 11 |
| 1.1 Možnosti řešení | 12 |
| 2 TECHNOLOGICKÝ PROJEKT | 13 |
| 2.1 Obecný postup při sestavování návrhů..... | 13 |
| 2.2 Analýza výrobního systému podniku | 14 |
| 2.2.1 Výběr objektu projektování | 14 |
| 2.2.2 Výrobek a typ výroby | 14 |
| 2.2.3 Analýza toku materiálu..... | 15 |
| 2.3 Metody sestavování návrhů..... | 16 |
| 2.3.1 Empirické metody..... | 16 |
| 2.3.2 Metoda návaznosti operací | 16 |
| 2.3.3 Kapacitní propočet..... | 17 |
| 2.4 Rozdělení výrobních strojů | 18 |
| 2.5 Rozdělení pracovišť..... | 18 |
| 2.6 Rozdělení uspořádání strojů | 19 |
| 2.6.1 Volné uspořádání | 20 |
| 2.6.2 Technologické uspořádání | 20 |
| 2.6.3 Předmětné uspořádání..... | 21 |
| 2.6.4 Modulární uspořádání..... | 22 |
| 2.6.5 Buňkové a hnízdové uspořádání..... | 22 |
| 2.6.6 Kombinované uspořádání | 23 |
| 2.7 Zásady rozmíst'ování strojů..... | 24 |
| 2.8 Navrhování obslužných komunikací | 27 |
| 2.9 Bezpečnost práce | 28 |
| 2.10 Zásady navrhování sociální ploch | 29 |
| 2.10.1 Šatny | 29 |
| 2.10.2 Umývárny | 30 |
| 2.10.3 Toalety | 31 |
| 2.10.4 Pomocná zařízení..... | 32 |
| 3 ZHODNOCENÍ AKTUÁLNÍ DISPOZICE | 34 |
| 3.1 Sortiment výroby | 34 |
| 3.2 Struktura společnosti a pracovníci | 34 |
| 3.3 Strojní vybavení podniku | 35 |
| 3.4 Výrobní dílny | 36 |
| 3.4.1 Výrobní dílna 1 | 37 |
| 3.4.2 Výrobní dílna 2..... | 38 |
| 3.4.3 Výrobní dílna 3..... | 44 |
| 4 KAPACITNÍ PROPOČET | 50 |
| 4.1 Časové fondy..... | 50 |
| 4.2 Potřebný počet pracovišť..... | 51 |

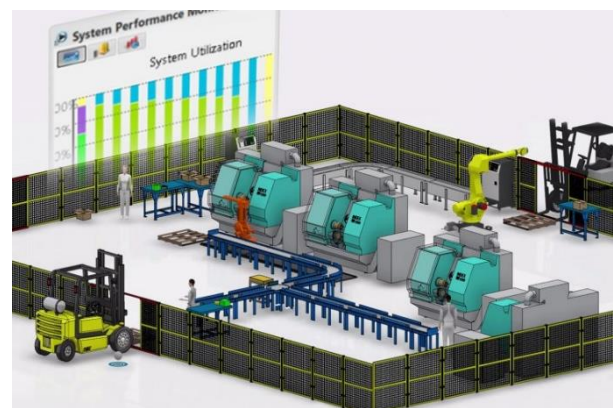
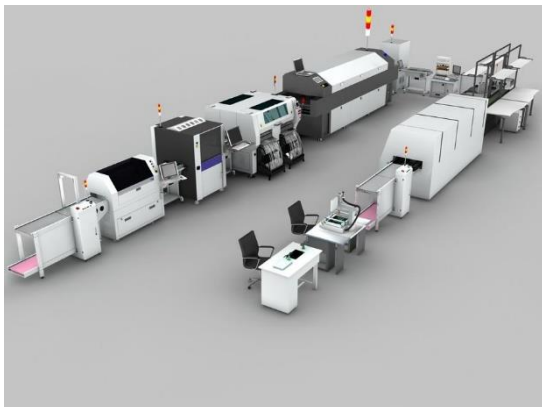
| | | |
|-----|---|----|
| 4.3 | Vyžití jednotlivých pracovišť | 53 |
| 4.4 | Stanovení množství dělníků | 54 |
| 4.5 | Stanovení potřebných ploch | 57 |
| 5 | NOVÉ NÁVRHY USPOŘÁDÁNÍ PLOCH | 60 |
| 5.1 | Dílna 2 | 60 |
| 5.2 | Dílna 3 | 62 |
| 6 | TECHNICKO – EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ..... | 66 |
| | ZÁVĚR..... | 67 |
| | SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ | 68 |
| | SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK..... | 71 |
| | SEZNAM PŘÍLOH..... | 73 |

ÚVOD

Strojírenská technologie je velmi obsáhlý obor, zahrnuje určení a realizaci způsobu výroby součástí, použité stroje, nástroje a jejich řezné, nebo tvářecí podmínky. Kromě těchto důležitých aspektů ale zahrnuje také plánování výroby. V tomto nenápadném podoboru strojírenské technologie se nachází základ všech výše zmíněných oblastí. Sebelépe nastavené řezné podmínky soustruhu nezajistí vyšší produktivitu, pokud je stroj nevhodně umístěn z hlediska zásobování materiálem a trpí prostoji.

Technologické plánování je klíčové pro podniky a jejich ekonomické cíle. Stále rostoucí ceny vstupních surovin, energií, dopravy a zajištění ekologie. Spolu se zvyšujícími se požadavky zákazníků na kvalitu a flexibilitu výroby nutí společnosti k neustálé inovaci a investicím do výrobního programu, ty jsou realizovány prostřednictvím technologického projektu. [1]

Důležitým aspektem, kterému je v technologickém projektování věnována pozornost jsou zaměstnanci a pracovníci. Zejména v posledních letech, kdy pracovní trh trpí nedostatkem lidských sil je důležité myslet na jejich bezpečí, ale také komfort a prostředí ve kterém práci vykonávají. Toho je při plánování dosaženo jednak správným umístěním strojů na výrobní ploše, ale také navrhováním pomocných ploch, sloužících například pro odpočinek, nebo osobní očistu.



Obr. 1 Výrobní pracoviště [2; 3; 4; 5].

1 ROZBOR ZADÁNÍ

Zadaným problémem je nejenom zlepšení uspořádání strojního vybavení na výrobních plochách a sociálního zázemí na plochách pomocných, ale také určitá změna filozofie celé společnosti, pro kterou je tato práce zpracovávána.

Objektem řešení jsou tři výrobní dílny a jejich příslušenství, patřící společnosti Beneš KOVO (obr. 2). Ta působí na poli lehkého strojírenství, výrobním sortimentem jsou zejména sériové výrobky, třískově obráběné, z polotovaru ve formě tyčí, nebo trubek s průměrem do 40 mm. Doplňkovou výrobu pak tvoří kusová výroba nesériových součástí. Společnost zaměstnává 3 stálé zaměstnance a 8 brigádníků na příležitostnou výpomoc. [1; 6]

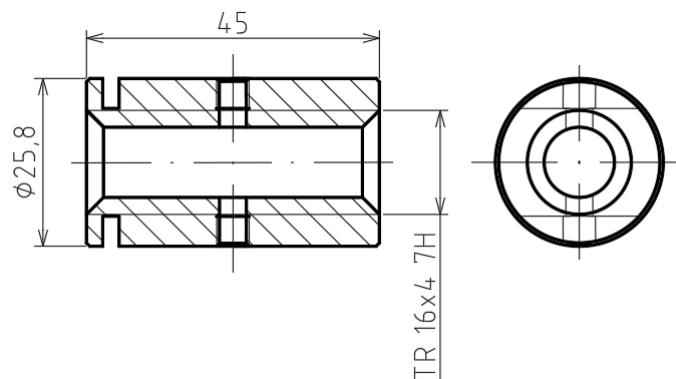


Obr. 2 Logo společnosti [6].

Aktuální dispozice výrobních dílen začínají zastarávat a nevyhovovat nárokům moderního provozu, zejména z hlediska bezpečnosti práce. Některým dílnám například kompletně schází kolaudace budov pro zámečnickou výrobu a jsou vedeny jako zemědělské objekty. Mezi hlavní problémy patří chybějící koncepce mezidílnské spolupráce, nedostatečné dimenzování pracovního prostoru u strojů, neexistující dopravní komunikace, absence skladů a celkově nedostatečná organizace práce. Z hlediska pracovníků je problémem také neadekvátní řešení sociálního a sanitárního zázemí. [1; 6; 7; 8]

Za účelem vytvoření nových řešení výrobních dílen byl majitelem firmy vybrán představitel výroby (obr. 3), který poslouží jako modelový vzor, pro jehož výrobu v objemu 250 000 kusů za rok budou navrženy zlepšené varianty uspořádání výrobních a sociálních ploch.

Cílem je realizovat nová řešení za pomoci stávajícího vybavení dílny a s co nejmenšími finančními i časovými náklady.



Obr. 3 Představitel výroby: matice s trapézovým závitem.

1.1 Možnosti řešení

Při vytváření návrhu nové, nebo optimalizaci stávající výroby se nabízejí dva postupy:

1. Začít výrobu na tzv. „zelené louce“. Při tomto způsobu řešení plánované výroby se počítá s novou výstavbou výrobní haly i jejích pomocných a obslužných provozů. Nespornou výhodou je možnost navrhnout podobu stavby a rozmístění pracovišť přímo pro potřeby chystané výroby. Nevýhodou je velká finanční a časová náročnost při využití tohoto postupu. [1; 7; 8; 9; 10]
2. Racionalizovat stávající výrobu. Tato možnost, jak již název napovídá, pracuje z velké části s již existujícím výrobním zařízením a budovami. Pouze je na základě požadavků upraví, aby vyhovovaly nově vzniklým potřebám. Výhodou je možnost provádět úpravy malé i rozsáhlé za využití podstatně nižších finančních i časových prostředků oproti předchozí metodě. Nevýhodou jsou omezení způsobená tvarem a rozložením existujících budov. [1; 7; 8; 9; 10]

Vzhledem k velikosti ročního obrátu podniku Beneš KOVO, který se nachází v jednotkách milionů korun nepřichází první varianta finančně v úvahu, v okolí existujících dílen se také nenachází žádný vhodný pozemek pro novou průmyslovou výrobu. Řešení daného problému bude tedy realizováno pomocí druhé možnosti, racionalizací stávající výroby. Počítá se s využitím stávajících budov, původní strojní vybavení bude z velké míry také zachováno a předmětem zlepšovacích návrhů se stane řešení rozmístění strojů a pracovišť na výrobních plochách, zřízení skladu a také zlepšení sociálního zázemí výrobních dílen. [1; 6]

2 TECHNOLOGICKÝ PROJEKT

Je důležitou částí TPV (technické přípravy výroby). Jedná se o soubor rozborových, plánovacích, organizačních a navrhovacích činností, které na základě vstupních požadavků, zpravidla plánovaného objemu výroby, upravují procesní faktory. Jako je materiálový tok, technologie výroby, použité dopravní zařízení, výrobní zařízení, nebo počet zaměstnanců. Výsledkem je komplexní technologicko – organizační projekt, podle kterého se realizuje nově zamýšlený výrobní program. [1; 7; 8; 11; 12]

2.1 Obecný postup při sestavování návrhů

K úspěšnému sestavení nového návrhu technologického projektu, je potřeba dodržet obecně stanovený postup popsany na obrázku 4. Jeho využití zabrání vzniku nedostatků, zrychlí a usnadní všechny fáze technologického plánování. [1; 7; 8; 11; 12]



Obr. 4 Postup sestavení návrhu [7].

a) diagnostika

Je první krokem, jehož cílem je seznámení se zadaným objektem řešení. V tomto kroku se určí problematické části, na které by měla být zaměřena hlavní pozornost. Určení těchto oblastí může být složité a závislé na mnoha proměnných faktorech. Prvotní diagnostiku by měli provádět pracovníci, nebo týmy pracovníků, kteří již nasbírali zkušenosti a v minulosti podobné projekty zpracovávali. [1; 7; 8; 11; 12; 13]

b) sběr informací

V této části je potřeba shromáždit co možná největší množství relevantních informací o dané problematice. Hlavní metody sběru informací jsou dvě. Jednou je pozorování, touto metodou se informace získávají složitěji a vyžadují zapojení více lidí, ale data jsou aktuální a týkají se konkrétního, řešeného problému. Druhou možností je získání dat z evidence, tato metoda je oproti první snadnější, ovšem dostupné informace nemusí být aktuální, nebo správně zpracované. Je tedy výhodné kombinovat obě metody pro obdržení nejlepšího výsledku. Takto získaná data je před použitím nutno dále zpracovat a upravit. Velmi často se jedná o matematické zpracování, tím může být výpočet průměrů zjištěných hodnot, nebo jejich směrodatných odchylek. [1; 7; 8; 11; 12; 13]

c) rozbor

Na základně získaných informací lze sestavit jejich rozbor. Ten musí být dostatečně komplexní a brát v potaz širokou oblast výrobního procesu. Není vhodné se zaměřit pouze na řešenou část. Mezi prováděné rozborů patří například: rozbor vybavenosti výrobními a pomocnými stroji, analýza toku materiálu nebo rozbor standardizace. [1; 7; 8; 11; 12; 13]

d) návrh

Je etapou, kde se uplatní dovednosti projektanta. Při vytváření návrhu se využívá vzorových řešení, dílčích aplikací i poznatků z literatury. Pomocí těchto poznatků a informací z rozboru je

vytvořeno několik návrhů a poté vybrána nejlepší varianta. Pro ni je následně zpracována technická dokumentace. Nedílnou částí návrhu je ekonomické zhodnocení, v něm je řešena výše finančních investic, jejich přínos a případná návratnost. [1; 7; 8; 11; 12; 13]

e) realizace

Tato etapa spočívá v instalaci, zavedení a všeobecné realizaci nového návrhu. Lze ji provést za pomoci dodavatele, nebo vlastními silami s využitím vybavení podniku. Nabízí se i možnost kombinovat tyto metody. Před finálním předáním projektu zákazníkovi, probíhá zkušební provoz. Případné nedostatky projektové přípravy se začnou v tuto chvíli, nebo v průběhu zkušebního provozu projevit. Po ukončení zkušebního provozu se projekt předá zákazníkovi, tím je celý postup kompletní a technologický projekt hotov. [1; 7; 8; 11; 12; 13]

2.2 Analýza výrobního systému podniku

Při vytváření nového organizačního projektu je pro projektanta nutné seznámit se s povahou výrobního systému podniku a jeho základními prvky [7].

2.2.1 Výběr objektu projektování

Jako první je nutné znát konkrétní úkol nebo výkon, který se od nově navrhovaného stavu požaduje. [7; 8; 12]

Před začátkem samotné projektové činnosti je také nutné stanovit rozsah objektu řešení. Ten může být malý, například montážní pracoviště jednotlivce. Nebo rozsáhlý, jako je svařovací dílna či rovnou celý závod. V případě pracoviště jednotlivce je situace snadná a neměla by si vyžádat mnoho finančních nebo časových prostředků. Druhý případ je značně složitější, zejména díky faktu, že velký objekt nelze řešit jak celek, ale je nutno ho rozdělit na menší, dílčí celky, zkoumat jejich složky, vztahy a až na základě této detailní analýzy je možno přijít s novým návrhem. V tomto druhém případě je tedy zpracování nového návrhu nákladná, náročná a zdlouhavá činnost. [1; 7; 8; 12]

Cílem projektanta je tyto úkoly splnit a návrhy vytvořit s co nejmenšími stavebními i provozními náklady. [1; 7; 8; 12]

2.2.2 Výrobek a typ výroby

Výrobek a typ výroby má největší vliv na způsob zpracování technologického projektu a jeho výslednou podobu. Zpravidla bývá v závodě vyráběno více různých druhů výrobků. Pro potřeby projektu je ovšem nutné závod charakterizovat. To se dělá podle hmotnosti výrobků, nebo podle převládajícího druhu sériovosti výroby, té rozeznáváme několik typů. [1; 7; 8; 12; 14; 15]

- kusovou výrobu – již podle názvu lze odhadnout že při této výrobě se jednotlivé výrobky vyrábějí jenom jednou, využívá se zejména univerzální náradí. Strojní vybavení podniku musí být dostatečně obsáhlé, aby umožnilo zhotovení součástí. Využití jednotlivých strojů bývá kvůli nutnosti časté změny pracovního programu a seřizování malé. Rozmístění výrobních zařízení je podle jejich technologické příbuznosti. Pro kusovou výrobu je také nutné mít dostatečně kvalifikovaný personál; [1; 7; 8; 12; 14; 15]
- sériovou výrobu – výroba probíhá v jednotlivých sériích, malé série jsou do 50 kusů, střední v rozmezí 50 až 500 kusů a velké nad 500. Pro sériovou výrobu je už vhodné rozmísťovat stroje do předemných linek, kde je na každém stanovišti prováděn menší počet strojních operací. Používané náradí je z větší části speciální, využitelné pro konkrétní úkony, tím je snížena nutná kvalifikace pracovníků a zvýšená produktivita; [1; 7; 8; 12; 14; 15]

- hromadnou výrobu – jedná se o výrobu velkého počtu stejných výrobků. Strojní vybavení je také uspořádáno v předmětné lince. Všechny operace jsou ale prováděny zvlášť, na jednotlivých pracovištích a v určitém taktu. Pro tento způsob výroby jsou stroje i nářadí jednoúčelové a konkrétně specializované na výrobu určité součásti. Seběmenší změna výrobního programu znamená odstavení a změnu dispozice linky. Potřebná kvalifikace obsluhy je zde ještě nižší než při sériové výrobě a produktivita výroby se navyšuje. [1; 7; 8; 12; 14; 15]

Kromě rozdělení na výše zmíněné tři typy lze také výrobu dělit podle váhy výrobku na lehkou, středně těžkou či střední a těžkou. [7; 8; 12]

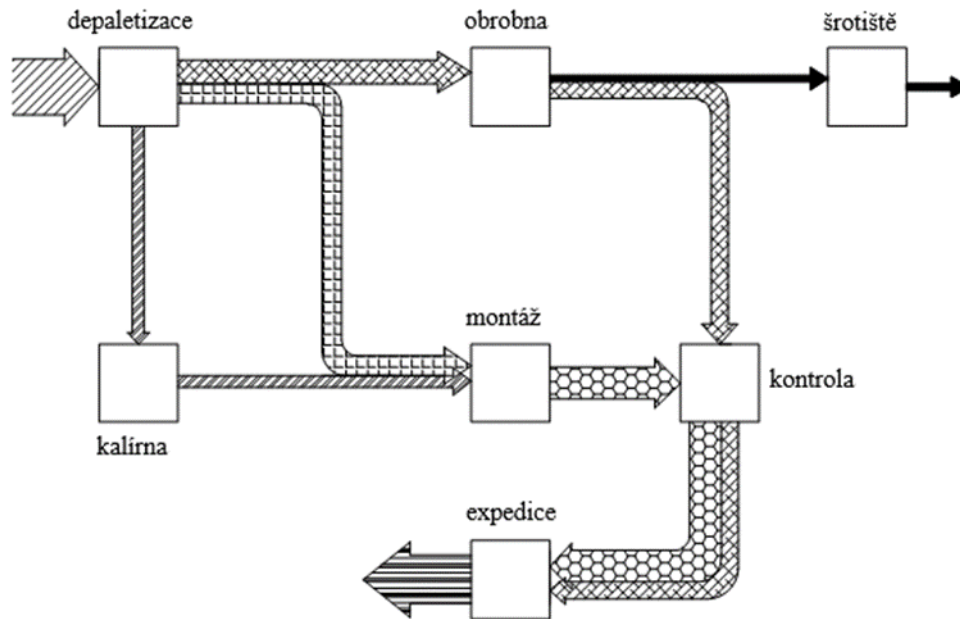
2.2.3 Analýza toku materiálu

Jedním ze základních prostředků, sloužících k rozboru procesu výroby je tzv. šachovnicová tabulka (tab. 1). Tato tabulka přehledně znázorňuje materiálovou přepravu, uskutečněnou za vybrané období, mezi jednotlivými pracovišti, nebo budovami uvnitř závodu. Případně pro hodnocení vztahů mezi závodem a okolím. Do sloupců tabulky se vyplňuje četnost toku materiálu v kilogramech, tunách, nebo počtu kusů za vybrané období. Vyplněná tabulka slouží jako dobrý základ k rozmístění jednotlivých strojů, pracovišť, nebo celých dílen podle intenzity materiálového toku mezi nimi. [1; 7; 8; 9; 11; 12; 14]

Tab. 1 Šachovnicová tabulka. [12]

| Odkud/Kam | Okolí | Depaletizace | Obrobna | Kalírna | Montáž | Kontrola | Šrotiště | Expedice | Suma |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------|
| Okolí | | 70 t | | | | | | | 70 t |
| Depaletizace | | | 30 t | 15 t | 25 t | | | | 70 t |
| Obrobna | | | | | | 22 t | 8 t | | 30 t |
| Kalírna | | | | | 15 t | | | | 15 t |
| Montáž | | | | | | 40 t | | | 40 t |
| Kontrola | | | | | | | | 62 t | 62 t |
| Šrotiště | 8 t | | | | | | | | 8 t |
| Expedice | 62 t | | | | | | | | 62 t |
| Suma | 70 t | 70 t | 30 t | 15 t | 40 t | 62 t | 8 t | 62 t | |

Takto zjištěná intenzita toku materiálu mezi výrobními stanovišti, nebo dílenskými objekty je graficky vyjádřena za pomoci Sankeyova diagramu (obr. 5). Tok materiálu je znázorněn pomocí čar, jejich tloušťka odpovídá v určitém měřítku intenzitě toku (opět v kilogramech, tunách, nebo počtu kusů), délka reprezentuje vzdálenost přepravy. Šipka, která čáru ukončuje představuje směr přepravy. Pro snadnější orientaci mají šipky odlišnou barvu, případně výplň. [1; 7; 11; 12; 14]



Obr. 5 Sankeyův diagram [12].

2.3 Metody sestavování návrhů

Metody pro optimální rozmístování pracovišť lze rozlišit podle definovaných kritérií na: jednokritériální, vzájemné vzdálenosti pracovišť se stanoví pouze na základě jedné proměnné, tou může být intenzita materiálového toku, nebo návaznost operací. Vícekritériální metody pak kombinují a zahrnují více těchto parametrů. [1; 7; 8; 11; 12; 14]

Pro sestavování návrhů byla stanovena řada univerzálních metod, jako je metoda návaznosti operací. Často užívanou početní metodou je metoda těžiště, dále existují grafické metody, jako je kruhová metoda. Speciální místo zaujímají metody empirické, které nemají početní, nebo grafické podklady, ale vychází ze zkušenosti projektanta. [1; 7; 8; 11; 12; 14]

Při sestavování finálních návrhů se nepoužívá pouze jedna metoda, ale kombinace několika různých způsobů. [1; 7; 8; 11; 12; 14]

2.3.1 Empirické metody

Tyto metody vycházejí ze zkušeností, znalostí a individuálních dovedností projektantů. V minulosti byly hojně využívány, a to především kvůli absenci výpočetní techniky, ale také kvůli nedostatku obecných metod. Návrhy byly často ovlivněny nepodloženými domněnkami projektantů a také jejich vlastními, subjektivními názory. Z těchto důvodů se v návrzích vyskytovalo nemalé množství chyb a bylo nezbytné přejít k používání obecných metod, s jejichž pomocí lze navrhnout optimální rozložení i s menším množstvím zkušeností projektanta. Empirických metod je ovšem nadále využíváno a to v kombinaci se zmíněnými obecnými metodami. [1; 7; 8; 11; 12; 14]

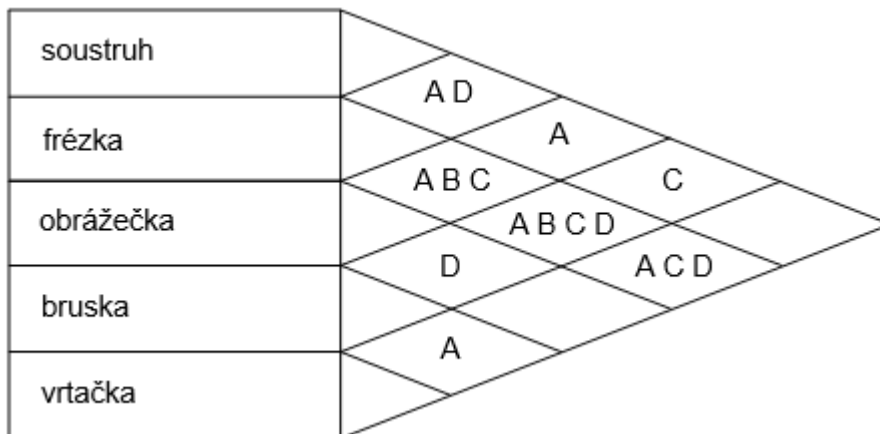
2.3.2 Metoda návaznosti operací

Tato metoda najde využití především pokud chceme uspořádat pracoviště ve vícepředmětné lince, která bude vyrábět technologicky příbuzné výrobky. Využívá se skutečnosti, že každá součást bude zhotovena podle předem daného postupu a z něho vyplývající návaznosti operací. Cílem metody je sled využitých pracovišť seřadit tak, aby byl materiálový tok plynulý,

co nejkratší, bez křížení, nadměrného hromadění, nebo zpětného vracení výrobků. [1; 7; 8; 11; 12; 14]

Při plánování výroby jednoho nebo dvou výrobků je návrh poměrně jednoduchý a postačí logické myšlení, bez nutnosti grafické vizualizace. Pokud je cílem výroba většího množství různých součástí, nezbyvá než použít této analytické metody. Vstupním nástrojem analýzy je trojúhelníková tabulka (tab. 2). Do sloupců zmíněné tabulky se vyplňují jednotlivá stanoviště předmětné linky. Průsečkové čtverce jsou doplněny písmenným, nebo číselným kódem součásti, která má postupovat mezi jednotlivými stanovišti. [1; 7; 8; 11; 12; 14]

Tab. 2 Trojúhelníková tabulka technologických návazností. [12]



Trojúhelníkovou tabulku technologických návazností jde vyplnit více způsoby. Nejjednodušším způsobem je vyplnit ji pouze kódy součástí, jak je tomu na vyobrazeném příkladu. Kde písmeno A zastupuje první výrobek, B druhý, C třetí, D čtvrtý. Tabulku lze i zpřesnit a vylepšit její použitelnost tím, že se do čtvercových průsečíků vyplní kromě písmen kódu i číselné hodnoty, které vyjadřují množství přepravovaných výrobků, jejich hmotnost nebo násobek udaných hodnot. Pokud řešený projekt vyžaduje zpracovávat velký počet dílů, nebo rozmístit hodně pracovišť, je metoda snadno řešitelná za pomoci výpočetní techniky. Způsobem, jak metodu zjednodušit je sloučení většího množství stejných strojů do skupin. Svislé řádky se potom nevyplní stroji, ale těmito skupinami. [1; 7; 8; 11; 12; 14]

Pro konkrétní příklad v tabulce 2 můžeme vidět, že nejvíce materiálu bude putovat mezi pracovišti s frézkou a bruskou. Velký tok materiálu bude probíhat i mezi frézkou a obrážečkou, stejně tak mezi frézkou a vrtačkou. Z tabulky je tedy okamžitě zřejmé, že tyto stroje by měly být umístěny co možná nejbliže u sebe. Pracoviště, jako je soustruh a frézka, případně bruska a vrtačka, které mezi sebou mají pouze málo, nebo vůbec žádnou návaznost, mohou být umístěny ve větší vzdálenosti. [1; 7; 8; 11; 12; 14]

2.3.3 Kapacitní propočet

Tento propočet je důležitou součástí technologického plánování. Na základě vstupních parametrů stanoví teoretické množství potřebných prostředků pro dosažení nového, cílového stavu. Jím získané podklady mohou být použity pro: [1; 7; 8; 11; 12; 14; 16; 17; 18]

- vytvoření nového výrobního programu;
- optimalizaci stávajícího programu;
- určení velikosti investice.

Mezi hlavní, hledané výstupní parametry patří:

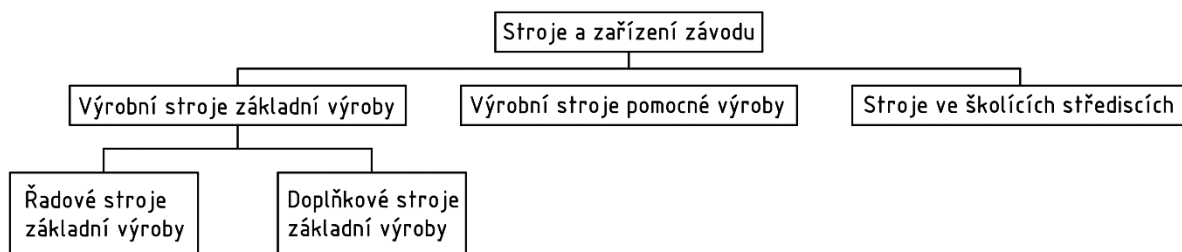
- potřebné množství strojů a výrobních zařízení;
- počet pracovníků (výrobních, inženýrsko-technických, administrativních);
- výměra ploch;
- objem zpracovávaného materiálu.

Podle povahy dostupných vstupních podkladů rozlišujeme dva druhy kapacitních propočtů. Může být přímý, kdy je vycházeno z údajů typu: roční hodnota výroby (zadána v libovolné měně, kilogramech, tunách nebo počtu kusů), typu a charakteristiky výrobku (výroba odlitků, nebo komplikovaného stroje), směnnosti a různých ukazatelů udávající roční výrobu na jeden metr čtvereční plochy, či jeden stroj. [1; 7; 8; 11; 12; 14; 16; 17; 18]

Nepřímý kapacitní propočet, uvažuje také s požadovanou hodnotou výroby. Dále ale využívá parametry jako je roční hodnota vyplácených mezd, výdělků dělníků, směnnosti, plochy pracovišť a množství strojů. [1; 7; 8; 11; 12; 14; 16; 17; 18]

2.4 Rozdělení výrobních strojů

Základní schéma způsobu rozdělení výrobních strojů je zobrazeno na obrázku 6. Stroje základní výroby se přímo účastní výrobního procesu. Řadové stroje základní výroby jsou nezbytné a naplno využívány po celou směnu. Doplnkové stroje základní výroby jsou pro výrobu nutné, ale výroba na nich neprobíhá pravidelně a mají malé využití (pod 30 %). Výrobní stroje pomocné výroby lze nalézt například v pracovištích údržby. Stroje ve školících střediscích jsou, jak již jejich název napovídá využity pro výuku učňů nebo školení zaměstnanců. [1; 7; 8; 12; 15; 16; 17]



Obr. 6 Rozdělení strojního zařízení závodu [7].

2.5 Rozdělení pracovišť

Pracoviště je obecně místo, které pracovník potřebuje pro výkon své práce. Takové místo musí být správně navrženo a využíváno především z hlediska bezpečnosti práce a hygienicko-technických podmínek. Při navrhování je důležité myslet i na estetickou stránku pracoviště. Je dokázáno, že vzhled a úroveň pracovního prostředí ovlivňuje výkonnost zaměstnance. [1; 7; 8; 12; 16; 17]

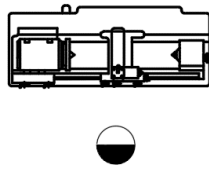
Pracoviště lze rozdělit na:

- Ruční pracoviště – zpravidla bývá složeno ze zámečnického stolu a prostoru pro obsluhu. Pokud je toto pracoviště součástí výrobní linky, univerzální stůl může být nahrazen specializovanou stanicí montáže (obr. 7) nebo kontroly. Na tomto pracovišti se typicky používá pouze ruční nářadí. [1; 7; 8; 12; 16; 17]

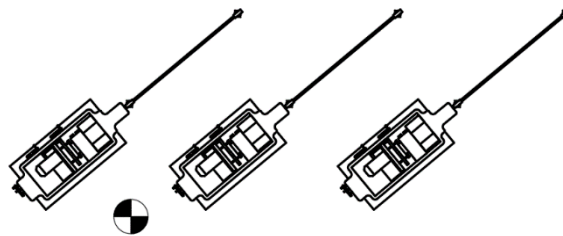


Obr. 7 Montážní pracoviště MPP4 firmy Enprag [19].

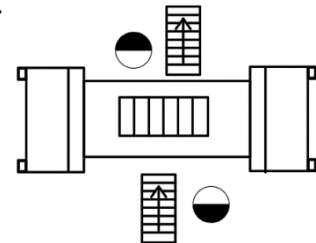
- Strojní pracoviště – je složeno z plochy pro stroj, obsluhu a skladování polotvarů, případně hotových kusů. Podle množství pracovníků, kteří stroj na pracovišti obsluhují je možno je dále dělit na: [1; 7; 8; 12; 16; 17]
 - normální – jeden pracovník obsluhuje jeden stroj (obr. 8);
 - s víceobsluhou – jeden pracovník zajišťuje chod několika strojů (obr. 9);
 - s méněobsluhou – více pracovníků se stará o obsluhu jednoho stroje (obr. 10).



Obr. 8 Normální strojní pracoviště [7].



Obr. 9 Strojní pracoviště s víceobsluhou [7].



Obr. 10 Strojní pracoviště s méněobsluhou [7].

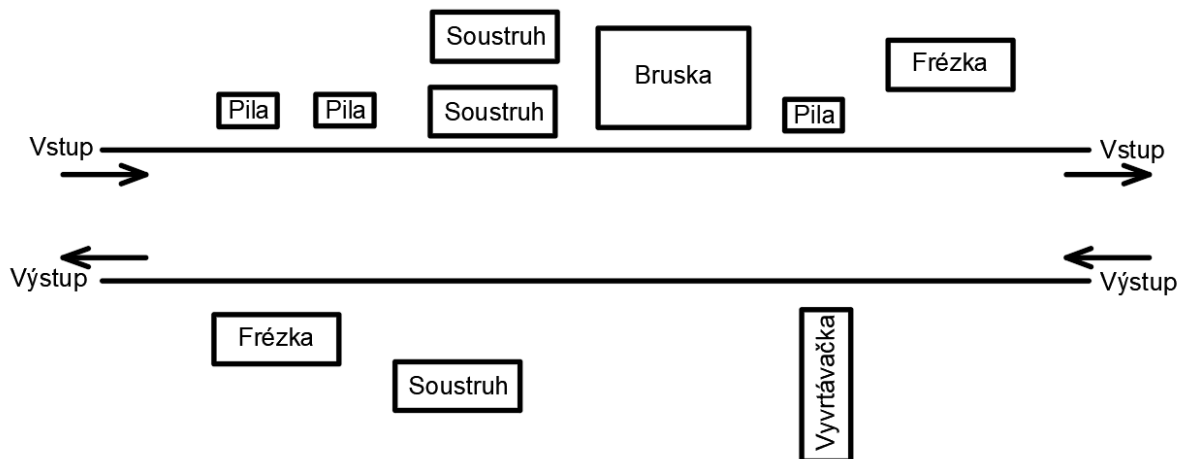
2.6 Rozdělení uspořádání strojů

Hlavním požadavkem na způsob uspořádání strojů je ekonomičnost výroby. Dalšími hledisky je, přímočarost materiálového toku, přehlednost uspořádání, minimální zabraný prostor a splnění požadavků na bezpečnost práce. Mezi základní způsoby uspořádání patří: volné, technologické, předmětné, modulární, buňkové a jejich kombinace. [1; 7; 8; 11; 12; 14; 16; 20; 21; 22]

2.6.1 Volné uspořádání

Při tomto uspořádání jsou stroje umísťovány volně neboli náhodně tam, kde je zrovna dostupné místo, bez jasné organizace prostoru. V sériové výrobě se toto uspořádání nepoužívá. Využití nachází pouze ve výjimečných případech, a to v kusové výrobě, zejména v prototypových, nebo údržbářských dílnách. Tedy ve výrobách, kde nelze určit přesný materiálový tok. Volné uspořádání je znázorněno na obrázku jedenáct. [1; 7; 8; 11; 12; 14; 16; 20; 22]

- Výhody: rozmístění nevyžaduje plánování a snadno se mění.
- Nevýhody: nejasná organizace, složitý materiálový tok, využití pouze pro kusovou výrobu.

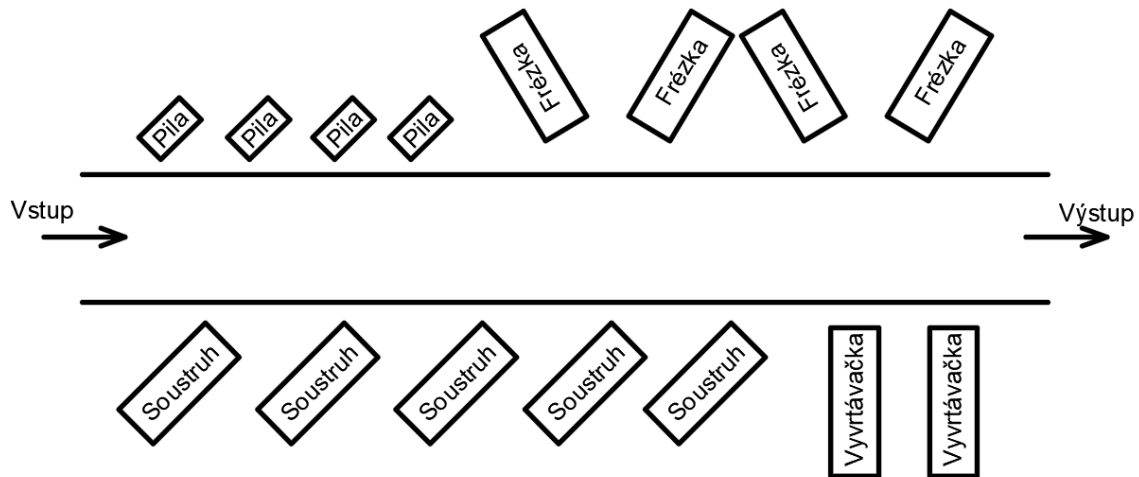


Obr. 11 Volné uspořádání strojů [8].

2.6.2 Technologické uspořádání

Stroje a operace jsou v tomto případě slučovány podle příbuznosti do skupin, pily se umísťují do stejného prostoru s pilami, svařovací operace se provádějí na jednom místě, povětšinou ve svařovnách a podobně, viz obr. 12. Směr materiálového toku zde není možno jednoznačně určit, proto se toto uspořádání používá pro kusovou, malosériovou výrobu, případně pro výrobu, kde často dochází ke změnám ve výrobním programu. Stroje a nářadí jsou většinou univerzální a vyžadují kvalifikovanou obsluhu. [1; 7; 8; 11; 12; 14; 16; 22; 23]

- Výhody: snadná a rychlá změna výrobního programu, možnost vícestrojové obsluhy, porucha jednoho stroje nenaruší návaznost výroby jako u předmětného uspořádání.
- Nevýhody: nelze určit materiálový tok, dlouhé a složité dopravní cesty, velké nároky na zabranou výrobní plochu, nutnost velkých meziskladů.

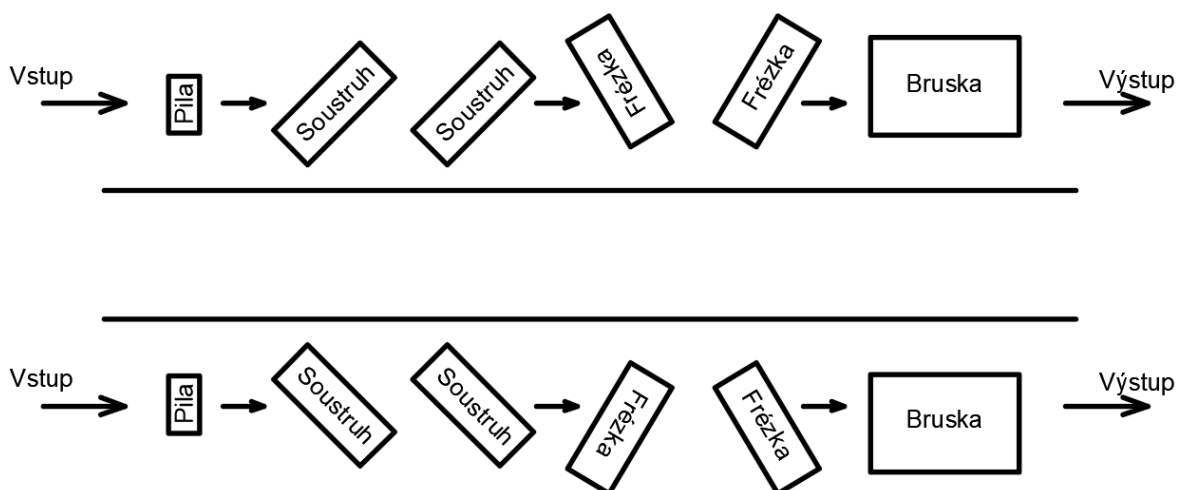


Obr. 12 Technologické uspořádání [8].

2.6.3 Předmětné uspořádání

Návaznost operací a z něj vycházející materiálový tok je v tomto případě jednoznačně dán technologickým postupem výroby součástí. Stroje a pracoviště jsou poté podle této návaznosti umísťovány do předmětných výrobních linek, schéma uspořádání je na obr. 13. Obvyklé je použití specializovaných strojů i nářadí, obsluha může mít nižší kvalifikaci oproti technologickému uspořádání, protože údržbu a seřízení strojů zajišťují specializovaní pracovníci. Tento způsob uspořádání strojů je vhodný pro středně těžké strojírenství a zejména pro vyšší sériovost výroby. [1; 7; 8; 11; 12; 14; 16; 22; 23]

- Výhody: zkrácení manipulačních drah a mezioperačních časů, potřeba menší výrobní plochy, není potřeba meziskladu.
- Nevýhody: změna výrobního programu vyžaduje změnu v uspořádání nebo počtu strojů, stroje spolu s nářadím jsou speciální, jednoúčelové a vhodné pouze k výrobě tvarově podobných součástí.

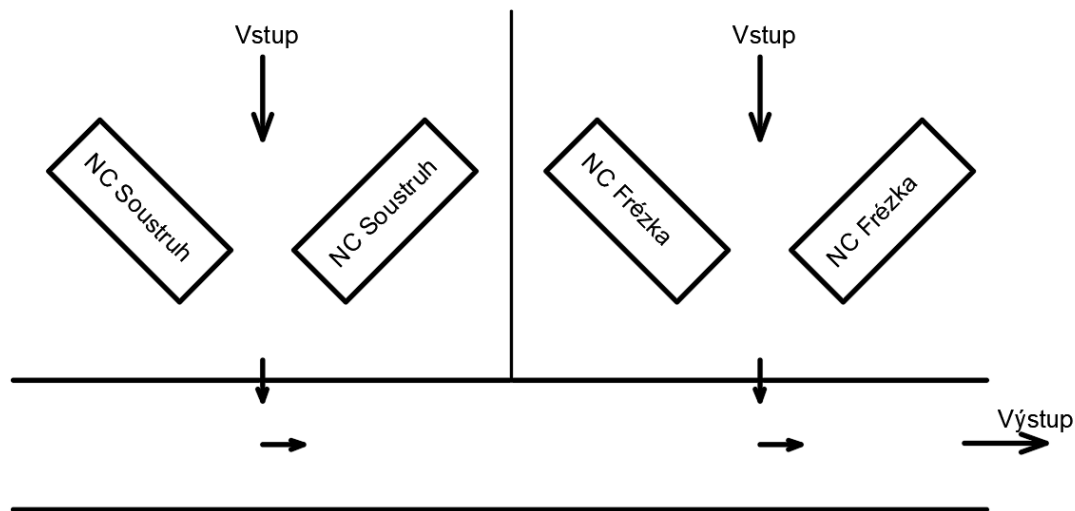


Obr. 13 Předmětné uspořádání [8].

2.6.4 Modulární uspořádání

Při tomto uspořádání jsou stroje seskupovány do technologických bloků, z nichž každý je schopen plnit více funkcí, to je umožněno využitím číslicově řízených strojů. Z těchto bloků je pak složen celý výrobní provoz, viz obr. 14. Takto uspořádaná pracoviště mají větší produktivitu než doposud zmíněné způsoby, proto mívají v dílnách výsadní postavení při zásobování materiálem. Využívá se v malosériové a kusové výrobě, ve středně těžkém i těžkém strojírenství. Stroje vyžadují kvalifikovanou obsluhu, navzdory tomu, že technická příprava výroby i programování strojů probíhá mimo pracoviště a je realizována jinými zaměstnanci. [1; 7; 8; 11; 12; 14; 16; 22; 23]

- Výhody: vysoká produktivita, krátké mezioperační časy a zkrácení průběžné doby výroby.
- Nevýhody: vysoká cena strojů a zařízení, větší nároky na technologickou přípravu výroby.



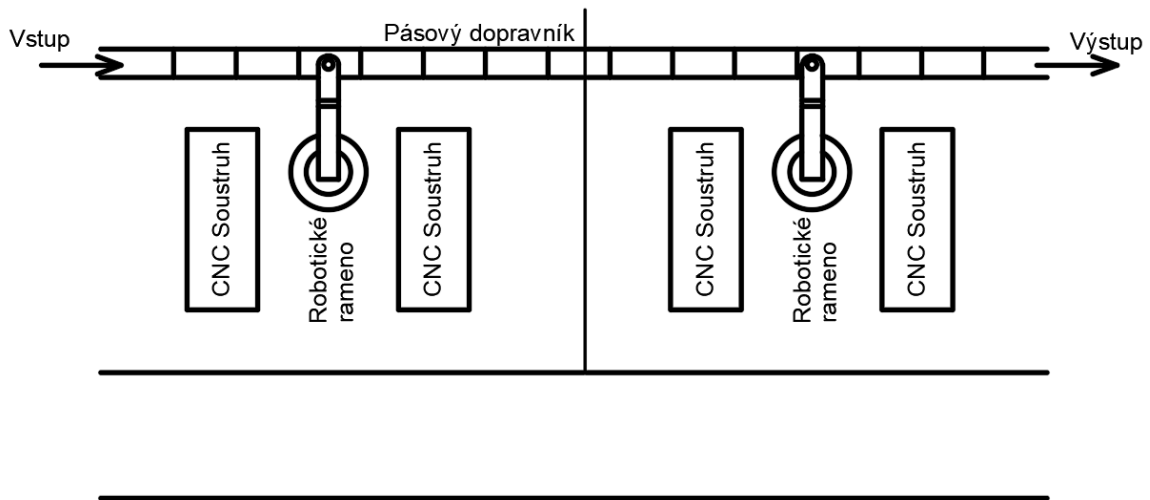
Obr. 14 Modulární uspořádání [8].

2.6.5 Buňkové a hnízdové uspořádání

V principu jde o variaci modulárního pracoviště. Stroje jsou rovněž uspořádány do technologických bloků a každý plní více než jednu funkci, schéma lze nalézt na obrázku 15. Rozdíl se nachází v okolním vybavení, pracovník je zde plně nahrazen obslužnými automatickými stroji, jako jsou robotická ramena sloužící pro zakládání výrobků nebo přepravu zajišťující automatické dopravníky. [1; 7; 8; 11; 12; 14; 16; 22; 23]

Jestliže je buňkové pracoviště plně automatizované a mechanizované, používá se označení AVS – automatizovaný výrobní systém. Buňkové uspořádání nachází využití pro malosériovou výrobu. Kvůli velkým pořizovacím nákladům by tato pracoviště měla být co nejvíce využita, přednostně zásobována materiálem a pracovat nepřetržitě ve třech směnách. [1; 7; 8; 11; 12; 14; 16; 22; 23]

- Výhody: velká produktivita, minimální manipulace s materiálem, díky vyloučení lidského faktoru lze zajistit vysokou kvalitu výroby.
- Nevýhody: vysoká pořizovací cena strojů a přídatných zařízení, vyšší nároky na TPV (technologickou přípravu výroby)

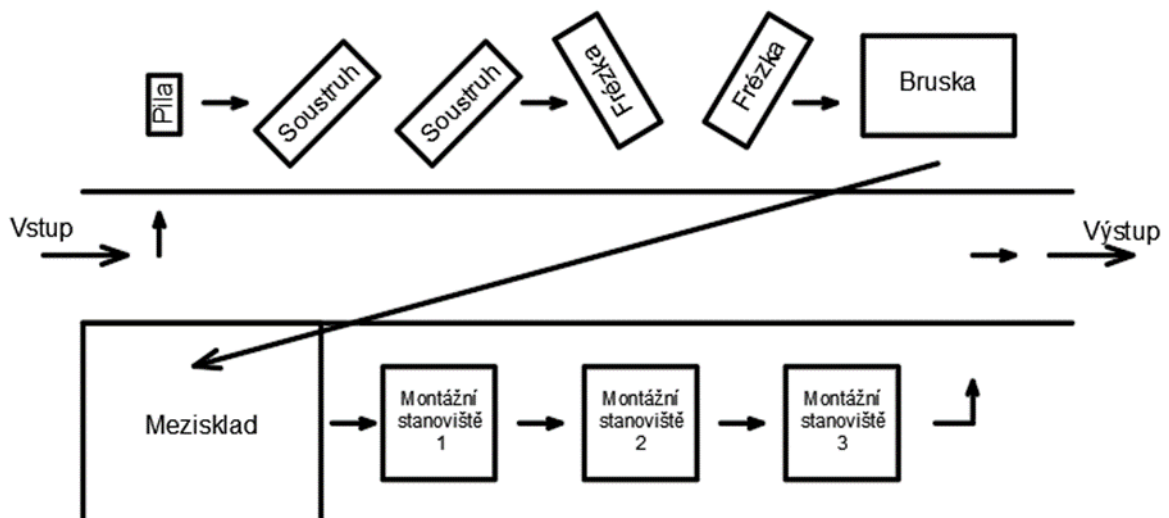


Obr. 15 Buňkové uspořádání. [8]

2.6.6 Kombinované uspořádání

Při vytváření návrhu rozmístění strojních pracovišť je málokdy výhodné využití pouze jednoho způsobu uspořádání, často přímo nemožné. Obvykle je nutné využít kombinace více různých způsobů uspořádání pracovišť. Kombinaci technologického s předmětným uspořádáním lze nalézt v praxi nejčastěji (obr. 16). Používá se pro lehké, střední i těžké strojírenství. Výrobu se doporučuje plánovat v malých dávkách. Stroje i nástroje jsou univerzální, obsluha z větší části nekvalifikovaná. [1; 7; 8; 11; 12; 14; 16; 22; 23]

Kombinováním několika způsobů uspořádání lze ponechat výhody vycházející z jednotlivých metod a zároveň minimalizovat množství jejich nevýhod. [1; 7; 8; 11; 12; 14; 16; 22; 23]

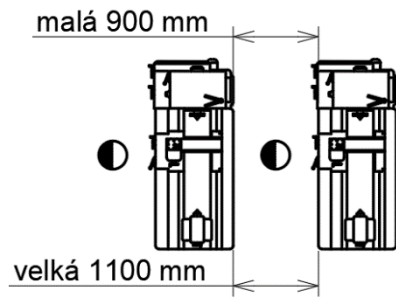


Obr. 16 Kombinované uspořádání. [7]

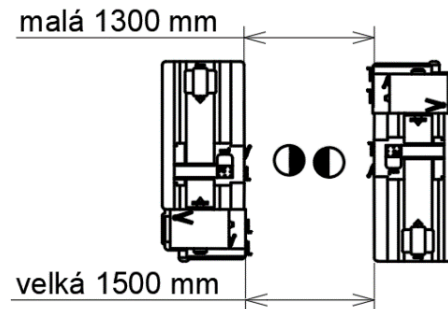
2.7 Zásady rozmístování strojů

Při technologickém projektování je důležité, aby projektant dodržel bezpečnostní předpisy a normy vydané pro rozmístování strojů a výrobních zařízení. V návrhu, zvaném dispozičním řešením lze stroj zakreslit v jeho reálné podobě, nebo jako maketu (povětšinou jednoduchý obdélník). V obou zmíněných případech musí být jasně zakresleny krajní polohy pohybujících se částí stroje. Mimo samotných strojů se zakresluje i jejich příslušenství, například rozvodové skříně a také obsluha stroje, kterou znázorňuje půlený kroužek. Správně navržené rozmístění strojů by mělo zabírat co nejmenší plochu, ale zároveň vyhovět všem zásadám a předpisům. Tyto předpisy stanovují rozměry obslužných a dopravních komunikací, stejně tak v nich lze nalézt bezpečné vzdálenosti strojů. [1; 7; 8; 9; 12; 16; 17; 22; 24; 25]

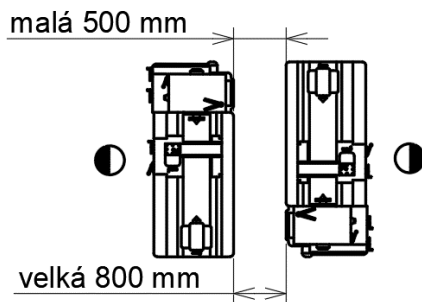
- Vzdálenosti strojů při jednostrojové obsluze umístěných:
 - Za sebou (obr. 17);
 - Čelními částmi k sobě (obr. 18);
 - Zadními částmi k sobě (obr. 19);
 - Bočními částmi k sobě (obr. 20).
- Vzdálenosti strojů při vícestrojové obsluze umístěných:
 - Čelními částmi k sobě, obsluha tří strojů (obr. 21);
 - Čelními částmi k sobě, obsluha dvou strojů (obr. 22).
- Vzdálenost automatických strojů umístěných:
 - Šikmo vedle sebe (obr. 23);
 - Rovnoběžně naproti sobě (obr. 24).
- Vzdálenost strojů od dopravních cest:
 - Čelní částí k cestě (obr. 25);
 - Zadní částí k cestě (obr. 26).
- Vzdálenost strojů od stěn:
 - Zadní část u stěny (obr. 27);
 - Čelní část u stěny (obr. 28);
 - Boční část u stěny (obr. 29);
 - Pohyblivá část směřuje ke stěně (obr. 30).
- Vzdálenost strojů od sloupů:
 - Boční a zadní část u sloupu (obr. 31);
 - Zadní část u sloupu (obr. 32).



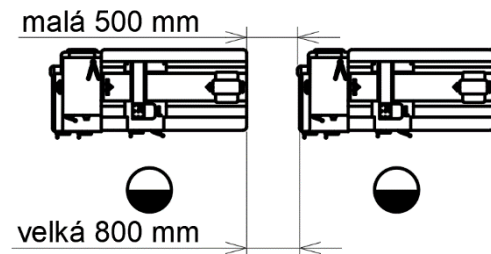
Obr. 17 Stroje za sebou [7].



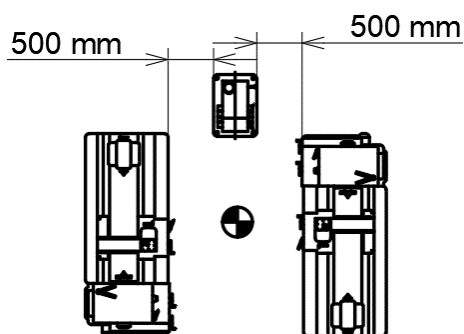
Obr. 18 Stroje čelními částmi k sobě [7].



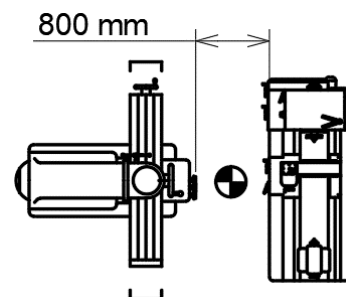
Obr. 19 Stroje zadními částmi k sobě [7].



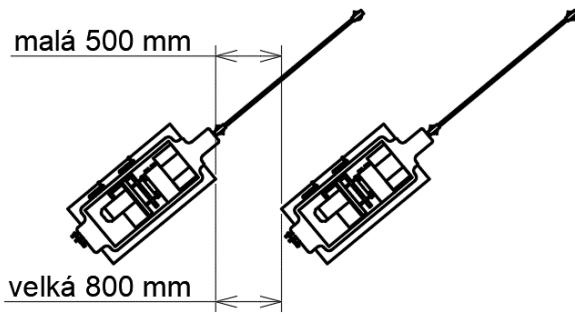
Obr. 20 Stroje bočními částmi k sobě. [7].



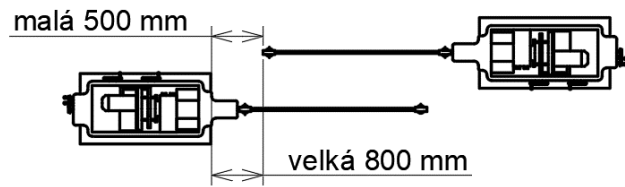
Obr.21 Stroje čelními částmi k sobě, obsluha tří strojů [7].



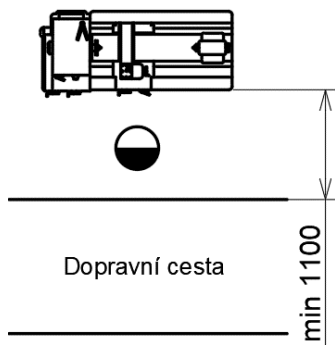
Obr. 22 Stroje čelními částmi k sobě, obsluha dvou strojů [7].



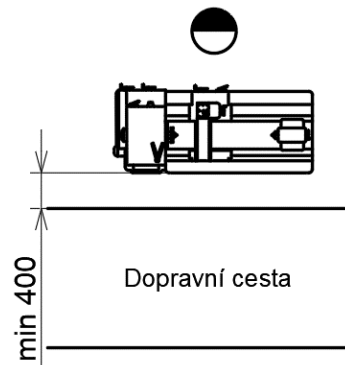
Obr. 23 Automaty šikmo vedle sebe [7].



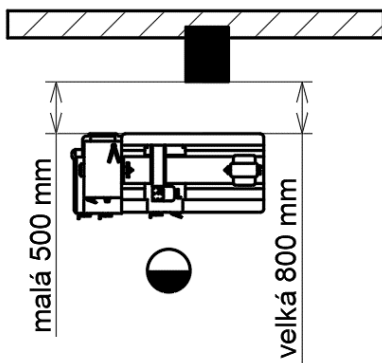
Obr. 24 Automaty rovnoběžně naproti sobě [7].



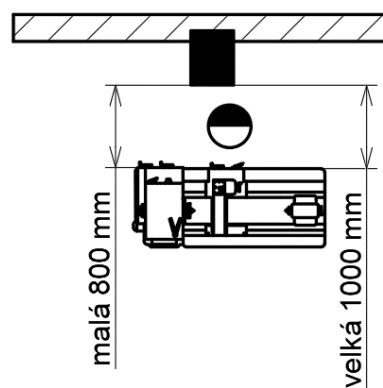
Obr. 25 Stroj čelní částí k cestě [7].



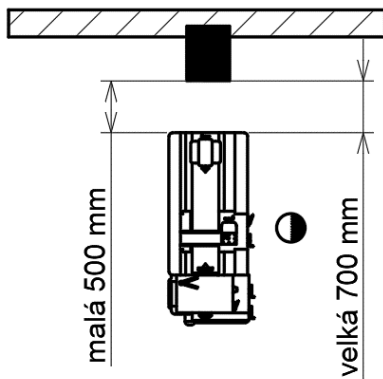
Obr. 26 Stroj zadní částí k cestě [7].



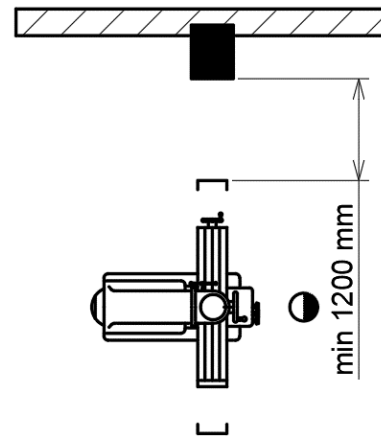
Obr. 27 Zadní část stroje u stěny [7].



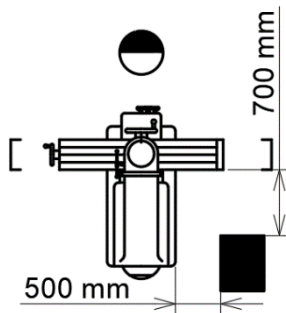
Obr. 28 Čelní část stroje u stěny [7].



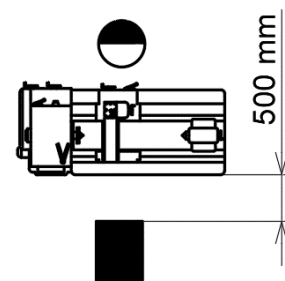
Obr. 29 Boční část stroje u stěny [7].



Obr. 30 Stroj s pohyblivou částí směřující ke stěně [7].



Obr. 31 Stroj s boční a zadní částí u sloupu [7].



Obr. 32 Stroj se zadní částí u sloupu [7].

2.8 Navrhování obslužných komunikací

Kromě výše popsané vzdálenosti strojů, kde minimální rozměry vycházely pouze z nároků na funkčnost stoje je nutno také dodržet správný rozměr uliček a dopravních komunikací z hlediska jejich obsluhy a zásobování materiálem. Existují dva základní druhy komunikací, pro osoby a pro manipulační techniku. Tyto dvě uličky se mohou kombinovat, poté hovoříme o kombinované manipulaci. [25; 26; 27; 28]

Základní šířka komunikace pro osoby je stanovena na 600 mm. Tento rozměr může být zvětšován podle konkrétních účelů komunikace popsaných níže. [25; 26; 27; 28]

- Pro montážní průchod je nejmenší šířka 600 mm.
- Nejmenší šířka pro občasný pohyb pracovníka v jednom směru je 600 mm.
- Pokud pohyb probíhá v obou směrech je rozměr uličky, kvůli vyhýbání zvětšen na 750 mm.
- Šířka uličky pro pohyb pracovníka s břemenem v jedné ruce a v jednom směru je minimálně 850 mm.
- Při nutnosti obousměrného pohybu s jedním břemenem 1000 mm.

- Pokud komunikace počítá s pohybem pracovníků, kteří nesou břemeno v obou rukách je rozměr uličky zvětšen o 150 mm, tedy na 1150 mm.

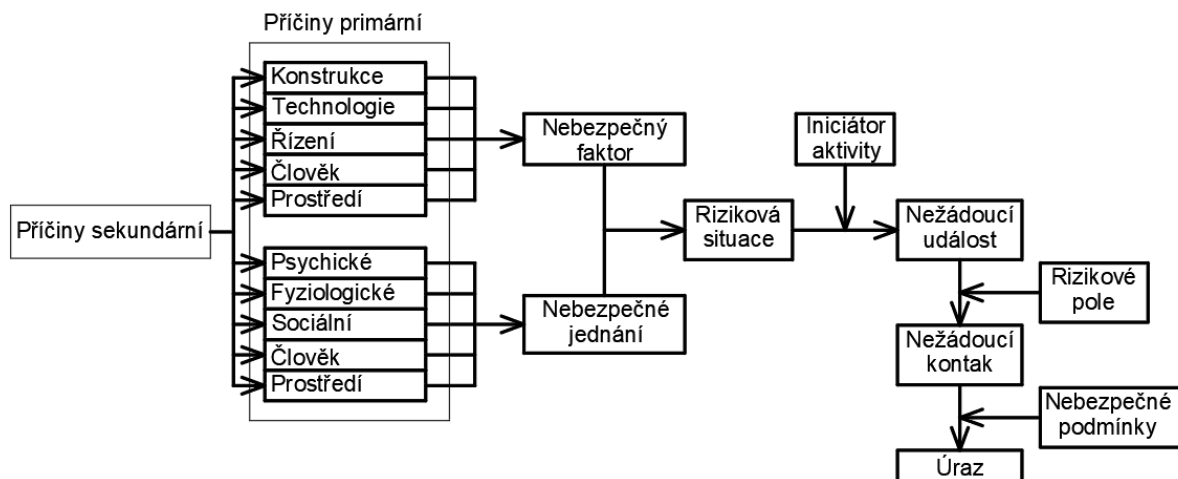
Šířka komunikací pro manipulační techniku je stanovena obdobně, pravidla se vztahují na povahu pohybu (jednosměrný, nebo obousměrný). Norma stanovuje nejmenší dovolený rozměr uličky na 400 mm. Konečná velikost komunikace ovšem v praxi vychází ze skutečné velikosti manipulačního prostředku s přepravovaným břemenem a bezpečností vůle. [25; 26; 27; 28]

- Pro pohyb v jenom směru je minimální šířka uličky zvětšena o 2x200 mm bezpečností vůle na obou stranách. Výsledná nejmenší šířka komunikace je tedy 800 mm pro prohyb v jednom směru. [25; 26; 27; 28]
- Pro obousměrný pohyb se předpokládá umístění dvou uliček vedle sebe, jejich rozměr je složen ze dvou jednosměrných uliček a jejich bezpečnostních vůlí, tedy $200+400+200+200+400+200=1600$ mm. [25; 26; 27; 28]

Konkrétně se dá využít příklad kdy je uličkou přepravována paleta rozměru 800x600 mm za pomoci paletového vozíku. Minimální šíře komunikace bude v tomto případě 1000 mm.

2.9 Bezpečnost práce

Dodržování nařízení a předpisů v otázkách bezpečnosti práce, které stanoví normy ČSN, nebo zákoník práce, případně interní nařízení podniku je hlavním předpokladem pro kvalitní a bezpečnou práci dělníka. Podle těchto předpisů musí postupovat jak pracovník při výkonu práce, tak i projektant při tvorbě návrhů. Kromě splnění přesných nařízení je vhodné, aby při navrhování bylo hleděno i na ergonomii a vzhled pracovního prostředí. Tím je jednak nejlépe dosaženo spokojenosti a výkonnosti dělníka, ale také co možná nejvíce sníženo riziko vzniku úrazu. Schéma příčin vzniku úrazu je na obrázku 33. [1; 7; 8; 12; 29; 30]



Obr. 33 Model vzniku úrazů [7].

Příčinou pracovního úrazů je téměř vždy kombinace více různých faktorů, jejich výskytu bohužel nelze kompletně zabránit. Je ovšem dobré si zapamatovat některé často se vyskytující příčiny a při vzniku návrhu s nimi počítat. Těmi jsou: [1; 7; 8; 12; 29]

- nevhodně zvolená technologie práce;
- špatný technický stav stroje, nebo náradí;
- nízká úroveň technologického řešení pracoviště;
- nedostatečná organizace práce;
- nepořádek;
- nedodržování bezpečnostních předpisů
- nepoužívání OPP (ochranných pracovních prostředků).

Zdraví člověka ovlivňují i další faktory jako je působení škodlivin, hluk, prach, výpary nebezpečných látek, sálavé teplo, špatné klimatické podmínky a špatné osvětlení. [1; 7; 8; 12; 29]

Při třískovém obrábění je nejčastější příčinou úrazu mechanické zranění dělníka výrobním zařízením. Nebezpečné jsou zejména rotující části strojů, které musí být zakrytovány a také ohrožení odletujícími částicemi materiálu, proti kterým je nutno se chránit OPP v kombinaci s použitím ochranných štítů umístěných na stroji. [1; 7; 8; 12; 29; 30; 31]

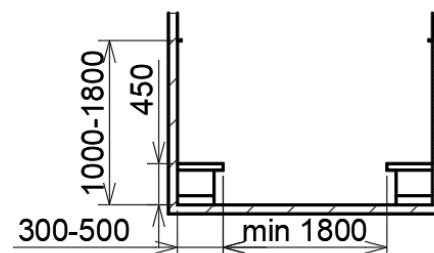
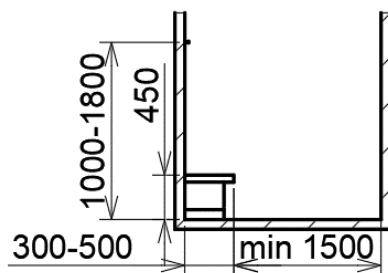
2.10 Zásady navrhování sociální ploch

Tento pojem zahrnuje všechny společné plochy, nebo pobytové prostory ve firmě, spolu se sanitárním zařízením. Zahrnuje široké množství různých využití, nejčastěji se jedná o šatny neboli převlékárny, odpočinkové místnosti, svačárny, umývárny, záchody, nebo také úklidové místnosti. Jejich podoba závisí zejména na potřebách konkrétního podniku a také na počtu zaměstnanců. [32; 33; 34; 35; 36; 37; 38; 39]

2.10.1 Šatny

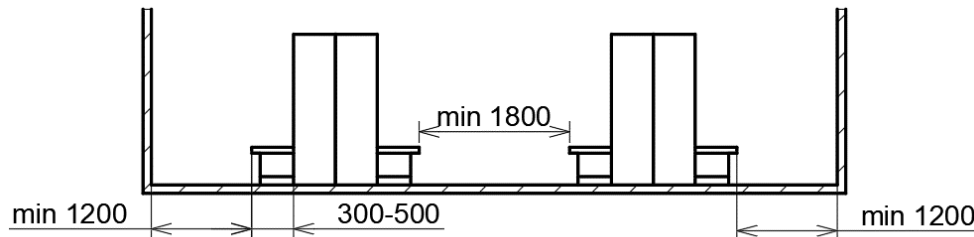
Musí být zřízeny na pracovištích, kde je vyžadováno, aby zaměstnanci nosili pracovní oděv. Slouží tedy pro převlékání zaměstnanců. V případě, že není převlékání nutné, musí být vyčleněn prostor pro odložení civilního oděvu, kterým je bunda, nebo nepracovní obuv. Je vyžadováno, aby kapacita šaten byla alespoň o 10 % větší, než je počet zaměstnanců, kteří musí nosit pracovní oděv. Jako jedno místo v šatně je uvažována jedna šatní skříň, nebo vyhrazený věšák. Toto místo nesmí být mezi zaměstnanci sdíleno i pokud pracují v různých směnách. Šatny je nutno oddělovat na pánské a dámské až ve chvíli, kdy počet pracovníků přesáhne pět osob. [32; 33; 34; 35; 39]

Lze rozlišit dvě základní podoby šaten, věšákovou šatnu a skříňové šatny. V případě věšákové šatny musí být vyčleněno alespoň 0,3 m² podlahové plochy na pracovníka a splněna rozměrová specifika, která jsou znázorněna na obrázku 34 a 35. [32; 33; 34; 35; 39]

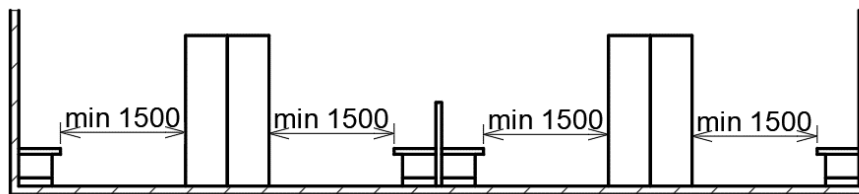


Obr. 34 Věšáková šatna s jednou lavicí [39]. Obr. 35 Věšáková šatna s dvěma lavicemi [39].

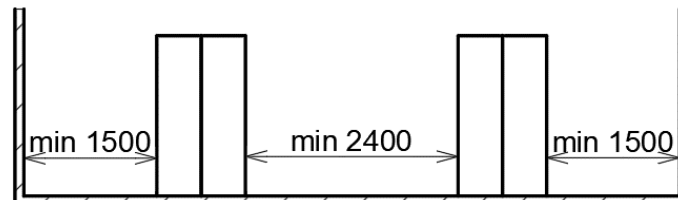
Skříňová šatna, která se v podnicích využívá častěji, musí splňovat obdobné požadavky. Vyžadovaná plocha na osobu je 0,5 m². Použité skříňky musí být z hladkého a vlhkosti odolného materiálu. Musí být také dobře větratelné. Minimální rozměry skříňky jsou (Š x H) 300 x 500 mm. Jejich výška není specifikována normou, ale obvyklé provedení šatní skříně dosahuje výšky 1800 mm. Rozměry uliček, rozmístění skříní a lavic je zobrazeno na obrázcích 36, 37 a 38. [32; 33; 34; 35; 39]



Obr. 36 Skříňová šatna s lavicemi u skříní [39].



Obr. 37 Skříňová šatna s volně stojícími lavicemi [39].

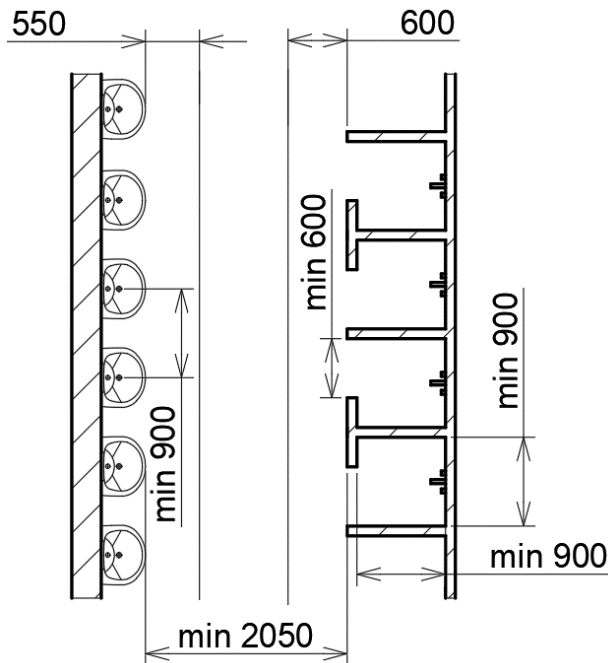


Obr. 38 Skříňová šatna bez lavic [39].

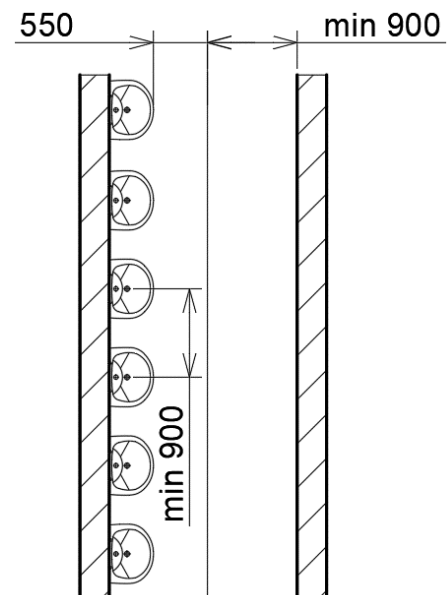
2.10.2 Umývárny

Slouží pro očištění pracovníků, jejich umístění je zpravidla v blízkosti šaten popsanych v předchozí kapitole. I pro ně platí, že do pěti zaměstnanců podniku je možné je pro různá pohlaví oddělit pouze časově. Až po překročení této hranice musí být odděleny prostorově. Podle povahy provozu, do kterého se umývárny umísťují lze rozlišit dva druhy potřebné očištění, celková očištění a částečná očištění. [32; 33; 34; 35; 36; 37]

Umývárny pro celkovou očistu musí být vybaveny sprchami (výjimečně vanami) a umyvadly. Musí umožňovat přístup přímo ze šatny a umožňovat odkládání mycích potřeb nebo ručníků. Částečná očista je realizována pomocí umyvadel, případně umývacích žlabů. Počet umyvadel a sprch je závislý na počtu zaměstnanců a druhu jejich práce. Optimální počet je 10 zaměstnanců na jedno umyvadlo a sprchu. Požadované rozměry umývárny pro celkovou očistu lze nalézt na obrázku 40, pro částečnou pak na obrázku 41. [32; 33; 34; 35; 36; 37]



Obr. 40 Umývárna pro celkovou očistu [36].

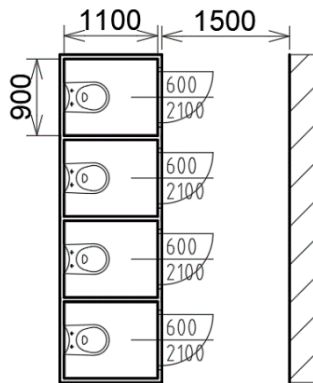


Obr. 41 Umývárna pro částečnou očistu [37].

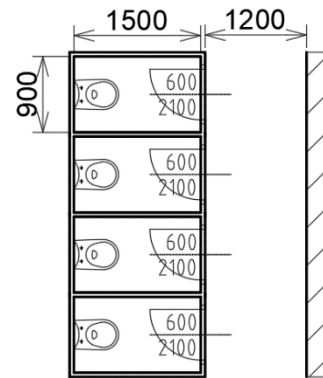
2.10.3 Toalety

Zpravidla se navrhují odděleně pro každé pohlaví zvlášť, ale norma to vyžaduje až od pěti trvalých zaměstnanců. Toto číslo neznamená nutně celkový počet zaměstnanců podniku, ale množství lidí, kteří mají pracoviště ve spádové oblasti (například na stejném patře, jako jsou záchody umístěny). Důležitou podmínkou je, že WC by nemělo být umístěno dále jak 120 metrů od nejbližšího pracoviště, při stíženém přístupu tato vzdálenost klesá na 75 metrů. Počet kabin je opět stanoven na jednu pro každých 10 zaměstnanců. [32; 33; 34; 35; 38]

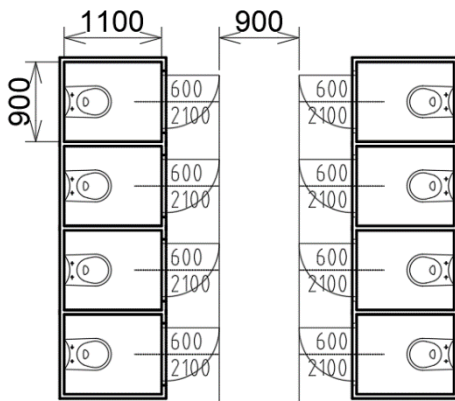
Požadavky na rozměry kabin jsou naznačeny na obrázcích 41, 42, 43, 44. K záchodům by měla náležet i záchodová předsíň s umyvadlem, nebo umyvadly. Její rozměry vycházejí z doporučení na obrázku 41 v kapitole 2.10.2. [32; 33; 34; 35; 38]



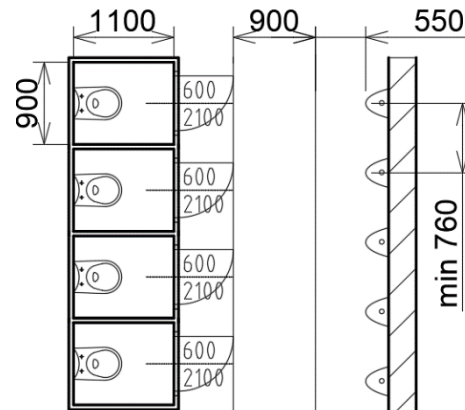
Obr. 41 Kabiny s otevíráním směrem ven [38].



Obr. 42 Kabiny s otevíráním směrem dovnitř [38].



Obr. 43 Kabiny s otevíráním směrem ven ve dvou řadách [38].

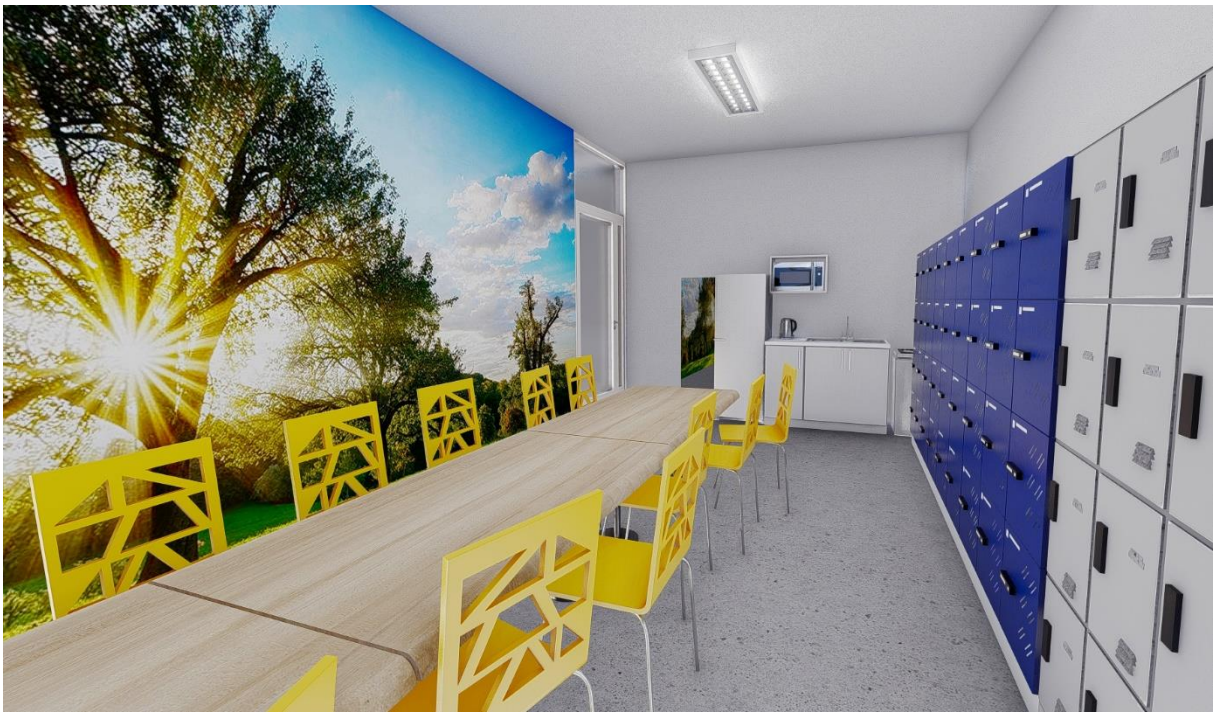


Obr. 44 Kabiny s otevíráním směrem ven, ke stěně s pisoáry [38].

2.10.4 Pomocná zařízení

Jako pomocné místnosti lze označit místa pro odpočinek od nepříznivých vlivů práce. Tyto místnosti se zřizují v blízkosti pracovišť. Mohou, ale nemusí být stavebně (hlukově) odděleny od prostoru výroby, rozhodující jsou požadavky BOZP na konkrétní provoz. Pomocnými zařízeními se rozumí i zařízení k mytí pracovní obuvi, nebo sušení pracovního oděvu. [32; 33; 34; 35]

Jsou vybaveny sedacím nábytkem s opěrkami zad a stoly. Jejich kapacita musí umožnit odpočinek všech pracovníků v nejpočetnější směně. Pokud nejsou určeny pro konzumaci jídla nazývají se odpočinkové kouty. Pokud jsou určeny pro konzumaci jídla, označují se jako svačárny, nebo denní místnosti. V takovém případě musí mít zajištěn přístup tekoucí pitné vody a být vybaveny umyvadlem, dřezem, zařízením na ohřívání potravin (mikrovlňná trouba) a zařízením na uchování jídel (lednice). Vizualizaci provedení svačínové místnosti se skříňkami pro osobní věci lze nalézt na obrázku 45. [32; 33; 34; 35]



Obr. 45 Vizualizace místnosti pro odpočinek a přípravu jídla.

3 ZHODNOCENÍ AKTUÁLNÍ DISPOZICE

V této kapitole bude blíže představena společnost Beneš KOVO. První část tvoří obecný přehled o společnosti, jejím výrobním sortimentu, strojích, zaměstnancích a budovách. Druhá část se věnuje konkrétnějšímu popisu výrobních hal, tedy rozložení jejich výrobních, pomocných a sociálních ploch. Jedná se o poměrně obsáhlou kapitolu, která je ale velmi důležitá z hlediska porozumění fungování podniku a jeho vnitřních poměrů.

3.1 Sortiment výroby

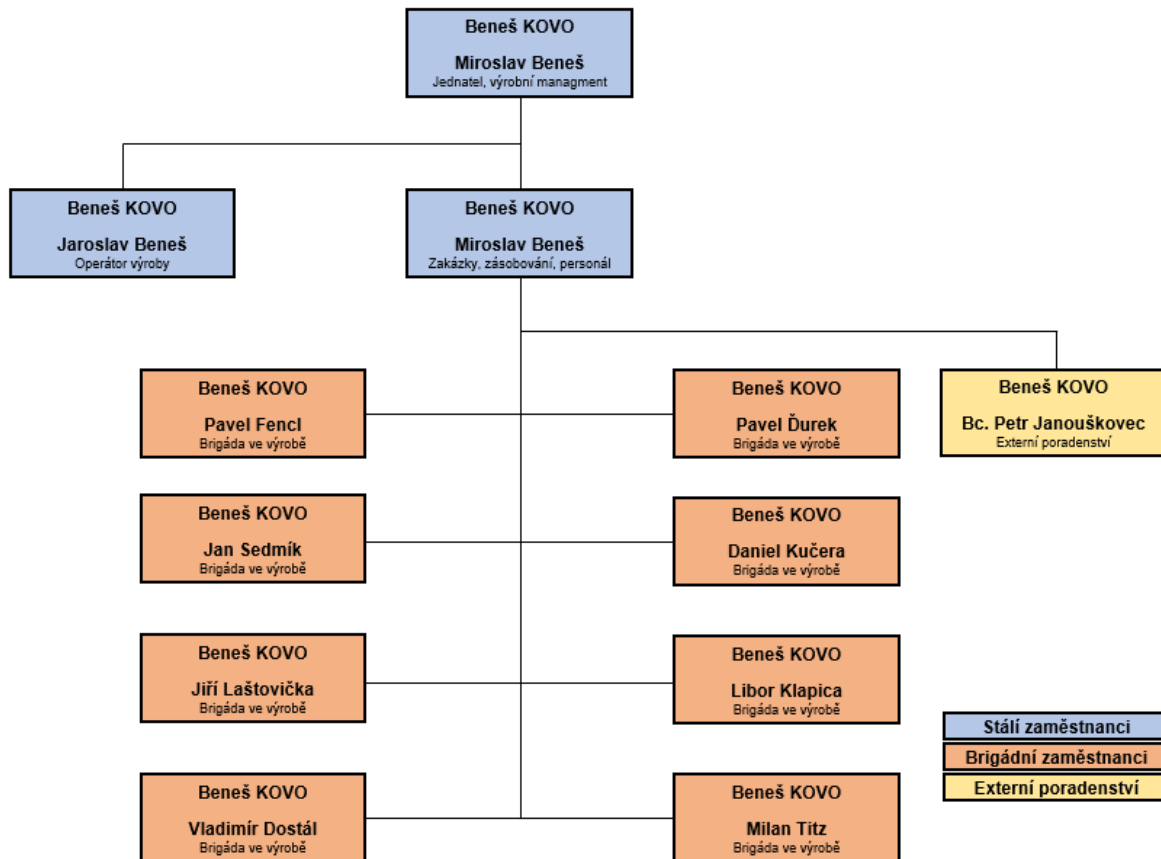
Společnost Beneš KOVO je rodinná firma se sídlem ve Stříteži u Jihlavy. Působí na poli lehkého strojírenství. Hlavním výrobním sortimentem jsou sériové rotační výrobky, třískově obráběné, z tyčového polotovaru s průměrem do 40 mm. K této hlavní výrobě ještě podnik doplňuje případnou volnou kapacitu kusovou výrobou frézovaných, nebo vrtaných součástí. Jedná se o malou firmu s obratem do 5 milionů korun za rok. A produkcí kolem 2 000 000 výrobků ročně. Příklad sortimentu hlavní výroby lze nalézt na obrázku 46. Z těchto příkladů jasně vyplývá důvod volby představitele výroby z kapitoly 1.1. Vybraná matice s trapézovým závitem svým tvarem, způsobem výroby a využitím strojního vybavení nejvíce odpovídá většinové produkci podniku.



Obr. 46 Příklady sériových výrobků Beneš KOVO.

3.2 Struktura společnosti a pracovníci

V čele společnosti působí pan Miroslav Beneš starší, jemu je přímo podřízen Miroslav Beneš mladší, který se podílí na výrobě a zároveň se stará o shánění zakázek a zásobování společnosti materiálem. Dalším stálým zaměstnancem je bratr majitele Jaroslav Beneš. Externí poradenství v otázkách výrobní technologie a managementu výroby zajišťuje Bc. Petr Janouškovec. Tuto hlavní pracovní strukturu doplňuje větší počet příležitostných brigádníků. Celou personální strukturu lze najít na obrázku 47. Společnost aktuálně funguje v jednosměnném režimu výroby a jedna směna je obvykle obsazena 8 pracovníky. Využití brigádní síly má zásadní výhodu ve flexibilitě jejího nasazení. V případě nedostatku zakázek je možno nepovolat brigádníky do práce, bez nutnosti vyplácet náhradu mzdy. Nevýhodou nestálého pracovního poměru je malá iniciativa zaměstnanců k samostatnému plnění úkolů.



Obr. 47 Struktura zaměstnanců.

3.3 Strojní vybavení podniku

Pro zajištění sériové výroby spoléhá Společnost Beneš KOVO zejména na ověřené soustružnické automaty od české firmy MAS. Jedná se o starší (většina vyrobena v 50. a 60. letech minulého století) vačkově řízené stroje. Jejich velkou výhodou je snadná údržba a levné opravy oproti modernějším NC, nebo CNC strojům. Nevýhodou lze nalézt ve složitosti změny výrobního programu, kdy je pro nový kus nutno vyrábět nové řídicí vačky. Tyto automaty doplňují další konvenční obráběcí stroje se stálou obsluhou, jakou jsou vrtačky, frézky, závitořezy a brusky. Strojní vybavení lze nalézt v tabulce 3.

Složitost seřizování vačkově řízených soustružnických automatů je hlavním důvodem jejich početného zastoupení ve výrobním sortimentu. Pro podnik je časově a personálně jednodušší mít každý stroj stále nastaven na zhotovení konkrétní součásti a výrobu na něm zahájit pouze ve chvíli obdržení zakázky, než využívat menší množství strojů, které by ale bylo třeba neustále nastavovat na výrobu aktuální série.

Skutečností, zmíněnými v předchozích dvou odstavcích je odůvodněn požadavek firmy na zachování co největšího množství těchto výrobních automatů.

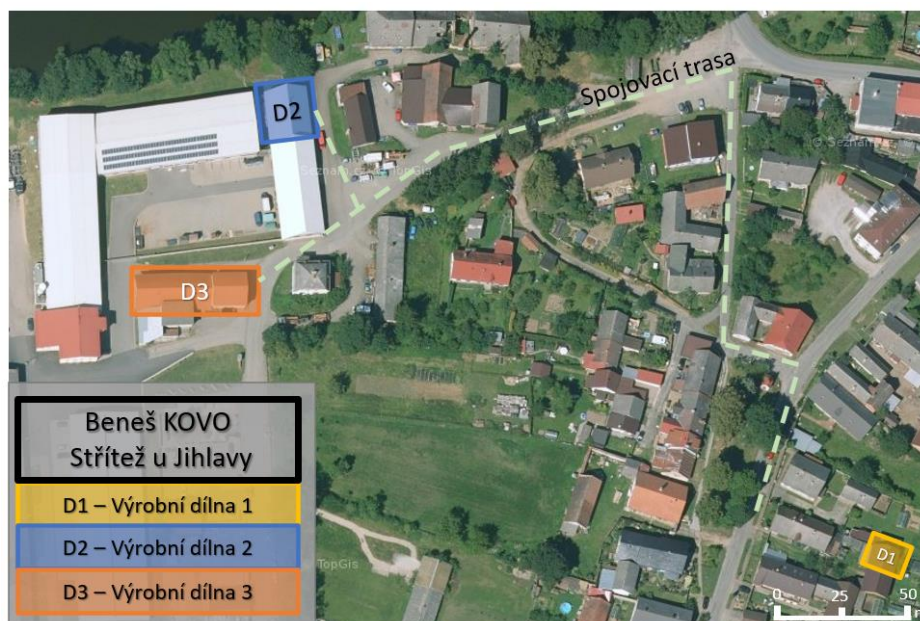
Tab. 3 Strojní vybavení podniku.

| Název stroje | Počet [ks] | Charakteristika | Výrobce |
|--------------|------------|--------------------------------------|-------------|
| A20A | 1 | Jednovřetenový soustružnický automat | MAS |
| A40 | 29 | Jednovřetenový soustružnický automat | MAS |
| A50D | 1 | Jednovřetenový soustružnický automat | MAS |
| CR 30 | 1 | Odstředivka kovových třísek | Kovo Bzenec |
| FU2A | 2 | Svislá konzolová frézka | TOS |
| M10 | 1 | Soustružnický automat | Tornos |
| PN 155 | 1 | Pásová pila na kov | BOW |
| RB 28 | 1 | Revolverový soustruh | Pittler |
| SV 18 RA | 2 | Univerzální soustruh | TOS |
| V 13 | 3 | Jednovřetenová stolní vrtačka | TOS |
| V 20 | 1 | Jednovřetenová stolní vrtačka | TOS |
| V 4/20 | 1 | Řadová čtyřvrtačka | TOS |
| ZMP 16 | 2 | Jednovřetenový závitořez | ZYS |

3.4 Výrobní dílny

Společnost Beneš KOVO vlastní tři výrobní dílny, všechny se nacházejí v jedné obci, Stříteži u Jihlavy. Situační rozmístění dílen je možno vidět na obrázku 48. Výrobní dílny číslo 2 a 3 se nachází ve stejném průmyslovém areálu, vzdálenost mezi nimi je přibližně 75 metrů. Tento areál má dobrou obslužnost pro nákladní dopravu i pro individuální dopravu zaměstnanců. Výrobní dílna jedna se nachází v zástavbě mezi rodinnými domy a je vzdálena 330 metrů od zmíněného průmyslového areálu.

Všechny dílny vykazují nedostatky v uspořádání výrobních ploch. Zejména z hlediska bezpečnosti práce, skladování materiálu, dodržování prostorových norem, velikosti obslužných a dopravních komunikací, ergonomie pracovišť, úklidu a všeobecné organizaci práce. Sociální zázemí je v případě dílny 2 řešeno špatně a u dílny 1 a 3 není vůbec žádné.



Obr. 48 Situační rozmístění dílen.

3.4.1 Výrobní dílna 1

Vybudováním této dílny byla v roce 1997 společnost založena. Tomuto historickému pozadí odpovídá i její stavební dispozice. Výrobní plocha vznikla oddělením prostoru v bývalém hospodářském stavení (obr. 49), které přiléhá k domu majitele.

Dostupná výrobní plocha je 80 m². Dílna má hned několik zásadních nedostatků, kvůli kterým se již pro sériovou výrobu nepoužívá. Mezi ně patří zejména vzdálenost od ostatních výrobních budov, špatná dostupnost pro nákladní dopravu vycházející z okolní zástavby a také její vnitřní uspořádání. Aktuálně jsou v ní stroje pouze uskladněny a postupně využívány na náhradní díly pro údržbu hlavního výrobního zařízení. V této práci tedy nebude dále rozebrána.



Obr. 49 Výrobní dílna 1.

3.4.2 Výrobní dílna 2

Jedná se o starší z řešených dílen, pro výrobu začala být využívána v roce 2004. Budova, ve které se nachází byla postavena ještě o 50 let dříve zemědělským družstvem a až do výše zmíněného roku sloužila jako zemědělský objekt, přesněji jako kravín. Kompletní výkres s dispozicí dílny lze nalézt v příloze číslo 2. Na výkrese je znázorněno veškeré strojní a sociální vybavení dílny, spolu se základními rozměrovými kótami. Ke každému stroji, vyžadujícímu obsluhu je vyobrazen pracovník (napůl vybarvený kruh). Znázornění pozice obsluhy slouží zejména k vytvoření představy o manipulačním prostoru, který je u jednotlivých strojů k dispozici.

Dílna je obdélníkového půdorysu, je 17,6 m dlouhá a 11,9 metrů široká. Celková plocha je 210 m². Budova je dvoupatrová, ale pro výrobu se používá pouze dolní patro. První nadzemní podlaží je nevyužité, protože jeho podlaha nemá dostatečnou nosnost pro výrobní stroje, ani skladování materiálu. Obrázek 50 zachycuje pohled na výrobní dílnu zvenčí.



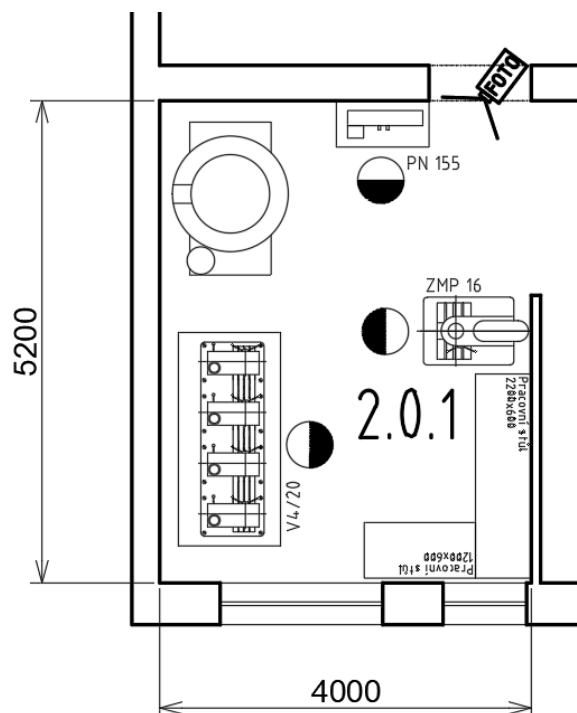
Obr. 50 Exteriér výrobní dílny 2.

Zásadních nedostatků u této výrobní haly lze shledat hned několik. V budově není zřízen sklad pro polotovary, ani mezioperační sklady. Tyčové polotovary i hotové výrobky jsou skladovány volně mezi stroji, nebo zabírají místo v dopravních uličkách, které nemají nedostatečnou kapacitu. Uspořádání výrobních strojů je volné, stroje byly umístěny tam, kde bylo zrovna místo. Určité sociální zázemí se v této dílně nachází, jeho vybavení je však nevyhovující.

V dalších odstavcích je věnována větší pozornost jednotlivým místnostem výrobní dílny. U každé plochy je popsán její způsob využití spolu s popisem nedostatků z hlediska ergonomie, bezpečnosti práce, upořádání strojů a manipulace s materiálem. Pro lepší znázornění zmiňovaných témat je k jednotlivým místnostem přidán detail rozložení s vyznačením problematických míst kótami a také fotografie daného prostoru.

Číslování místností následuje logiku zavedenou při popisu dílen. Místnost, nebo plocha s číslem 2.0.1 bude znamenat prostor ve výrobní hale číslo dvě, na přízemní podlaží s popisným označením jedna.

První místnost v dílně číslo dvě (obr. 51) má plochu 18,6 m². Je vybavena konvenčními stroji, které vyžadují stálou, manuální obsluhu. Nachází se zde sériová vrtačka V4/20, závitorez ZMP 16 a odstředivka na odloučení oleje od kovových třísek CR 30. Nad ní je zbudován závěsný dopravník sloužící pro vyspávání vozíku s třískami do odstředivky. Pod okny jsou umístěny dva pracovní stoly, které slouží pro odkládání různých přípravků, náradí, ale i částí strojů, jako je například přídatné dělicí zařízení. Stroje jsou v této místnosti umístěny správně, s dostatečným prostorem pro obsluhu. Výjimkou je pásová pila PN 155, která je zakreslena ve své skladovací pozici u zdi. V případě využití je přemístována po volné ploše a tvoří překážku pro dopravu materiálu i pohyb pracovníků. Takovou situaci lze vidět na obrázku číslo 52.

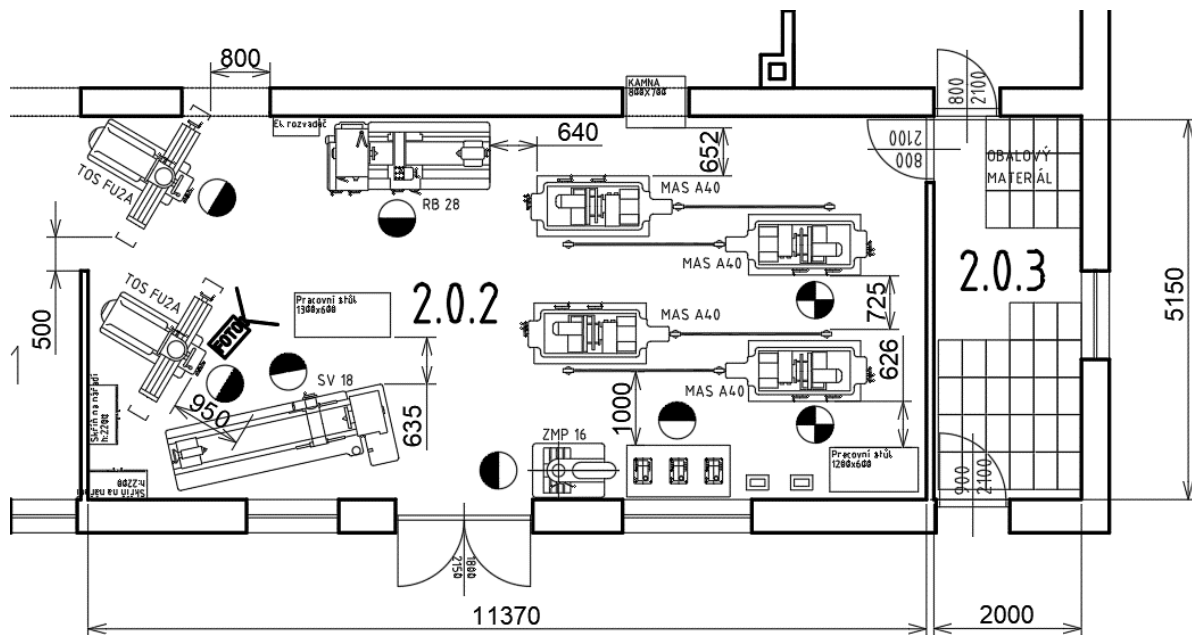


Obr. 51 Detail z místnosti č. 2.0.1.



Obr. 52 Fotografie z místnosti č. 2.0.1.

Plocha s označením 2.02 má rozlohu 59 m². Je využívána zejména pro dokončovací operace, tomu také odpovídá strojní vybavení, které tvoří primárně konvenční stroje. Těmi jsou dvě frézky, klasický soustruh, revolverový soustruh, stolní vrtačky, sloupová vrtačka a stojanové brusky. Kromě těchto manuálně obsluhovaných strojů jsou zde taky 4 soustružnické automaty A40. Detail místnosti je na obrázku 53. Na detailu je vyobrazena i místnost 2.0.3, která byla vytvořena pro průchod zaměstnanců do denní místnosti. Nyní je však kompletně zaplněna obalovým materiálem a krabicemi.



Obr. 53 Detail místnosti 2.0.2 a 2.0.3.

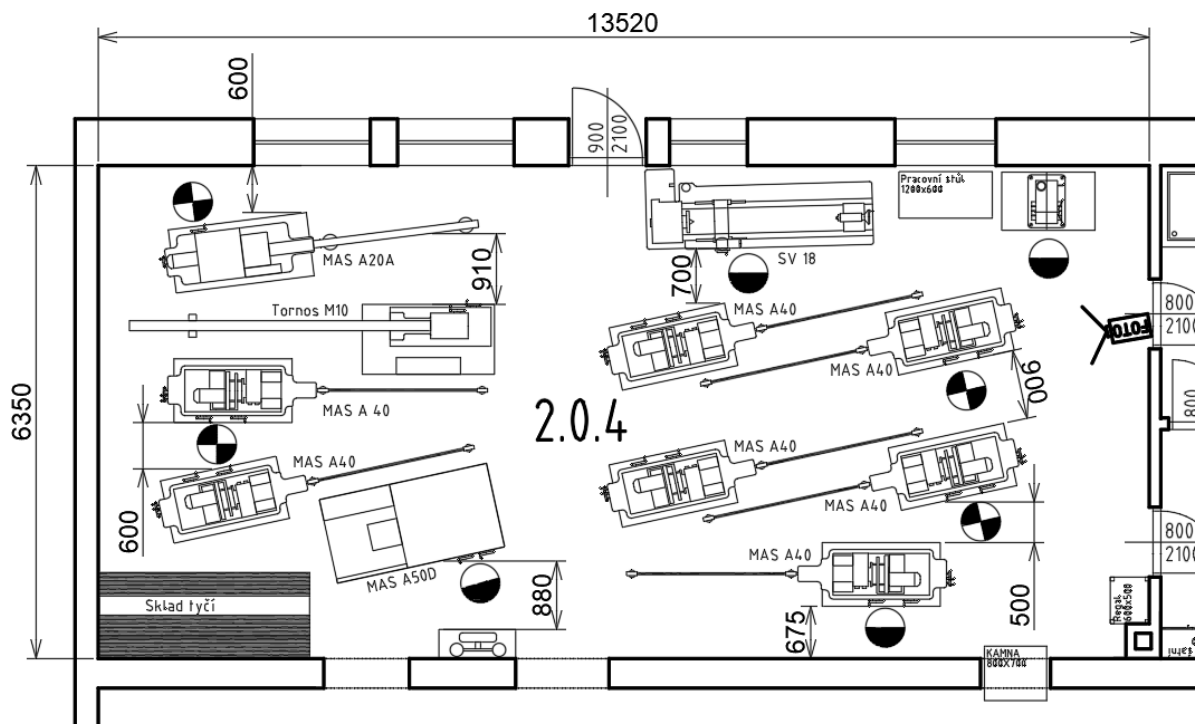
Hlavním problémem plochy 2.0.2 je umístění příliš velkého množství strojů na příliš malou plochu. Příkladem je vzdálenost mezi dvěma frézami TOS, kdy je nutné posunout pracovní stůl až do krajní polohy, aby bylo možné mezi nimi projít. Soustruh SV 18 také nemá dostatečně velký obslužný prostor. Ten by měl být minimálně 900 mm, ale kvůli umístění stolu je k dispozici pouze 635 mm. Nedostatek místa je i kolem automatických soustruhů MAS. Umístění obsluhy závitorezu ZMP 16 přímo před vchodové dveře je zcela špatně. V jednom z průchodů do vedlejší místnosti jsou umístěna kamna na palivové dříví, kterými je řešeno vytápění celého objektu. Toto řešení sice šetří náklady na vytápění, ale ze všech ostatních hledisek je nevhodné. V zimních měsících klesá přes noc teplota v dílně až k 8°C. Zaměstnanci, kteří přijdou na ranní směnu musí nejprve zatopit a několik hodin v těchto podmínkách pracovat, než kamna vzduch v dílně ohřejí na přijatelnou teplotu. Fotografie z místnosti je na obrázku 54.



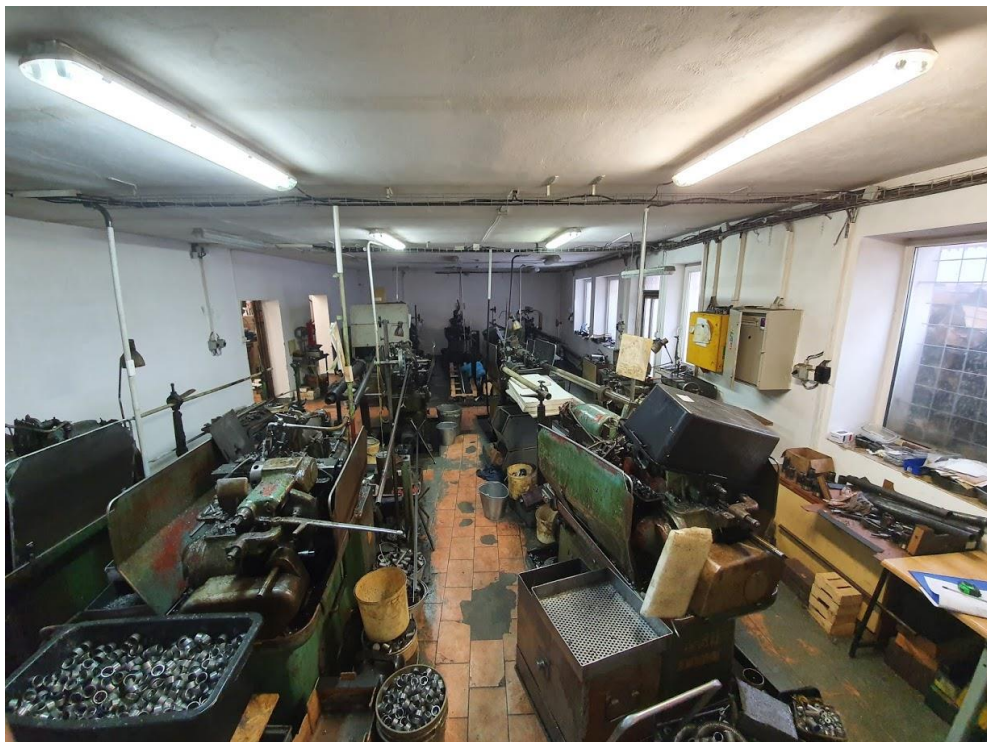
Obr. 54 Fotografie z místnosti 2.0.2.

Obrázek 54 plně zobrazuje realitu, kterou nelze pohledem do výkresu odhalit. Problémy nejsou pouze s umístěním strojů, ale také s celkovou organizací práce a úklidem. Za zmínku stojí například nebezpečné skladování tyčového materiálu, který je umístěn v hlavní cestě, nijak nezajištěn proti pádu a ještě blokuje přístup k el. rozvaděči. Na fotce je také vidět způsob, kterým společnost aktuálně skladuje hotové součásti. Ty jsou umístěny v papírových krabicích, ve kterých se v supermarketech prodává zelenina.

Místnost 2.0.4 má rozlohu 86 m². Je vybavena deseti soustružnickými automaty, klasickým soustruhem a vrtačkou. Prostor pro obsluhu, ani průchodové uličky nejsou dostatečně velké. Obsluha automatu A40 má za zády jenom 500 mm rezervy, než dojde k jejímu ohrožení dalším strojem. Výřez místnosti lze nalézt na obrázku 55. Nachází se zde i první sklad materiálu, místo využití regálu jsou ovšem tyče volně uloženy na zemi a je k nim složitý přístup. Pohled na reálný stav poskytne obrázek 56.

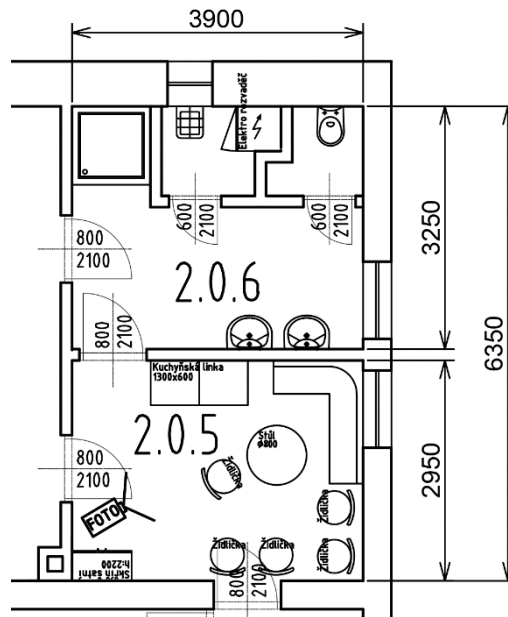


Obr. 55 Detail místnosti 2.0.4.



Obr. 56 Fotografie z místnosti 2.0.4.

Posledním prostorem dílny je její sociální a hygienické zázemí. Místnost 2.0.5 je využívána jako šatna, prostor na odpočinek, ale také na přípravu pokrmů. Dostupná plocha je 11 m². Vybavena je skříní, kuchyňskou linkou, lavicí na sezení a židlemi. Hlavním problémem je opět nedostatek prostoru a z toho vycházející absence vybavení místnosti. Zaměstnanci se zde mají převlékat, ale nejsou zde pro ně žádné šatní ani osobní skříně. Oblečení si tedy odkládají na stůl a lavice, kde poté vytváří překážku při konzumaci jídla. Přihlédneme-li k faktu, že v jednu chvíli může tuto místnost potřebovat využít až osm zaměstnanců je její prostorové řešení skutečně neadekvátní. Detail místnosti je na obrázku 57. Místnost 2.0.6 je umývárna, kromě zanedbaného úklidu a údržby je prostorově řešena dobře. Obrázek 58 zachycuje aktuální řešení denní místnosti.



Obr. 57 Detail z místnosti č 2.0.5 a 2.0.6.



Obr. 58 Fotografie z místnosti 2.0.5.

3.4.3 Výrobní dílna 3

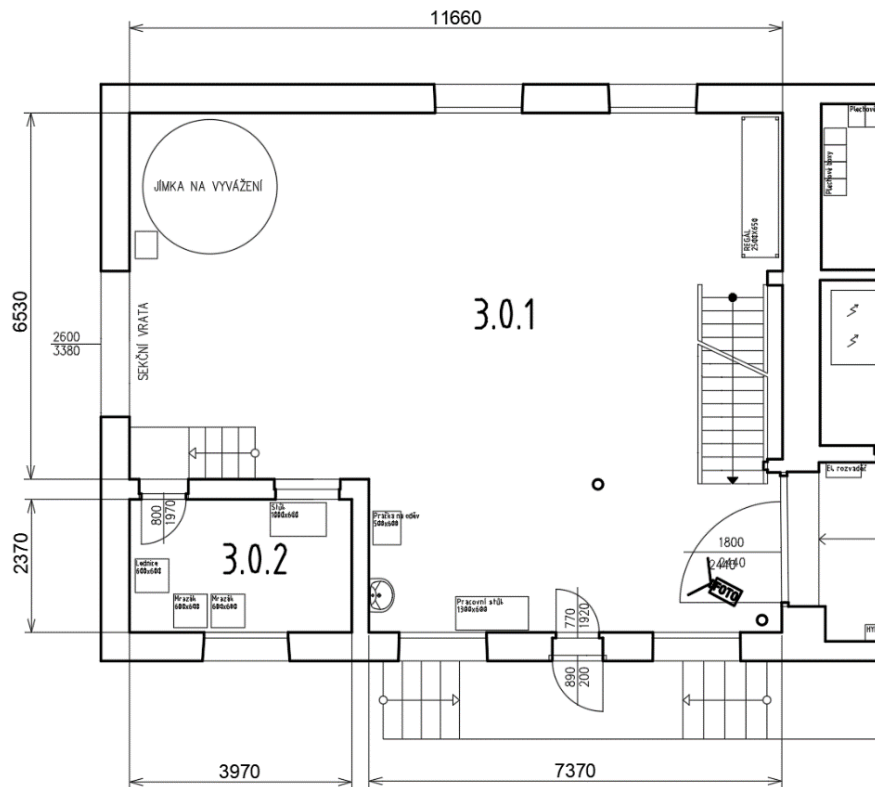
Je novějším objektem, který byl postaven kolem roku 1980, už s původním záměrem strojní výroby. Ve vlastnictví společnosti je dílna od roku 2016 a do plného provozu byla zařazena na podzim 2017. Dílna je rozdělena na tři hlavní části, budova je obdélníková, s délkou 38,4 metru a šířkou v nejširším bodě 16,8 metru. Celková dostupná plocha přízemního podlaží je 410 m². Stejně jako předchozí dílna má dvě podlaží, zde je ovšem využíváno i první patro jako obytná místnost, v přízemí je realizována výroba. Výkres haly tvoří přílohu číslo 3. Fotografie exteriéru je na obrázku 59.



Obr. 59 Exteriér výrobní dílny 3.

Díky skutečnosti že je tato budova větší a novější, než výrobní dílna 2 je i vnitřní uspořádání řešeno lépe. Zatímco přechází dílnu trápila přeplněnost stroji je hlavním problémem této budovy nevyužití její dostupné plochy. Výroba je soustředěna pouze do jedné místnosti, zatímco zbytek je zaplněn nejrůznějším drobným materiálem, polotovary, nebo nijak nevyužit. Z pohledu zaměstnanců je také nevhodné, že zde nejsou žádné sociální, nebo sanitární prostory, které by jim byly dostupné.

Plocha 3.0.1 aktuálně slouží jako víceúčelová místnost a není vybavena strojním zařízením. Příležitostně plní funkci skladu materiálu, nebo místa pro realizaci údržby podnikových nákladních automobilů. Její rozloha je 104 m². Na obrázku 60 je detail místnosti 3.0.1 a 3.0.2. Druhá zmíněná plocha byla postavena jako kancelář vedoucího. Aktuálně se zde nachází pouze několik elektrospotřebičů. Fotografie z místnosti 3.0.1 je na obrázku 61.

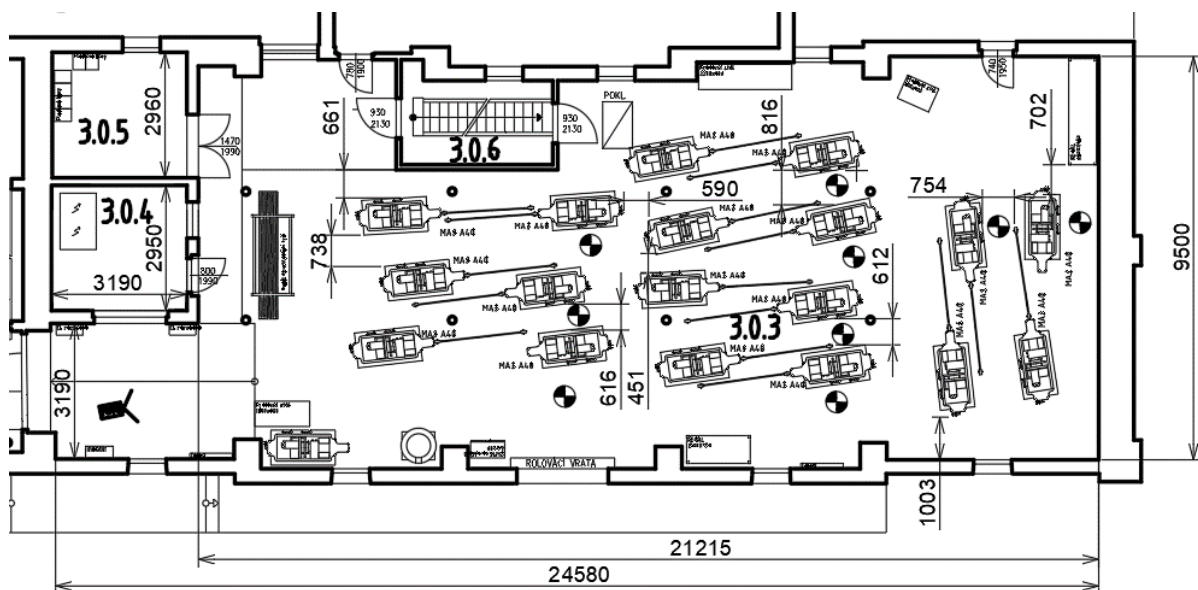


Obr. 60 Detail z místnosti č. 3.0.1 a 3.0.2.



Obr. 61 Fotografie z místnosti č. 3.0.1.

Následující prostor nese označení 3.0.3 (obr. 62), má rozlohu 234 m² a je využíván pro hlavní výrobu v této dílně. Nedostatkem toho jinak štědrého prostoru je nutnost umístění 6 ocelových sloupů do středu výrobní plochy z důvodu nedostatečně pevné statiky budovy. Strojně je vybaveno výhradně soustružnickými automaty MAS A40, je zde tedy realizována sériová výroba rotačních kusů. Kromě nich se v místnosti nachází balící pracoviště, které je poslední zastávkou před expedicí hotových výrobků a regál pro skladování tyčových polotovárů. V místnosti se nachází celkem 18 soustružů ale jen některé jsou vybaveny podavači. Oproti dílně číslo dva jsou zde stroje umístěny podle určitých pravidel, stále se ale opakují nedostatky známé ze starší dílny. Při umísťování strojů bylo očividně myšleno na dodržování rozstupů mezi jednotlivými zařízeními, tento rozměr byl však zvolen špatně a mezi soustružnickými automaty je vzdálenost pouze 650 mm. To nenechává dostatek prostoru pro obsluhu, ani pro seřizování strojů. Z hlediska zásobování materiálem je nedostatkem absence jasně vyznačených dopravních komunikací.



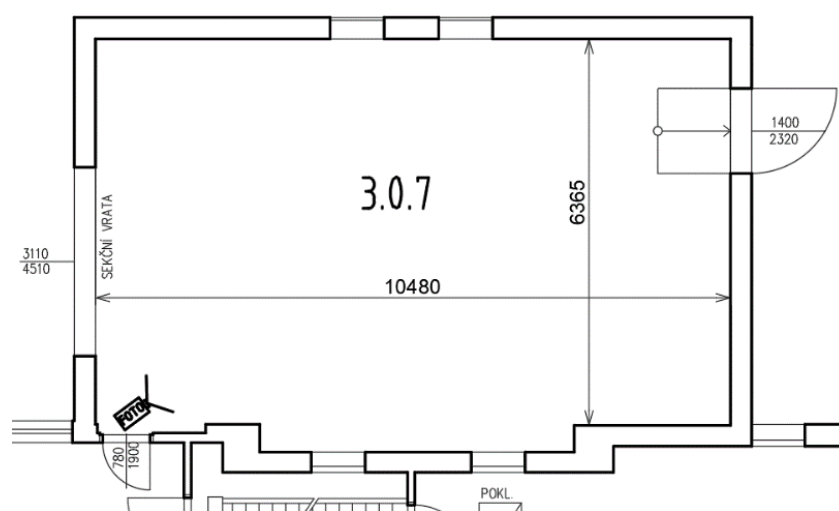
Obr. 62 Detail místnosti č. 3.0.3.

Vedlejší plocha 3.0.4 slouží jako přístupový bod pro elektrickou trafostanici, která zásobuje proudem celý dílenský komplex i další budovy v okolí. Její vnitřní vybavení odpovídá tomuto účelu: el. rozvaděče, kabelové rozvody a další elektro zařízení. 3.0.5 je drobný sklad s plochou 9 m². V současnosti je zaplněn prázdnými plechovými boxy, které nemají ve výrobním procesu žádné zřejmé využití. Schody vedoucí na první nadzemní podlaží se nachází v samostatném prostoru 3.0.6. Všechny zmíněné vedlejší místnosti (4, 5, 6) mají nevýhodu v tom, že se nacházejí na vyvýšeném ochozu, který je 0,5 metru nad úrovní podlahy hlavní místnosti a není k němu vybudována nájezdová rampa. Tato skutečnost dále ztěžuje možné využití těchto míst, protože nejsou přístupná manipulační technice. Fotografie místnosti je na obrázku 63.



Obr. 63 Fotografie z místnosti 3.0.3.

Poslední přízemní místnost (obr. 64) přiléhá k hlavnímu výrobnímu prostoru. Má rozlohu 67 m² a její zamýšlené využití je jako garáž. Její přínosnost pro výrobní proces podniku je nízká, hlavně kvůli jejímu umístění v jiné podlahové úrovni (o metr výše) než hlavní místnost. Jediný možný průchod z hlavní výrobní místnosti je tedy po schodech, a ještě dveřmi se šířkou pouze 780 mm. Což znemožňuje využití manipulačních prostředků a vše je nutno přepravovat ručně.



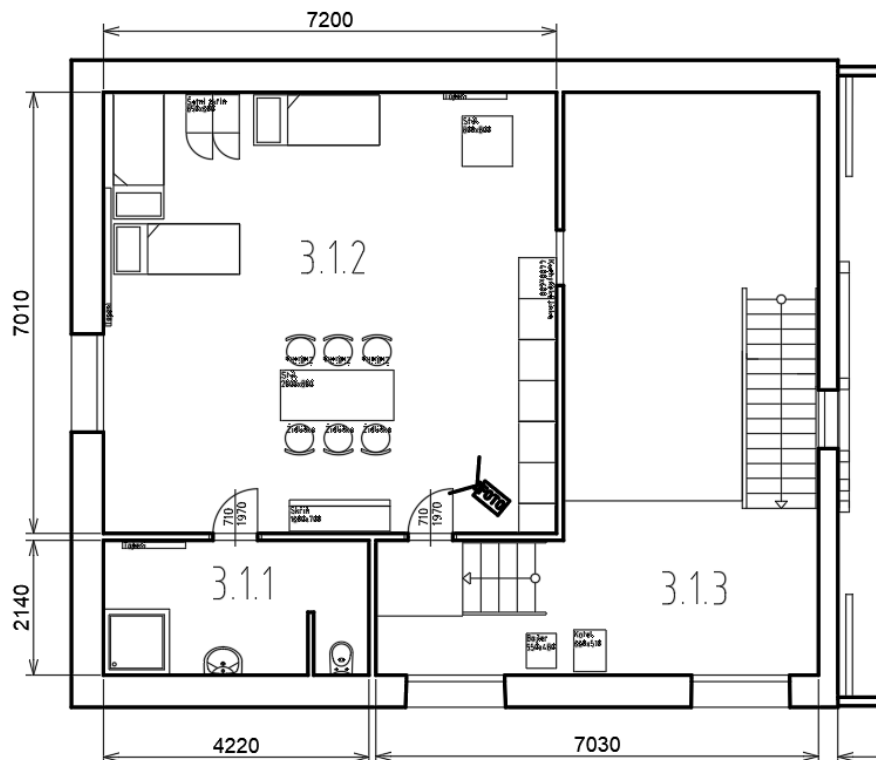
Obr. 64 Detail z místnosti č. 3.0.7.

Na obrázku 65 je pohled do místnosti. Aktuálně se zde nachází pouze větší množství krabic s hotovými výrobky a tyčový materiál. Za pozornost stojí paletový vozík s ručním zdvihem, který je hlavní manipulační technikou, využívanou podnikem.



Obr. 65 Fotografie z místnosti 3.0.7.

Důležitými prostory, které je také potřeba rozebrat je oblast prvního patra třetí dílny. Na výkrese mají označení 3.1.x. Jedná se o přístupový ochoz, denní místnost a koupelnu. Je velmi pravděpodobné, že tento prostor byl už při výstavbě budovy zamýšlen jako sociální a sanitární plocha. Tomu odpovídá rozložení vybavení (dostatek oken, WC, sprchový kout) i štědrá rozloha 65 m². Aktuálně do něj ovšem zaměstnanci nemají přístup a majitel, pan Beneš ho využívá pro své soukromé účely jako pracovní byt. Detail místnosti 3.1.2 je na obrázku 66.



Obr. 66 Detail z místnosti č 3.1.2.

Fotografie z prostoru 3.1.2 tvoří poslední obrázek (obr. 67) této kapitoly. Jak již bylo zmíněno výše, plocha je vybavena jako byt, nachází se zde postele, stůl, židle, nábytek a kuchyňská linka. Její nevyužití pro potřeby zaměstnanců, ale jako soukromý prostor majitele je jedním ze zásadních nedostatků této dílny. Pracovníci se díky tomu nemají kde převléknout, sníst oběd, nebo si dojít na toaletu. Pro všechny tyto účely musí přecházet do druhé dílny, která kapacitně nedostačuje ani pro dělníky, kteří v ní pracují.



Obr. 67 Fotografie z místnosti 3.1.2.

4 KAPACITNÍ PROPOČET

Slouží pro stanovení teoretického počtu strojů, dělníků a rozlohy ploch pro zajištění výrobního procesu [7]. Beneš KOVO vyrábí velký sortiment různých součástí viz. kapitola 3.1. Majitelem firmy byl tedy vybrán představitel, který bude sloužit pro vyhotovení kapacitního propočtu. Tím je matice TR16, ta pro svou výrobu využívá většinu strojního vybavení dílen. Pro ni bude vyhotoven kompletní kapacitní propočet a jeho výsledky aplikovány na obě výrobní budovy. Objem produkce matice byl stanoven na 250 000 kusů za rok. Výrobní postup matice lze nalézt v tabulce 4.

Tab. 4 Výrobní postup matice.

| Operace | Pracoviště | Kusový čas [min] | Popis práce |
|---------|----------------------|------------------|---|
| 1 | Automat A40 | 3 | Upnout, zarovnat čelo, vrtat průchozí otvor Ø12,2 mm, srazit vnější hrany, srazit vnitřní hranu, upíchnout na celkovou délku 45 mm. |
| 2 | Řadová vrtačka V4/20 | 0,3 | Vrtat průchozí otvor Ø4,2 mm. |
| 3 | Řadová vrtačka V4/20 | 0,1 | Zahloubit otvor Ø4,2 mm do hloubky 0,5 mm |
| 4 | Závitořez ZMP16 | 0,3 | Řezat závit M5 do hloubky 4,6 mm |
| 5 | Frézka FU2A | 1 | Frézovat drážky 2,5 mm do hloubky 4,6 mm. |
| 6 | Stolní vrtačka V20 | 0,2 | Zahloubit otvor Ø12,2 mm do hloubky 2 mm. |
| 7 | Soustruh SV18 | 1 | Řezat závit TR16x4 7H. |
| 8 | Ruční | 0,2 | Kontrola, četnost 100 % |

4.1 Časové fondy

Roční časový fond ručního pracoviště v jedné směně. [7]

$$E_r = 252 \cdot 8 = 2016 \text{ hod/rok} \quad (4.1)$$

Rok 2022 obsahuje 252 pracovních dní [40]. Směny v podniku jsou 8hodinové.

Roční časový fond strojního pracoviště v jedné směně. [7]

$$E_s = E_r - (0,06 \cdot E_r) = 2016 - (0,06 \cdot 2016) = 1895 \text{ hod/rok} \quad (4.2)$$

E_r – roční časový fond ručního pracoviště

Efektivní roční časový fond dělníka. [7]

$$E_d = E_r - (20 + 15) \cdot 8 = 2016 - (20 + 15) \cdot 8 = 1736 \text{ hod/rok} \quad (4.3)$$

Podnik nabízí 20 dní dovolené a 15 dní je vyhrazeno pro všechny ostatní důvody nepřítomnosti, jako je například pracovní neschopnost.

4.2 Potřebný počet pracovišť

Stanovení počtu strojů pro zajištění 1. operace. [7]

$$P_{th1} = \frac{t_{k1} \cdot N}{60 \cdot E_s \cdot S_s \cdot k_{pns}} = \frac{3 \cdot 250000}{60 \cdot 1895 \cdot 1 \cdot 1,2} = 5,49 \text{ ks} \rightarrow P_{sk1} = 6 \text{ ks} \quad (4.4)$$

P_{th1} – teoreticky stanovený počet strojů pro 1. operaci [ks]

P_{sk1} – skutečně zvolený počet strojů pro 1. operaci [ks]

t_{k1} – kusový čas 1. operace [min]

N – počet vyráběných kusů za rok [ks]

E_s – roční časový fond strojního pracoviště v jedné směně [h]

S_s – směnnost strojní [–]

k_{pns} – koeficient překračování norem strojního pracoviště [–]

Stanovení počtu strojů pro zajištění 2. operace. [7]

$$P_{th2} = \frac{t_{k2} \cdot N}{60 \cdot E_s \cdot S_s \cdot k_{pns}} = \frac{0,3 \cdot 250000}{60 \cdot 1895 \cdot 1 \cdot 1,2} = 0,54 \text{ ks} \rightarrow P_{sk2} = 1 \text{ ks} \quad (4.5)$$

P_{th2} – teoreticky stanovený počet strojů pro 2. operaci [ks]

P_{sk2} – skutečně zvolený počet strojů pro 2. operaci [ks]

t_{k2} – kusový čas 2. operace [min]

Stanovení počtu strojů pro zajištění 3. operace. [7]

$$P_{th3} = \frac{t_{k3} \cdot N}{60 \cdot E_s \cdot S_s \cdot k_{pns}} = \frac{0,1 \cdot 250000}{60 \cdot 1895 \cdot 1 \cdot 1,2} = 0,18 \text{ ks} \rightarrow P_{sk3} = 1 \text{ ks} \quad (4.6)$$

P_{th3} – teoreticky stanovený počet strojů pro 3. operaci [ks]

P_{sk3} – skutečně zvolený počet strojů pro 3. operaci [ks]

t_{k3} – kusový čas 3. operace [min]

Stanovení počtu strojů pro zajištění 4. operace. [7]

$$P_{th4} = \frac{t_{k4} \cdot N}{60 \cdot E_s \cdot S_s \cdot k_{pns}} = \frac{0,3 \cdot 250000}{60 \cdot 1895 \cdot 1 \cdot 1,2} = 0,54 \text{ ks} \rightarrow P_{sk4} = 1 \text{ ks} \quad (4.7)$$

P_{th4} – teoreticky stanovený počet strojů pro 4. operaci [ks]

P_{sk4} – skutečně zvolený počet strojů pro 4. operaci [ks]

t_{k4} – kusový čas 4. operace [min]

Stanovení počtu strojů pro zajištění 5. operace. [7]

$$P_{th5} = \frac{t_{k5} \cdot N}{60 \cdot E_s \cdot S_s \cdot k_{pns}} = \frac{1 \cdot 2500000}{60 \cdot 1895 \cdot 1 \cdot 1,2} = 1,83 \text{ ks} \rightarrow P_{sk5} = 2 \text{ ks} \quad (4.8)$$

P_{th5} – teoreticky stanovený počet strojů pro 5. operaci [ks]

P_{sk5} – skutečně zvolený počet strojů pro 5. operaci [ks]

t_{k5} – kusový čas 5. operace [min]

Stanovení počtu strojů pro zajištění 6. operace. [7]

$$P_{th6} = \frac{t_{k6} \cdot N}{60 \cdot E_s \cdot S_s \cdot k_{pns}} = \frac{0,2 \cdot 250000}{60 \cdot 1895 \cdot 1 \cdot 1,2} = 0,36 \text{ ks} \rightarrow P_{sk6} = 1 \text{ ks} \quad (4.9)$$

P_{th6} – teoreticky stanovený počet strojů pro 6. operaci [ks]

P_{sk6} – skutečně zvolený počet strojů pro 6. operaci [ks]

t_{k6} – kusový čas 6. operace [min]

Stanovení počtu strojů pro zajištění 7. operace. [7]

$$P_{th7} = \frac{t_{k7} \cdot N}{60 \cdot E_s \cdot S_s \cdot k_{pns}} = \frac{1 \cdot 250000}{60 \cdot 1895 \cdot 1 \cdot 1,2} = 1,83 \text{ ks} \rightarrow P_{sk7} = 2 \text{ ks} \quad (4.10)$$

P_{th7} – teoreticky stanovený počet strojů pro 7. operaci [ks]

P_{sk7} – skutečně zvolený počet strojů pro 7. operaci [ks]

t_{k7} – kusový čas 7. operace [min]

Celkový počet strojů [7]

$$P_{sk} = P_{sk1} + P_{sk2} + P_{sk3} + P_{sk4} + P_{sk5} + P_{sk6} + P_{sk7} = 6 + 1 + 1 + 1 + 2 + 1 + 2 = 14 \text{ ks} \quad (4.11)$$

Stanovení počtu ručních pracovišť pro zajištění 8. operace. [7]

$$P_{r8} = \frac{t_{k8} \cdot N}{60 \cdot E_r \cdot S_r \cdot k_{pnr}} = \frac{0,2 \cdot 250000}{60 \cdot 2016 \cdot 1 \cdot 1,2} = 0,34 \text{ ks} \rightarrow P_r = 1 \text{ ks} \quad (4.12)$$

P_{r8} – teoreticky stanovený počet ručních pracovišť pro 8. operaci [ks]

P_r – skutečně zvolený počet ručních pracovišť pro 8. operaci [ks]

t_{k8} – kusový čas 8. operace [min]

E_r – roční časový fond ručního pracoviště v jedné směně [h]

S_r – směnnost ručních pracovišť [–]

k_{pnr} – koeficient překračování norem ručního pracoviště [–]

Pro zajištění výroby je zapotřebí čtrnácti strojů a jednoho ručního pracoviště.

4.3 Vyžití jednotlivých pracovišť

Procentuální využití strojů pro první operaci. [7]

$$\eta_1 = \frac{P_{th1}}{P_{sk1}} \cdot 100 = \frac{5,49}{6} \cdot 100 = 92\% \quad (4.13)$$

Procentuální využití strojů pro druhou operaci. [7]

$$\eta_2 = \frac{P_{th2}}{P_{sk2}} \cdot 100 = \frac{0,54}{1} \cdot 100 = 54\% \quad (4.14)$$

Procentuální využití strojů pro třetí operaci. [7]

$$\eta_3 = \frac{P_{th3}}{P_{sk3}} \cdot 100 = \frac{0,18}{1} \cdot 100 = 18\% \quad (4.15)$$

Procentuální využití strojů pro čtvrtou operaci. [7]

$$\eta_4 = \frac{P_{th4}}{P_{sk4}} \cdot 100 = \frac{0,54}{1} \cdot 100 = 54\% \quad (4.16)$$

Procentuální využití strojů pro pátou operaci. [7]

$$\eta_5 = \frac{P_{th5}}{P_{sk5}} \cdot 100 = \frac{1,83}{2} \cdot 100 = 92\% \quad (4.17)$$

Procentuální využití strojů pro šestou operaci. [7]

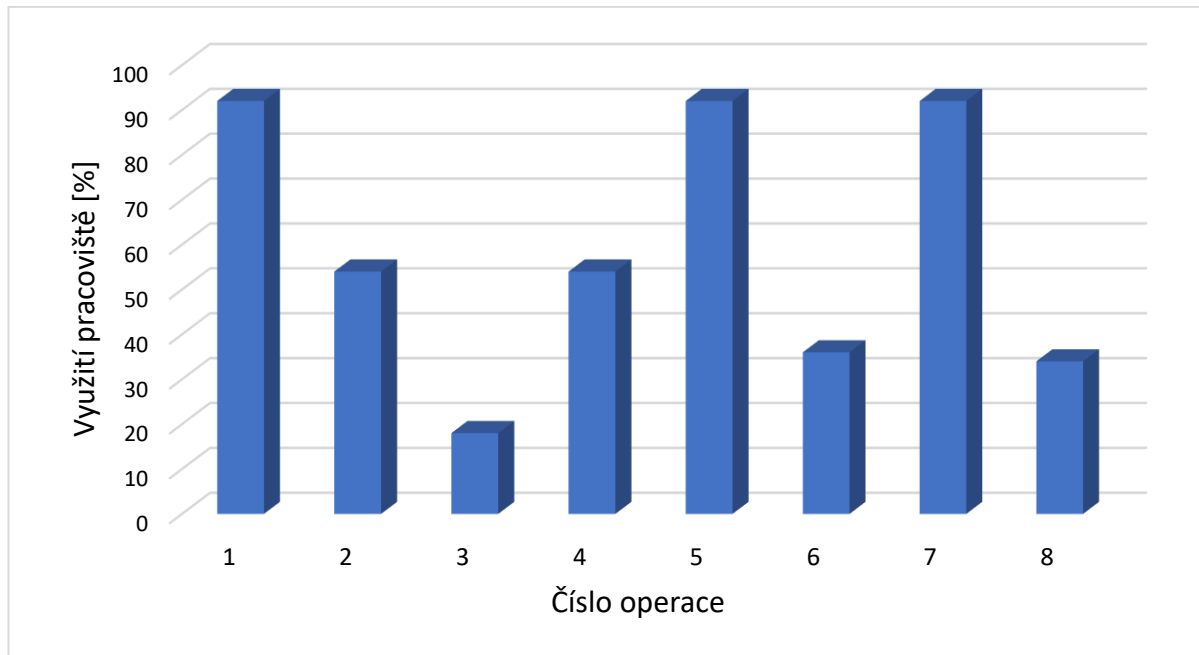
$$\eta_6 = \frac{P_{th6}}{P_{sk6}} \cdot 100 = \frac{0,36}{1} \cdot 100 = 36\% \quad (4.18)$$

Procentuální využití strojů pro sedmou operaci. [7]

$$\eta_7 = \frac{P_{th7}}{P_{sk7}} \cdot 100 = \frac{1,83}{2} \cdot 100 = 92\% \quad (4.19)$$

Procentuální využití ručního pracoviště pro osmou operaci. [7]

$$\eta_8 = \frac{P_{r8}}{P_r} \cdot 100 = \frac{0,34}{1} \cdot 100 = 34\% \quad (4.20)$$



Obr. 68 Graf využití pracovišť.

4.4 Stanovení množství dělníků

Stanovení počtu strojních dělníků pro zajištění 1. operace. [7]

$$D_{vst1} = \frac{t_{k1} \cdot N}{60 \cdot E_s \cdot S_s \cdot k_{pns} \cdot a_1} = \frac{3 \cdot 250000}{60 \cdot 1895 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 6} = 0,91 \cong 1 \text{ dělník} \quad (4.21)$$

a_1 – koeficient víceobsluhy pro první operaci

Stanovení počtu strojních dělníků pro zajištění 2. operace. [7]

$$D_{vst2} = \frac{t_{k2} \cdot N}{60 \cdot E_s \cdot S_s \cdot k_{pns} \cdot a_{27}} = \frac{0,3 \cdot 250000}{60 \cdot 1895 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1} = 0,54 \cong 1 \text{ dělník} \quad (4.22)$$

a_{27} – koeficient víceobsluhy pro druhou až sedmou operaci

Stanovení počtu strojních dělníků pro zajištění 3. operace. [7]

$$D_{vst3} = \frac{t_{k3} \cdot N}{60 \cdot E_s \cdot S_s \cdot k_{pns} \cdot a_{27}} = \frac{0,1 \cdot 250000}{60 \cdot 1895 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1} = 0,18 \cong 1 \text{ dělník} \quad (4.23)$$

Stanovení počtu strojních dělníků pro zajištění 4. operace. [7]

$$D_{vst4} = \frac{t_{k4} \cdot N}{60 \cdot E_s \cdot S_s \cdot k_{pns} \cdot a_{27}} = \frac{0,3 \cdot 250000}{60 \cdot 1895 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1} = 0,54 \cong 1 \text{ dělník} \quad (4.24)$$

Stanovení počtu strojních dělníků pro zajištění 5. operace. [7]

$$D_{vst5} = \frac{t_{k5} \cdot N}{60 \cdot E_s \cdot S_s \cdot k_{pns} \cdot a_{27}} = \frac{1 \cdot 250000}{60 \cdot 1895 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1} = 1,83 \cong 2 \text{ dělníci} \quad (4.25)$$

Stanovení počtu strojních dělníků pro zajištění 6. operace. [7]

$$D_{vst6} = \frac{t_{k6} \cdot N}{60 \cdot E_s \cdot S_s \cdot k_{pns} \cdot a_{27}} = \frac{0,2 \cdot 250000}{60 \cdot 1895 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1} = 0,36 \cong 1 \text{ dělník} \quad (4.26)$$

Stanovení počtu strojních dělníků pro zajištění 7. operace. [7]

$$D_{vst7} = \frac{t_{7k} \cdot N}{60 \cdot E_s \cdot S_s \cdot k_{pns} \cdot a_{27}} = \frac{1 \cdot 250000}{60 \cdot 1895 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1} = 1,83 \cong 2 \text{ dělníci} \quad (4.27)$$

Celkový počet strojních dělníků. [7]

$$\begin{aligned} D_{vst} &= D_{vst1} + D_{vst2} + D_{vst3} + D_{vst4} + D_{vst5} + D_{vst6} + D_{vst7} = \\ &= 1 + 1 + 1 + 1 + 2 + 1 + 2 = 9 \text{ dělníků} \end{aligned} \quad (4.28)$$

D_{vsti} – potřebný počet dělníků pro i – tou operaci [ks]

Stanovení počtu ručních dělníků pro zajištění 8. operace. [7]

$$D_{vr} = \frac{t_{k8} \cdot N}{60 \cdot E_r \cdot S_r \cdot k_{pns}} = \frac{0,2 \cdot 250000}{60 \cdot 2016 \cdot 1,2} = 0,34 \cong 1 \text{ dělník} \quad (4.29)$$

Pro zajištění výroby bude zapotřebí 9 strojních dělníků a jedna obsluha ručního pracoviště.

Výsledný počet výrobních pracovníků. [7]

$$D_v = D_{vst} + D_{vr} = 9 + 1 = 10 \text{ dělníků} \quad (4.30)$$

D_{vst} – potřebný počet strojních dělníků [ks]

D_{vr} – potřebný počet ručních dělníků [ks]

Časový fond dělníka a stroje je odlišný. Stroj není ve výkonnosti omezen dovolenými, zatímco dělník ano. Z toho důvodu je nutno počet dělníků navýšit, aby se dosáhlo stanovené využití strojů.

Evidenční počet strojních dělníků. [7]

$$D_{evst} = \sum_{i=1}^n D_{vsti} \cdot \frac{E_s}{E_d} = 9 \cdot \frac{1895}{1736} = 9,82 \cong 10 \text{ dělníků} \quad (4.31)$$

Evidenční počet ručních dělníků. [7]

$$D_{evr} = D_{vr} \cdot \frac{E_r}{E_d} = 1 \cdot \frac{2016}{1736} = 1,16 \cong 2 \text{ dělníci} \quad (4.32)$$

Stanovení počtu pracovníků kontroly. [7]

$$D_K = 0,06 \cdot D_{vst} = 0,06 \cdot 9 = 0,54 \cong 1 \text{ pracovník} \quad (4.33)$$

D_{vst} – počet strojních dělníků [ks]

Stanovení pomocného personálu.

Počet pomocných dělníků. [7]

$$D_p = 0,35 \cdot D_v = 0,35 \cdot 10 = 3,5 \cong 4 \text{ dělníci} \quad (4.34)$$

D_v – celkový počet výrobních dělníků [ks]

Evidenční počet pomocných dělníků. [7]

$$D_{evp} = 1,1 \cdot D_p = 1,1 \cdot 4 = 4,4 \cong 5 \text{ dělníků} \quad (4.35)$$

D_p – počet pomocných dělníků [ks]

Počet pracovníků pomocné obsluhy. [7]

$$D_{pop} = 0,02 \cdot (D_{evst} + D_{evr}) = 0,02 \cdot (10 + 2) = 0,24 \cong 1 \text{ pracovník} \quad (4.36)$$

D_{evst} – evidenci počet strojních dělníků [ks]

D_{evr} – evidenci počet ručních dělníků [ks]

Počet ITA pracovníků. [7]

$$ITA = 0,2 \cdot (D_{evst} + D_{evr} + D_{evp}) = 0,2 \cdot (10 + 2 + 5) \cong 4 \text{ pracovníci} \quad (4.37)$$

D_{evp} – evidenci počet pomocných dělníků [ks]

Celkový počet pracovníků. [7]

$$P_c = D_{evst} + D_{evr} + D_{evp} + D_{pop} + D_K + ITA = 10 + 2 + 5 + 1 + 1 + 4 = 23 \text{ pracovníků} \quad (4.38)$$

D_{pop} – počet pracovníků pomocné obsluhy [ks]

ITA – počet inženýrsko – technických pracovníků [ks]

D_K – počet pracovníků kontroly [ks]

Potřebný počet pracovníků, vycházející z kapacitního propočtu je 23. Tento počet je značně vyšší než aktuální množství zaměstnanců. Rozdíl je způsoben zaokrouhlováním výpočtů (vždy nahoru, na celé stroje a pracovníky) a také malým využitím pracovišť. Při realizaci bude jistě využito menší množství pracovních sil, než vychází z této části kapacitního propočtu.

4.5 Stanovení potřebných ploch

Velikost potřebné plochy pro realizaci výroby vychází z velikosti ploch jednotlivých pracovišť. Ta byla zjištěna graficky, pomocí programu AutoCAD. nakreslením půdorysu stroje v měřítku 1:1 a jeho zvětšením o manipulační prostor a prostor pro obsluhu [7]. Plochy jednotlivých pracovišť pak lze nalézt v tabulce 5.

Tab. 5 Plochy pracovišť.

| Plocha strojních pracovišť | | Příklad určení plochy pracoviště SV18 | |
|----------------------------|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| Automaty A40 | 60 m ² | | 4·2,8 ≈ 11 m ² |
| Vrtačka V4/20 | 11 m ² | | |
| Závitořez ZMP16 | 6 m ² | | |
| Frézky FU2A | 20 m ² | | |
| Vrtačka V20 | 6 m ² | | |
| Soustruhy SV18 | 22 m ² | | |
| Σ | 125 m² | | |
| Plocha ručních pracovišť | | | |
| Ruční pracoviště | 6 m ² | | |
| Σ | 6 m² | | |

- Plocha strojních pracovišť $F_s = 125 \text{ m}^2$
- Plocha ručního pracoviště $F_r = 6 \text{ m}^2$

Celková plocha výrobní. [7]

$$F_v = F_s + F_r = 125 + 6 = 131 \text{ m}^2 \quad (4.39)$$

F_s – plocha strojních pracovišť [m²]

F_r – plocha ručního pracoviště [m²]

Stanovení teoretické pomocné podlahové plochy. [7]

$$F_{pt} = 0,6 \cdot F_v = 0,6 \cdot 131 = 78,6 \cong 79 \text{ m}^2 \quad (4.40)$$

F_v – celková výrobní plocha [m²]

Pomocná plocha pro hospodaření s nářadím. [7]

$$F_{phn} = 0,14 \cdot F_{pt} = 0,14 \cdot 79 \cong 11 \text{ m}^2 \quad (4.41)$$

F_{pt} – teoretická pomocná podlahová plocha [m²]

Pomocná plocha údržby. [7]

$$F_{pú} = 0,14 \cdot F_{pt} = 0,14 \cdot 79 \cong 11 \text{ m}^2 \quad (4.42)$$

Pomocná plocha skladů. [7]

$$F_{pskl} = 0,31 \cdot F_{pt} = 0,31 \cdot 79 \cong 25 \text{ m}^2 \quad (4.43)$$

Pomocná plocha vnitřních dopravních cest. [7]

$$F_{pdc} = 0,34 \cdot F_{pt} = 0,34 \cdot 79 \cong 27 \text{ m}^2 \quad (4.44)$$

Pomocná plocha kontroly. [7]

$$F_{pk} = 0,07 \cdot F_{pt} = 0,07 \cdot 79 \cong 6 \text{ m}^2 \quad (4.45)$$

Výsledná skutečná pomocná podlahová plocha. [7]

$$F_p = F_{phn} + F_{pú} + F_{pskl} + F_{pdc} + F_{pk} = 11 + 11 + 25 + 27 + 6 = 80 \text{ m}^2 \quad (4.46)$$

F_{phn} – pomocná plocha pro hospodaření s náradím [m^2]

$F_{pú}$ – pomocná plocha údržby [m^2]

F_{pskl} – pomocná plocha skladů [m^2]

F_{pdc} – pomocná plocha vnitřních dopravních cest [m^2]

F_{pk} – pomocná plocha kontroly [m^2]

Stanovení celkové provozní plochy. [7]

$$F_{pr} = F_v + F_p = 131 + 80 = 211 \text{ m}^2 \quad (4.47)$$

F_p – Výsledná skutečná pomocná podlahová plocha [m^2]

Stanovení správní plochy. [7]

$$\begin{aligned} F_{spr} &= (T \cdot 5 + A \cdot 4,5 + K \cdot 10) \cdot 1,4 = (2 \cdot 5 + 1 \cdot 4,5 + 1 \cdot 10) \cdot 1,4 = \\ &= 34,3 \cong 34 \text{ m}^2 \end{aligned} \quad (4.48)$$

T – počet technologů [ks]

A – počet administrativních pracovníků [ks]

K – počet konstruktérů [ks]

Stanovení sociálních ploch.

Plocha šaten. [7]

$$\begin{aligned} F_{\text{šat}} &= 0,8 \cdot (D_{evst} + D_{evr} + D_{evp} + D_{pop}) \cdot 1,4 = 0,8 \cdot (10 + 2 + 5 + 1) = \\ &= 14,4 \cong 15 \text{ m}^2 \end{aligned} \quad (4.49)$$

Plocha umýváren. [7]

$$F_{um} = 0,3 \cdot (D_v + D_p + D_{pop}) = 0,3 \cdot (9 + 4 + 1) = 4,2 \cong 4 \text{ m}^2 \quad (4.50)$$

Plocha WC. [7]

$$F_{wc} = 2 + (0,4 \cdot 2) = 2,8 \cong 3 \text{ m}^2 \quad (4.51)$$

Celková sociální plocha. [7]

$$F_{soc} = F_{\text{šat}} + F_{um} + F_{wc} = 15 + 4 + 3 = 22 \text{ m}^2 \quad (4.52)$$

$F_{\text{šat}}$ – plocha šaten [m^2]

F_{um} – plocha umýváren [m^2]

F_{wc} – plocha WC [m^2]

Výsledná plocha celého útvaru. [7]

$$F_{\text{útv}} = F_{pr} + F_{spr} + F_{soc} = 211 + 34 + 22 = 267 \text{ m}^2 \quad (4.53)$$

F_{pr} – plocha provozní [m^2]

F_{spr} – plocha správní [m^2]

F_{soc} – plocha sociální [m^2]

Potřebné počty strojů, zaměstnanců i výměra plochy útvaru vychází kapacitním propočtem značně odlišně od stávajícího stavu výrobních dílen. Pro realizaci výroby matice by na základě kapacitního propočtu stačilo 6 soustružnických automatů, aktuálně se jich v obou dílnách nachází 29. Propočet také neuvažuje s nutností použití pomocných výrobních strojů, jako je pila, nebo odstředivka kovových třísek od oleje.

Díky nižšímu potřebnému počtu strojů, vychází i vypočtená potřebná plocha rozdílně oproti aktuální dispozici dílen. Propočet stanovil 267 m^2 , ale aktuální využívaná plocha dílen je 620 m^2 .

Ze srovnání s aktuálním stavem vyplývá, že společnost disponuje dostatkem prostředků a výrobu je tedy možno kapacitně realizovat.

Pro část s potřebným personálem je nutné pamatovat, že kapacitní propočet je pouze teoretický a není univerzálně použitelný. Personální výpočet je vhodný zejména pro větší podniky, kde zaokrouhlování výsledných hodnot nezpůsobí velké změny v celkových výsledcích.

Výsledný počet potřebných zaměstnanců vystoupal na základě propočtu až do výše 23 pracovníků. Aktuálně se ovšem na výrobě podílí maximálně 8 zaměstnanců. Rozdíly lze najít zejména v počtu ITA pracovníků a pomocných dělníků. Administrativní pracovníky, technology, ani konstruktéry podnik nezaměstnává. Pomocné dělníky také ne, jejich roli zastávají výrobní pracovníci, kteří zrovna nejsou zaměstnání obsluhou strojů.

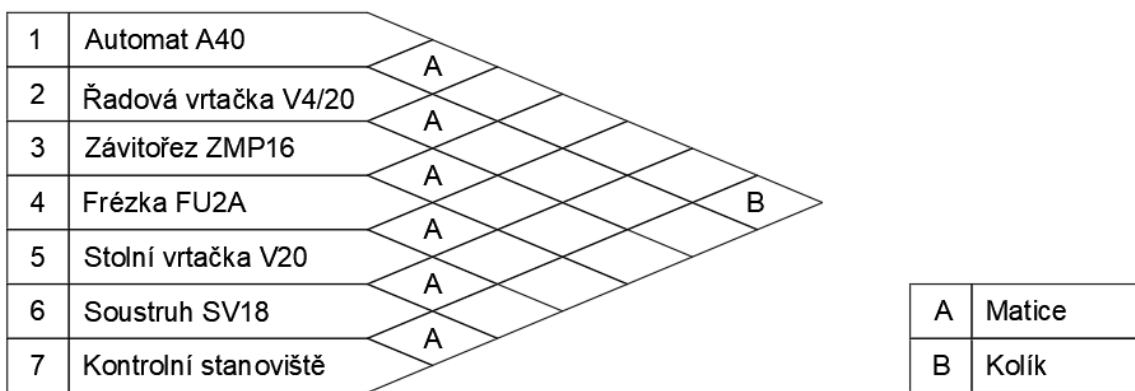
Po konzultaci s majitelem společnosti bylo rozhodnuto, že v následující kapitole bude z propočtu vycházeno jen v omezené míře. Konkrétně budou využity informace pro stanovení

minimálního počtu strojů a potřebných ploch. Počet zaměstnanců podniku zůstane zachován na původní hodnotě.

5 NOVÉ NÁVRHY USPOŘÁDÁNÍ PLOCH

V této části budou představeny celkem čtyři nové návrhy rozložení výrobních a sociálních ploch v obou řešených dílnách. Vycházejí z obecných předpisů na výrobní haly stanovených v první kapitole, požadavků firmy, kapacitního propočtu a výrobního postupu dvou modelových součástí. Jednou je matice s trapézovým závitem, která pro svou výrobu využije všechny dostupné stroje, druhou je soustružený kolík s krátkým osazením (obr. 45), což je součást, společností vyráběná v největších objemech (až milion kusů ročně). Tabulka návaznosti operací (tab. 6) znázorňuje postup jejich výroby. Návrhy vytvořené pro realizaci výroby těchto dvou součástí jsou dostatečně univerzální a budou umožňovat i výrobu ostatního sortimentu podniku.

Tab. 6 Tabulka návaznosti operací.



Hlavním cílem nových návrhů je zlepšení bezpečnostních a pracovních podmínek pro zaměstnance. Zlepšení sociálního zázemí dílen, optimalizace způsobu skladování a nakládání s polotovary i hotovými díly. V neposlední řadě také vytvoření konceptu mezidílnské spolupráce. Tohoto je potřeba dosáhnout s využitím a zachováním co největšího množství stávajícího vybavení podniku, protože s pořízením nového strojního zařízení se neuvažuje pro žádný z návrhů.

Základním konceptem nových návrhů je mezidílnská spolupráce. Tedy rozdělení výroby na automatickou část, probíhající v dílně číslo 3 a dokončovací část, realizovanou na konvenčních strojích v dílně 2. Hlavní sklad, spolu se stanovištěm na dělení polotvarů i balení hotových kusů a expedicí je umístěn v dílně 3. Pro skladování výrobků byla zvolena ohradová paleta (rozměr 800x600 mm). Manipulace s paletami bude probíhat pomocí paletového vozíku s ručním pohonem uvnitř objektů a elektrickým pro pohyb mezi halami.

5.1 Dílna 2

Primární využití této dílny je plánováno jako obrobna s konvenčními stroji. Cílem nových návrhů je tedy zachování co největšího počtu těchto strojů. Soustružnické automaty zde mají pouze sekundární význam a jejich zachování oproti původnímu stavu není prioritou.

Návrh A

Tento návrh nepočítá se stavebními úpravami aktuální dispozice. Výrobní stroje jsou umístěny do předmětného uspořádání v kombinaci s technologickým, což je nejvhodnější způsob pro podniky podobné velikosti z hlediska zásobování nástroji a náradím. Výkres tvoří přílohu 4.

Vstupní místnost je nyní víceúčelová, nachází se zde automatické soustruhy a zároveň skladová plocha, vybavená stromečkovým regálem na tyčové polotovary. Hotové kusy, obalové palety a případný další pomocný materiál je skladován ve vedlejší místnosti. Za přepážkou byla zachována odstředivka CR30 a vytvořen „ruční“ kout. Ten je vybaven pracovními stoly, skříněmi, stojanovými bruskami a stolními vrtačkami. K přístupu do hlavní výrobní místnosti (obr. 69) bude sloužit pouze největší průchod s dostatečnou šířkou 1200 mm. Zde se nacházejí všechny konvenční výrobní stroje, které má podnik k dispozici. U každého z nich je dostatek prostoru pro obsluhu i přístup pro manipulační techniku. Vytápění haly je nadále realizováno kamny na tuhá paliva (požadavek firmy), ta zůstala na původním místě s přístupem od soustruhu A40. Zřízeno bylo i dedikované místo na skladování paliva. Sociální prostory nebylo nutné příliš upravovat, umývárna splňuje prostorové požadavky, denní místnost byla dovybavena osobními skřínkami a lednicí na skladování potravin.

Hlavní výhodou této varianty je nízká investice do úprav prostoru a vybavení, stroje jsou pouze přesunuty na nové pozice. Značná redukce jejich počtu je poté hlavní nevýhodou toho návrhu.



Obr. 69 Vizualizace hlavní výrobní místnosti.

Návrh B

Počítá se stavebními úpravami dílny, jedná se zejména o nahrazení centrální stěny nosíkem a odstranění příčky v pravé části dílny oddělující sklad materiálu. Tyto dvě změny umožní efektivnější využití dostupné plochy. Příloha 5 obsahuje celkový přehled návrhu.

Dílna již není rozdělena na menší místnosti, ale pouze na hlavní výrobní plochu a pomocné sociální plochy. Skladovací plocha s regálem a místem pro uložení palet je umístěna ihned za vstupními dveřmi, což umožňuje snadný přístup pro zásobování materiálem. Střed plochy je vyplněn soustružnickými automaty A40 v počtu 8 kusů. Po obvodu místnosti jsou poté umístěny konvenční stroje do předmětně-technologického uspořádání. Zachována byla i odstředivka a ruční pracoviště, to se nově nachází v pravé části dílny, poblíž soustruhů SV18. Zde se nachází i kamna, která byla přesunuta blíže ke komínu Umývárna, spolu se záchody je zachována v původní podobě. Svačárna (obr. 70) je nyní vybavena větší kuchyňskou linkou se všemi spotřebiči, osobními skřínkami a novým stolem se židlemi, namísto staré lavice.

Vznik jedné velké plochy, namísto několika menších místností a úprava denní místnosti je výhodou této varianty. Nevýhodu lze nalézt v nákladech na přestavbu.



Obr. 70 Vizualizace svačtinárny.

5.2 Dílna 3

Účel haly číslo 3 je stanoven jako obrobna s automatickými stroji, bude se zde nacházet také centrální sklad, expedice výrobků a bude zde umístěno hlavní sociální zázemí (velká šatna, sprchy).

Návrh A

V tomto návrhu je dříve nevyužívaná víceúčelová místnost přeměněna na sklad materiálu se stromečkovými regály. Na vzniklou skladovou plochu byla přemístěna i pila PN155 z dílny 2. Součástí skladu je i dedikované kontrolní a balící stanoviště, které dílnám aktuálně schází. Kancelář přiléhající ke skladu je dovybavena nábytkem a nyní slouží k vedení administrativy společnosti. Výkres uspořádání lze nalézt v příloze číslo 6.

Místnost 3.0.4 nebylo možno vzhledem k umístění elektrické rozvodny upravit a zůstala tedy v původní podobě. Přiléhající sklad obalů byl přeměněn na dílnu údržby a dovybaven zámečnickými stoly, spolu se skříněmi na nástroje. Hlavní výrobní plocha doznala změny pouze ve způsobu umístění soustružnických automatů A40. Nově jsou zde jasně vyznačeny komunikace a u každého stroje je dostatek prostoru pro obsluhu. Velkou limitací jsou nosné sloupky umístěné ve středu výrobní plochy. Přesto se podařilo zachovat 15 z 18 automatů. Po obvodu místnosti se nacházejí regály umožňující skladování nástrojů a strojního příslušenství. Jak již bylo řešeno v kapitole 2 garáž 3.0.7 se nachází metr na úrovni výrobní plochy a není přístupná manipulační technice (výškový rozdíl je překonán schody). V návrhu se nepředpokládá její využití pro výrobní proces a bude sloužit pouze pro parkování podnikových automobilů, nebo jako příležitostný sklad.

První patro bude zpřístupněno zaměstnancům a osobní byt přeměněn na hlavní šatnu. Doplněny budou osobní skříňky pro zaměstnance (obr. 71), lavičky a relaxační kout. Změny se dotknou i koupelny, kde bude příčkou oddělena toaleta od sprchy s umyvadlem.

Výhodu tohoto návrhu je opět jeho jednoduchost a efektivní využití dostupných ploch. Nevýhodou je redukce počtu strojů a omezení osobního komfortu majitele.



Obr. 71 Denní místnost a šatna.

Návrh B

Varianta B, se stavebními úpravami je v přízemním podlaží velmi podobná variantě A. Rozdílem je umístění většího množství regálů na třímetrové tyče oproti šestimetrovým (podobu skladu s delšími regály lze vidět na obrázku 72), což více odpovídá potřebám podniku. Stejně, nebo velmi podobné zůstává i řešení vedlejších místností 2, 4, 5. Výkres varianty B tvoří přílohu číslo 7.

Stavební úpravy jsou realizovány na hlavní výrobní ploše, jedná se o poměrně snadné odstranění sádkartonové příčky a závěsného schodiště na půdu. Složitější úpravou je odstranění dvojice nosných sloupů ve výrobní středě plochy a jejich nahrazení nosníkem. Tyto změny umožní umístit všech 18 automatů podle stanovených standardů do jedné řady, umožňující jejich snadnou obsluhu i zásobování materiálem. Do garáže nyní vede šikmá nájezdová rampa umožňující přístup manipulační technice, což otvírá možnost jejího využití pro účely výroby. Příkladem je umístění soustružnických automatů bez podavačů, které mohou zpracovávat tyče do délky jednoho metru.

Největší změny tohoto návrhu lze nalézt v prvním patře dílny. Celá společenská místnost, včetně sanitárního zázemí byla přestavěna na oddělené šatny a umývárny pro obě pohlaví. Prostor 3.1.2 a 3.1.3 má větší kapacitu a s přihlédnutím na složení zaměstnanců bude sloužit jako pánská část. Místnost 3.1.5 a 3.1.6 má menší kapacitu a je určena pro ženy. Společným prostorem je denní místnost, vybavená plnohodnotnou kuchyní a stolem s židlemi. Nachází se zde také nový průchod na půdu, ke které by po odstranění schodiště nebyl přístup. Prostor půdy není v nových návrzích využit, vzhledem k nízké nosnosti stávající podlahy, jejíž nahrazení by bylo pro podnik příliš nákladné.

Výhodou této varianty je vznik plnohodnotného zázemí pro zaměstnance a vznik komunikace mezi garáží a hlavní výrobní plochou. Velkou nevýhodou jsou náklady, které tato varianta vyžaduje.



Obr. 72 Vizualizace skladu s dlouhými regály.

V tabulce 7 a 8 lze nalézt přehled změn ve strojím vybavení. V dílně 2 dojde v obou variantách k redukci strojního zařízení. Nepoužité stroje budou umístěny do dílny číslo tři, kde se nadále mohou podílet na výrobním programu, nebo do dílny jedna. V takovém případě zde budou pouze uloženy a postupně rozebírány na náhradní díly pro ostatní stroje hlavní výroby.

Tab. 7 Srovnání strojního vybavení, dílna 2.

| Dílna 2 | | | | | |
|--------------|--------------------------|-------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Název stroje | Charakteristika | Výrobce | Počet v aktuálním stavu [ks] | Počet ve variantě A [ks] | Počet ve variantě B [ks] |
| A40 | Soustružnický automat | MAS | 11 | 4 | 8 |
| A20A | Soustružnický automat | MAS | 1 | 0 | 0 |
| A50D | Soustružnický automat | MAS | 1 | 0 | 0 |
| M10 | Soustružnický automat | Tornos | 1 | 0 | 0 |
| SV 18 RA | Univerzální soustruh | TOS | 2 | 2 | 2 |
| RB 28 | Revolverový soustruh | Pittler | 1 | 1 | 0 |
| FU2A | Svislá konzolová frézka | TOS | 2 | 2 | 2 |
| ZMP 16 | Jednovřetenový závitořez | ZYS | 2 | 1 | 1 |
| V 4/20 | Řadová čtyřvrtačka | TOS | 1 | 1 | 1 |
| V 20 | Stolní vrtačka | TOS | 1 | 1 | 1 |
| V 13 | Stolní vrtačka | TOS | 3 | 0 | 3 |
| PN 155 | Pásová pila na kov | BOW | 1 | 0 | 0 |
| CR 30 | Odstředivka na třísky | Kovo Bzenec | 1 | 1 | 1 |
| Σ | | | 28 | 13 | 19 |

Tab. 8 Srovnání strojního vybavení, dílna 3.

| Dílna 3 | | | | | |
|--------------|-----------------------|----------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Název stroje | Charakteristika | Výrobce | Počet v aktuálním stavu [ks] | Počet ve variantě A [ks] | Počet ve variantě B [ks] |
| A40 | Soustružnický automat | MAS | 18 | 15 | 25 |
| PN 155 | Pásová pila na kov | BOW | 0 | 1 | 1 |
| A50D | Soustružnický automat | MAS | 1 | 0 | 1 |
| | | Σ | 18 | 16 | 26 |

6 TECHNICKO – EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

V této závěrečné kapitole budou shrnuty náklady na realizaci nových návrhů rozložení výrobních dílen. Odhady nákladů pro konkrétní stavební úpravy, nákup nového vybavení a provedení stěhování poskytli členové facility management týmu ze společnosti Bosch Diesel Jihlava, který se v rámci společnosti zabývá stěhováním strojů a plánováním nevýrobních ploch.

Přestěhování samotných strojů bude uskutečněno za pomoci zaměstnanců a vybavení podniku, náklady na tuto položku tedy činí pouze mzda pracovníků.

Pro nově umístěné stroje je potřebné upravit také rozvody energie, nebo stlačeného vzduchu. Takový úkon může provádět pouze specializovaná, externí osoba. V obou dílnách jsou již kanály pro vedení elektrických vodičů nachystány pod stropem. Výjimku tvoří varianta B, dílny 3, kde se počítá s umístěním strojů do prostoru garáže. V této místnosti je nutno připravit zcela novou el. instalaci.

Cena vybavení skladu se ve všech variantách dostala na velmi podobnou hodnotu okolo 150 000 Kč. Ze dvou třetin je tvořena náklady na nákup ohradových palet, zbylá část je vyčleněna na pořízení regálů.

Náklady na vybavení sociálního zázemí se liší podle zvolené varianty. Varianta A u obou dílen počítá pouze s nákupem nejnútnejšího vybavení, které aktuálně schází. Tím jsou šatní a osobní skříňky, nebo kuchyňské spotřebiče (například lednice do dílny 2). Pro variantu B náklady rostou z důvodů pořízení nových kuchyňských linek a kompletního vybavení dvou nových šaten a umýváren. V nákladech je také započítán nákup nového nábytku do kanceláře.

Poslední hlavní položkou jsou stavební úpravy. Varianta A s nimi nepočítá a jediným nákladem je pouze oddělení prostoru WC v dílně 3. U druhé varianty tvoří většinu ceny celé realizace. Odstranění a nahrazení centrální zdi v dílně 2 a nosných sloupů v dílně 3 si vyžádá investici sto až dvě stě tisíc korun pro každou z hal. Kompletní přestavba horního patra na sociální zázemí pak podobnou částku.

Cenové odhady počítají s maximálním možným využitím interních prostředků firmy, zejména tedy s lidskou pracovní silou, manipulačními prostředky a nářadím. Přehled odhadovaných nákladů přestavby je možno vidět v tabulce 9 níže.

Tab. 9 Náklady na jednotlivé varianty.

| Nákladová položka | Varianta A | | Varianta B | |
|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| | Dílňa 2 | Dílňa 3 | Dílňa 2 | Dílňa 3 |
| Stěhování strojů | 20 000 Kč | 20 000 Kč | 30 000 Kč | 30 000 Kč |
| Úprava rozvodů energie | 70 000 Kč | 40 000 Kč | 100 000 Kč | 150 000 Kč |
| Vybavení skladu | 130 000 Kč | 150 000 Kč | 150 000 Kč | 200 000 Kč |
| Vybavení sociálního zázemí | 25 000 Kč | 100 000 Kč | 120 000 Kč | 250 000 Kč |
| Stavební úpravy | 0 Kč | 12 000 Kč | 150 000 Kč | 400 000 Kč |
| Σ | 245 000 Kč | 322 000 Kč | 550 000 Kč | 1 030 000 Kč |

Kromě korunové ceny jednotlivých variant je nutné také posoudit délku odstávky výroby po dobu realizace návrhů. U varianty A by se jednalo o 5 pracovních dní u každé z dílen. Pro variantu B je nejsložitější situace v dílně 2, kde by bylo nutné veškeré vybavení vystěhovat mimo budovu a poté umístit zpět. Odhad tedy zní 20 pracovních dní. Dílnu 3 čeká díky jednodušším úpravám odstávka pouze na 8 dní.

ZÁVĚR

Řešeným problémem této diplomové práce bylo zlepšení uspořádání strojního a sociálního vybavení v dílenském komplexu společnosti Beneš KOVO. Ta se specializuje na výrobu sériových, rotačních součástí do průměru 40 mm. Cílem zlepšení tedy byla zejména soustružnická pracoviště a k nim přidružený provoz, s požadavkem na zachování co největšího množství původního vybavení.

V úvodní, rešeršní části byly představeny využívané postupy analýzy podniku, obecné metody sestavování návrhů a způsoby uspořádání strojního vybavení. Pozornost byla také věnována konkrétním příkladům správného způsobu umístění strojů a dimenzování obslužných komunikací. Závěrečnou část tvoří přehled zásad uplatnitelných při navrhování sociálních ploch průmyslového podniku.

Zhodnocením aktuálních dispozic bylo zjištěno, že ke zlepšení uspořádání vybavení nestačí pouze stěhovat stroje, nebo vybudovat sociální zázemí. Ke změně musí dojít v celé firemní filozofii. Nedostatky se totiž nachází ve všech oblastech provozu. Nejzásadnějším problémem je nevhodná vnitřní dispozice budov. Velké množství strojů je umístěno zcela volně, bez jasné organizace, na příliš malém prostoru. Kolem výrobních zařízení tedy není dostatek místa pro obsluhu, nebo manipulační zařízení. Podnik také nemá vyčleněny žádné skladovací plochy, polotovary i hotové součásti jsou uskladněny zcela nevhodně mezi stroji. Z hlediska zaměstnanců je neadekvátně řešeno i sociální zázemí, které jedna z řešených dílen zcela postrádá a v druhé kapacitně nedostačuje. Analýzou dílenských dispozic bylo také zjištěno, že předmětem nových návrhů budou pouze dvě ze tří dílen, hala číslo jedna je pro výrobu nevhodná a již se nepoužívá.

Zlepšené návrhy byly realizovány na základě dat z kapacitního propočtu. Počet potřebných strojů a rozloha výrobních ploch byla výpočtem stanovena na nižší hodnotu, než kterou podnik aktuálně disponuje. To znamená, že z těchto dvou hledisek je výrobu možno realizovat. Zásadní rozdíl lze nalézt v požadovaném počtu zaměstnanců, který vystoupil až na třinásovek aktuální pracovní síly. Tento rozdíl je způsoben zaměřením propočtu spíše na větší podniky. Počet zaměstnanců bylo tedy doporučeno zanechat na původní hodnotě tří stálých a osmi brigádních pracovníků.

Nově navržená koncepce mezidílečné spolupráce počítá s primárním využitím dílny číslo dvě jako obrobny s konvenčními stroji, zatímco dílna číslo tři bude vybavena automatickými soustruhy. Pro výrobní dílny byly vytvořeny celkem čtyři nové návrhy, dva pro každou budovu. První sada, označená A, je realizačně jednodušší, ale s více kompromisy v počtu umístěných strojů. Druhá sada návrhů, označená B, počítá se stavebními úpravami a je tedy náročnější. Její výhodou je ovšem využití většího množství strojního vybavení. Dílna dvě doznala optimalizace zejména z hlediska uspořádání strojů, ty jsou nově lépe umístěny do technologicky předmětné linky, čímž vzniknul dostatek místa pro obsluhu, dopravní komunikace a sklad. V dílně tři byly lépe využity dostupné plochy pro vznik centrálního skladu, hlavního sociálního zázemí a administrativní kanceláře. Stavební úprava také umožnila využít dalších místností pro účely výroby a zlepšení podmínek pro zaměstnance.

Ekonomickým zhodnocením byla stanovena cena a časová náročnost jednotlivých variant. Podle zvolené možnosti se cena realizace pohybuje mezi 250 tisíci až 1 milionem korun. Důležitým aspektem je i délka odstávky výroby po dobu provádění úprav. Ta činí týden pro nejjednodušší z možných variant a až měsíc pro tu nejsložitější.

Na základě výše zjištěných skutečností bylo společnosti doporučeno zlepšit zejména všeobecnou organizaci práce a způsob nakládání s materiálem. Z hlediska nových návrhů byla pro dílnu dvě vybrána realizačně náročnější varianta B, která dokáže lépe využít dostupný prostor. Pro dílnu číslo tři pak nákladově výhodnější varianta A.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- 1) *Návrh optimalizace technologických pracovišť v malém strojírenském podniku* [online]. Brno, 2020 [cit. 2022-02-26]. Dostupné z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/124353>. Bakalářská závěrečná práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Ing. Marek Štroner, Ph.D.
 - 2) Production Line 3D Model. *Free3D* [online]. 2020 [cit. 2022-02-26]. Dostupné z: <https://free3d.com/3d-model/production-line-399.html>
 - 3) High-tech, 5,400 m² production area. *MANSER* [online]. [cit. 2022-02-26]. Dostupné z: <https://manser-ag.com/en/production>
 - 4) Car Factory. *Getty images* [online]. [cit. 2022-02-26]. Dostupné z: <https://www.gettyimages.com/detail/news-photo/the-production-area-of-a-german-volkswagen-motor-factory-news-photo/3261065>
 - 5) The Benefits of 3D Plant Layouts & Factory Flow. *Inceptra* [online]. Weston, Florida, 2019 [cit. 2022-02-26]. Dostupné z: <https://www.inceptra.com/2019/07/08/the-benefits-of-3d-plant-layouts-factory-flow/>
 - 6) *Beneš KOVO* [online]. Jihlava, 2021 [cit. 2022-02-26]. Dostupné z: <https://www.benes-kovo.cz/>
 - 7) HLAVENKA, Bohumil. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty I*. Vyd. 3. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. ISBN 80-214-2871-6.
 - 8) RUMÍŠEK, Pavel. *Technologické projekty*. 1. Brno: VUT-FSI, 1991. ISBN 80-214-0385-3.
 - 9) Volba umístění a prostorové uspořádání provozu. *Dobré Znamky* [online]. [cit. 2022-02-27]. Dostupné z: <https://www.dobreznamky.cz/volba-umisteni-a-prostorove-usporadani-provozu/>
 - 10) Greenfield vs. Brownfield: What's Better for Your Manufacturing Facility?. *Gray* [online]. Lexington, Kentucky [cit. 2022-02-27]. Dostupné z: <https://www.gray.com/insights/greenfield-vs-brownfield-whats-better-for-your-manufacturing-facility/>
 - 11) HLAVENKA, Bohumil. *Manipulace s materiálem: (systémy a prostředky manipulace s materiálem)*. 3. Brno: Vysoké učení technické, 1990. ISBN 80-214-0068-4.
 - 12) KUBÍK, Roman a Jan STREJČEK. *Technologické projekty a manipulace s materiálem*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2015. ISBN 978-80-214-5260-2.
 - 13) Project Planning. *Project manager* [online]. Austin, Texas, 2022 [cit. 2022-02-27]. Dostupné z: <https://www.projectmanager.com/project-planning>
 - 14) HLAVENKA, Bohumil. *Manipulace s materiálem*. 3. Brno: PC-DIR Real s.r.o, 2000. ISBN 80-214-1724-2.
 - 15) Výroba, výrobní proces. *One Industry* [online]. Brno, 2019 [cit. 2022-02-28]. Dostupné z: <https://www.oneindustry.cz/lexikon/vyroba-vyrobní-proces/>
 - 16) ZELENKA, Antonín. *Projektování výrobních procesů a systémů*. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007. ISBN 978-80-01-03912-0.
 - 17) HLAVENKA, Bohumil. *Projektování výrobních systémů, cvičení*. 2. Brno: Rektorát Vysokého učení technického v Brně, 1988.
 - 18) What Is Production Capacity and How to Calculate It?. *MRP easy* [online]. 2021 [cit. 2022-02-28]. Dostupné z: <https://manufacturing-software-blog.mrpeasy.com/production-capacity/>
-

-
- 19) Montážní pracoviště MPP4. *Enprag* [online]. Praha, 2022 [cit. 2022-02-27]. Dostupné z: <https://www.kovovynabytek.cz/montazni-pracoviste-mpp4/pMPP4/>
 - 20) Plant layout. *Blogger* [online]. 2013 [cit. 2022-02-28]. Dostupné z: http://mech413.blogspot.com/2013/07/plant-layout_6.html
 - 21) Plant Layout, Objectives of Plant Layout, Types of Plant Layout. *YouTube* [online]. 2021 [cit. 2022-02-28]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=4vq0FKWYud8>
 - 22) SAMEK, Jaroslav. *Modely optimálního rozmístění výroby*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1989. Dostupné také z: <http://www.digitalniknihovna.cz/mzk/uuid/uuid:101c8910-4871-11e8-afec-005056827e51>
 - 23) Types of Plant Layout, Explanation with Advantages and Dis-advantages, Plant layout part 2. *YouTube* [online]. 2021 [cit. 2022-02-28]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=DrO5sS51Yk8>
 - 24) *Příručka pro obsluhu a seřizování soustružnických automatů MAS*. Sezimovo Ústí, 1957.
 - 25) ČSN 26 9010. *Manipulace s materiálem. Šířky a výšky cest a uliček*. Praha: Český normalizační institut, 1993.
 - 26) ČSN 73 5105. *Výrobní průmyslové budovy*. Praha: Český normalizační institut, 1993.
 - 27) Šíře uliček a komunikací na pracovišti. *BOZP info* [online]. Praha, 2016 [cit. 2022-02-08]. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/sire-ulicek-komunikaci-na-pracovisti>
 - 28) Nařízení vlády č. 101/2005 Sb. Nařízení vlády o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí. In: *Sbírka zákonů*. ročník 2005, číslo 101. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2005-101>
 - 29) Pracovní úrazy: Identifikace kořenových příčin úrazů. *Znalostní systém prevence rizik v BOZP* [online]. Praha, 2017 [cit. 2022-02-28]. Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/zdravi/pracovni-urazy/476-identifikace-korenovych-pricin-urazu>
 - 30) Nařízení vlády č. 378/2001 Sb.: Nařízení vlády, kterým se stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a náradí. In: . Praha, 2001, ročník 2001, číslo 387. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-378>
 - 31) ČSN EN ISO 23125: *Obráběcí stroje - Bezpečnost - Soustruhy*. Praha: Český normalizační institut, 2018. Dostupné také z: <https://www.technicke-normy-csn.cz/csn-en-iso-23125-200701-170141.html#>
 - 32) Norma pro vybavení hygienických zařízení a šaten. *Tzb info* [online]. Praha, 2013 [cit. 2022-02-28]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-voda-kanalizace/10702-norma-pro-vybaveni-hygienickyh-zarizeni-a-saten-plati-od-unora-2013>
 - 33) Zařízení sociálních místností. *Kaiser+Kraft* [online]. 2022 [cit. 2022-02-28]. Dostupné z: <https://www.kaiserkraft.cz/zarizeni-socialnich-mistnosti/c/62854-KK/>
 - 34) ČSN 73 4108: *Hygienická zařízení a šatny*. Praha: Český normalizační institut, 2020.
 - 35) I sociální zázemí zaměstnanců má svá pravidla. *Nové odbory* [online]. Ptení, Prostějov, 2020 [cit. 2022-02-28]. Dostupné z: <https://www.noveodbory.cz/cz/aktuality/561-i-socialni-zazemi-zamestnancu-ma-sva-pravidla>
 - 36) Sprcha. *Vygosh* [online]. Praha, 2016 [cit. 2022-02-28]. Dostupné z: <http://vygosh.cz/erg-sprcha.html>
 - 37) Umyvadlo. *Vygosh* [online]. Praha, 2016 [cit. 2022-02-28]. Dostupné z: <http://vygosh.cz/erg-umyvadlo.html>
-

- 38) WC. *Vygosh* [online]. Praha, 2016 [cit. 2022-02-28]. Dostupné z: <http://vygosh.cz/erg-wc.html>
- 39) Šatny. *Vygosh* [online]. Praha, 2016 [cit. 2022-02-28]. Dostupné z: <http://vygosh.cz/erg-satna.html>
- 40) *Plánovací kalendář 2022* [online]. [cit. 2022-03-15]. Dostupné z: <https://kalendar.beda.cz/rocni-planovaci?year=2022&type=s1>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Symbols

| Označení | Legenda | Jednotka |
|-------------------|---|-------------------|
| A | Počet administrativních pracovníků | [ks] |
| a ₁ | Koeficient víceobsluhy pro první operaci | [-] |
| a ₂₇ | Koeficient víceobsluhy pro druhou až sedmou operaci | [-] |
| D _{evp} | Evidenční počet pomocných dělníků | [ks] |
| D _{evr} | Evidenční počet ručních dělníků | [ks] |
| D _{evst} | Evidenční počet strojních dělníků | [ks] |
| DK | Počet pracovníků kontroly | [ks] |
| DP | Počet pomocných dělníků | [ks] |
| D _{pop} | Počet pracovníků pomocné obsluhy | [ks] |
| D _v | Celkový počet výrobních dělníků | [ks] |
| D _{vr} | Potřebný počet ručních dělníků pro osmou operaci | [ks] |
| D _{vst} | Celkový počet strojních dělníků | [ks] |
| D _{vsti} | Potřebný počet dělníků pro danou operaci | [ks] |
| E _d | Efektivní časový fond dělníka | [hod] |
| E _r | Roční časový fond ručního pracoviště | [hod] |
| E _s | Roční fond strojního pracoviště v jedné směně. | [hod] |
| F _p | Výsledná skutečná pomocná podlahová plocha | [m ²] |
| F _{pdc} | Pomocná plocha vnitřních dopravních cest | [m ²] |
| F _{phn} | Plocha pro hospodaření s náradím | [m ²] |
| F _{pk} | Pomocná plocha kontroly | [m ²] |
| F _{pr} | Celková provozní plocha | [m ²] |
| F _{pskl} | Pomocná plocha skladů | [m ²] |
| F _{pt} | Teoretická pomocná podlahová plocha | [m ²] |
| F _{pů} | Pomocná plocha údržby | [m ²] |
| F _r | Plocha ručního pracoviště | [m ²] |
| F _s | Plocha strojních pracovišť | [m ²] |
| F _{soc} | Celková sociální plocha | [m ²] |
| F _{spr} | Správní plocha | [m ²] |
| F _{šat} | Plocha šaten | [m ²] |
| F _{um} | Plocha umýváren | [m ²] |
| F _{útv} | Výsledná plocha celého útvaru | [m ²] |
| F _v | Celková výrobní plocha | [m ²] |
| F _{wc} | Plocha WC | [m ²] |
| H | Hloubka | [mm] |
| ITA | Počet inženýrsko–technických pracovníků | [ks] |
| K | Počet konstruktérů | [ks] |
| K _{pnr} | Koeficient překračování norem ručního pracoviště | [-] |
| K _{pns} | Koeficient překračování norem strojního pracoviště | [-] |
| N | Počet vyráběných kusů za rok | [ks] |
| P _c | Celkový počet pracovníků | [ks] |
| P _r | Skutečně zvolený počet ručních pracovišť pro 8. operaci | [ks] |
| P _{r8} | Teoreticky stanovený počet ručních pracovišť pro 8. operaci | [ks] |
| P _{sk} | Celkový počet strojů | [ks] |
| P _{ski} | Skutečně zvolený počet strojů pro danou operaci | [ks] |
| P _{thi} | Teoreticky stanovený počet strojů pro danou operaci | [ks] |
| S _r | Směnnost ručních pracovišť | [-] |

| | | |
|-----------|----------------------------------|-------|
| S_s | Směnnost strojní | [-] |
| \dot{S} | Šířka | [mm] |
| T | Počet technologů | [ks] |
| t_{ki} | kusový čas pro danou operaci | [min] |
| η_i | Využití stroje pro danou operaci | [%] |

Zkratky

| Označení | Legenda |
|----------|---------|
|----------|---------|

| | |
|------|---------------------------------------|
| KOVO | Kovoobrábění |
| TPV | Technická příprava výroby |
| OPP | Ochranné pracovní prostředky |
| WC | Toalety |
| BOZP | Bezpečnost a ochrana zdraví při práci |

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 Představitel výroby, matice D6017762A.
Příloha 2 Aktuální stav dílny 2.
Příloha 3 Aktuální stav dílny 3.
Příloha 4 Nový návrh A dílny 2.
Příloha 5 Nový návrh B dílny 2
Příloha 6 Nový návrh A dílny 3.
Příloha 7 Nový návrh B dílny 3.
Příloha 8 Přehled návrhů.
Příloha 9 Vizualizace nových návrhů.

Seznam výkresů

- D6017762A; 2022-DP-200358-01
Dílna 2, aktuální stav; 2022-DP-200358-02
Dílna 3, aktuální stav; 2022-DP-200358-03
Dílna 2, nový návrh A; 2022-DP-200358-04
Dílna 2, nový návrh B; 2022-DP-200358-05
Dílna 3, nový návrh A; 2022-DP-200358-06
Dílna 3, nový návrh B; 2022-DP-200358-07