

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301T007 Průmyslové inženýrství a management

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Porovnání linkové a buňkové výroby

Autor: **Bc. Lukáš FICTUM**

Vedoucí práce: **Doc. Ing. Michal ŠIMON, Ph.D.**

Akademický rok 2011/2012

Poděkování

Děkuji svému vedoucímu diplomové práce Doc. Ing. Michalu Šimonovi, Ph.D. za užitečné rady a připomínky k této diplomové práci. Dále děkuji svému konzultantovi Ing. Vladimíru Šrajerovi za odbornou pomoc a podpůrné konzultace k diplomové práci.

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne:

.....

podpis autora

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ (BAKALÁŘSKÉ) PRÁCE

AUTOR	Příjmení Bc. Fictum	Jméno Lukáš	
STUDIJNÍ OBOR	2301T007 „Průmyslové inženýrství a management“		
VEDOUcí PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Šimon, Ph.D.	Jméno Michal	
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KPV		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Porovnání linkové a buňkové výroby		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2012
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	130	TEXTOVÁ ČÁST	118	GRAFICKÁ ČÁST	12
---------------	-----	---------------------	-----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Diplomová práce obsahuje obecnou teorii o prostorovém uspořádání výrobních systémů. Seznamuje nás s jednotlivými výrobními principy a základními způsoby rozmíst'ování pracovišť. Zaměřuje se na kritéria prostorového uspořádání, která mají vliv na efektivitu výrobního systému. Zabývá se i problematikou výrobního systému sprchových koutů. Následuje analýza současného stavu a poté jsou navrženy různé varianty řešení. V práci je dále porovnávána linková a buňková výroba. Výsledkem je výběr neoptimalnější varianty řešení, která je realizovatelná v praxi.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	TPV, I-D diagram, Sankeyův diagram, typ výroby, prostorové uspořádání, návrh tvorby prostorového uspořádání, materiálové toky, personální toky, layout

SUMMARY OF DIPLOMA (BACHELOR) SHEET

AUTHOR	Surname Bc. Fictum	Name Lukáš	
FIELD OF STUDY	2301T007 „Industrial Engineering and Management“		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Šimon, Ph.D.	Name Michal	
INSTITUTION	ZČU - FST - KPV		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Comparison of line and cellular manufacturing		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KPV	SUBMITTED IN	2012
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	130	TEXT PART	118	GRAPHICAL PART	12
----------------	-----	------------------	-----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The diploma work contains a general theory of spatial organization of production systems. It acquaints us with the various production methods and with basic principles of deployment workplaces. It focuses on of the criteria the spatial arrangement that affect the efficiency of the production system. It deals with the issue of the production system of shower enclosures. Follows the analysis of current state then are designed various variants solution. The thesis also compares line and cellular manufacturing. The result is the selection of optimal variants of solution which is feasible realize in practice.
KEY WORDS	TPV, I-D diagram, Sankeyův diagram, type of production, spatial arrangement, design of layout, material flows, personnel flows, layout

Obsah

Přehled použitých zkratk a symbolů	9
Přehled použitých odborných výrazů	10
Úvod	11
1. Postavení a organizace technologické projekce	12
2. Prostorové uspořádání výrobního systému	13
2.1 SYSTÉMOVÝ PŘÍSTUP K NÁVRHU VÝROBNÍHO SYSTÉMU	14
2.1.1 <i>Obecný postup při sestavování návrhů</i>	<i>16</i>
2.1.2 <i>Metody používané při sestavování návrhů výrobního systému.....</i>	<i>16</i>
2.2 SOFTWAREVÉ NÁSTROJE PRO PROJEKTOVÁNÍ VÝROBNÍCH SYSTÉMŮ	19
3. Vztah mezi charakterem a uspořádáním výroby.....	20
3.1 TYP VÝROBY	21
3.1.1 <i>Kusová výroba</i>	<i>22</i>
3.1.2 <i>Sériová výroba</i>	<i>23</i>
3.1.3 <i>Hromadná výroba</i>	<i>24</i>
3.1.4 <i>Další dělení typů výroby</i>	<i>24</i>
3.2 ZÁKLADNÍ ZPŮSOBY ROZMÍSTĚNÍ PRACOVÍŠŤ	25
3.2.1 <i>Náhodné uspořádání.....</i>	<i>25</i>
3.2.2 <i>Technologické uspořádání.....</i>	<i>26</i>
3.2.3 <i>Předmětné uspořádání.....</i>	<i>27</i>
3.2.4 <i>Modulární uspořádání.....</i>	<i>29</i>
3.2.5 <i>Buňkové uspořádání</i>	<i>29</i>
3.2.6 <i>Kombinované uspořádání.....</i>	<i>30</i>
3.3 TVORBA LAYOUTŮ V ZÁVISLOSTI NA TYPU VÝROBY	30
4. Kritéria a efekty prostorového uspořádání.....	40
5. Porovnání linkové a buňkové výroby z obecného hlediska.....	43
5.1 LINKOVÁ VÝROBA.....	43
5.2 BUŇKOVÁ VÝROBA	52
5.3 SHRUTÍ.....	57
6. Praktická studie provedená ve společnosti Kermi s.r.o.	58
6.1 CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI.....	58
6.1.1 <i>Historie společnosti</i>	<i>58</i>
6.1.2 <i>Modelové řady vyráběných sprchových koutů.....</i>	<i>59</i>
6.2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	61

6.2.1	<i>Současný layout výroby</i>	62
6.2.2	<i>Materiálové toky</i>	68
6.2.3	<i>Personální toky</i>	71
6.2.4	<i>Porovnání současných norem s nově stanovenými normami</i>	73
6.2.5	<i>Vývoj produkce sprch v letech 2009 až 2011</i>	77
6.2.6	<i>Zhodnocení současného výrobního systému</i>	78
6.3	TVORBA VARIANTNÍCH NÁVRHŮ	80
6.3.1	<i>Charakteristika varianty 1 a varianty 2</i>	80
6.3.2	<i>Detailní popis varianty 1 – buňková výroba</i>	90
6.3.3	<i>Detailní popis varianty 2 – buňková výroba</i>	97
6.3.4	<i>Charakteristika varianty 3</i>	105
6.3.5	<i>Popis varianty 3 – linková výroba</i>	105
6.3.6	<i>Porovnání a shrnutí varianty 1 a 2</i>	109
6.4	EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ	110
6.4.1	<i>Současný výrobní systém</i>	110
6.4.2	<i>Navrhované varianty 1 a 2</i>	112
6.4.3	<i>Výběr optimální varianty</i>	114
6.5	SHRNUTÍ	116
	Závěr	117
	Použitá literatura	118
	Seznam příloh	120

Přehled použitých zkratk a symbolů

TPV	Technická příprava výroby
AGV	Dopravní systém založený na laserovém či indukčním principu
CADA	Výrobní program sprchových koutů
IS	Informační systém
t_A	Čas jednotkový [min]
t_B	Čas dávkový [min]
t_{AC}	Norma jednotkového času s podílem času směnového [Nmin/ks]
t_{BC}	Norma času dávkového s podílem času směnového [Nmin/dávka]
d_v	Velikost výrobní dávky [ks/dávka]
t_n	Normovaný čas na operaci [Nmin]
N_{PMZ}	Přímé mzdové náklady [Kč]
D_v	Počet výrobních pracovníků
N_{MZDV}	Měsíční mzdové náklady na jednoho výrobního pracovníka [Kč]
P_M	Počet mezd za rok
KA	Roční kalkulované odpisy haly [Kč]
P_P	Plošná plocha [m ²]
KE	Roční náklady na energie [Kč]
N_{MZ}	Měsíční mzdové náklady [Kč]
D_n	Počet nevýrobních pracovníků
N_{MZDN}	Měsíční mzdové náklady na jednoho nevýrobního pracovníka [Kč]
ZN	Zpracovací náklady [Kč/rok]
n_i	Podíl celkových nákladů na jednici každé sprchy [Kč/ks]
$ú_n$	Roční úspora ve zpracovacích nákladech [Kč/rok]
$n_i(úspora)$	Úspora celkových nákladů na jednici každé sprchy [Kč/ks]
I_N	Investiční náklady [Kč]
T_S	Doba splacení vložené investice [rok]

Přehled použitých odborných výrazů

Layout	<i>Layout (angl. plán, rozvrh) představuje grafické rozvržení prostorového uspořádání výrobního systému [3].</i>
Systémový přístup	<i>Systémový přístup představuje řešení problému s ohledem na všechny prvky a možnosti a zvažuje všechny děje a části systému ve významných souvislostech [3].</i>
Dassault Systèmes	<i>Francouzská společnost vyvíjející a distribuující software Delmia [3].</i>
Delmia	<i>Software od společnosti Dassault Systèmes s rozsáhlou funkcionalitou pro plánování a optimalizaci výroby [3].</i>
Plavis	<i>Německá společnost vyvíjející a distribuující software visTable [3].</i>
Vistable	<i>Software od společnosti Plavis určený pro návrh dispozičního řešení a optimalizaci materiálových toků [3].</i>
I-D diagram	<i>Jedná se o graf vyjadřující závislost intenzity přepravy (I-intensity), tj. množství přepravovaného materiálu na dané pracoviště za jednotku času, na vzdálenosti (D-distance) daného pracoviště od zdroje dodávky [3].</i>
Sankeyův diagram	<i>Znázorňují graficky délku, tvar, směr, druh a intenzitu materiálového toku [3].</i>
Materiálové toky	<i>Materiálové toky představují pohyb materiálu, polotovarů nebo hotových výrobků ve výrobním systému [3].</i>
Personální toky	<i>Personální toky představují pohyb osob ve výrobním systému [3].</i>
Just In Sequence	<i>Je včasné dodání např. materiálu v potřebném množství a i sekvenci, tedy pořadí.</i>
JIT	<i>Minimalizuje stavy zásob a umožňuje danému systému rychle reagovat. Klade důraz na to, aby se vyrábělo ve správném okamžiku, v požadovaném množství, a v co nejkratší průběžné době.</i>
Kanban	<i>Je logistická technologie, která funguje tam, kde je uplatňován systém tahu, řídí a převádí tok materiálu, reguluje zásoby rozpracované výroby a vyžaduje rovnoměrný a jednosměrný materiálový tok.</i>
Spurmaus	<i>Automaticky řízená přepravní jednotka.</i>

Úvod

Diplomová práce je zaměřena na problematiku v oblasti linkové a buňkové výroby, má dvě části:

První se zabývá obecnou teorií o prostorovém uspořádání výrobních systémů. Jsou zde popsány jednotlivé druhy prostorového uspořádání a jejich charakteristiky. Dále je tato část zaměřena na kritéria prostorového uspořádání, která mají vliv na efektivitu výrobního systému. Cílem této části je seznámení se s danou problematikou v oblasti linkové a buňkové výroby. Důležité je přitom pochopit, jaké jsou hlavní rozdíly mezi předmětným a buňkovým layoutem. Při jakých podmínkách a parametrech výroby je vhodné upřednostňovat předmětné či buňkové uspořádání pracovišť atd. V závěru této části byla porovnána linková a buňková výroba z obecného hlediska. Aby byl podnik v dnešní době úspěšný a hlavně konkurenceschopný, je nutné bezchybně vyprojektovat výrobní systém. Dnešní podniky se neustále snaží zeštíhlovat a zefektivňovat svoji výrobu. Je to dáno především díky tomu, že je na trhu velká konkurence.

Druhá část se zabývá praktickou studií, která byla provedena ve společnosti Kermi s.r.o., se sídlem ve Stříbře. Jedná se konkrétně o racionalizaci výrobního systému sprchových koutů. Je zde popsána podrobná analýza současného stavu a následně navrženy varianty řešení. V závěru této části byla porovnána linková a buňková výroba. Cílem bylo navrhnout takový typ výroby, který by byl realizovatelný v této společnosti. Důležitým aspektem bylo i nákladové hledisko.

Navržené varianty řešení byly vytvořeny v programu visTable, 2D layouty jsou součástí této diplomové práce jako přílohy.

1. Postavení a organizace technologické projekce

Ve výrobním procesu podniku je důležitá technická činnost, která tvoří návazný řetězec, kde technologické projektování má své důležité místo v procesu technologické přípravy výroby. Úkolem TPV je navrhnout konstrukci výrobku tak, aby měl stanovený způsob i sled daných operací, stanovené normy a přípravy včetně technicko-organizačního projektu výroby. Hlavní náplní je technologické projektování a jeho výsledkem jsou technologicko-organizační projekty výroby. Při technickém projektování se využívají teoretické poznatky z fyziky, matematiky až přes logiku, technologii a ergonomii.

Výrobní systémy jsou věcné, technologicky, časově, prostorově i organizačně jednotná seskupení hmotných zdrojů a pracovních sil, které jsou určeny pro výrobu daného sortimentu výrobků. Mezi hmotné zdroje zařazujeme např. materiály, energie, výrobní nebo pracovní prostředky. Struktura výrobních systémů je dána především charakterem a typem výroby, objemem práce, zamýšlenou strategií vlastníků a managementu, předpoklady z hlediska kooperací a dalšími faktory [8]. Každá výrobní jednotka má dle svého vybavení a organizace vymezenou úlohu a postavení ve výrobě, jakož i vzájemné vnější a vnitřní vztahy [8].

Technickoorganizační úroveň výrobních systémů, jejich specializační struktura, stupeň mechanizace, kooperace a integrace jsou závislé na vzájemném působení řady faktorů (prvků a požadavků) [7]. Mezi tyto faktory patří:

- materiál a polotovary,
- technologie,
- výrobní stroje a zařízení,
- pracovníci,
- výrobek,
- energie,
- organizace.

Projektovou dokumentaci tvoří především dispoziční řešení rozmístění strojů, zařízení a dále podrobná řešení stavebních částí, rozvodů tepla, energie, vzduchu, odsávání a nakonec i řešení organizace přípravy výroby. V daném procesu je důležité najít správnou funkci a organizační uspořádání. Technologická projekce je začleněna do technologických útvarů nebo technické přípravy výroby.

2. Prostorové uspořádání výrobního systému

V dnešní době se konkurenceschopnost podniku odvíjí od nákladů, kvality výrobků, průběžné doby výroby, dále pak od odlišnosti nabízených výrobků či služeb, schopnosti včasného a pružného reagování či rozhodování. Samozřejmostí je i správné a efektivní dispoziční řešení výrobního systému.

Pověřený projektant navrhuje a racionalizuje prostorové uspořádání tak, aby dosáhl optimálního návrhu, neboť ten s sebou přináší mnoho výhod. Jedná se např. o snížení zmetkovitosti, zefektivnění výroby, snížení nákladů na dopravu, optimalizace využití zdrojů a materiálového toku atd.

Zdroje, které nám zajišťují výrobní proces, jako jsou např. polotovary, různé materiály, výrobní stroje, manipulační a přepravní jednotky atd., je nutné efektivně rozmístit. Tyto zdroje nám tvoří ono prostorové uspořádání. Samozřejmostí je i to, že se musí dodržovat veškeré normy typu ČSN, ISO, požární řády a jiné. Dále pak musíme brát v potaz i velikosti dopravních uliček, délku a především intenzitu materiálových toků, manipulační i obslužné prostory, ale i návrhy jednotlivých pracovišť z hlediska ergonomie.

Ke grafickému zobrazení prostorového uspořádání výrobního systému nám slouží tzv. layout. Definuje nám dopravní cesty a také zobrazuje návrhy jednotlivých pracovišť z hlediska uspořádání např. strojů či zařízení. V kombinaci s výrobními postupy nám layout určuje intenzitu materiálových toků, tvar a délku.

Aby výrobní systém mohl správně fungovat, je zapotřebí dobře uspořádat navzájem provázané prvky. Prvky systému dělíme na:

Komplexní:

- provoz,
- dílna,
- závod. [3]

Nekomplexní:

- pracovníci,
- stroje (zařízení),
- materiál, polotovary, hotové výrobky. [3]

Dále pak rozlišujeme tyto **vazby** působící mezi jednotlivými prvky systému:

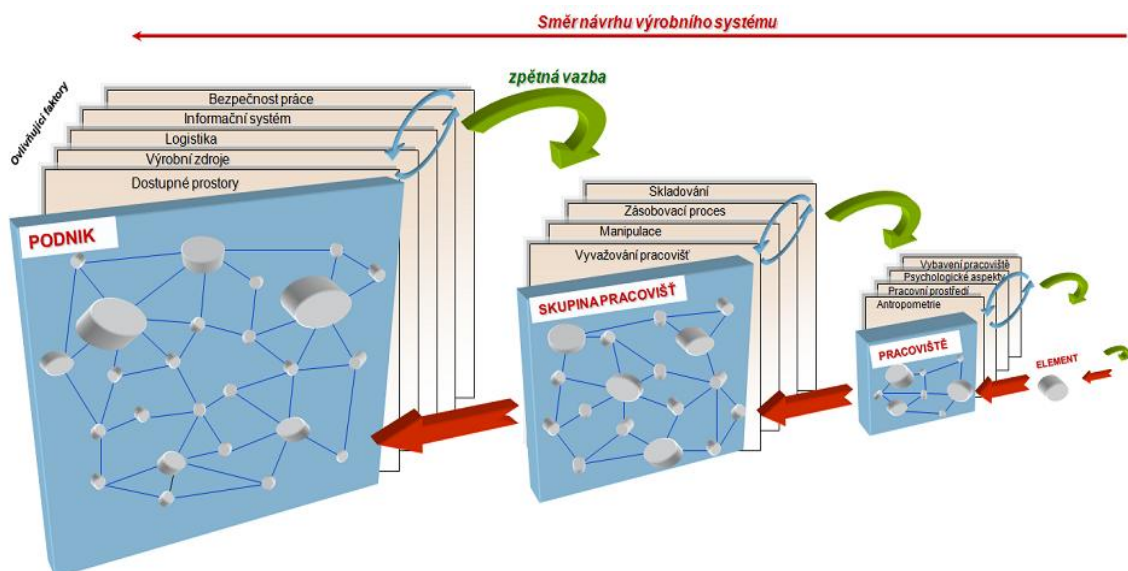
- vztahy konstrukčního charakteru,
- organizační vztahy,
- technologický a pracovní postup.

2.1 Systémový přístup k návrhu výrobního systému

V dnešním světě se neustále zvyšuje tlak na levnější, rychlejší a také kvalitnější výrobu. Proto se většina podniků snaží o zeštíhlení a zefektivnění své výroby. S návrhem dispozičního uspořádání jednotlivých pracovišť úzce souvisí i ergonomie. Ta jednak podporuje firemní kulturu a dokonce slouží ke zlepšování konkurenceschopnosti daného podniku. Důležité je, aby ergonomické studie byly zahrnuty do plánování výroby, a to ještě před vyhotovením finálního layoutu.

S výrobou jsou samozřejmě spojeny zdroje - stroje, zařízení, pracovníci apod., které musí být pro jednotlivé operace nejen vhodně vybrány, ale i vhodně rozmístěny v jednotlivých výrobních a skladovacích halách, což je základem pro efektivní materiálový i informační tok [3].

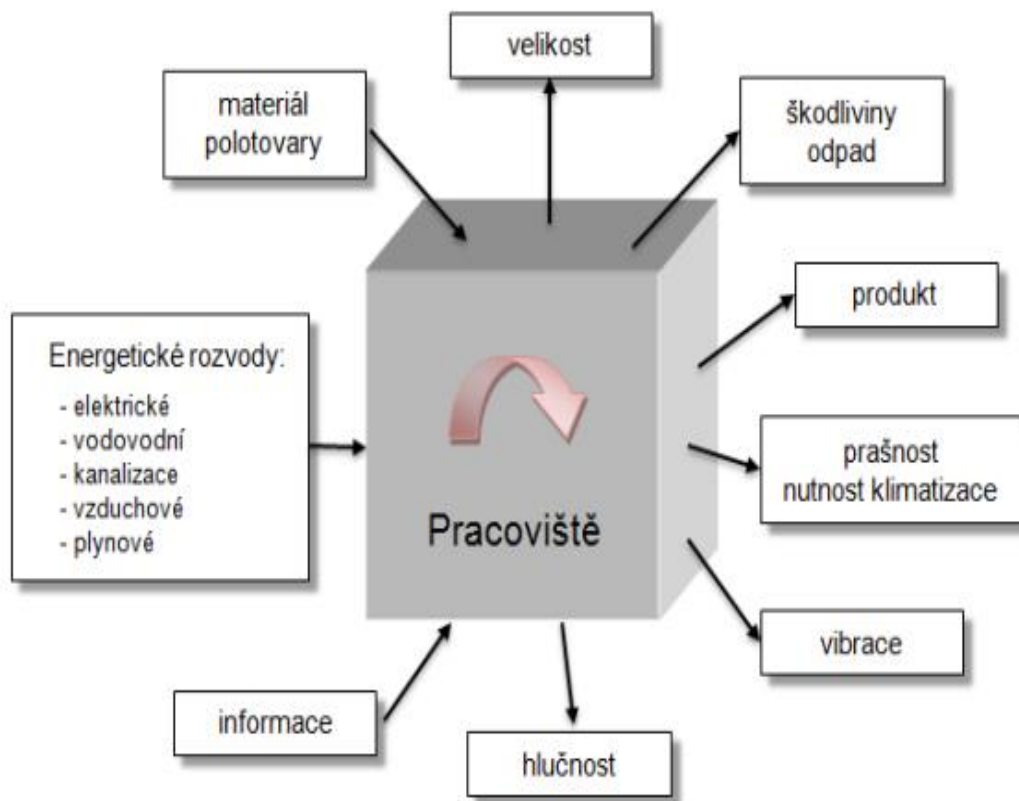
Projektování výrobních prostorů je dnes již standardním procesem a výstupem. Je důležité, systémově poohlížet na řadu faktorů, které mají vliv na prostorové uspořádání jednotlivých pracovišť. Řešení musíme hledat od těch nejmenších elementů. Ty budeme postupně seskupovat, dostaneme dispoziční návrh jednotlivých skupin pracovišť a následně, pak layout celého podniku viz *Obrázek 1*.



Obrázek 1 - Systémový přístup pro návrh výrobního layoutu [3]

Když budeme navrhovat layout, je důležité postupovat nejprve od jednoduchých a méně složitých elementů. Ty pak následně musíme důkladně zanalyzovat a tím ověřit, zda fungují efektivně jako samostatný prvek a zároveň i jako článek, který ovlivňuje celou síť.

Při analyzování jednotlivých elementů (popřípadě pracovišť) je musíme nejprve vymezit vůči celému systému, tedy layoutu celého podniku [3]. Poté musíme určit vazby na ostatní pracoviště a infrastrukturu podniku. Pomocí vstupů a výstupů z pracoviště tzv. konektory můžeme spojovat navržená pracoviště neboli moduly a ty následně sestavovat do komplexnějších celků. Takto vytváříme skupiny pracovišť, linky a dokonce i celkový layout. Pro lepší pochopení této myšlenky slouží následující *Obrázek 2*.



Obrázek 2 - Konektory pracoviště do layoutu [3]

Při návrhu prostorového uspořádání je dobré, aby každý systémový přístup obsahoval, alespoň tři základní kroky viz *Tabulka 1*.

Nejlepšího uspořádání výrobního systému docílíme tehdy, když budou všechny důležité fáze při návrhu výrobního layoutu navzájem systémově provázané a současně bude probíhat úzká spolupráce mezi ergonomy, logistiky a technologi.

Kroky řešení	Cílová jednotka řešení	Hlavní oblasti řešení
1. krok	Analýza pracoviště jednotlivce	- Ergonomie - Pracovní podmínky - Časová racionalizace - Uspořádání pracoviště jednotlivce
2. krok	Analýza skupiny pracovišť	- Analýza procesů - Dispozice pracovišť - Zásobování - Mezioperační manipulace
3. krok	Analýza celkového layoutu podniku	- Analýza procesů - Celkový výrobní layout s ohledem na plynulost materiálových a personálních toků

Tabulka 1 - Základní kroky při návrhu prostorového uspořádání [3]

2.1.1 Obecný postup při sestavování návrhů

Nejčastěji se v praxi setkáváme s úkolem racionalizovat stávající výrobu. Dobrý návrh je za předpokladu, že najdeme správný metodický postup, který se skládá z těchto etap:

Diagnostika

Je to rychlé seznámení s objektem řešení, usměrňuje hlavní problematiku a zároveň zabezpečuje racionální přístup k řešení daného problému. Orientační průzkum provádějí zkušební pracovníci, kteří znají dokonale vzájemné jevy a jejich příčiny.

Sběr informací

Sběr informací je nedílnou součástí při sestavení návrhu, který je nutný správně organizovat. Je důležité správně vytipovat podklady tak, aby byly ve stanovené době k dispozici pro rozbor. Informace máme dvojího druhu a to, z evidence a z pozorování. Informace z pozorování jsou čerstvé, konkrétní, zaměřené na daný objekt, který zobrazuje danou realitu. Ještě před rozбором je potřeba zpracovat dané informace do výpočtu a grafů, abychom vymezili chyby.

Rozbor

Po správné přípravě můžeme přistoupit k rozboru, výsledkem bude varianta, která vyřeší danou problematiku. Takto řešíme všechny možné faktory výrobního organizmu. Rozborová příprava se tak dotýká výrobku, výrobního programu, organizace výrobního procesu a řízení. Všechny tyto úkony by měli provádět kvalifikovaní pracovníci, kteří jsou schopni hodnotit, posoudit a bilancovat.

Návrh

V této oblasti lze uplatnit vlastní tvůrčí talent. Řešitel by měl postupovat samostatně, nejprve musí nastudovat literaturu a informace. Poté zpracovat technickou dokumentaci, která vychází z nejlepší možné varianty. Důležité je v návrhu propracovat nejenom výrobní celek, ale i vstupní a výstupní vztahy systému.

Realizace

Výsledkem celého procesu je realizace. V průběhu provozu se mohou ukázat nedostatky projektové přípravy, vady v koncepci a poté i ekonomické hodnocení. Zpracování a realizace projektu by mělo proběhnout v krátké době. Po určitou dobu se musí provoz sledovat, a pak následně zpracovat závěrečné vyhodnocení projektu.

2.1.2 Metody používané při sestavování návrhů výrobního systému

Projektant, který navrhuje dispoziční řešení, využívá několik metod, návodů či technik, které mezi sebou různě kombinuje. Dále využívá při své práci i cit a intuici. Vytvoří několik variant řešení, ze kterých pak následně vybere tu nejvhodnější.

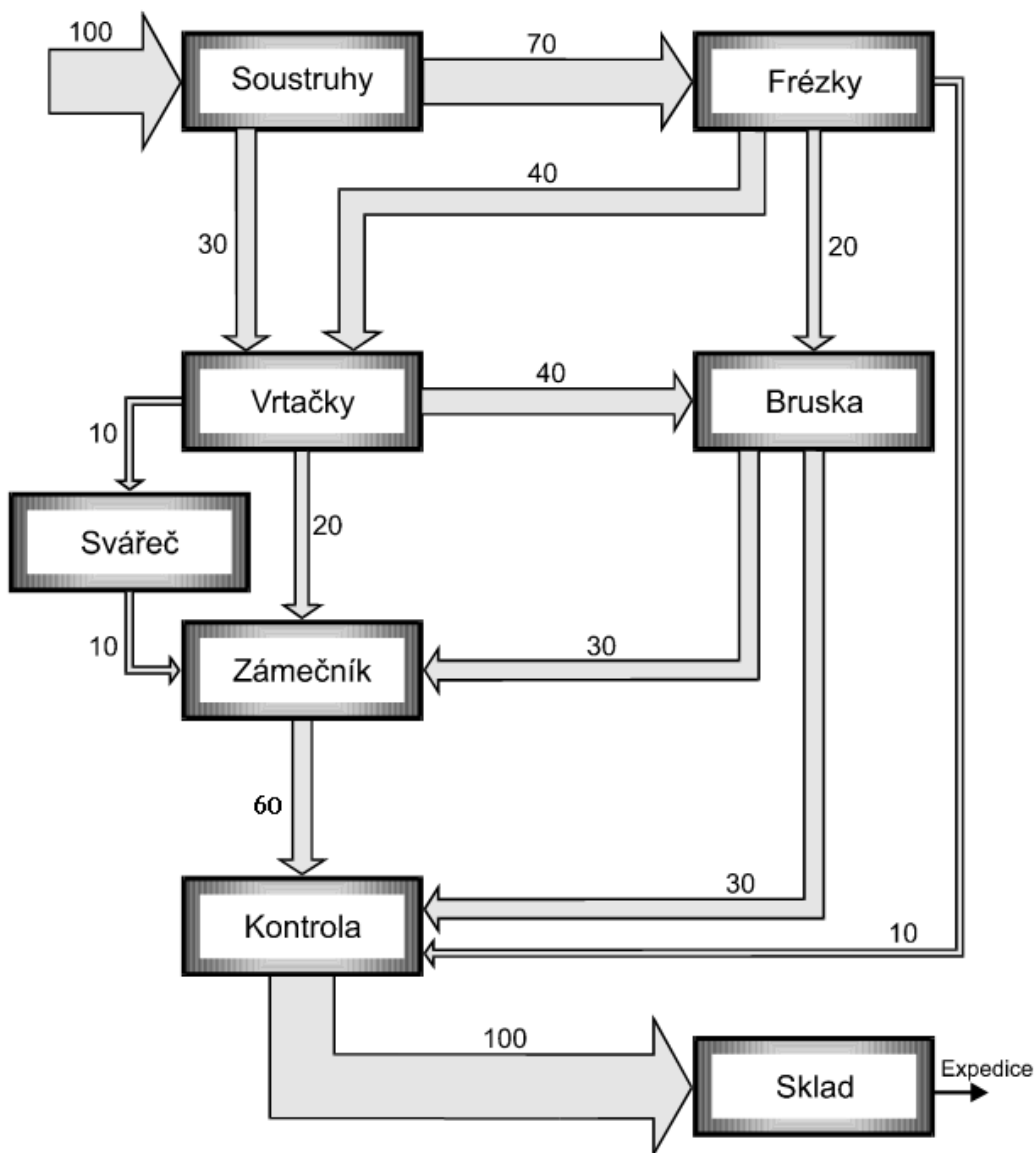
Mezi nejčastěji používané analytické metody sloužící k optimálnímu rozmístění pracovišť patří Sankeyův diagram, I-D diagram a Šachovnicová tabulka.

Sankeyův diagram

Zobrazuje jednak směr, délku, druh, tvar i intenzitu daného materiálového toku. Šipka vyjadřuje směr přepravy, délka čáry naopak vzdálenost přepravy, šrafování (barva) druh přepravovaného materiálu. Tvar čáry nám zobrazuje přímočarost nebo členitost materiálového toku a tloušťka čáry objem přepravovaného materiálu za danou časovou jednotku. Sankeyův diagram je znázorněn níže viz *Obrázek 3* a *Obrázek 4*.



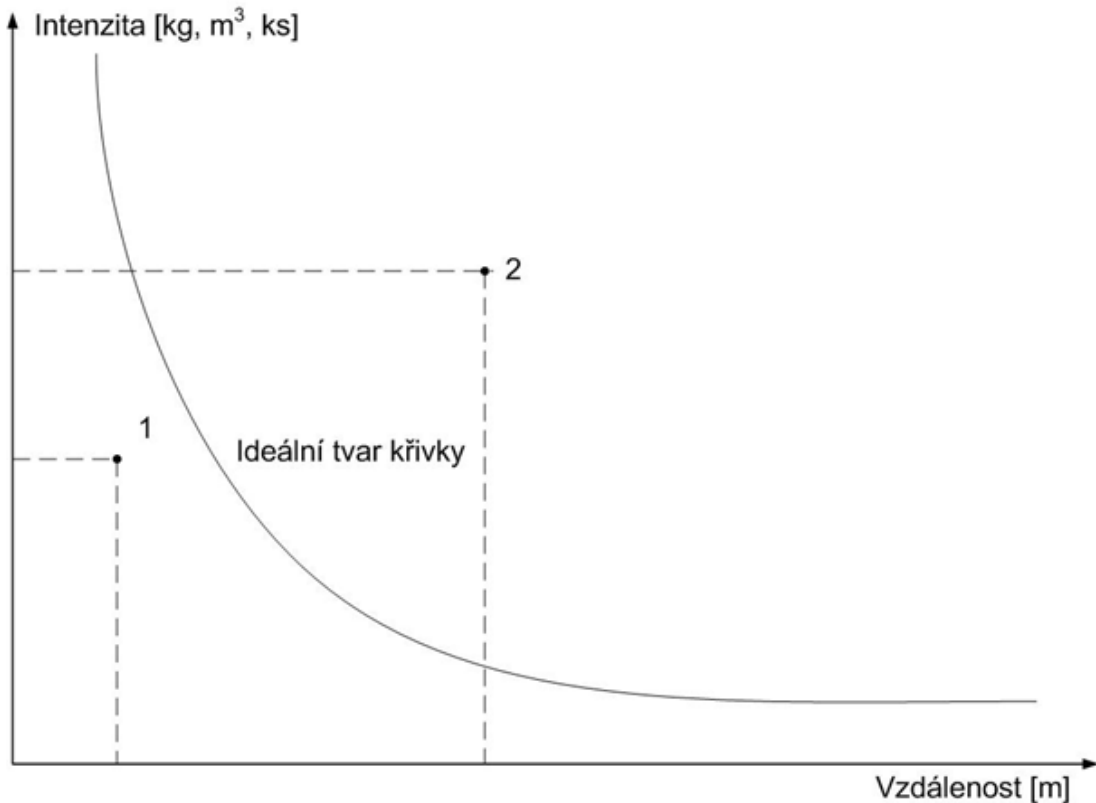
Obrázek 3 - Sankeyův diagram [4]



Obrázek 4 - Sankeyův diagram [9]

Tento diagram nám vyjadřuje závislost intenzity přepravy na vzdálenosti pracoviště od zdroje dodávky, viz *Graf 1*. Intenzitou přepravy rozumíme např. množství přepravovaného materiálu na určité pracoviště za danou časovou jednotku.

Každý pohyb materiálu znázorňujeme v I-D diagramu pomocí bodu. Důležité je, abychom jednotlivé body přibližovali k fiktivní optimální křivce. Proto platí toto zásadní pravidlo pro prostorové uspořádání: **pracoviště s velkými materiálovými toky je nutné přibližovat k sobě** a naopak **pracoviště s malými materiálovými toky je nutné rozmístit ve větších vzdálenostech od sebe**.



Graf 1 - I-D diagram [3]

Šachovnicová tabulka

Znázorňuje přehledně materiálové přesuny (převážně v hmotných jednotkách) za určité časové období mezi jednotlivými pracovišti. Používá se pro analýzu materiálových toků a také se může použít pro vhodnější uspořádání pracovišť z hlediska významu a četnosti spolupráce mezi pracovišti. Nevýhoda je nepřehlednost při velkém počtu pracovišť. Používá se často jako podklad pro jiné metody. [5]

Šachovnicová tabulka je znázorněna níže viz *Tabulka 2*.

unit: 21)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ABS265	1										190	190							
ABS265.1	2									Flow relations			300	300					
DMU35	3																	200	
DMU35.1	4																	190	190
DMU35.2	5						300	300											
DMU35.4	6																	200	
PE150C.1	7																		300
PE150C.2	8																		300
PF150	9					200													
PF150.1	10		200																
RAY0	11														190				
RAY0.4	12														190				
RAY0.5	13				300														
RAY0.6	14				300														
Schaudt ZX1	15			190															
staragheckert CWK500	16							200											
staragheckert CWK500.1	17								200										
Werkbank	18																		
Werkbank.1	19																		

Tabulka 2 - Šachovnicová tabulka

Mezi další používané analytické metody sloužící k sestavení návrhu výrobního systému patří:

- trojúhelníková metoda prostá,
- metoda těžiště,
- metoda S.L.P.,
- metoda kruhová,
- metoda souřadnic,
- metoda návaznosti operací,
- metoda CRAFT a další.

2.2 Softwarové nástroje pro projektování výrobních systémů

V dnešní době existují dvě společnosti a to Dassault Systèmes a Siemens, které nabízejí své softwarové nástroje, používající se pro projektování výrobních systémů.

Firma Dassault Systèmes je francouzskou společností, která využívá produkt americké firmy Delmia pro oblast projektování výrobních systémů a procesů.

Firma Siemens je německou společností, která nabízí pro oblast digitálního plánování produkt Tecnomatix.

Po těchto produktech je dnes velmi silná poptávka. Používají se např. v automobilovém průmyslu či na výrobu spotřebního zboží.

Dále ještě existují další dva softwary, které jsou zaměřeny pouze na oblast návrhů výrobních systémů. Jedná se o software visTable a software Plavis, který je využíván především v automobilovém průmyslu.

VisTable je aplikace, která má velmi snadné ovládání. Pomocí tohoto softwaru je projektant schopen navrhovat dispozice pracovišť a dokonce i celý výrobní layout ve 2D i 3D zobrazení. Tento program je schopen vytvářet analýzy toku materiálu, detailní návrhy prostorových struktur i vyhodnocení daného dispozičního řešení.

3. Vztah mezi charakterem a uspořádáním výroby

Charakter výroby vychází z *výrobního programu* a dále také z *charakteru technologických procesů*.

Pomocí výrobního programu rozlišujeme:

- **výrobu základní** – ta se shoduje se základním výrobním programem a sortimentem dané výroby, např. se jedná o výrobu automobilů, ocelových konstrukcí, kotlů atd.,
- **výrobu vedlejší** – ta vyrábí jen určité části výrobků nebo celá příslušenství určená pro základní výrobu, např. jde o výrobu náhradních dílů,
- **výrobu doplňkovou** – využívá lépe investiční majetek výrobní jednotky,
- **výrobu přidruženou** – nespadá do výrobního programu daného oboru, např. se jedná o strojírenskou výrobu prováděnou v zemědělství.

Podle charakteru technologie výrobních procesů dělíme výrobu na:

- mechanickou,
- chemickou,
- biologickou,
- biochemickou,
- výrobu energií. [8]

Uspořádání výroby je úzce propojeno s daným charakterem a typem výroby. Při návrhu dispozičního řešení vycházíme z výrobního programu a z technologických procesů.

Uspořádání musí vyhovovat těmto podmínkám:

- dělník nemá vykonávat zbytečné pohyby a pochůzky,
- rozmístění předmětů na pracovišti tak, aby dělník neztrácel čas a zbytečně se neunavoval,
- dělník nemá při práci pociťovat nepohodlí,
- nářadí, výkres, postup (návodku) po ruce, aby se nevyrušoval z práce,
- nářadí má mít své místo (rozdělit na skupiny),
- při předávání součástí (výrobků) mezi stroji v dávkách, musí být dostatečný prostor pro jejich uložení (neomezit pohyb dělníka),
- dbát zásad bezpečnosti práce,
- zajištění příznivých zdravotních a technických podmínek,
- při vícestrojové obsluze umístíme stroje tak, aby se na přecházení spotřebovalo minimum času. [9]

3.1 Typ výroby

Daný typ výroby vychází z **množství** a **rozmanitosti** vyráběných výrobků. Rozeznáváme výrobu *plynulou* a výrobu *diskrétní*. Plynulá výroba je charakteristická tím, že její technologické a manipulační procesy na sebe navazují a to bez jakéhokoliv čekání. Jedná se např. o hutní či chemickou výrobu. Opakem je diskrétní výroba, ve které se uskutečňuje pravidelné střídání těchto procesů s možným čekáním.

Rozlišujeme tyto základní typy výroby:

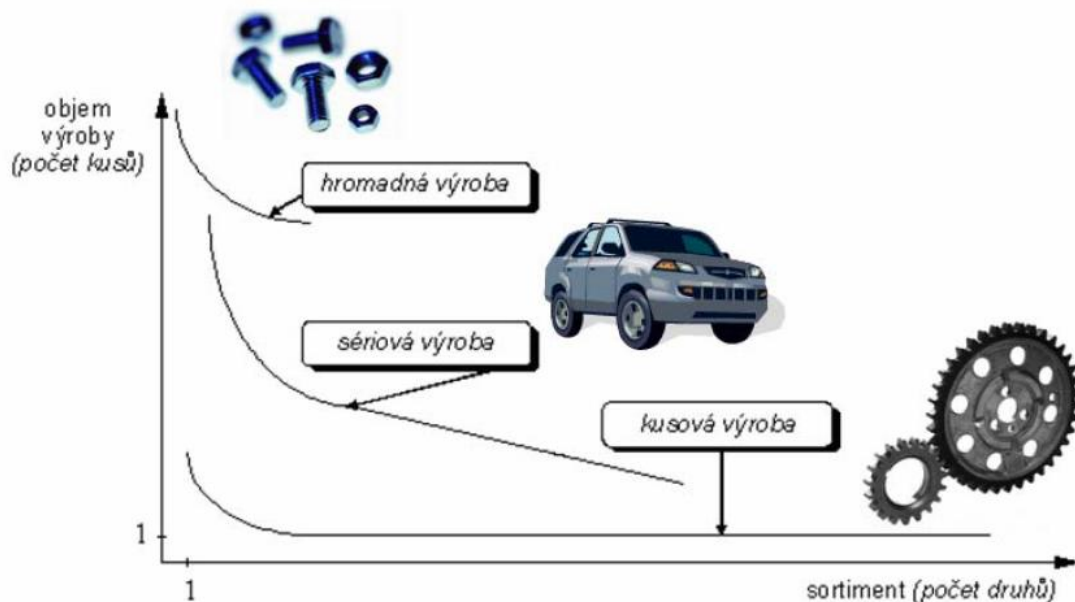
- kusová,
- sériová,
- hromadná.

Dále podle váhy výrobků dělíme výrobu na:

- těžkou,
- středně těžkou,
- lehkou.

P-Q diagram

P-Q diagram nám vyjadřuje závislost objemu výroby (množství) na počtu vyráběných druhů výrobků (rozmanitosti) viz *Graf 2*.



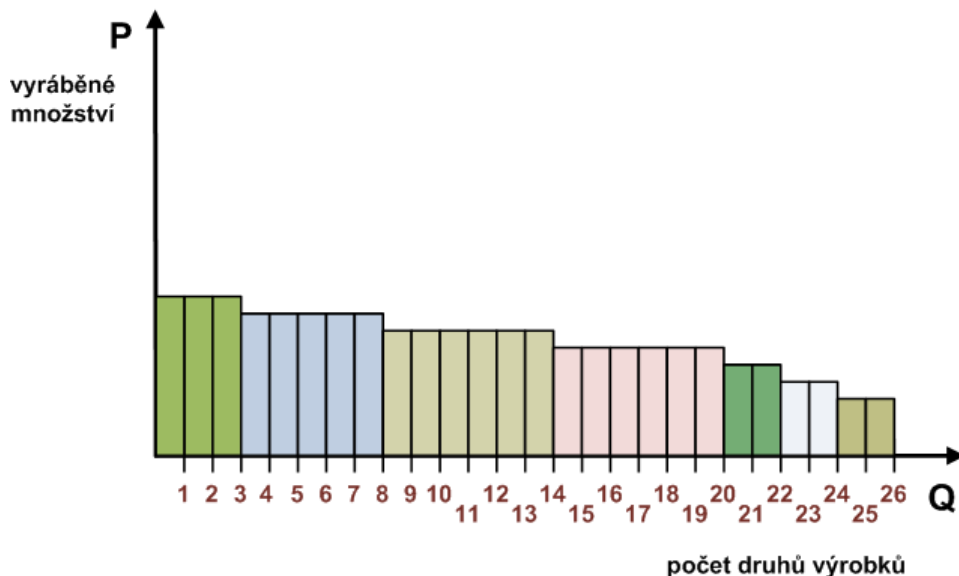
Graf 2 - Charakteristika typů výroby [8]

Ukazatel	Kusová výroba	Sériová výroba	Hromadná výroba
Množství výrobku jednoho typu za rok	Malé (desítky)	Velké (sta až tisíce)	Značně velké (desetitísíce)
Počet druhů výrobků	Velký (stovky)	Mensší (desítky)	Malý
Počet typů výrobků	Velký (desítky)	Malý (3 až 10)	Velmi malý (1 až 3)
Opakování výroby výrobku téhož typu	Nepřavidelné, příp. žádné	Pravidelné (např. měsíční)	Nepřetržitá výroba
Uspořádání dílen	Technologické, vyjím. předmětné	Předmětné, někdy technologické	Předmětné
Výrobní a dopravní zařízení	Univerzální, unikátní	Univerzální, některé součásti na linkách	Specializované, jednoúčelové linky
Kvalifikace dělníků	Multikvalifikovanost	Dobrá	Nízká, jen zaučení
Průběžná doba výroby	Dlouhá (měsíc až rok)	Kratší (týdny, měsíce)	Krátká (dny, týdny)
Specializace pracovišť	Malá	Částečná	Úplná
Možnost změny výrobního programu	Snadná	Obtížná	Velmi obtížná
Plánování a řízení	Náročné	Středně obtížné	Snadné
Využití výrobního zařízení	Nízké	Dobré	Vysoké

Tabulka 3 - Ukazatele výroby podle množství a rozmanitosti [6]

3.1.1 Kusová výroba

Je charakteristická tím, že se vyrábí rozsáhlý sortiment výrobků po kusech nebo po malém množství, a to v nepravidelných intervalech viz *Graf 3*. Při této výrobě se používají univerzální stroje a nářadí. Takovéto typy výrobků se obvykle vyrábějí jen jednou a v budoucnu se jejich výroba spíše neopakuje. Pro tento druh výroby potřebujeme vysoce kvalifikované pracovníky. Při kusové výrobě je využití strojů daleko nižší na rozdíl od sériové výroby. Stroje jsou zde uspořádány dle **technologické příbuznosti**. Vyrábí se na přímou objednávku zákazníka – zakázková výroba.



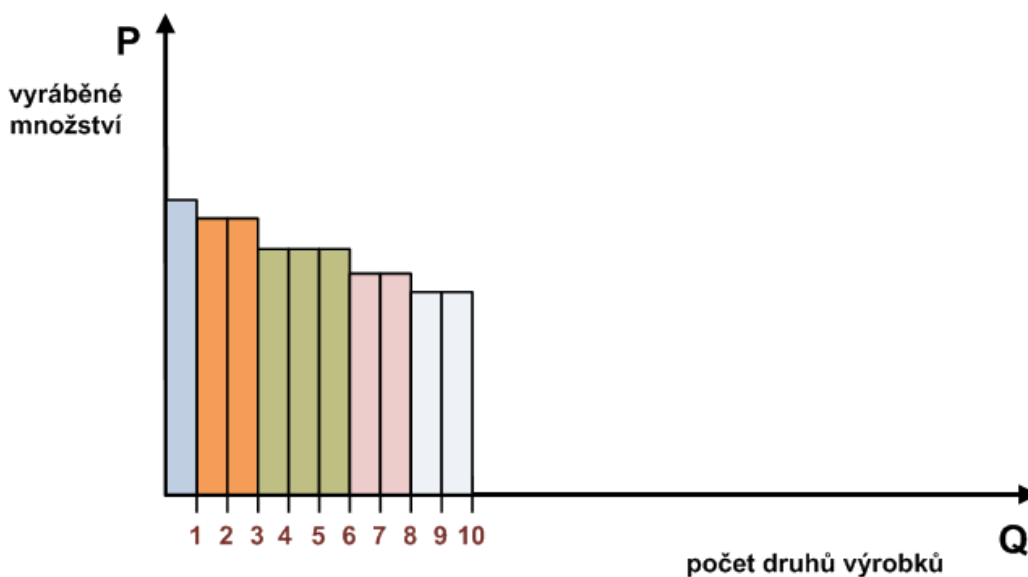
Graf 3 - Kusová výroba [6]

3.1.2 Sériová výroba

Je charakteristická tím, že se zužuje sortiment výrobků a zvětšuje se jejich vyráběné množství, viz Graf 4. Vyrábí se v dávkách. Výroba se opakuje v pravidelných intervalech.

Rozlišujeme tyto typy sériové výroby:

- *malosériová* – vyrábí se 5 až 50 kusů výrobků, používají se zde univerzální stroje a zařízení se speciální výbavou,
- *středně sériová* – vyrábí se 50 až 500 kusů výrobků, používají se zde jednoúčelové stroje,
- *velkosériová* – vyrábí se více než 500 kusů výrobků, používají se zde jednoúčelové stroje.

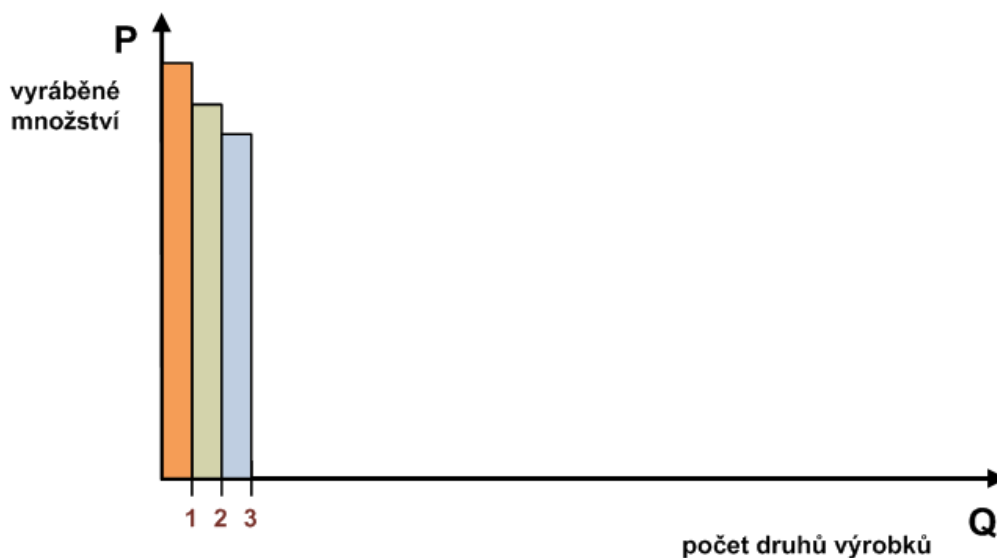


Graf 4 - Sériová výroba [6]

Stroje jsou zde většinou uspořádány *předmětně do linek*. Zde je jednodušší plánování a organizace výroby. U sériové výroby dosahujeme daleko vyšší produktivity práce na rozdíl od kusové výroby. Kvalifikace pracovníků je zde nižší.

3.1.3 Hromadná výroba

Odlišuje se od ostatních výrobních typů tím, že se zde obvykle vyrábí malý počet druhů výrobků ve velkém množství, viz *Graf 5*. Někdy hovoříme o tzv. neomezených množstvích. Je zde vysoká míra opakovatelnosti stejných výrobků. Každá operace se provádí na jednom pracovišti v určitém taktu. Používají se jednoúčelové stroje s velkou výkonností. Jednotlivé operace se provádí na vysoce specializovaných pracovištích. Stroje jsou zde uspořádány v *lince*, která je zásobována materiálem. Produktivita práce je vysoká, kvalifikace pracovníků nízká. Stroje seřizují kvalifikovaní specialisté.



Graf 5 - Hromadná výroba [6]

3.1.4 Další dělení typů výroby

V poslední době se začíná prosazovat rozlišení podle vztahu - vstupní materiál versus výrobek, kde označení písmena mnemotechnicky naznačuje tuto vazbu:

Výroba typu V

- počet finálních výrobků je mnohem větší než počet nakupovaných materiálů,
- charakteristický je totožný technologický postup,
- typickým oborem je ocelářství, textilní průmysl, produkce léčiv. [6]

Výroba typu A

- počet materiálů výrazně převyšuje počet výrobků,
- příznačné jsou zde různé technologické postupy pro různé díly finálního výrobku,
- typickým oborem je těžké strojírenství, letecký průmysl. [6]

Výroba typu T

- výrobek se skládá z omezené množiny součástí,
- obsahuje zcela odlišné technologické postupy,
- typickým oborem je elektrotechnika a výroba spotřebního zboží. [6]

3.2 Základní způsoby rozmístění pracovišť

Navrhujeme-li prostorové rozmístění strojů a pracovišť, vycházíme z výsledků předchozích metod používaných pro návrh daného výrobního systému. Důležité je, aby výsledné rozmístění bylo optimální směrem k hospodárnosti výroby, přímočarosti toku materiálu, bezpečnosti práce či minimální manipulaci.

Platí zde tato zásada, která nám říká, že:

čím budou daná pracoviště účelněji uspořádána, tím budou jednotlivá zařízení daleko lépe využita, tím budou vznikat menší časové ztráty a tím dosáhneme vyšší produktivity práce.

Uspořádání pracovišť ve výrobní jednotce je dáno zejména:

- technologickým postupem,
- typem a úrovní výroby,
- vnitropodnikovou specializací, stupněm standardizace,
- celkovým materiálovým tokem (jeho směrem, intenzitou, délkou, frekvencí a rychlostí pohybu, použitými dopravními prostředky). [6]

Tabulka 4 vyjadřuje základní způsoby uspořádání a jejich použití pro daný typ výroby:

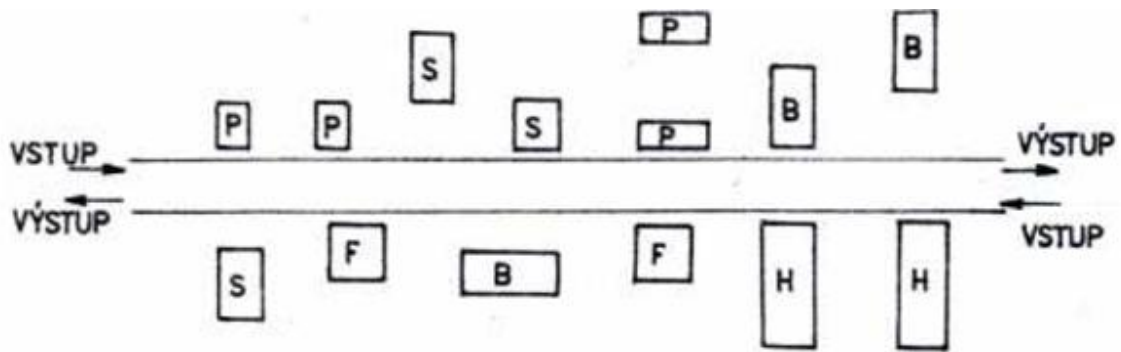
Základní způsoby uspořádání	Typ výroby				
	Kusová výroba	Malosériová výroba	Sřředně sériová výroba	Velkosériová výroba	Hromadná výroba
Technologické	ano	ano	spíše ne	ne	ne
Modulární	ano	ano	spíše ne	ne	ne
Buňkové	ano	ano	spíše ne	ne	ne
Kombinované	ne	ne	ano	ne	ne
Předmětné	ne	ne	někdy ano	ano	ano

Tabulka 4 - Základní způsoby uspořádání pracovišť a jejich použití v závislosti na daném typu výroby

V následujících oddílech jsou popsány základní typy uspořádání pracovišť.

3.2.1 Náhodné uspořádání

Veškeré stroje a pracoviště umístíme do dílny tzv. náhodně. Tento typ uspořádání se používá např. v různých údržbářských, opravárenských či prototypových dílnách tam, kde převládá kusová výroba. V praxi se, ale s tímto způsobem uspořádání příliš často nesetkáváme, neboť se jedná o zcela nevyhovující způsob uspořádání. Někdy také hovoříme o individuálním uspořádání. Volné uspořádání pracovišť je znázorněno níže viz *Obrázek 5*.

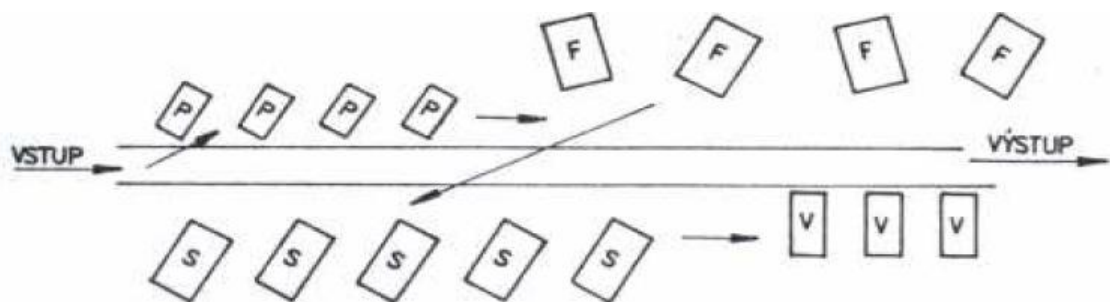


Obrázek 5 - Volné uspořádání pracovišť [1]

Označení: P – pily, S – soustruhy, B – brusky, F – frézky a H – hoblovky.

3.2.2 Technologické uspořádání

Pracoviště jsou uspořádána dle technologické příbuznosti. Např. operace, které se vztahují ke svařování, se uskutečňují ve svařovně, lisování zase v lisovně atd. Toto uspořádání je charakteristické tím, že v obrobě jsou umístěny v jedné skupině pily, frézky, soustruhy, brusky atd. Tvoříme tedy tzv. skupiny stejných druhů strojů. Tento typ uspořádání se používá např. v prototypových, údržbářských či učňovských dílnách tam, kde převládá *kusová* nebo *malosériová výroba* převážně středního až těžkého strojírenství. Technologické uspořádání pracovišť je znázorněno níže viz *Obrázek 6*.



Obrázek 6 - Technologické uspořádání pracovišť [1]

Označení: P – pily, S – soustruhy, F – frézky a V – vrtačky.

Výhodami tohoto uspořádání jsou:

- možnost vícestrojové obsluhy, zejména NC strojů a automatů,
- snadná zaměnitelnost pracovišť a odolnost při poruchách strojů, absenci obsluh,
- lepší kapacitní využití,
- snadnější údržba,
- snazší změny výrobního programu,
- podpora růstu kvalifikace pracovníků. [6]

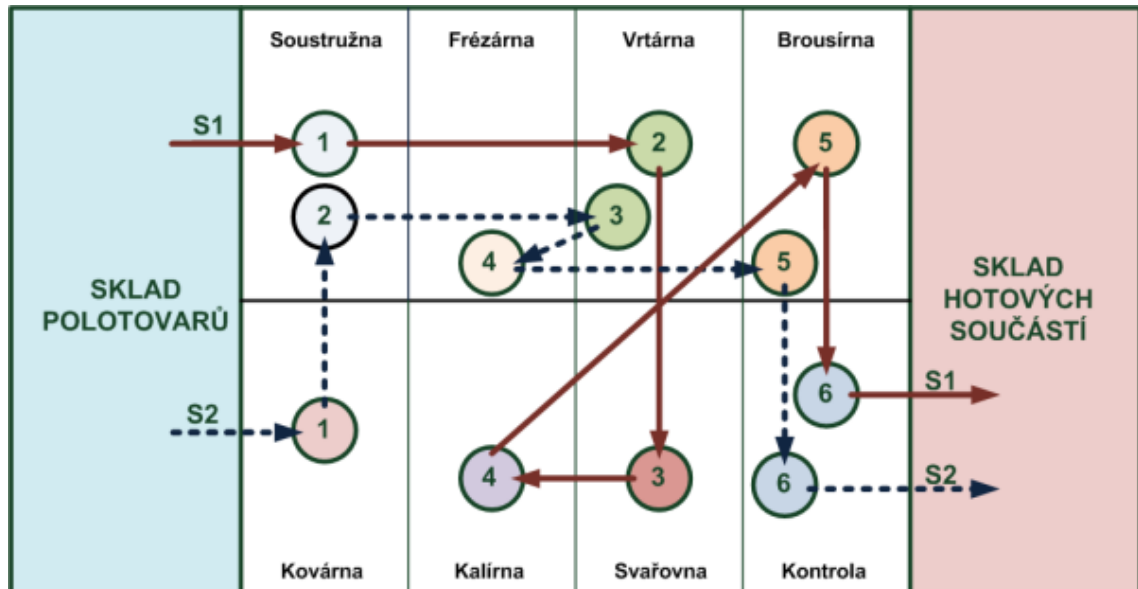
Nevýhodami jsou:

- složitější řízení výroby,
- dlouhé dopravné trasy,
- vyšší rozpracovaná výroba,

[volně upraveno z literatury 1 a 6]

- prodloužení průběžných dob výroby,
- vyšší nároky na plochy,
- vyšší nároky na mezisklady. [6]

Takto vypadají toky materiálu v technologicky uspořádaných provozech bez centrálního meziskladu, viz *Obrázek 7*.

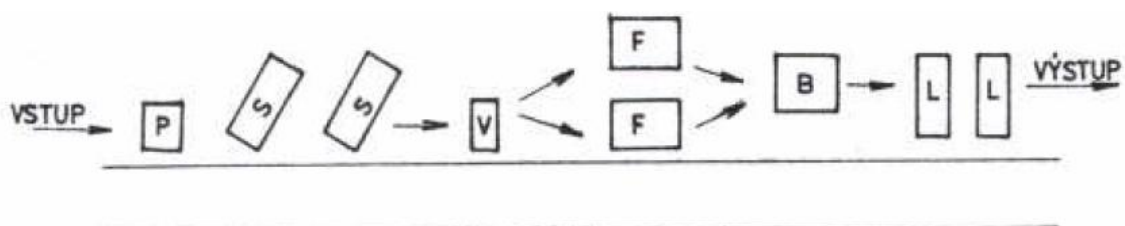


Obrázek 7 - Tok materiálu v technologicky uspořádaných provozech bez centrálního meziskladu [6]

3.2.3 Předmětné uspořádání

Jednotlivá pracoviště umístíme tak, aby odpovídala plánovanému materiálovému toku. Toto uspořádání je vhodné realizovat tam, kde je větší sériovost výroby nebo tam, kde se opakuje výroba po malých sériích. Výrobní linka je jakousi nástavbou pro předmětné uspořádání, neboť nám zajišťuje vyšší stupeň dané výroby. V současné době nám zajistí úplně nejvyšší stupeň výroby tzv. automatická synchronizovaná linka. Ta je charakteristická tím, že má pevně stanovený **výrobní takt**.

S tímto typem uspořádání se nejčastěji setkáváme ve středně těžkém strojírenství tam, kde převládá **velkosériová** či **hromadná výroba**. Kdybychom toto uspořádání realizovali např. u středně sériové výroby, tak nám hrozí to, že materiálový tok nebude ideální pro všechny vyráběné součástky. Předmětné uspořádání pracovišť je znázorněno níže viz *Obrázek 8*.



Obrázek 8 - Předmětné uspořádání pracovišť [1]

Označení: P – pila, S – soustruhy, V – vrtačka, F – frézky, B – bruska a L – lakovny.

Výhodami tohoto uspořádání jsou:

- zkrácení dopravních cest,
- zkrácení průběžných dob,
- nižší nároky na plochy,
- snížení objemu rozpracované výroby. [6]

Nevýhodami jsou:

- obtížnější řešení výpadku zařízení a řešení kapacitních obtíží,
- obtížnější vícestrojová obsluha, případně vyšší nároky na univerzální kvalifikaci obsluhy,
- obtížná změna výrobního programu,
- obtížnější přijímání doplňkového programu (kooperace),
- obtížnější údržba. [6]

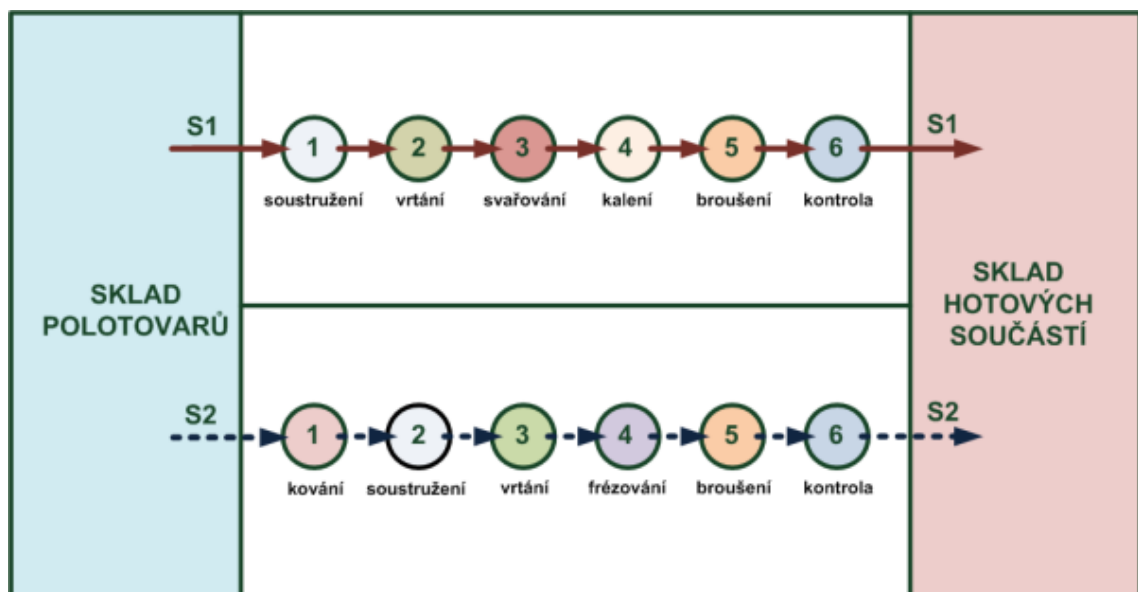
Podle počtu typů a výrobního množství rozeznáváme tato uspořádání:

- linkové,
- hnízdové. [14]

Linkové předmětné uspořádání pracovišť se používá při výrobě většího množství technologicky podobných výrobků. [14]

Hnízdové předmětné uspořádání pracovišť se používá především pro výrobu většího počtu typů a nižšího výrobního množství technologicky podobných výrobků. [14]

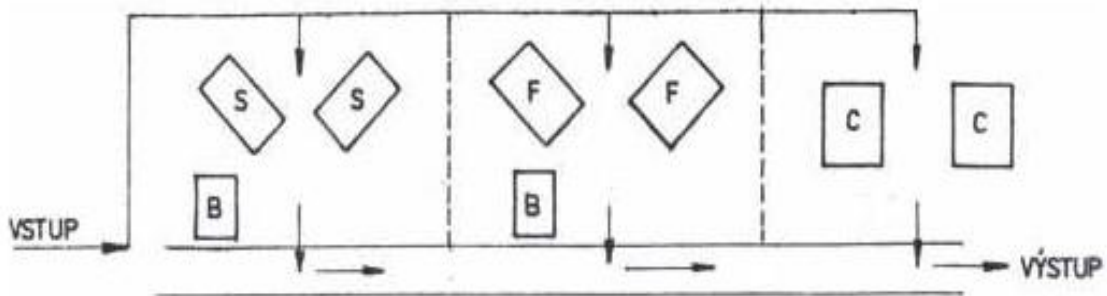
Takto vypadají toky materiálu v předmětně uspořádaných provozech bez centrálního meziskladu, viz *Obrázek 9*.



Obrázek 9 - Tok materiálu v předmětně uspořádaných provozech bez centrálního meziskladu [6]

3.2.4 Modulární uspořádání

Je to nový způsob uspořádání pro stroje či jiná zařízení. Vzniklo v souvislosti s moderní NC technikou. Vytváří se zde tzv. technologické bloky, které se k sobě uskupují. Toto uspořádání je charakteristické tím, že celá výroba je tvořena ze stejných či navzájem podobných skupin pracovišť. Hovoříme o tzv. modulech. Jednotlivá pracoviště dosahují vysoké produktivity práce. Je zde doporučováno, aby tato modulová pracoviště byla zásadně využívána při dvousměnném případně třísměnném provozu. S tímto uspořádáním se nejčastěji setkáme tam, kde převládá středně těžké nebo těžké strojírenství s *kusovou* či *malosériovou výrobou*. Používají se zde především tzv. progresivní stroje. Dalším důležitým aspektem je to, že většina dělníků musí mít dostatečnou kvalifikaci. Modulární uspořádání pracovišť je znázorněno níže viz *Obrázek 10*.



Obrázek 10 - Modulární způsob rozmístění pracovišť [1]

Označení: B – brusky, S – soustruhy, F – frézky a C – cementárny.

Výhodami tohoto uspořádání jsou:

- vysoká produktivita práce,
- zkrácení operačních i mezioperačních časů,
- zkrácení průběžné doby výroby,
- zkrácení manipulačních drah,
- zlepšení organizace práce a řízení výroby. [1]

Nevýhodami jsou:

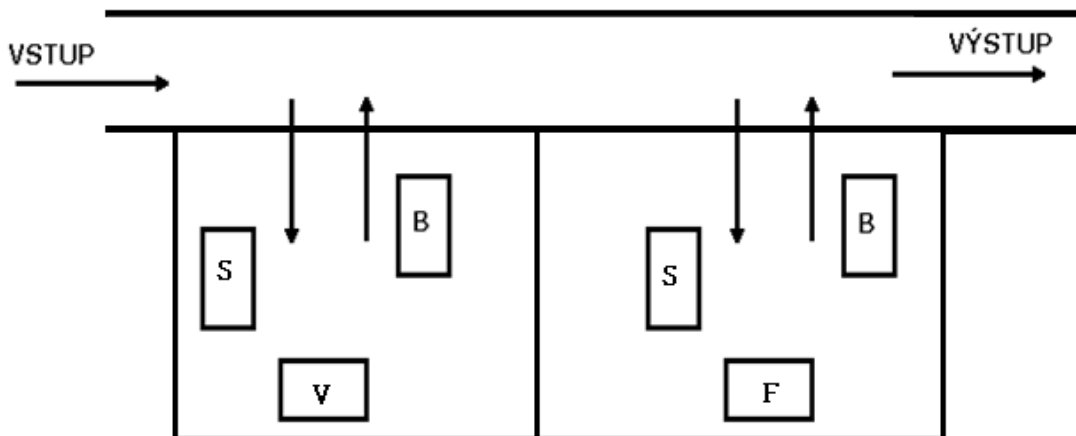
- toto uspořádání klade větší nároky na technickou přípravu výroby,
- vysoká cena strojů a zařízení (cena progresivních strojů a zařízení často neodpovídá zvýšené produktivitě práce). [1]

3.2.5 Buňkové uspořádání

Opět se jedná o poměrně nově vzniklý způsob uspořádání, při kterém vytváříme tzv. modulární organizační jednotky (výrobní buňky, modulární organizace atd.). Výrobní stroje jsou uspořádány v jednotlivých buňkách tak, aby požadavky na přepravu materiálu byly, co možná nejmenší. Můžeme se setkat i s plně automatizovanými či robotickými pracovišti, pak hovoříme o tzv. pružném výrobním systému. Tento typ uspořádání si žádá velmi pečlivou předprojektovou přípravu. S tímto uspořádáním se nejčastěji setkáme tam, kde převládá středně těžké nebo těžké strojírenství s *kusovou* či

[volně upraveno z literatury 1]

malosériovou výrobou. Je zde doporučováno, aby buňková pracoviště byla zásadně využívána ve třísměnných provozech. Buňkové uspořádání pracovišť je znázorněno níže viz *Obrázek 11*.



Obrázek 11 - Buňkové uspořádání [1]

Označení: B – brusky, S – soustruhy, F – frézka a V – vrtačka.

Výhodami tohoto uspořádání jsou:

- vysoká produktivita práce,
- minimalizovaná, automatizovaná, robotizovaná operační i mezioperační manipulace s materiálem,
- zkrácení přísunu nástroje k součástce použitím mikroprocesorů,
- přesné dodržování technologické kázně a tím i zvýšení kvality výroby a snížení zmetkovitosti,
- další návazné výhody plynoucí z výše uvedených, jako je zkrácení průběžné doby výroby, snížení potřeby oběžných prostředků atd. [1]

Nevýhodami jsou:

- toto uspořádání klade větší nároky na technickou přípravu výroby,
- vysoká cena strojů a zařízení. [1]

3.2.6 Kombinované uspořádání

Především u velkých provozů projektant kombinuje různé způsoby uspořádání pracovišť. V praxi se většinou jedná o kombinaci technologického a předmětného uspořádání, které se používá ve středně těžkém strojírenství tam, kde převládá **středně sériová výroba**. Dále se snažíme využít všechny možné výhody, které plynou z obou systémů uspořádání. Všechny použité výrobní stroje a nářadí jsou vysoce univerzální. Pracovníci zde musí být dostatečně kvalifikovaní.

3.3 Tvorba layoutů v závislosti na typu výroby

Layout nám graficky zobrazuje prostorové uspořádání. Rozeznáváme tyto dva typy layoutů:

- **2D layout** – používá se pro následné analýzy např. z hlediska materiálového toku,
- **3D layout** – odhaluje nám výškové parametry.

Layouty se vytváří na základě podmínek trhu a dále podle požadavků konkrétních provozů. Dále také vycházejí z potřeb jednotlivých výrobních systémů.

V layoutu probíhají operace, které dělíme na **technologické** neboli **výrobní** a **netechnologické** tzv. **nevýrobní**. Do technologických operací zařazujeme lidské nebo strojové práce probíhající na daném výrobku. Patří sem i příprava pracoviště a všechny další činnosti, které zvyšují hodnotu výrobku. Naopak operace, které nezvyšují hodnotu výrobku, jako jsou např. přesuny výrobků, kontrola či skladování, zařazujeme do netechnologických operací. Tyto operace jsou však neméně důležité.

Layouty dělíme podle typu výroby na:

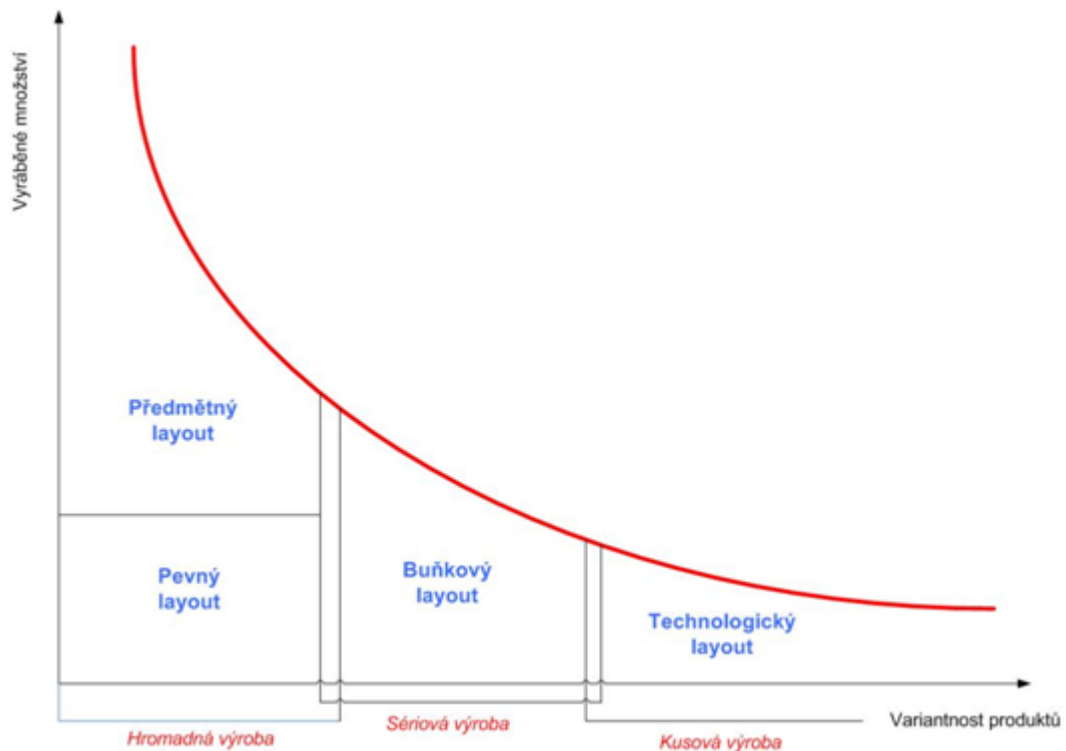
- předmětné,
- technologické,
- pevné.

V praxi, se ale daleko častěji setkáváme s jejich kombinací. Mezi kombinované typy zařazujeme:

- buňkové layouty,
- pružné výrobní systémy.

Všechny typy layoutů jsou zobrazeny níže a to v závislosti na vyráběném množství a variantnosti produktů v P-Q diagramu pro daný typ výroby viz *Graf 6*.

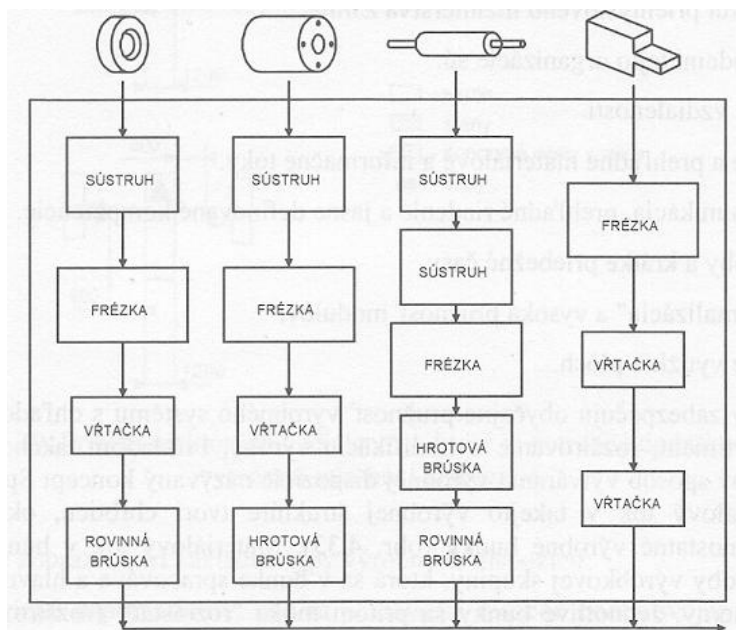
P-Q diagram



Graf 6 - Vztah typu výrobního systému a druhu layoutu [5]

Předmětný layout

Tento layout vychází z předmětného uspořádání, viz *Obrázek 12*. Cílem je uspořádat layout tak, aby bylo dosaženo maximálního, plynulého a rychlého toku výroby. Je zde pevný tok materiálů, který prochází přes výrobní linky a ty mají nastavený **pevný takt**. Mezioperační činnosti jsou minimalizovány, neboť mají nízkou přidanou hodnotu. Po realizaci tohoto typu layoutu je podnik více konkurenceschopný díky nízkým nákladům výroby.



Obrázek 12 - Předmětné uspořádání pracovišť [2]

Výhody:

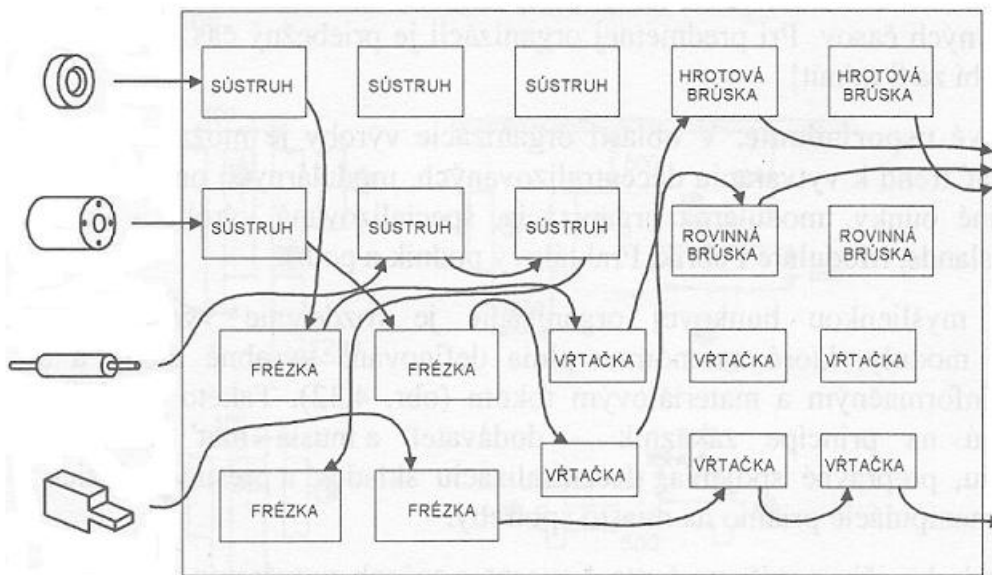
- umožňuje efektivní výrobu,
- díky nízkým nákladům na kus při výrobě dokáže vytvářet peníze na investice do rozvoje,
- nízká kvalifikace práce při vysoké kvalitě výroby,
- nízké materiálové náklady výrobku, řízení toku materiálu je plynulé,
- vysoká angažovanost lidí,
- nevyžaduje zvláštní nároky dispečerského řízení,
- automatizace rutinních činností. [5]

Nevýhody:

- jednotvárnost práce,
- špatná motivace k údržbě strojů a kvality výroby,
- nízká pružnost při změně výroby,
- hroucení systému při poruše nebo absenci materiálu a lidí,
- vysoké náklady na preventivních opravách. [5]

Technologický layout

Tento layout vychází z technologického uspořádání, viz *Obrázek 13*. Je zaměřen na různost výroby a improvizaci. Výrobky procházejí specializovanými pracovišti s podobnými druhy činností (svařovna, obrobna, lakovna...). Průchod výrobků systémem není neměnný a provádí se pomocí transportních výrobků. Velikost výrobní dávky je dána podmínkami výrobního zařízení a ekonomickou funkcí. Roli hraje frekvence zakázek a náklady skladování. [5]



Obrázek 13 - Technologické uspořádání pracovišť [2]

Výhody:

- výrobková flexibilita, široká škála výrobků,
- nízké ovlivnění výpadkem výrobního zařízení,
- zařízení univerzální, flexibilní a nižší náklady na pořízení i údržbu,
- zavedení výroby nového výrobku jednoduché, rychlé a levné,
- vyšší využití kapacit strojů. [5]

Nevýhody:

- podporuje růst nákladů na rozpracovanou výrobu,
- složité řízení průchodu zakázky systémem, složitější řízení lidí,
- velké mezioperační ztráty. [5]

Pevný layout

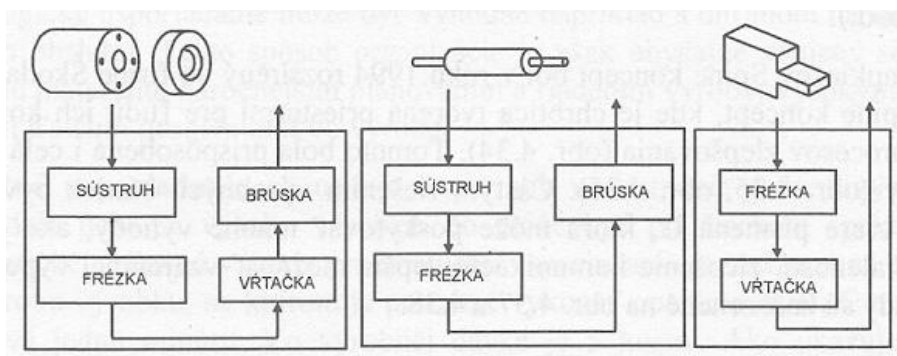
Jedná se zde o netypickou výrobní situaci, kdy je potřeba řízení náročné přípravy a záběhu inovace, řízení zrodu nové podnikatelské příležitosti (např. projekt nového letadla, montáž se provádí na jednom místě a jednotlivé díly se sjíždějí z různých míst). Máme jasně definovaný rozpočet, pevné lhůty a přiřazení zdrojů, které jsou po celou dobu realizace sledovány. [5]

Buňkový layout

Tento layout vychází z buňkového uspořádání, viz *Obrázek 14*. Buňkovou výrobu často definujeme jako činnost výroby, která probíhá převážně v malosériové výrobě. Stroje se zde seskupují do buněk a jsou uspořádány v těsné blízkosti dalších stojů.

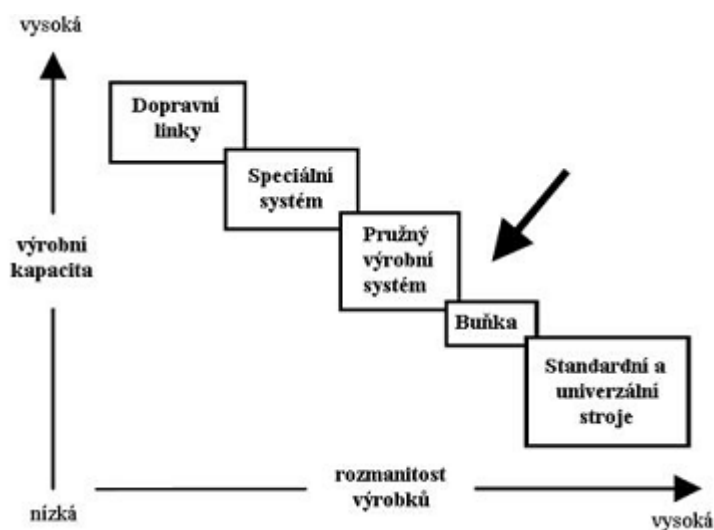
Činnost výroby má významný vliv na:

- uspořádání pracovních stanic a vybavení,
- materiálové zabezpečení,
- organizaci obchodní práce,
- práci v procesu materiálového toku,
- manipulaci s materiálem,
- plánování výroby. [10]



Obrázek 14 - Buňkové uspořádání pracovišť [2]

Buňková výroba se daleko lépe řídí na rozdíl od jiných uspořádání, je ale méně pružná v oblasti výrobního plánování. V buňkách jsou kvalifikovaní dělníci. Dokáží obsluhovat všechny zařízení ve své buňce. Materiál musí být pravidelně dopravován k těmto buňkám, a to v malém množství. Tato výroba je v dnešní době velmi žádaná, neboť nabízí zjednodušení v oblasti toku dílů a dále také snižuje pracovní náklady výrobního procesu zásob. ***V porovnání s dopravními linkami, které vyrábí jednodušší výrobky, je tato výroba o něco pružnější*** viz *Graf 7*, ale je zde zapotřebí dodatečná organizace managementu.

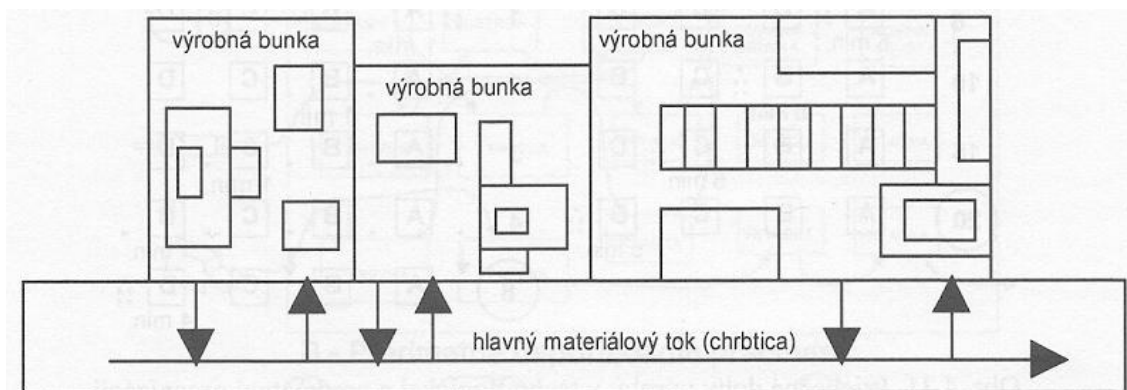


Graf 7 - Typy zavedení výrobních buněk [10]

Pružné výrobní systémy

V praxi se často setkáváme s buňkovou výrobou, která je plně automatizovaná. Hovoříme o tzv. pružném výrobním systému. Veškerá řízení probíhají pomocí počítačů s danými programy. Lidské zásahy se provádějí jen velmi omezeně. Cena takového systému je značně vysoká oproti běžné lidské práci. Vyrábí se zde především malé a často se opakující výrobní dávky. Navrhujeme-li layout, musíme určit i prostorovou strukturu tohoto systému. Příkladem takového řešení může být i tzv. Tompkinsův způsob. Ten je charakteristický tím, že pomocí něho vytváříme danou výrobní dispozici. Jedná se o koncept jakési páteře. Ta je tvořena hlavním materiálovým tokem, který je jednosměrný viz *Obrázek 15*. Okolo páteře jsou rozmístěné jednotlivé výrobní buňky.

Cestou zjednodušování výrobní dispozice směrem k výrobním buňkám je tzv. segmentace výroby. Výsledkem segmentace je vytvoření kapacitního kanálu, který je k dispozici pro zpracování všech výrobků z přiřazené skupiny, což zvyšuje sériovost výroby a přináší výhody výroby ve všech množstvích (přetypování strojů). [2]



Obrázek 15 - Tompkinsův způsob řešení výrobní dispozice [2]

Rozlišují se dvě základní formy segmentace:

- Vertikální segmentace podle jednotlivých typů výrob.
- Horizontální segmentace – v rámci vertikálních segmentů se tvoří segmenty horizontální, tj. snižuje se počet kroků výrobního postupu a komplexnost výrobku. [2]

Při segmentaci se využívají především následující kritéria:

1. Při vertikální segmentaci se využívají hlavně kritéria zaměřená na výrobky:

- Objemy výroby, prognózy odbytu, trendy.
- Typy výrobků – funkce, výrobní postup, montáž apod.
- Struktura odbytu (výroba na objednávku, výroba na sklad). [2]

2. Při horizontální segmentaci se využívají hlavně kritéria vztahující se na výrobu:

- Optimalizace materiálových toků.
- Vyhledání kapacit.
- Technologické podmínky.
- Omezení týkající se výrobního postupu. [2]

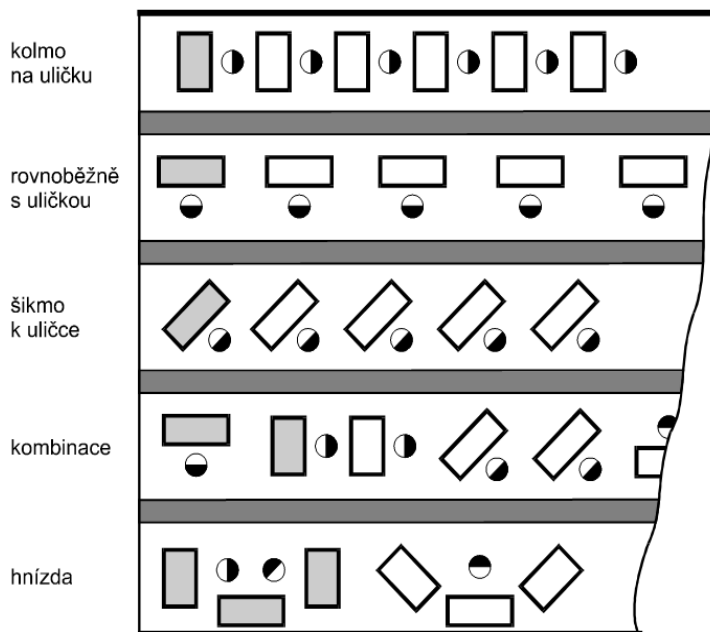
Formy rozmístění strojů v dílně - struktura výrobní základny

Při vytváření layoutu navrhujeme určitou výrobní dispozici neboli prostorovou strukturu daného výrobního systému. Důležité je si uvědomit, že existuje několik forem či struktur výrobních základen. Rozlišujeme:

- 1) *stacionární formu výroby,*
- 2) *dílenskou formu výroby,*

Dílenská struktura je znázorněna níže viz *Obrázek 16.*

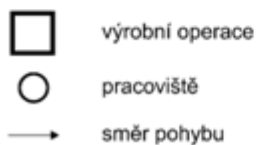
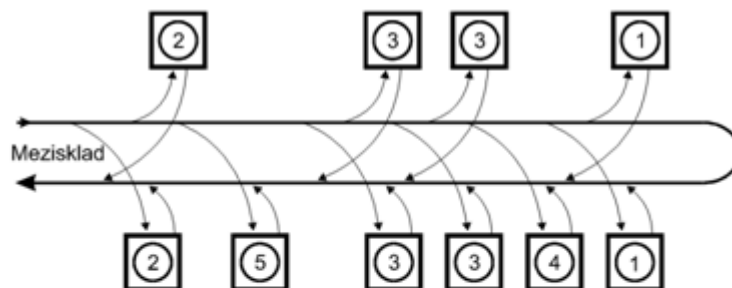
Příklady umístění strojů ve vztahu k uličce.



Obrázek 16 - Dílenská struktura [9]

- 3) *transportně – dispečerskou formu výroby,*

Dispečerská struktura je znázorněna níže viz *Obrázek 17.*



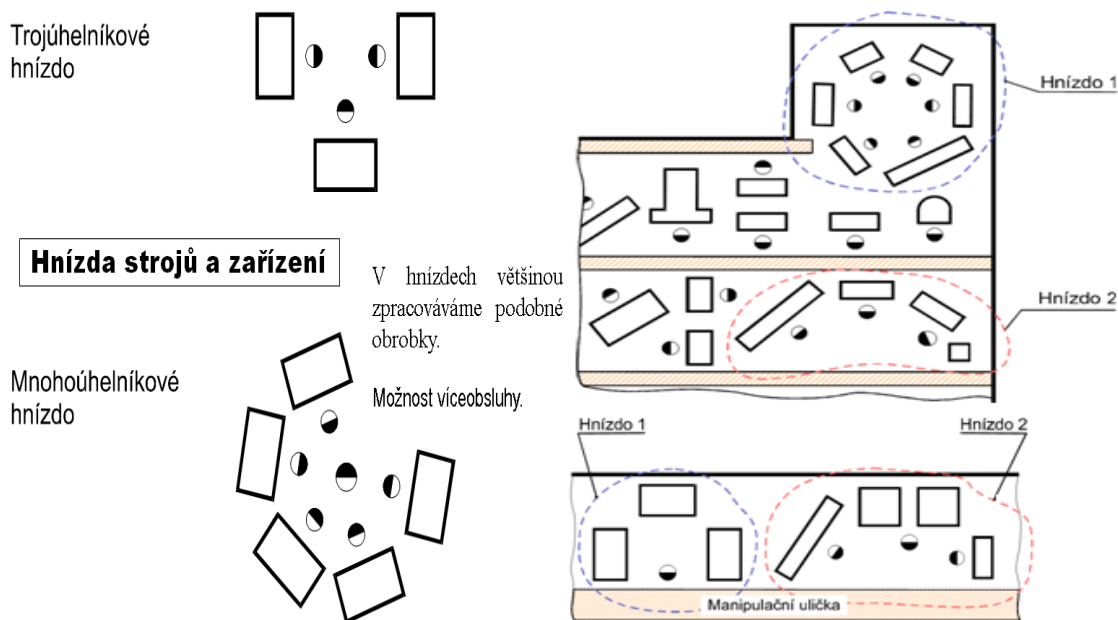
Je využívána především tam, kde máme automatickou mezioperační manipulaci s indukčně vedenými vozíky.

Po každé operaci se výrobek vrací do meziskladu.

Obrázek 17 - Dispečerská struktura [9]

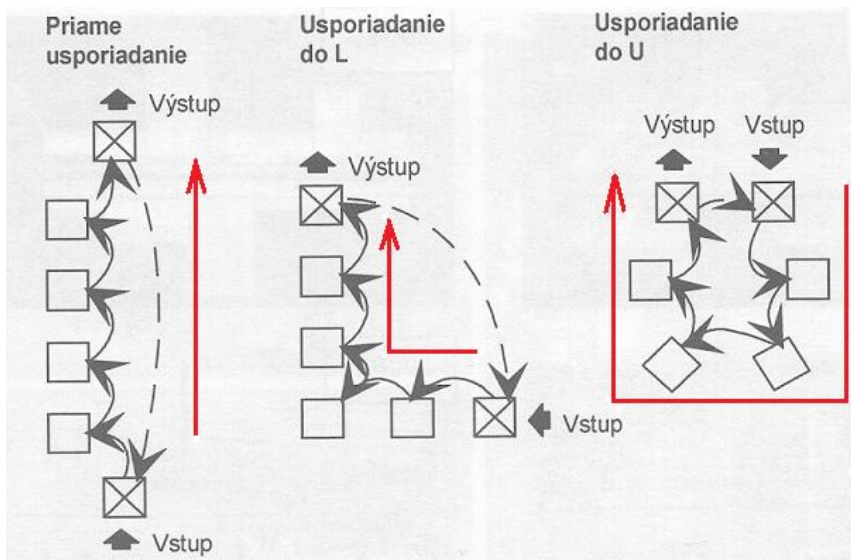
4) hnízdovou formu výroby,

Můžeme vytvářet různé typy výrobních ostrůvků tzv. hnízd, viz *Obrázek 18*. Hnízda se nám vyplatí tam, kde je vícestrojová obsluha. Bohužel se aplikují jen v té výrobě, kde jsou podobné technologické časy.



Obrázek 18 - Hnízda strojů a zařízení [9]

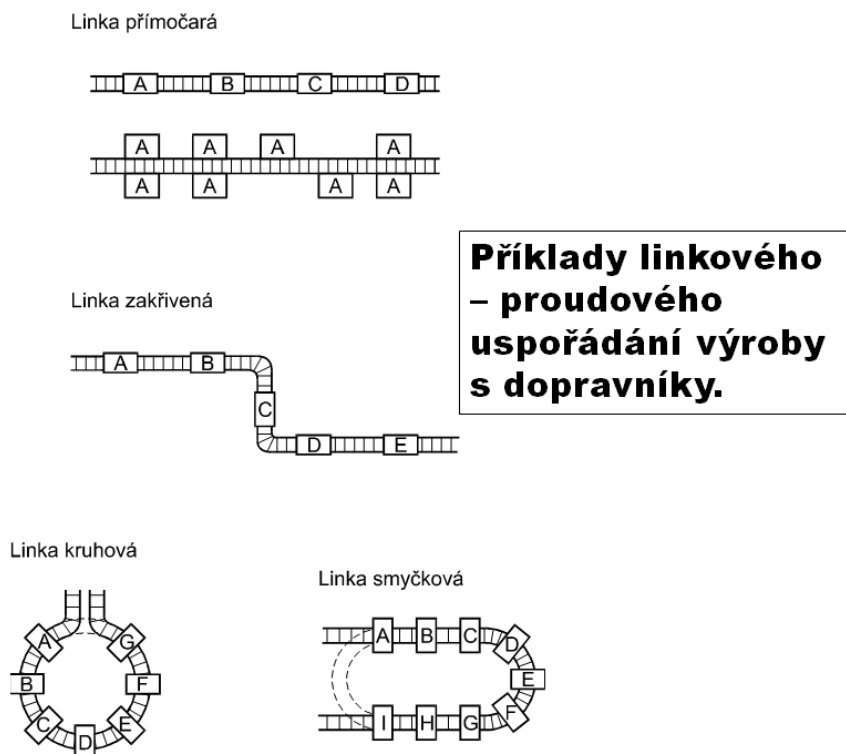
Mezi základní druhy výrobních ostrůvků patří zejména **přímé** rozmístění strojů a zařízení, rozmístění do tvaru **L** a do tvaru **U**. Tato uspořádání k sobě soustřeďují navazující pracoviště. Uspořádání do tvaru **U** je často využívaným řešením ve výrobních buňkách. Toto uspořádání nabízí mnoho výhod, např. nám zkracuje přepravní vzdálenosti, zlepšuje komunikace či zlepšuje vzájemnou výpomoc atd. Tyto tři základní druhy výrobních ostrůvků jsou zobrazeny níže a to ve vztahu mezi daným uspořádáním pracoviště a pohybem pracovníka viz *Obrázek 19*. Červené šipky pak znázorňují hlavní materiálový tok.



Obrázek 19 - Základní typy výrobních ostrůvků [2]

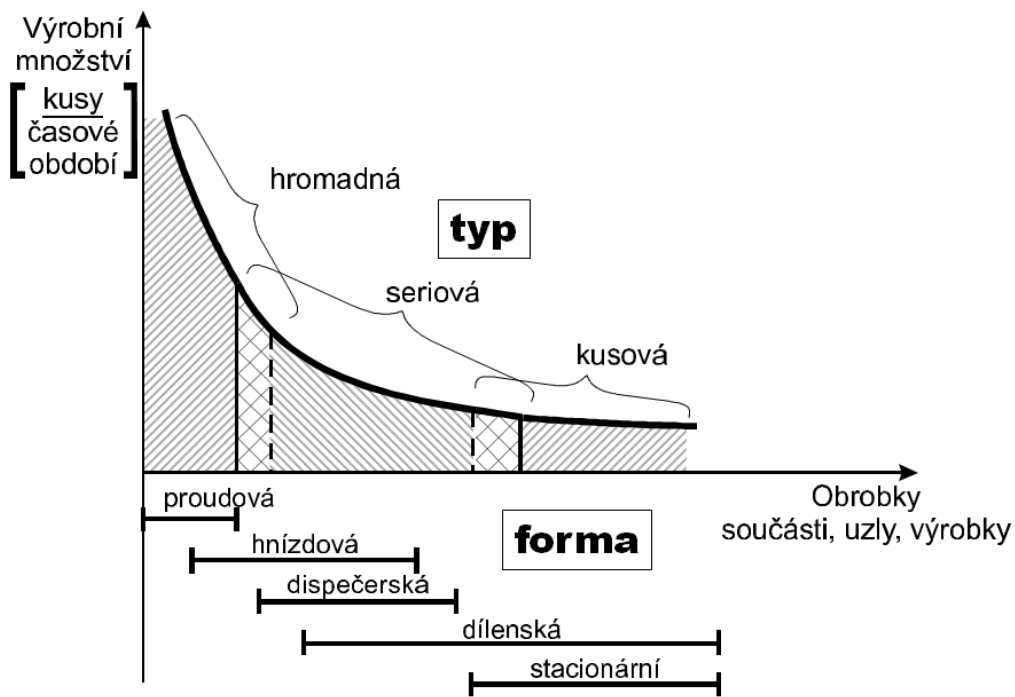
5) proudovou formu výroby.

Proudová – linková struktura je znázorněna níže viz *Obrázek 20*.



Obrázek 20 - Proudová - linková struktura [9]

Všechny formy výroby jsou zobrazeny níže a to v závislosti na vyráběném množství a variantnosti produktů v P-Q diagramu pro daný typ výroby viz *Graf 8*.



Graf 8 - Vazba mezi typem výroby a formou výroby [9]

Tabulka 5 vyjadřuje vhodnost využití určité výrobní formy v daném výrobním typu:

Výrobní forma ↓						
proudová					•	•
hnízdová			○	•	•	
dispečerská			•	•		
díleňská		•	•	•		
stacionární	montážní	•	•			
	automatická		•			
	řemeslná	•	•			
Výrobní typ →	kusová výroba	maloseriová	středněseriová	velkoseriová	hromadná	
		seriová výroba				

Tabulka 5 - Výrobní formy a jejich použití v závislosti na daném typu výroby [9]

4. Kritéria a efekty prostorového uspořádání

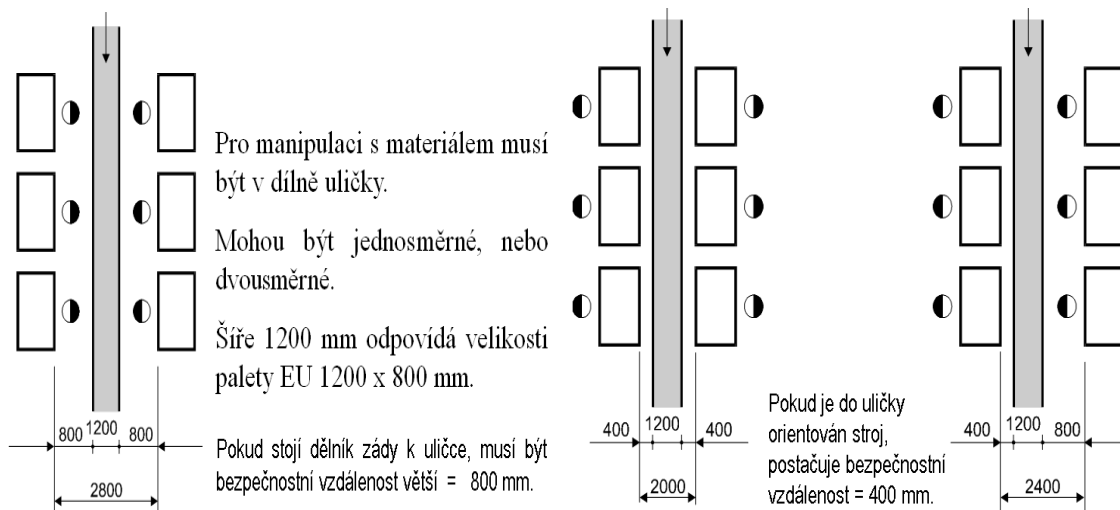
Hlavním kritériem pro prostorové uspořádání výrobních jednotek je materiálový tok výrobku. Jedná se o pohyb polotovarů, materiálů a rozpracovaných výrobků výrobním procesem. Je obvykle charakterizován směrem, intenzitou, frekvencí a rychlostí pohybu. [8]

Důležité je vyloučit případně omezit přerušované pohyby a to mezi danými technologickými operacemi. Dále musíme zajistit především plynulost a rytmičnost pohybů, vyloučit nadbytečné manipulační práce, omezit zbytečné práce a mechanizovat případně automatizovat fyzicky namáhavé manipulační práce.

Manipulace s materiálem zabírá 20 až 90% času z průběžné doby výroby. Hovoříme o tzv. netechnologických časech, které nepřidávají žádnou hodnotu. Tyto časy se snažíme minimalizovat. Průběžná doba výroby (výrobku, odvedených výkonů) je doba od okamžiku vstupu materiálu do výrobního procesu nebo započítání první operace až po ukončení výroby výrobku nebo ukončení výkonu [8]. Do skutečné průběžné doby výroby musíme započítat veškeré časy podmíněně nutných přestávek (přestávky podmíněné režimem práce) i ztráty, které vznikly v průběhu výroby [8]. Průběžná doba výrobku je doba od uplatnění požadavku na výrobu výrobku do okamžiku úplného dohotovení výrobku [8]. Průběžná doba výrobku se skládá z předvýrobní a výrobní etapy [8].

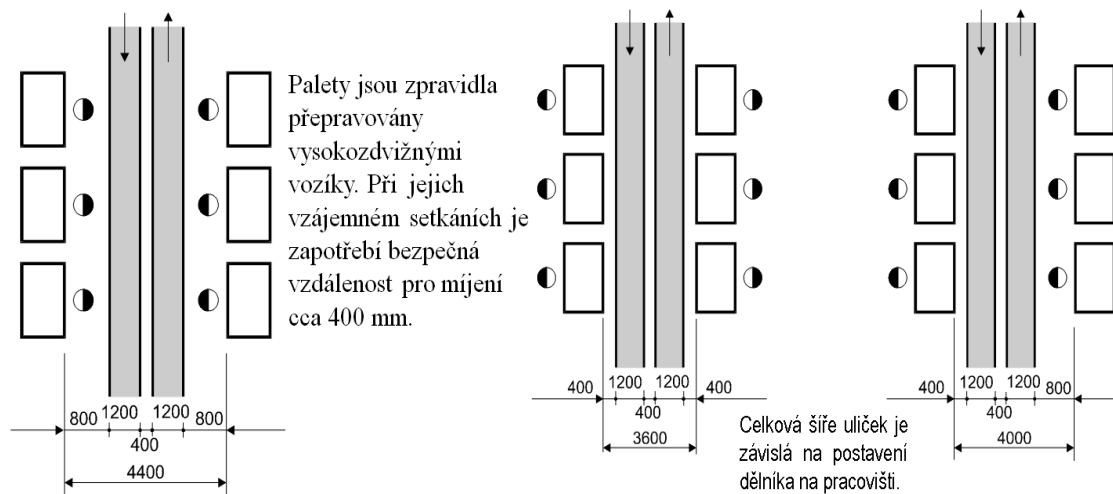
Typy manipulačních uliček a jejich bezpečnostní vzdálenosti

1) jednosměrná ulička,



Obrázek 21 - Jedsměrné uličky [9]

2) dvousměrná ulička.



Obrázek 22 - Dvousměrné uličky [9]

Při optimalizaci materiálových toků vycházíme především z daného množství přepravovaného materiálu a dále také z délky tras, které jsou určeny pro přepravu. Dále je nutné v rámci optimalizace, najít dané parametry, které vycházejí z určitých požadavků.

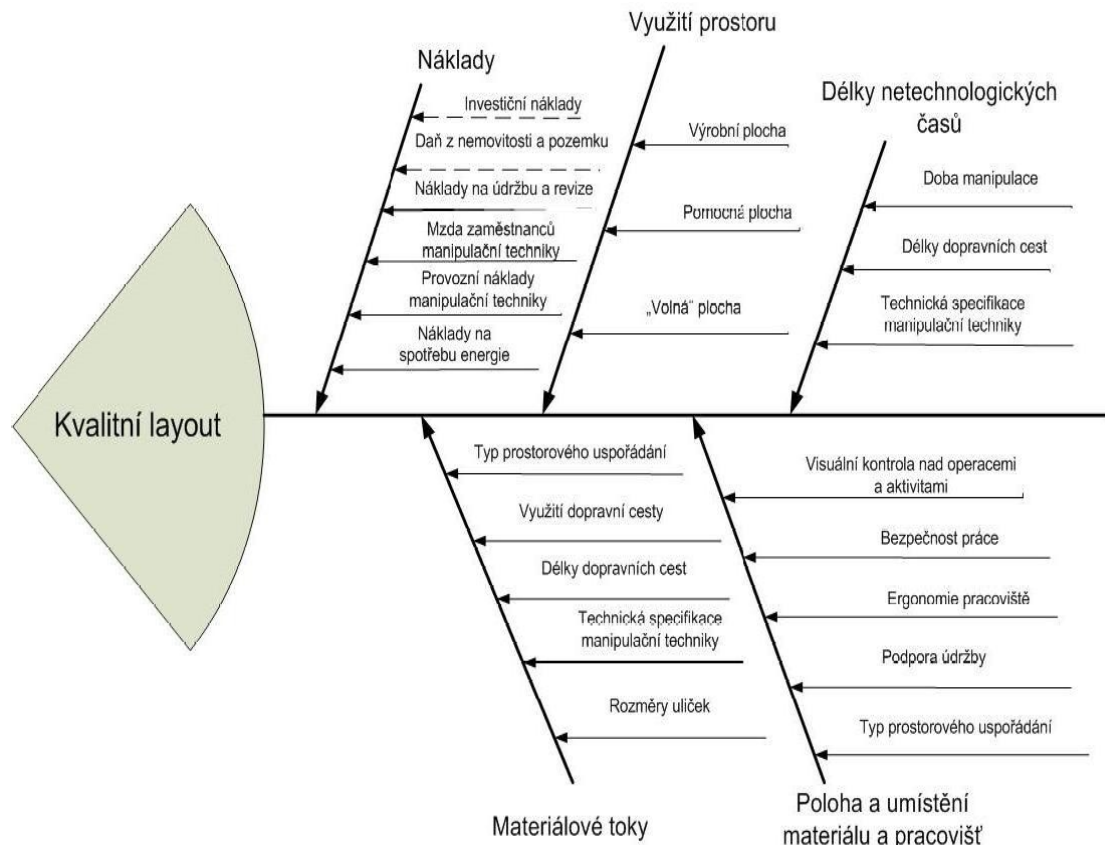
Parametry a kritéria layoutu

Při stanovení parametrů layoutu vycházíme z požadavků pro zvýšení efektivity výrobního systému a z možnosti ovlivnit konkurenceschopnost podniku. Požadavky pro zvýšení efektivity výrobního systému jsou:

- Minimalizovat náklady na manipulaci s materiálem.
- Efektivní využití veškerých prostorů.
- Efektivní využití pracovního prostoru.
- Eliminovat úzké uličky (průchody).
- Usnadnit (ulehčit, zlepšit) vstupy, výstupy a umístění materiálu, produktů a lidí.
- Začlenit pojistné a ochranné opatření; podpora kvality produktu a servisu.
- Podporovat aktivity pro řádnou údržbu.
- Zřídít vizuální kontrolu nad operacemi a aktivitami.
- Zařídit flexibilitu na přizpůsobení se měnícím se podmínkám. [11]

Layout ovlivňuje v oblasti kvality výrobků, dodacích lhůt či nákladů konkurenceschopnost podniku. Rozmístění pracovišť a možná rizika vznikající při manipulaci s materiálem mají zásadní vliv na kvalitu výsledných výrobků. Doba, při které manipulujeme s daným materiálem na pracovišti nebo mezi nimi, má vliv na dodací lhůty. Hovoříme o tzv. nevýrobních časech (netechnologických operacích). Ty je důležité minimalizovat. Dále také nesmíme opomenout na snižování nákladů, které se vztahují jednak na plochy výrobních prostor, ale i na manipulace s materiálem. Jedná se o tzv. provozní náklady.

Stanovená kritéria layoutu a vztah mezi nimi je zobrazen níže viz *Obrázek 23*.



Obrázek 23 - Ishikawův diagram layout [12]

Obvyklé efekty dosahované při optimalizaci prostorového řešení provozu a materiálových toků:

- snížení manipulační náročnosti o 10-40%,
- snížení celkového počtu manipulací s výrobkem v průběhu jeho zpracování o cca 15-35% a z toho plynoucí omezení rizik poškození výrobků a materiálu,
- snížení počtu pracovníků zajišťující materiálové toky v jednotlivých částech procesu (5-20%),
- omezení objemu rozpracované výroby o 20-40% a snížení nároku na plochy pro skladování rozpracované výroby,
- zkrácení průběžné doby výroby a zvýšení produktivity s možností zvýšení podílu kumulované obsluhy pracovišť ve srovnání s lokální obsluhou prostorově odloučených pracovišť o 15-20%,
- zvýšení disponibilní kapacity procesu eliminací ztrátových časů obsluhy a prostojů způsobených čekáním na materiál a polotovary,
- omezení investiční náročnosti snížením nároků na disponibilní plochy. [13]

Realizace projektů optimalizace rozmístění pracovišť a zpracování návrhu layoutu má jednoznačný cíl, najít vysoce efektivní a jednoznačné prostorové řešení s předem definovanými potřebami na umístění technologických celků, zásobníků, skladových a manipulačních ploch a dalších prostorových potřeb provozu minimalizujících požadavky na manipulaci a dopravu, neefektivní ztráty kapacity zařízení a produktivního fondu pracovníků s co nejlepší návazností na ostatní procesy vedoucí k uspokojení potřeb zákazníků. [13]

5. Porovnání linkové a buňkové výroby z obecného hlediska

Linková a buňková výroba je zde porovnána na základě dvou obecných příkladů. První příklad se zabývá výrobou drobné součásti, např. se může jednat o vyráběné podložky. Tento výrobek se vyrábí v linkové výrobě v řádu několika tisíc kusů. Naopak druhý příklad je zaměřen na výrobu tří technologicky velmi podobných součástek. Jedná se konkrétně o „Těleso spojky“, „Víčko“ a „Hřídel“. Tento příklad je zaměřen na buňkovou výrobu. Počet vyráběných kusů se zde pohybuje v řádu stovek.

5.1 Linková výroba

Základní parametry linkové výroby

Snahou je:

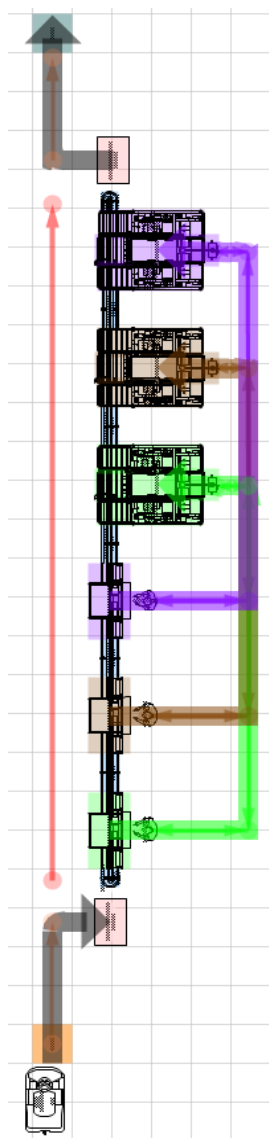
- ↓ - zkracovat materiálové toky,
- ↑ - maximálně a hlavně stejnoměrně vytižit všechny stroje,
- ↓ - minimalizovat (zkracovat) personální toky => nejlépe nulové personální toky,
- ↓ - snižovat čas výroby, tj. maximálně vytižit výrobní systém a to především tam, kde je uplatňován systém tahu,
- měl by se počet dělníků = počtu strojů => ideální stav.

Linková výroba se upřednostňuje tam, kde převládá velkosériová či hromadná výroba. Jedná se o extrémně opakovanou výrobu, většinou drobných součástí, jako je např. výroba podložek, šroubů či matic. Je zde nastavený určitý výrobní takt. Výrobky se vyrábí ve velkém množství, ale variantnost produktů je zde nízká. Většinou se jedná o výrobu pro neznámého zákazníka. Používají se zde jednoúčelové stroje. Pracovníci nemusí být vysoce kvalifikovaní. Flexibilita strojů a pracovníků je v tomto případě nepotřebná. Pracoviště jsou uspořádána předmětně dle plánovaného materiálového toku. Je zde uplatňován princip tahu. Nejčastěji se v praxi setkáme s linkovou výrobou tam, kde je automobilový průmysl.

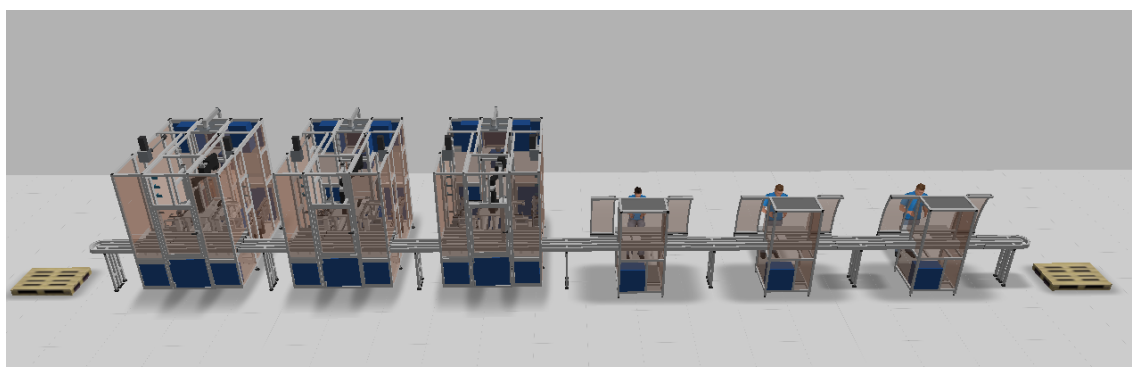
Příklad:

Tento příklad je zaměřen na linkovou výrobu. Porovnávají se zde mezi sebou tři výrobní linky. Každá z nich je navržena do jiného tvaru, přičemž důležitým aspektem je, jaký vliv má prostorové uspořádání pracovišť na personální toky. V programu visTable byly vytvořeny tyto následující výrobní linky:

➤ s *přímým uspořádáním pracovišť*,



Obrázek 24 - 2D layout znázorňující linkovou výrobu s přímým uspořádáním pracovišť



Obrázek 25 - 3D layout znázorňující linkovou výrobu s přímým uspořádáním pracovišť

V této linkové výrobě se vyrábí jeden typ výrobku. Linka se skládá ze šesti pracovišť. Na každém pracovišti je jeden poloautomatický stroj. Dále jsou zde k dispozici pouze tři dělníci. Je zde pevně stanovený takt výroby a to na 60 sekund. Každou jednu minutu vyjede z linky hotový výrobek. Dělník na pracovišti 1, toto pracoviště je zobrazeno úplně vpravo, upne do přípravku obrobek a stiskne tlačítko start na poloautomatickém stroji. Následně stroj vykoná potřebné úkony na obrobku. Mezitím, co stroj pracuje, přejde pracovník z pracoviště 1 na pracoviště 4. Na tomto pracovišti je signalizační světlo, které když svítí, tak signalizuje danému pracovníkovi, že nedokončený výrobek čeká před pracovištěm na zpracování. I zde pracovník upne obrobek a stiskne tlačítko start na LCD panelu poloautomatického stroje. Ten začne zpracovávat daný obrobek. Následně tento pracovník přejde zpět k pracovišti 1 a celý cyklus se opakuje. Stejně tak budou pracovat i další dva dělníci. Pracovník na pracovišti 2 přechází k pracovišti 5 a pracovník na pracovišti 3 přechází k pracovišti 6. Mezi jednotlivými pracovišti je válečkový dopravník, který automaticky přepravuje nedokončené výrobky k daným pracovištím. Je zde uplatňován tzv. souběžný způsob předávání. Důležité je si uvědomit, že jednotliví pracovníci musí přecházet v takovém rytmu, aby **stíhali výrobní takt linky**.

Červená šipka ve 2D layoutu charakterizuje materiálový tok, zelená šipka zase personální tok jednoho pracovníka mezi pracovišti 1 a 4, hnědá šipka personální tok jednoho pracovníka mezi pracovišti 2 a 5 a fialová šipka personální tok jednoho pracovníka mezi pracovišti 3 a 6 viz *Obrázek 24*.

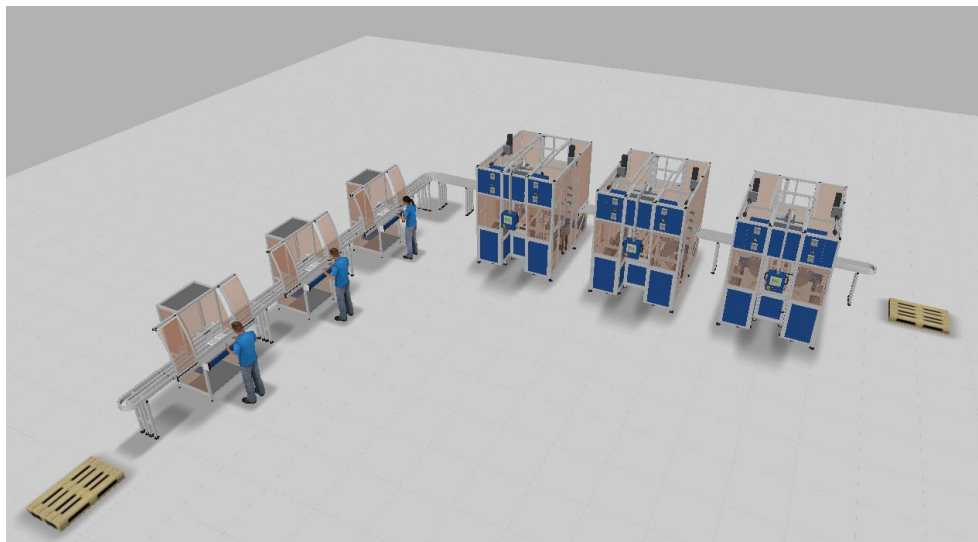
Výsledná analýza personálních toků:



Obrázek 26 - Analýza personálního toku mezi pracovišti 1 a 4



Obrázek 27 - Analýza personálního toku mezi pracovišti 2 a 5



Obrázek 30 - 3D layout znázorňující linkovou výrobu s uspořádáním pracovišť do tvaru L

Výrobní postup je zde stejný jako u přímého uspořádání pracovišť. To samé platí i pro přecházení jednotlivých pracovníků mezi pracovišti. Přechody zde **musí být v souladu** s nastaveným **taktem výroby**. Opět jsou zde k dispozici pouze tři pracovníci. Jediné, co se zde změnilo, je jiné rozmístění pracovišť a to do tvaru **L**.

Červená šipka ve 2D layoutu charakterizuje materiálový tok, zelená šipka zase personální tok jednoho pracovníka mezi pracovišti 1 a 4, hnědá šipka personální tok jednoho pracovníka mezi pracovišti 2 a 5 a fialová šipka personální tok jednoho pracovníka mezi pracovišti 3 a 6 viz *Obrázek 29*.

Výsledná analýza personálních toků:



Obrázek 31 - Analýza personálního toku mezi pracovišti 1 a 4



Obrázek 32 - Analýza personálního toku mezi pracovišti 2 a 5

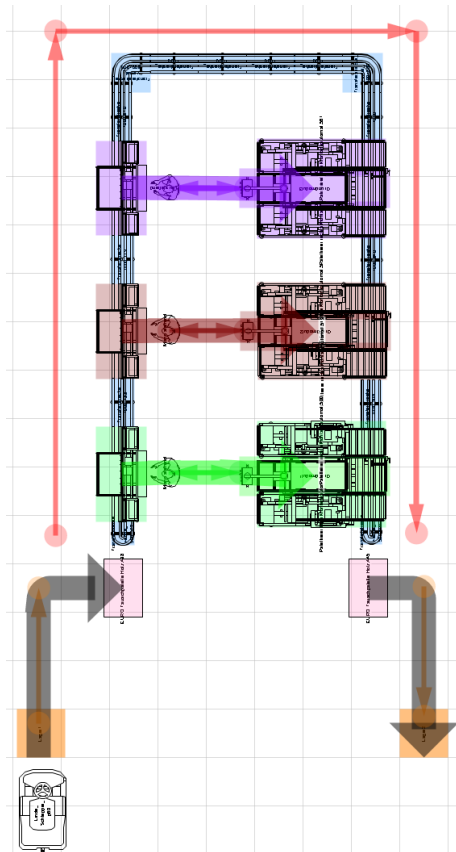


Obrázek 33 - Analýza personálního toku mezi pracovišti 3 a 6

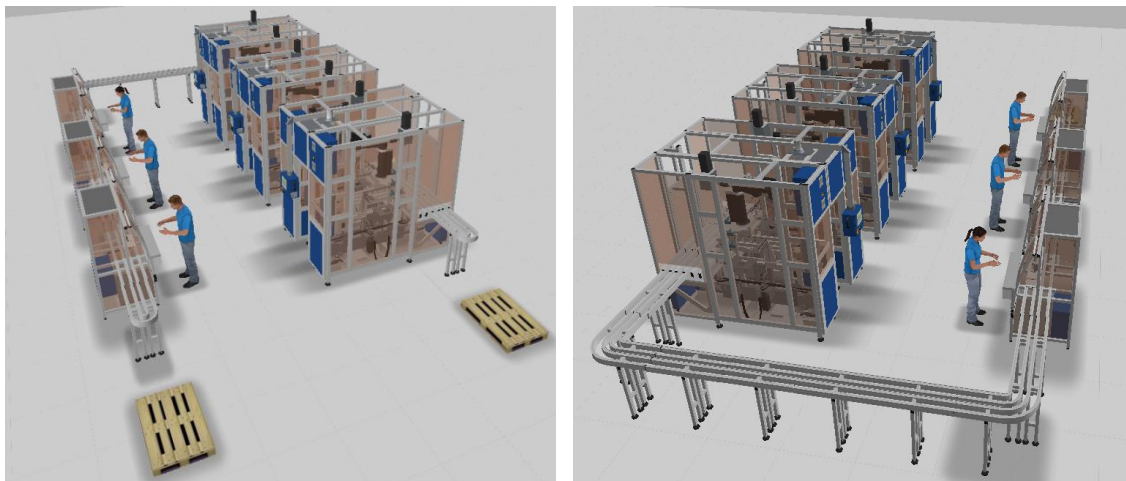
Pracoviště	Vzdálenost mezi pracovišti		Ušetřená vzdálenost mezi pracovišti oproti přímému uspořádání	
	v [m]	v [%]	v [m]	v [%]
1 a 4	11,88	81	2,79	19
2 a 5	11,96	81	2,77	19
3 a 6	12,01	81	2,75	19

Tabulka 7 - Výsledné hodnoty personálních toků

➤ s uspořádáním pracovišť do tvaru U.



Obrázek 34 - 2D layout znázorňující linkovou výrobu s uspořádáním pracovišť do tvaru U

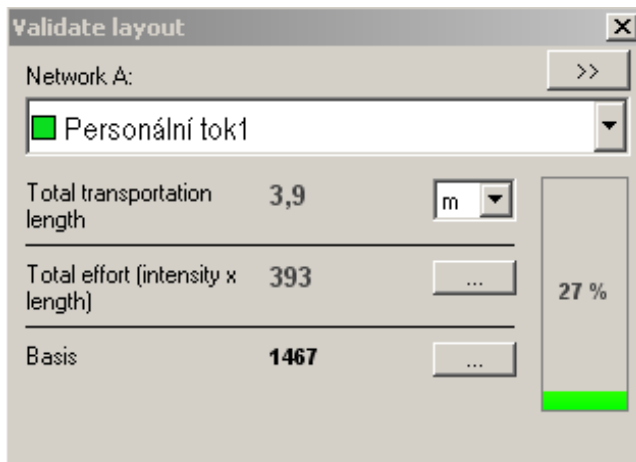


Obrázek 35 - 3D layout znázorňující linkovou výrobu s uspořádáním pracovišť do tvaru U

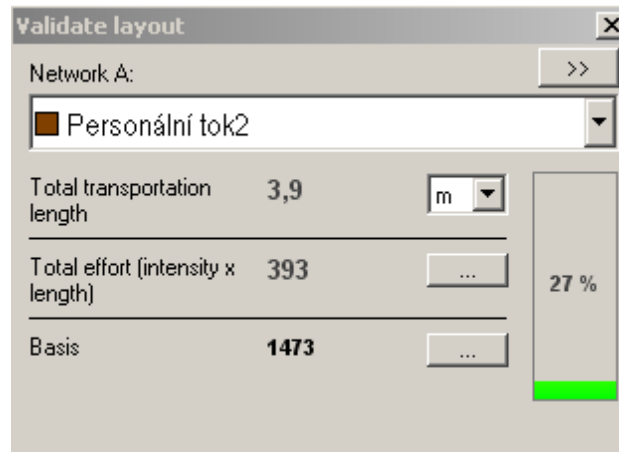
Výrobní postup je opět stejný jako u předchozích uspořádání pracovišť. I zde jsou k dispozici pouze tři pracovníci. Změnilo se však přecházení jednotlivých pracovníků mezi pracovišti. Dělník na pracovišti 1 přechází k pracovišti 6, dělník na pracovišti 2 přechází k pracovišti 5 (tento přechod zde byl zachován) a dělník na pracovišti 3 přechází k pracovišti 4. Dále se zde změnilo i rozmístění pracovišť a to do tvaru U.

Červená šipka ve 2D layoutu charakterizuje materiálový tok, zelená šipka zase personální tok jednoho pracovníka mezi pracovišti 1 a 6, hnědá šipka personální tok jednoho pracovníka mezi pracovišti 2 a 5 a fialová šipka personální tok jednoho pracovníka mezi pracovišti 3 a 4 viz *Obrázek 34*.

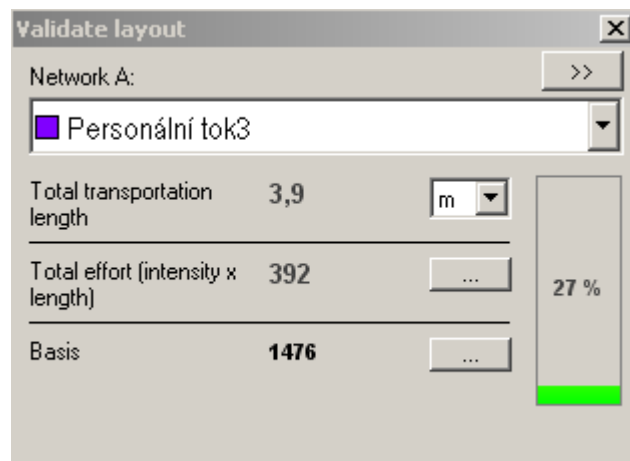
Výsledná analýza personálních toků:



Obrázek 36 - Analýza personálního toku mezi pracovišti 1 a 6



Obrázek 37 - Analýza personálního toku mezi pracovišti 2 a 5



Obrázek 38 - Analýza personálního toku mezi pracovišti 3 a 4

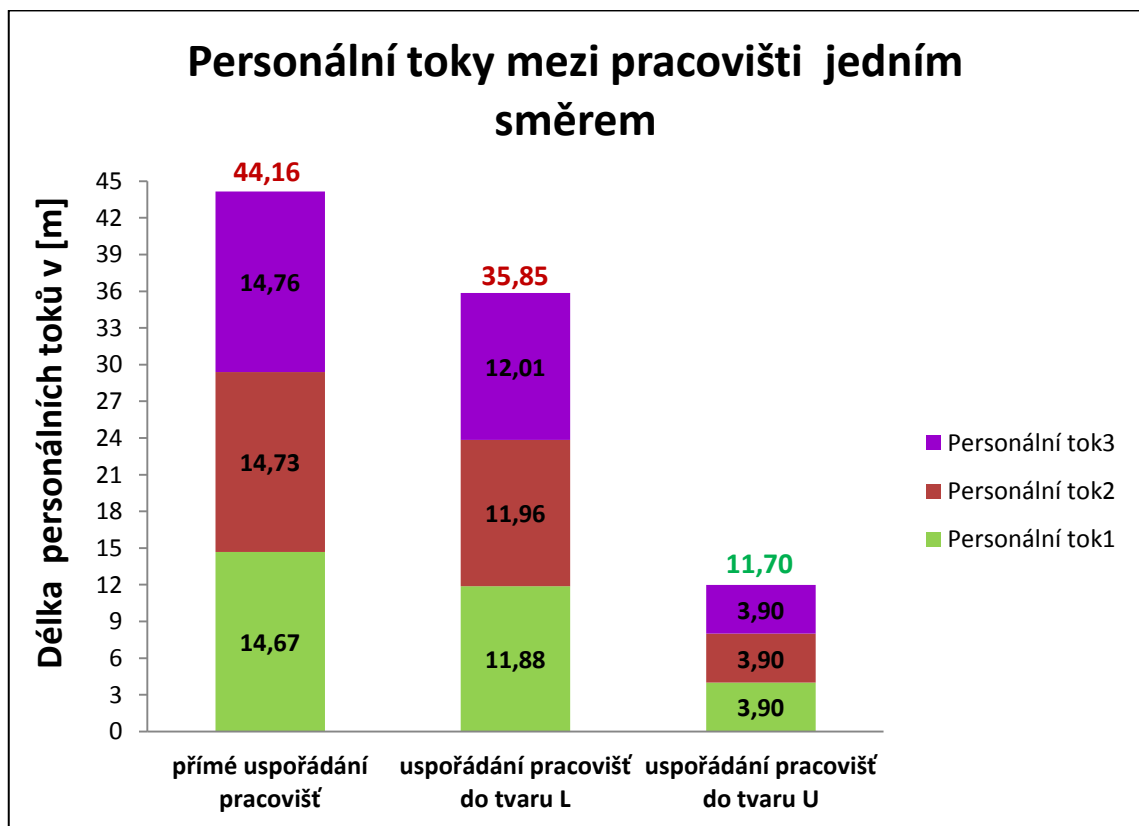
Pracoviště	Vzdálenost mezi pracovišti		Ušetřená vzdálenost oproti přímému uspořádání	
	v [m]	v [%]	v [m]	v [%]
1 a 6	3,90	27	10,77	73
2 a 5	3,90	27	10,83	73
3 a 4	3,90	27	10,86	73

Tabulka 8 - Výsledné hodnoty personálních toků

Výsledné porovnání

Výrobní linka	Potřebná velikost plošné plochy pro rozmístění pracovišť v [m ²]	Součet personálních toků tří dělníků mezi pracovišti a to jedním směrem v [m]
s přímým uspořádáním	95	44,16
s uspořádáním do tvaru L	92	35,85
s uspořádáním do tvaru U	66	11,70

Tabulka 9 - Porovnání výrobních linek



Graf 9 - Grafické vyhodnocení jednotlivých personálních toků u jednotlivých typů uspořádání

Z těchto tří výrobních linek je nejvýhodnější ta linka, která má pracoviště uspořádaná do tvaru **U**. To proto, že jsou zde nejkratší personální toky mezi jednotlivými pracovišti. Celková hodnota těchto personálních toků činí 11,70 metrů, viz Graf 9.

Uspořádání pracovišť do tvaru **U** má v porovnání s **přímým** uspořádáním zhruba o 3,5 krát kratší celkovou vzdálenost personálních toků mezi jednotlivými pracovišti.

Uspořádání pracovišť do tvaru **U** má v porovnání s uspořádáním do tvaru **L** zhruba o 3 krát kratší celkovou vzdálenost personálních toků mezi jednotlivými pracovišti.

Z hlediska personálních toků je vhodné volit uspořádání do tvaru **U**. To proto, že jsou zde nejkratší vzdálenosti mezi jednotlivými pracovišti. Také potřebná velikost plošné plochy pro rozmístění pracovišť je zde nejmenší a to 66 m². Ke zvýšení

produktivity celé linky bylo navrženo, aby se pokud to je možné, zvýšila přepravní rychlost dopravníků mezi pracovišti. Jedná se především o tu přepravní část, která je mezi pracovištěm 3 a 4. Zde nám díky tomuto uspořádání do tvaru U vznikla dosti dlouhá přepravní vzdálenost. Samozřejmě je nastavit přepravní rychlost tak, aby vše bylo v souladu s výrobním taktem linky.

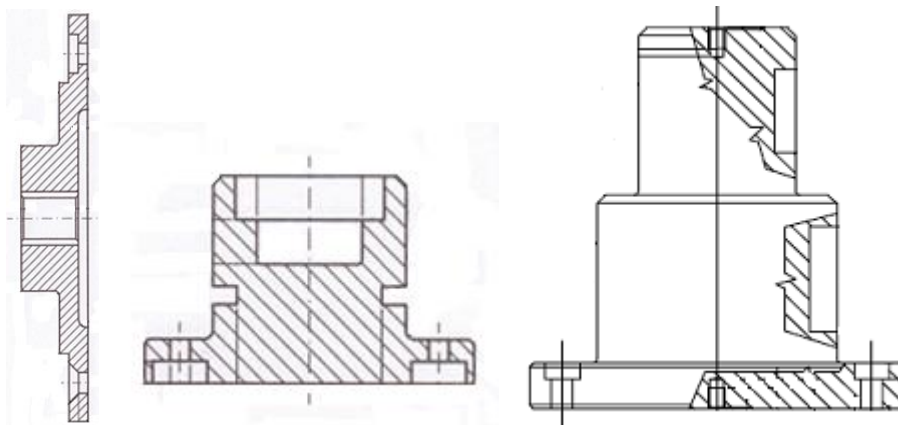
5.2 Buňková výroba

Základní parametry buňkové výroby

Buňková výroba se uplatňuje tam, kde převládá spíše kusová nebo malosériová výroba součástí. Stroje se seskupují do buněk a jsou mezi nimi malé vzdálenosti. Velmi často se zde uplatňuje tzv. hnízdová forma výroby. Dělníci musí být dostatečně kvalifikovaní, neboť obsluhují různé typy strojů v celé buňce. Většinou se jedná o univerzální stroje, které jsou uspořádány předmětně někdy i technologicky. Buňková výroba je charakteristická tím, že se v ní vyrábí malé množství výrobků, ale variantnost produktů je zde vyšší. Obvykle se vyrábí zakázkově pro zákazníka. Tento typ výroby je v dnešní době často používaný.

Příklad:

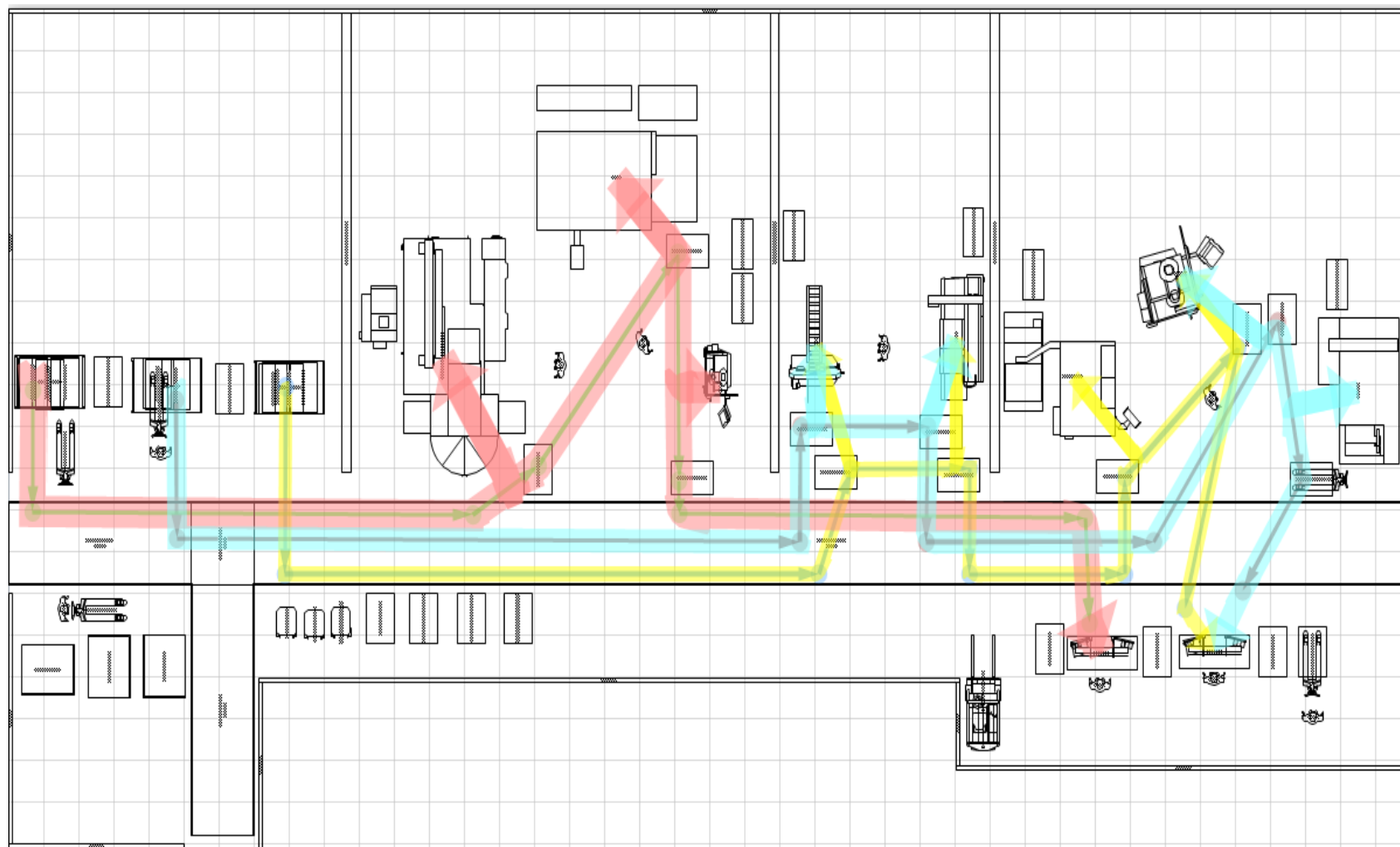
Tento příklad je zaměřen na buňkovou výrobu. Vyrábí se zde tři technologicky velmi podobné součástky, viz *Obrázek 39*.



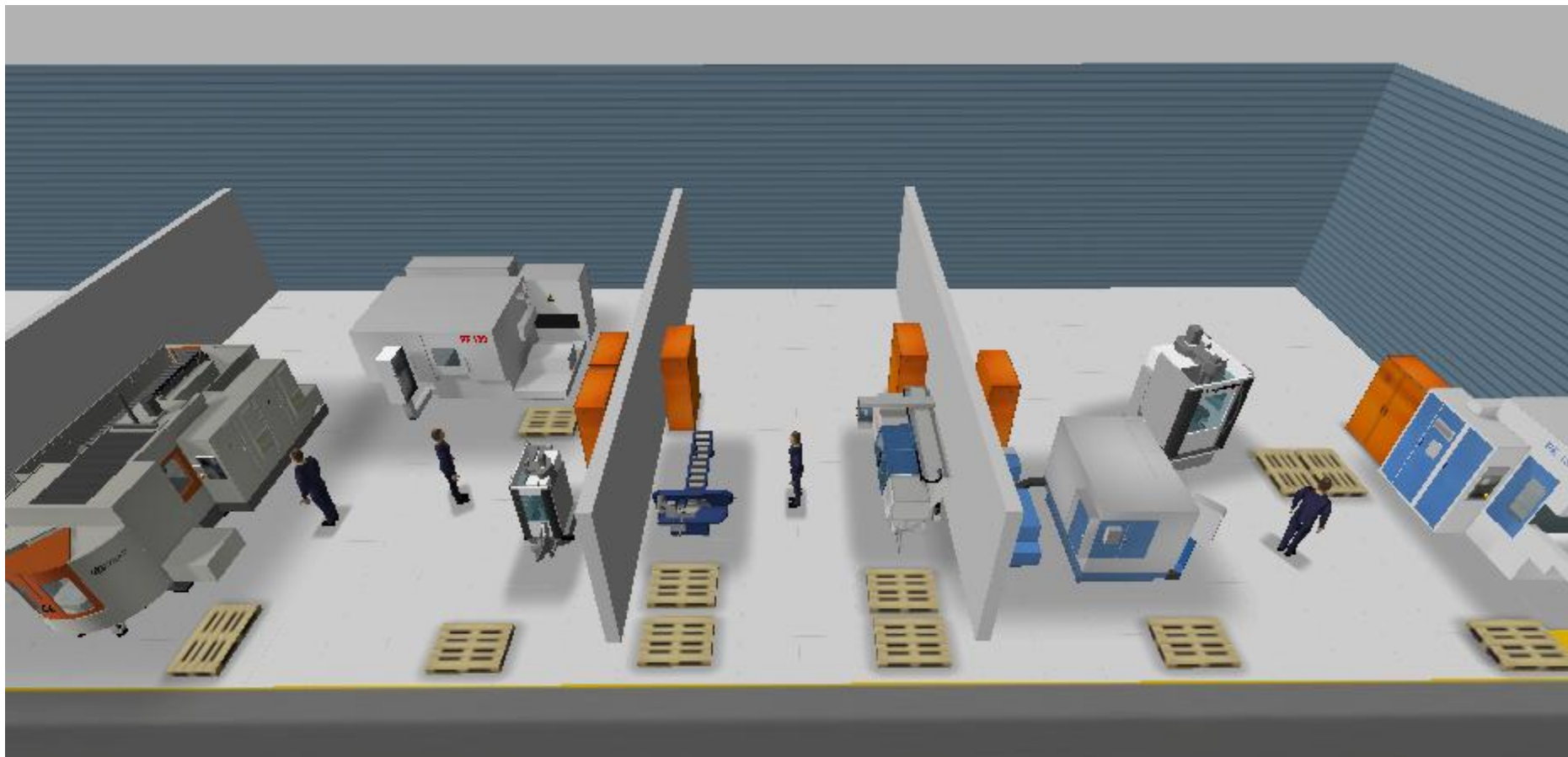
Obrázek 39 - Vyráběné součástky „Těleso spojky“; „Víčko“; „Hřídel“

V této výrobě jsou tři výrobní buňky, viz *Obrázek 41*. Vyrábí se v dávkách. Je zde uplatňován postupný způsob předávání rozpracovaných výrobků mezi pracovišti. Počet vyráběných kusů se zde pohybuje v řádu stovek.

Tato výroba má výhodu v tom, že klade menší nároky na plošnou plochu haly. Je to dáno tím, že stroje jsou zde seskupeny do tzv. buněk, které nám šetří místo ve výrobní hale. „Těleso spojky“ zde vyrábíme v první buňce. Naopak pro výrobu „Víček“ a „Hřídelů“ používáme druhou i třetí výrobní buňku. Nevýhodou této výroby je to, že stroje zde musí být univerzální a dělníci zase dostatečně kvalifikovaní, na rozdíl od předchozí linkové výroby. V této buňkové výrobě musí pracovníci ovládat všechny stroje v buňce, přičemž jeden stroj se může používat na výrobu i více druhů výrobků.



Obrázek 40 - 2D layout znázorňující buňkovou výrobu



Obrázek 41 - 3D layout znázorňující buňkovou výrobu

V **první výrobní buňce** se vyrábí „Tělesa spojek“. Tato buňka má největší materiálový tok. Ten je zde zobrazen pomocí Sankeyova diagramu a to červenými šipkami ve 2D layoutu viz *Obrázek 40*.

*Technologický postup pro výrobu „Těles spojek“ => polotovary se vyskladní z regálu a následně je pomocný dělník zaveze ručním paletovým vozíkem k prvnímu pracovišti tj. k soustruhu. Tento stroj zde obsluhuje jeden dělník. Jakmile se výrobní operace na tomto pracovišti ukončí, převezou se rozpracované výrobky k dalšímu pracovišti v této buňce a to k obráběcímu centru. Po vykonání potřebných operací se rozpracované výrobky přesunou k poslednímu pracovišti a to k protahovačce. Stroje jsou zde uspořádány do tzv. trojúhelníkového hnízda, viz *Obrázek 42*. Obráběcí centrum a protahovačku zde ovládá druhý dělník. Ten mezi těmito pracovišti přechází. Tato buňka má všechna tři pracoviště uspořádaná předmětně dle materiálového toku. V poslední fázi výroby se výrobky tj. „Tělesa spojek“ převezou k pracovišti, kde je kontrola. Ta se nachází na konci této haly.*

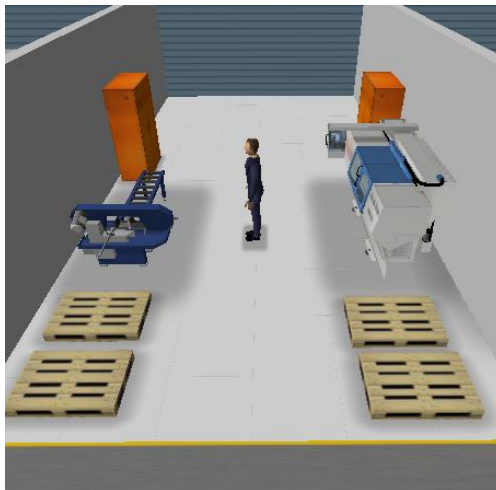


Obrázek 42 - 3D layout znázorňující první buňku, kde se vyrábí „Tělesa spojek“

Druhá výrobní buňka se využívá pro výrobu „Víček“ i „Hřidelů“. Tato buňka má pracoviště uspořádaná také předmětně dle materiálového toku viz *Obrázek 43*. Materiálové toky jsou zde zobrazeny pomocí Sankeyova diagramu a to modrými šipkami pro výrobu „Víček“ a žlutými šipkami pro výrobu „Hřidelů“ ve 2D layoutu viz *Obrázek 40*.

Technologický postup pro výrobu „Víček“ => polotovary se vyskladní z regálu a následně je pomocný dělník zaveze ručním paletovým vozíkem k prvnímu pracovišti tj. k pile. Po dokončení patřičných operací se rozpracované výrobky přesunou k dalšímu pracovišti v této buňce. Jedná se o soustruh. Je zde jeden pracovník, který ovládá pilu i soustruh. Ten mezi těmito pracovišti přechází. Dále se nedokončené výrobky převezou do třetí výrobní buňky, kde se využije vrtačka a bruska.

Technologický postup pro výrobu „Hřidelů“ => polotovary se vyskladní z regálu a následně je pomocný dělník zaveze ručním paletovým vozíkem k prvnímu pracovišti tj. k pile. Po dokončení patřičných operací se rozpracované výrobky přesunou k dalšímu pracovišti v této buňce. Jedná se o soustruh. Je zde jeden pracovník, který ovládá pilu i soustruh. Ten mezi těmito pracovišti přechází. Dále se nedokončené výrobky převezou do třetí výrobní buňky, kde se využije frézka a vrtačka.



Obrázek 43 - 3D layout znázorňující druhou buňku, která se využívá pro výrobu „Víček“ i „Hřidelů“

Třetí výrobní buňka se využívá také pro výrobu „Víček“ i „Hřidelů“. Tato buňka má pracoviště uspořádaná předmětně dle materiálového toku viz Obrázek 44. Materiálové toky jsou zde zobrazeny pomocí Sankeyova diagramu a to modrými šipkami pro výrobu „Víček“ a žlutými šipkami pro výrobu „Hřidelů“ ve 2D layoutu viz Obrázek 40.

Technologický postup pro výrobu „Víček“ => rozpracované výrobky z druhé výrobní buňky se přivezou ke druhému pracovišti, kde se nachází vrtačka. Zde se provedou patřičné operace. Následně se tyto rozpracované výrobky přesunou k poslednímu pracovišti v této buňce a to k brusce. V poslední fázi výroby se výrobky tj. „Víčka“ převezou k pracovišti, kde je kontrola. Ta se nachází naproti této třetí buňce.

Technologický postup pro výrobu „Hřidelů“ => rozpracované výrobky z druhé výrobní buňky se přivezou k prvnímu pracovišti, kde se nachází frézka. Zde se provedou patřičné operace. Následně se tyto rozpracované výrobky přesunou ke druhému pracovišti v této buňce a to k vrtačce. V poslední fázi výroby se výrobky tj. „Hřidele“ převezou k pracovišti, kde je kontrola. Ta se nachází naproti této třetí buňce.



Obrázek 44 - 3D layout znázorňující třetí buňku, která se využívá pro výrobu „Víček“ i „Hřidelů“

V této buňce se nachází jeden pracovník, který ovládá všechny tři stroje. Ty jsou zde uspořádány do tzv. trojúhelníkového hnízda. Mezi těmito jednotlivými pracovišti pak dělník přechází.



Obrázek 45 - 3D layout znázorňující pracoviště kontroly

5.3 Shrnutí

Hlavním cílem této první části diplomové práce bylo pochopit principy linkové a buňkové výroby. Dále pak popsat výhody a nevýhody jednotlivých uspořádání. Dokázat vysvětlit, jaká je závislost tvorby 2D a 3D layoutu na daném typu výroby.

6. Praktická studie provedená ve společnosti Kermi s.r.o.

Diplomová práce je zaměřena na racionalizaci výrobního systému sprchových koutů ve společnosti Kermi s.r.o., která sídlí ve Stříbře. Cílem bylo navrhnout takový typ výroby, který by byl realizovatelný v této společnosti. Důležitým aspektem bylo i nákladové hledisko. V závěru byla porovnána navržená linková a buňková výroba.

6.1 Charakteristika společnosti

Jedná se o výrobní závod v divizi topné techniky a sanitární techniky AFG Arbonia-Forster-Holding AG viz *Obrázek 46*. AFG je akciová společnost, která sídlí v Arbonu ve Švýcarsku. Divize topné a sanitární techniky je největší z 5-ti divizí AFG Arbonia-Forster-Holding AG, v roce 2010 vytvořila obrát okolo 10,5 miliard CZK a zaměstnává okolo 2600 zaměstnanců [15]. Tato divize je vedoucím evropským prodejcem radiátorů a sprchových koutů. Tyto produkty jsou uvedeny na trh pod značkami Kermi, Arbonia, Prolux a Aqualux [15]. Kermi s.r.o. je druhým největším výrobním závodem v této divizi hned po závodu v Plattlingu (Německo), zaměstnává cca 750 pracovníků. Operuje na výrobní a logistické ploše přes 50 000 m² a produkuje ročně více než půl miliónu radiátorů a několik desítek tisíc sprchových koutů. Kermi s.r.o. je v současné době největším zaměstnavatelem ve městě Stříbře na Tachovsku.



Obrázek 46 - Divize koncernu AFG [15]

6.1.1 Historie společnosti

- 1996 Založení Kermi s.r.o., začátek produkce designových radiátorů.
- 1999 První novostavba, začátek produkce konvektorů a topných stěn, počet zaměstnanců překročil 250.
- 2000 Rozšíření pozemku, uvedení do provozu 1. lakovacího zařízení.

[volně upraveno z literatury 15]

- 2002 Stavba haly pro výrobu článkových radiátorů.
- 2003 Stavba nové lakovny, uvedení do provozu 2. lakovacího zařízení, počet zaměstnanců překročil 500.
- 2004 Komplettní převzetí výroby trubkových radiátorů pro značku ARBONIA.
- 2007 Stavba školícího centra.
- 2009 Uvedení do provozu chromovacího zařízení.
- 2010 Začátek stavby výrobní haly k převzetí dalších produktů topných těles.
- 2011 Start s přímými dodávkami našich zákazníků pro značku ARBONIA. Komplettní převzetí produktů ze sesterského podniku v Riese, počet zaměstnanců překročí 750. [15]



Obrázek 47 - Areál společnosti Kermi s.r.o. ve Stříbrě [15]

6.1.2 Modelové řady vyráběných sprchových koutů

Kermi s.r.o. se sídlem ve Stříbrě vyrábí sprchové kouty programu **CADA**. Jedná se o výrobky vysoké kvality za přijatelnou cenu. Vyrábí se zde mnoho tvarových a rozměrových variací cca 17 různých typů sprch a to buď v odstínu stříbrné s vysokým leskem, nebo v barvě bílé. Výplně jsou z tvrzeného bezpečnostního nebo syntetického skla [16].

Přehled modelových řad



Obrázek 48 - Vyráběné typy sprchových koutů [17]



Obrázek 49 - Vyráběné typy sprchových koutů [17]



Obrázek 50 - Vyráběné typy sprchových koutů [17]



Obrázek 51 - Vyráběné typy sprchových koutů [17]



Obrázek 52 - Vyráběné typy sprchových koutů [17]

Zbývající **Walk-in**, **Pantové** a **Profilové** programy sprchových koutů se vyrábí v Plattlingu, Německu. Tyto modelové řady sprchových koutů jsou charakteristické jednak exkluzivním designem, který splňuje nejvyšší nároky zákazníků a dále i snadnou údržbou. Převážně se jedná o celoskleněné provedení.

6.2 Analýza současného stavu

Na počátku bylo důležité se s daným výrobním systémem seznámit. Na základě pohovorů s mistrem, přípravařem a kvalitářem výroby se získaly důležité informace z praktického hlediska. Na tomto základě si člověk následně udělal představu o chodu této výroby. Na první pohled bylo jasné, že ve výrobě je mnoho mezioperačních zásob u jednotlivých pracovišť a také dlouhé průběžné doby výroby. Další nevýhodou tohoto systému jsou neplynulé materiálové toky. Dále se vyzorovalo, že jakmile dojde pracovníkovi na pracovišti daný materiál, musí si pro něj následně sám dojít a to do meziskladu. Ten se nachází v první polovině haly. Zde se skladují dlouhé i krátké profily. Do klecí se umísťují ty dlouhé profily, viz *Obrázek 53* a do přepravek naopak ty krátké viz *Obrázek 54*, které jsou uskladněny v regálu. Pracovníci se tak pohybují s materiálem ve velkých vzdálenostech.



Obrázek 53 - Manipulační jednotky „klece“ [18]



Obrázek 54 - Manipulační jednotky „plastové přepravky“ [18]

Další manipulační jednotkou, která se v této výrobě používá, jsou stojany určené pro skla, viz *Obrázek 55*.



Obrázek 55 - Manipulační jednotky „stojany pro skla“ [18]

6.2.1 Současný layout výroby

Layout současného stavu ve výrobě sprch byl převzat z interních podkladů společnosti Kermi s.r.o., byl vytvořen ve spolupráci s Fakultou strojní v Plzni v roce 2010. Tento layout se vytvářel pomocí softwaru visTable. Důležité tehdy bylo přesně znázornit jednotlivá pracoviště, skladovací prostory a další důležité prvky ve výrobě z hlediska rozměrů. Níže je zobrazen současný 2D layout výroby viz *Obrázek 56*.

V první polovině haly se nachází tato pracoviště:

- DA 70 – myčka,
- DA 71 – klínovačka,
- DA 10, 11, 12, 13 – pily,
- DA 20, 21, 22, 23, 24 – lisy,
- DA 39 – lepení,
- DA 40 – kompletace pytlíků,
- DA 41 – předmontáž,
- DA 42, 43 – předmontáž „rolničky“.

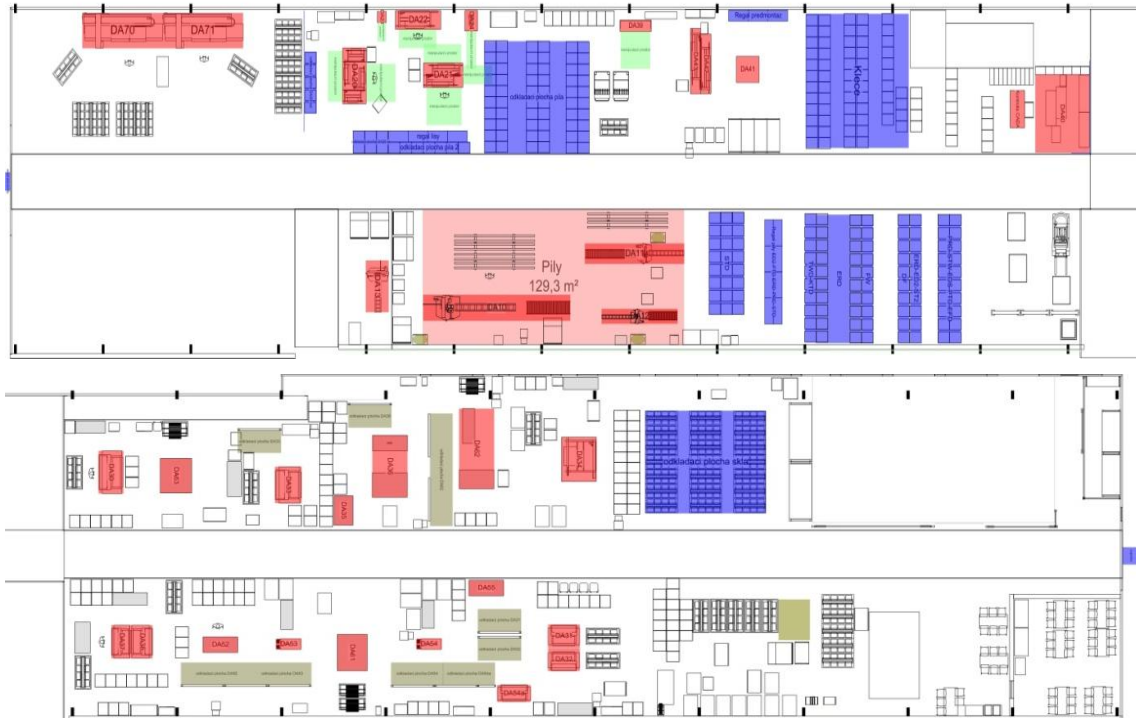
U všech těchto pracovišť je uplatňován princip **tlaku**, tj. vyrábí se zde **nezakázkově**. Tato pracoviště nejsou znormována. Dalším problémem jsou pily, které řezou celé balíky profilů. Pilaři tak rozřezou i ty typy profilů, které v tu chvíli nejsou potřeba. Proto se v tomto výrobním systému vytváří tak velké mezizásoby.

V první polovině haly se nachází mezisklad. Zde jsou skladovány jednotlivé koše s danými typy profilů, které jsou připraveny pro následnou montáž. Za pracovištěm pil jsou regály, ve kterých jsou uskladněny přepravky s krátkými profily. Celý tento mezisklad je zobrazen na 2D layoutu a to modrou plochou viz *Obrázek 56*. Na 3D leteckém snímku je znázorněn pomocí zelených košů viz *Obrázek 57*.

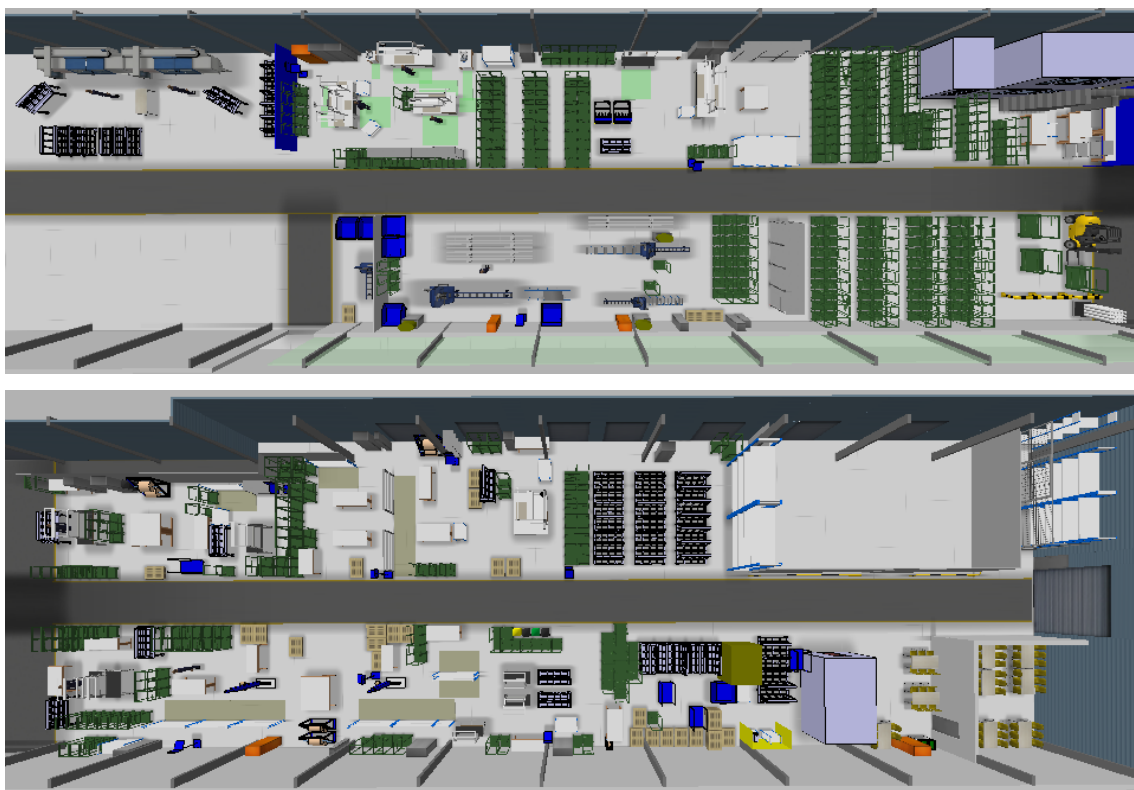
Ve druhé polovině haly se nachází tato pracoviště:

- DA 30 – montáž dveří PRD a ERD,
- DA 33 – montáž dveří PTD, EFD, EDS a ráků PRD, EFD, EDS,
- **DA 63 – balení ERD, PTD, PRD, EFD a EDS,**
- DA 34 – montáž dveří STW a stěn TWD,
- DA 55 – kompletace zástěn DF(T),(S),(E), dveří STW a ráků STW,
- DA 35 – montáž dveří FW2 a FW3,
- DA 36 – montáž dveří KTD, ráků KTD a kompletace zástěn FW2 a FW3,
- **DA 62 – balení TWD, KTD, DF(T),(S),(E), STW, FW2 a FW3,**
- DA 31 – montáž ráků ERD, ST2 a ED2,
- DA 32 – montáž dveří ED2, ST2 a ráků ERD,
- DA 54a – kompletace dveří ED2 a ráků ED2,
- DA 55 – kompletace dveří ST2 a ráků ST2,
- DA 54 – kontrola ED2 a ST2,
- **DA 61 – balení ED2, ST2, STD a FTD,**
- DA 37a – navlékání gumových těsnění na dveře STD,
- DA 37 – montáž dveří STD,
- DA 38 – montáž dveří FTD,
- DA52 – kompletace dveří STD, FTD a ráků STD, FTD,
- DA 53 – kontrola STD a FTD.

U všech těchto pracovišť je uplatňován princip **tahu**, tj. vyrábí se zde **zakázkově**. Pracovníky na jednotlivých pracovištích velmi špatně vidíme z manipulační uličky. Je to způsobeno tím, že kolem těchto pracovišť je velké množství košů s různými profily. Jedná se o mezioperační zásoby. Takto uspořádaná pracoviště jsou značně nepřehledná.



Obrázek 56 - Současný 2D layout výroby [18]



Obrázek 57 - Současný 3D letecký snímek výroby [18]

Zelené koše u jednotlivých montážních a balících pracovišť ve druhé polovině haly vytvářejí velké mezioperační zásoby. Tyto koše značně znehledňují daná pracoviště. Pracovníky lze jen těžko spatřit z hlavní uličky.

Pracoviště myčky DA 70 a klínovačky DA 71

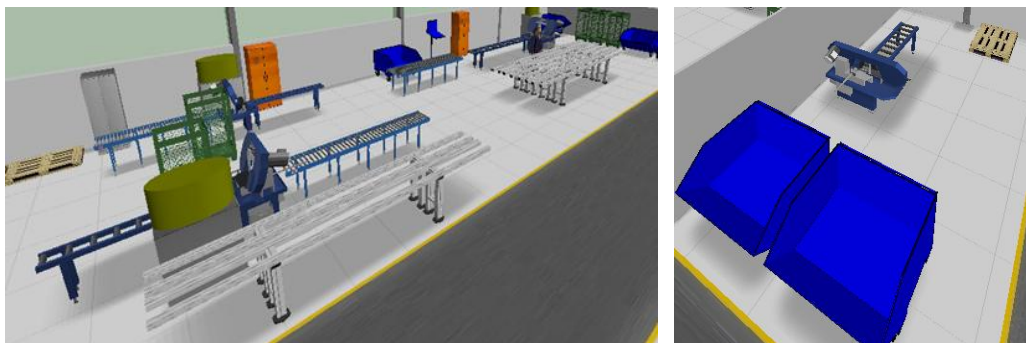
Na pracovišti DA 70 jsou skla umyta a poté je na ně nanese vrstva, která zaručuje po určitou dobu lepší stékání vody. Důležité však je, aby přivezená skla měla okolní teplotu, která panuje v hale. V zimním období mívají často teplotu pod bodem mrazu. Pokud by se totiž studené sklo dalo do myčky, v tu chvíli by se zdeformovalo, tj. roztříštilo na malé kousky. Proto musí být u pracoviště DA 70 odstavná plocha na tyto skla. Umytá a ošetřená skla se přesouvají dále k pracovišti DA 71. Zde se zařezávají (klínují). Klínovačka je úzce propojena s myčkou. Takto připravená skla se následně odváží na druhý konec haly, kde je pro ně vymezena odkládací plocha. Tento materiálový tok, je ale značně neefektivní. Pokud je tato plocha zaplněna, odváží se připravená skla do hlavního skladu. Podle potřeby se potom následně rozváží k daným montážním pracovištím. Na pracovišti DA 70 pracuje jeden dělník, to samé platí i pro pracoviště DA 71.



Obrázek 58 - Současný stav myčky a klínovačky [18]

Pracoviště pil DA 10, DA 11, DA 12 a DA 13

Na pracovištích DA 10 a 11 se řezou profily pro všechny typy sprch. Nařezané profily se dávají do košů. Následně se pak rozváží k lisům, rolničkám DA 42, 43 nebo k předmontážnímu pracovišti DA 41 dle technologického postupu. Některé nařezané profily se zaváží přímo do meziskladu. Nevýhodou je, že se musí zpracovat celý balík materiálu. Tím se tak připraví větší množství profilů, než je potřeba pro dané zakázky. Proto se vytváří velké mezizásoby. Na pile DA 12 se řezou plastové lišty a pila DA 13 se používá na řezání plexiskel. Na těchto pracovištích pracují celkem dva dělníci.



Obrázek 59 - Současný stav pil [18]

Pracoviště lisů DA20, DA 21, DA 22, DA 23 a DA 24

Pracoviště lisů odebírá nařezané profily z košů. Pracovník si připraví sérii dílů, na kterých postupně provede lisování a vrtání děr dle technologického postupu. Dále nasazuje gumová těsnění do některých typů profilů. Hotové profily se dávají do jiného koše, který se pak následně převáží do meziskladu. V případě, že se daný typ profilu dále ještě upravuje, je nutné ho odvézt buď k pracovišti rolniček DA 42, 43 nebo k pracovišti předmontáže DA 41. Na pracovišti lisů pracují celkem tři dělníci.



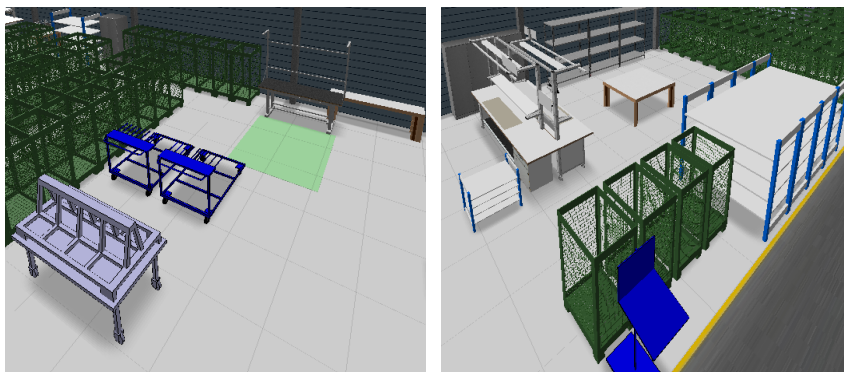
Obrázek 60 - Současný stav lisů [18]

Pracoviště DA 39, DA 41, DA 42 a DA 43

Na pracovišti DA 39 se lepí skla ke kulatým profilovým lištám pomocí silikonu. Toto lepení se provádí pouze u zástěn DF(T),(S),(E). Bohužel slepené části musí 24 hodin schnout. Proto je nutné tuto operaci provádět nejméně s jednodenním předstihem. Zde pracuje jeden dělník. Ten ještě vypomáhá i na montážních pracovištích.

Na pracovištích „rolniček“ DA 42 a DA 43 se montují kolečka ke krátkým profilům. Toto pracoviště obsluhuje jeden dělník, ten doplňuje jednotlivé hotové kusy do přepravek, které jsou uskladněny pod jeho pracovním stolem. Dělníci na jednotlivých montážních pracovištích si podle potřeby odebírají z těchto přepravek připravené krátké profily. Nevýhodou je dosti dlouhá přepravní vzdálenost mezi pracovišti DA 42, 43 a montážními pracovišti.

Dále následuje předmontáž DA 41. Zde se do profilů montují panty dveří, gumová těsnění, nebo magnety. Toto pracoviště obsluhuje jedna dělnice, ta si připraví cca 4 kusy a poté je zpracuje najednou. Hotové profily se ukládají do košů, které jsou následně převezeny do meziskladu. Ten se nachází vedle tohoto pracoviště, je zobrazen zelenými koši.



Obrázek 61 - Současný stav pracoviště lepení, rolniček a předmontáže [18]

Pracoviště DA 40

Na tomto pracovišti se kompletují pytlíky s příslušenstvím, které jsou použity pro konečnou montáž u zákazníka. Pracovnice si připraví krabičky s příslušenstvím pro daný typ sprchy a následně jednotlivé součástky vkládá dle potřeby do jednotlivých pytlíků, které pak zavaří. Pytlíčky dělá do zásoby a dává je do přepravek. Ty jsou uskladněny pod jejím pracovním stolem. Pracovníci z balení si podle potřeby dochází pro tyto pytlíčky, ty pak zabalí k danému typu sprchy. Na pracovišti DA 40 pracuje jedna dělnice.

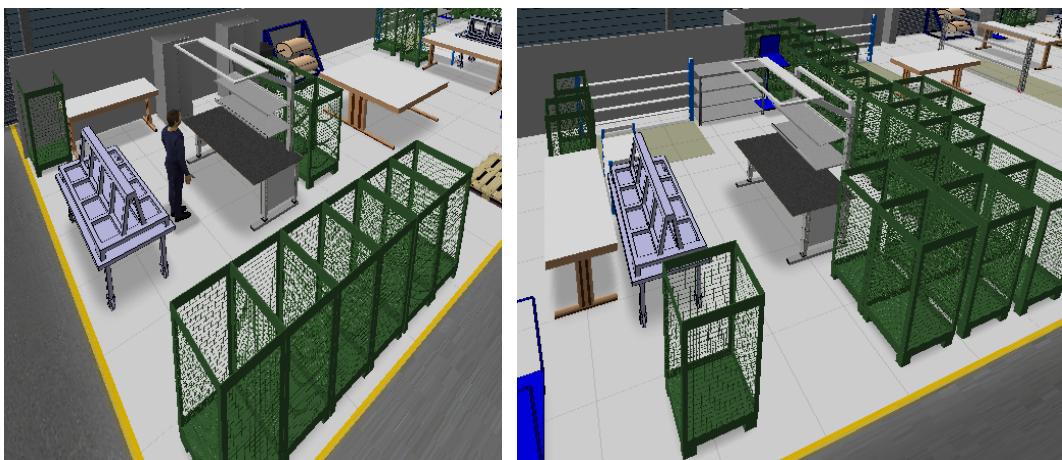


Obrázek 62 - Současný stav pracoviště na pytlíky [18]

Montážní pracoviště DA 30, DA 33 a balení DA 63

Na pracovišti DA 30 se montují dveře PRD a ERD. Je zde jeden pracovník. Na pracovišti DA 33 se montují dveře PTD, EFD, EDS a rámy PRD, EFD, EDS. Toto pracoviště ovládá také jeden pracovník.

Na pracovišti DA 63 se balí do papírových krabic již hotové sprchové kouty typu ERD, PTD, PRD, EFD a EDS. Jsou zde dva dělníci. Jakmile je plná paleta zabalených sprch, tak v tom okamžiku ji jeden dělník odváží k expedici a druhý si přináší na toto pracoviště potřebné polystyreny a papírové kartony. Během tohoto času se nezabalí žádná sprcha, což je značně nevýhodné a neefektivní. Tento problém se vyskytuje i u ostatních balících pracovišť.

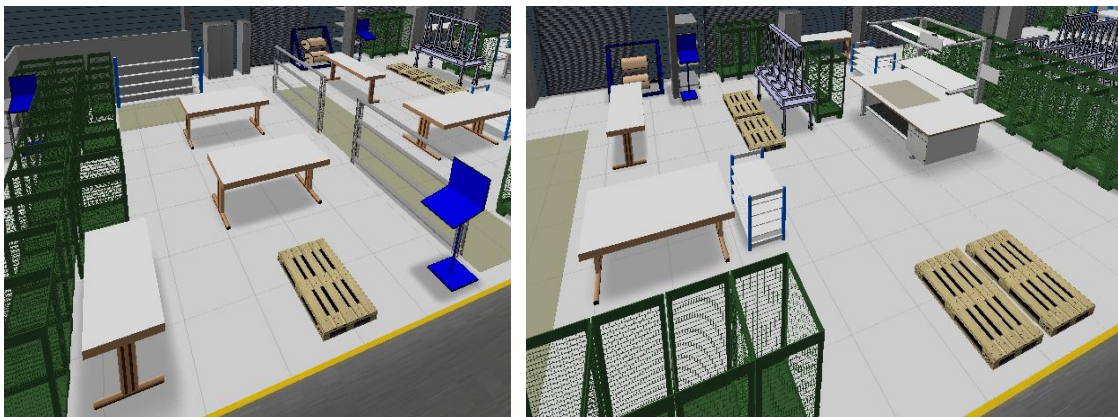


Obrázek 63 - Současný stav pracovišť montáží a pracoviště balení [18]

Montážní pracoviště DA 35, DA 36, DA 34, DA 55 a balení DA 62

Na pracovišti DA 35 se montují dveře FW2 a FW3. Na pracovišti DA 36 se montují dveře KTD, rámy KTD a dále se zde kompletují zástěny FW2 a FW3. Obě tato pracoviště obsluhuje jedna dvojice pracovníků. Na pracovišti DA 34 se montují dveře STW a stěny TWD. Toto pracoviště ovládá stejná dvojice dělníků. To samé platí i pro pracoviště DA 55, kde se kompletují zástěny DF(T),(S),(E), dveře STW a rámy STW.

Na pracovišti DA 62 se balí do papírových krabic již hotové sprchové kouty typu TWD, KTD, STW a zástěny DF(T),(S),(E), FW2 a FW3. Jsou zde dva dělníci.

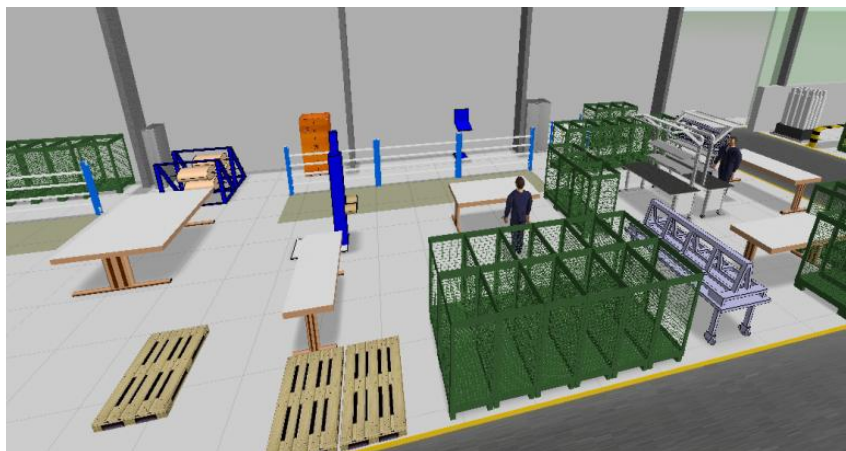


Obrázek 64 - Současný stav pracovišť montáží a pracoviště balení [18]

Montážní pracoviště DA 37a, DA 37, DA 38, DA 52, DA 53 a balení DA 61

Na pracovišti DA 37a se navlékají gumová těsnění na skla pro dveře STD. Dále následuje pracoviště DA 37, kde se montují dveře STD. Pracuje zde jeden dělník. Na pracovišti DA 38 se montují dveře FTD. Toto pracoviště obsluhuje také jeden dělník. Pracoviště DA 52 se používá ke kompletaci dveří STD, FTD a rámu STD, FTD. Pro kompletaci sprch STD je potřebný jeden dělník. Naopak pro sprchy FTD jsou potřeba dva dělníci. Dále následuje pracoviště DA 53. Zde se jednotlivé sprchy vyvěšují a následně se kontrolují. Toto pracoviště obsluhuje jeden dělník, ten ovládá i pracoviště DA 55, DA 54 a DA 54a.

Na pracovišti DA 61 se balí do papírových krabic již hotové sprchové kouty typu STD a FTD. Jsou zde dva dělníci.

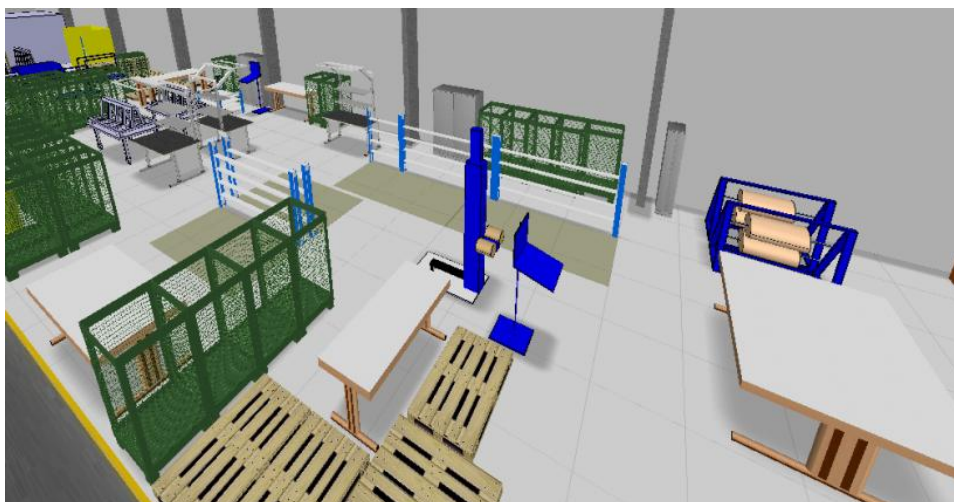


Obrázek 65 - Současný stav pracovišť montáží, kontroly a balení [18]

Montážní pracoviště DA 31, DA 32, DA 54a, DA 55, DA 54 a balení DA 61

Pracoviště DA 31 obsluhuje jeden dělník. Montují se zde rámy ERD, ST2 a ED2. Vedle se nachází pracoviště DA 32, které obsluhuje jedna dělnice. Toto pracoviště se používá k montáži dveří ED2, ST2 a rámu ERD. Dále následuje pracoviště DA 54a. Zde se kompletují dveře ED2 a rámy ED2. Pracoviště DA 55 se používá také ke kompletaci a to dveří ST2 a rámu ST2. Na tuto práci jsou potřeba dva dělníci, neboť tyto sprchy mají velké rozměry a hůře se s nimi manipuluje. Pracoviště DA 54 obsluhuje jeden dělník, ten ovládá i pracoviště DA 53, DA 55, a DA 54a. Zde se sprchy vyvěšují a následně se kontrolují.

Na pracovišti DA 61 se balí do papírových krabic již hotové sprchové kouty typu ED2 a ST2. Jsou zde dva dělníci.



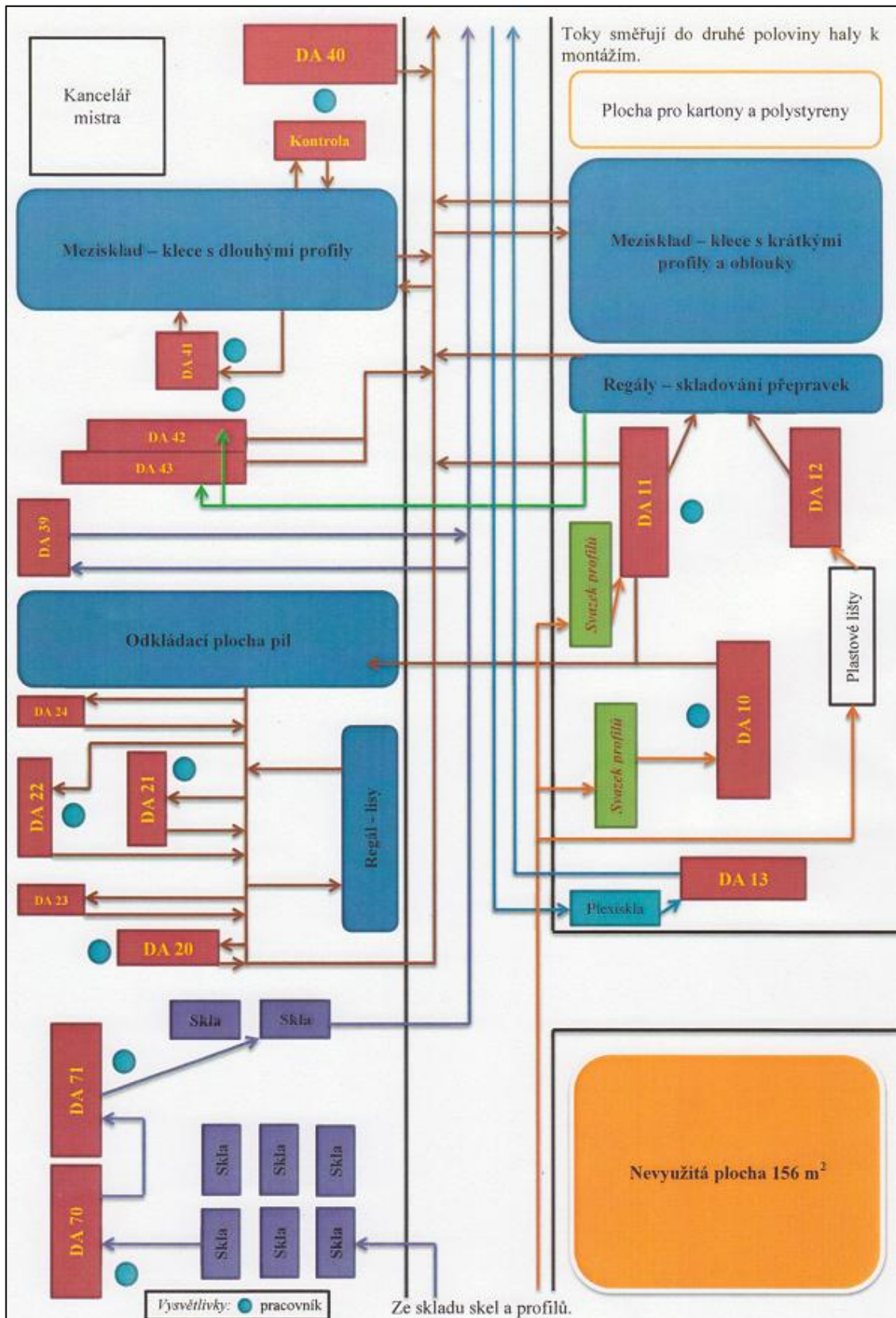
Obrázek 66 - Současný stav pracovišť montáží, kontroly a balení [18]

6.2.2 Materiálové toky

V současném výrobním systému jsou značně dlouhé materiálové toky. Mezi ty nejdelší patří převoz naklínovaných skel z pracoviště DA 71 na druhý konec haly, zde se tato skla odkládají. Převoz je zajištěn vysokozdvíhým vozíkem. Z tohoto místa se skla dále rozváží dle potřeby k daným montážním pracovištím. Tento pohyb je velmi neefektivní a hlavně zdlouhavý. To samé platí i pro převoz hotových rámu ERD z pracovišť DA 31 nebo 32 k pracovišti DA 63. Dalším problémem je nepřehledný a neplynulý tok nařezaných profilů. Celková přepravní vzdálenost všech materiálových toků v současném výrobním systému činí **4103 m**. Tento údaj nám říká, že jsou v systému značně dlouhé přepravní vzdálenosti.

Byly vytvořeny 2D layouty současného výrobního systému, na kterých jsou znázorněny jednotlivé materiálové toky. Ty probíhají mezi montážními, kontrolními a balícími pracovišti. Tato pracoviště se nachází ve druhé polovině haly a jsou uspořádána **předmětně**, zabírají cca **1042 m²** plošné plochy, viz *Obrázek 67*. Na druhém layoutu jsou znázorněny hlavní materiálové toky mezi jednotlivými pracovišti, která se nachází v první polovině haly. Pracoviště jsou zde uspořádána **technologicky**, v současné době zabírají cca **1485 m²** plošné plochy, viz *Obrázek 68*. Výroba sprch tedy celkem zabírá **2527 m²** plošné plochy.

První polovina haly – uplatňován princip tlaku



Obrázek 68 - Současný 2D layout pracovišť s hlavními materiálovými toky

6.2.3 Personální toky

Ze současného výrobního systému se dalo vypožorovat, že jednotliví pracovníci na daných montážních pracovištích vykonávají mnoho nadbytečných a neefektivních pohybů. Jedná se především o netechnologické pohyby, které nám nepřinášejí žádnou hodnotu. Další nevýhodou je to, že jakmile dojde pracovníkovi na pracovišti materiál, musí si jej sám doplnit. Většinou se jedná o různé profily, které jsou uskladněny v klecích. Tyto klece se nacházejí v meziskladu a to v první polovině haly viz *Obrázek 69*. Pracovníci tak ujdou za směnu několik stovek metrů, neboť vzdálenost mezi montážními pracovišti a tímto meziskladem je cca 20 metrů. Podobný problém je i u pracovišť balení DA 61, 62 a 63. Na každém pracovišti balení pracují dva dělníci. Bohužel i zde dochází k neefektivnímu přecházení. Jakmile je totiž na pracovišti plná paleta zabalených sprch, tak v tomto okamžiku ji jeden pracovník odváží k expedici a druhý pracovník, buď čeká, nebo si přináší papírové kartony do zásoby. Během této doby se nezabalí žádná sprcha. Další nevýhodou je to, že mistr nestřídá mezi sebou jednotlivé pracovníky na daných pracovištích. Dělníci tak vykonávají monotónní práci.



Obrázek 69 - Současný stav meziskladu [18]

Během dvoutýdenní praxe se provedly časové studie práce u všech montážních, kontrolních a balících pracovišť ve druhé polovině haly. Jednalo se konkrétně o **plynulé chronometráže**. Pozorovaly se a stopkami měřily časy připadající na dané operace. Získala se tak skutečná spotřeba času na dané úkony a i celou operaci na jednotlivých pracovištích. Dále byl aplikován tzv. „*spaghetti diagram*“. Tímto diagramem se zachycovaly pohyby jednotlivých pracovníků na daných pracovištích. Odhalily se tak nadbytečné pohyby, které jsou vyznačené červenými šipkami. Průměrná vzdálenost každého ušlého pohybu byla v rozmezí od 1 do 2,5 metrů. Na základě této časové studie práce byly vytvořeny snímky jednotlivých operací na daných pracovištích. Výsledky všech záznamů měření jsou nahrány na CD-ROMU, který je součástí této diplomové práce jako příloha č. 4. Data byla zpracována v programu MS Excel 2010.

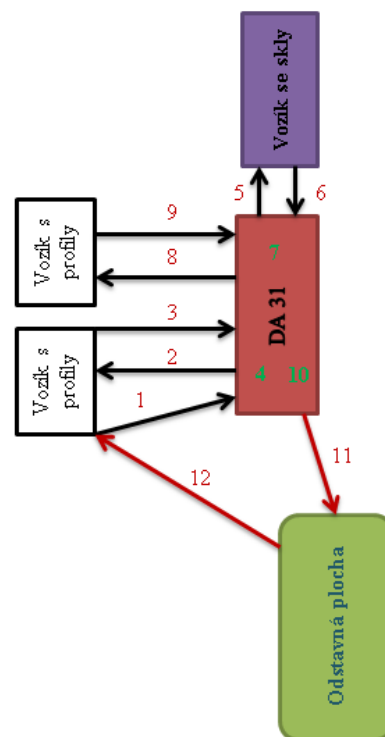
Výsledek jedné analýzy je zobrazen níže. Tímto způsobem se postupovalo i u ostatních pracovišť pro všech 17 typů sprch. Výsledky dalších analýz lze nalézt v příloze č. 4.

Výsledek jedné analýzy:

Pracoviště DA 31 – montáž rámu ED2

Pohyby a úkony	[s]					[s]	[s]	[s]	[s]
	1. náměr	2. náměr	3. náměr	4. náměr	5. náměr	Průměrná hodnota	Maximum	Minimum	Průměr bez extrémů
1	3	3	2	2	3	3	3	2	3
2	5	8	7	7	8	7	8	5	7
3	8	12	10	11	12	11	12	8	11
4	20	19	18	17	19	18	20	17	19
5	24	21	23	20	23	22	24	20	22
6	30	25	27	25	27	27	30	25	26
7	36	40	55	30	32	38	55	30	36
8	37	42	57	32	34	40	57	32	38
9	39	44	59	34	35	42	59	34	39
10	99	101	103	104	91	100	104	91	101
11	105	106	109	109	96	105	109	96	107
12	111	113	115	114	102	111	115	102	113

Tabulka 10 - Naměřené časy pohybů a úkonů jednoho pracovníka na pracovišti DA 31



Obrázek 70 - Spaghetti diagram zobrazující jednotlivé pohyby a úkony pracovníka na pracovišti DA 31

Pohyby a úkony		čas [s]	%
Technologický čas	4,7,10	74	68%
Netechnologický čas	1,2,3,5,6,8,9,11,12	34	32%

Tabulka 11 - Technologické a netechnologické časy jednotlivých pohybů a úkonů

Čas celé operace	
min	s
1	53
1 pracovník	

Tabulka 12 - Čas celé operace na pracovišti DA 31

6.2.4 Porovnání současných norem s nově stanovenými normami

Na základě provedených chronometrů byly zjištěny skutečné spotřeby časů na dané operace pro všechna montážní, kompletační, kontrolní a balící pracoviště. Následně se z těchto naměřených časů, po odstranění extrémů, stanovily normy časů.

Výkonové normy se vyjadřují normou času, která vyjadřuje společensky nevyhnutně potřebnou spotřebu času pracovníka na zpracování určité operace, případně kusu. Normy se vyjadřují v normominutách nebo v normohodinách. [19]

Normu času na operaci jednoho výrobku počítáme ze vztahu:

$$t_N = t_{AC} + \frac{t_{BC}}{d_v} \quad [Nmin]$$

t_{AC} – norma jednotkového času s podílem času směnového [Nmin/ks]

t_{BC} – norma času dávkového s podílem času směnového [Nmin/dávka]

d_v – velikost výrobní dávky [ks/dávka]

Normu jednotkového času s podílem času směnového vyjádříme vztahem:

$$t_{AC} = t_A \cdot k_c \quad [Nmin/ks]$$

t_A – čas jednotkový [min], k_c – koeficient přírážky směnového času

$$t_A = t_{A1} + t_{A2} + t_{A3} \quad [min]$$

t_{A1} – čas jednotkové práce [min], t_{A2} – čas obecně nutných přestávek [min], t_{A3} – čas podmíněčně nutných přestávek [min]

$$k_c = \frac{T}{T - t_c}$$

T – čas směny [Nmin], t_c – čas směnové práce [Nmin]

Normu času dávkového s podílem času směnového vyjádříme vztahem:

$$t_{BC} = t_B \cdot k_c \quad [Nmin/dávka]$$

t_B – čas dávkový [min], k_c – koeficient přírážky směnového času

V příloze č. 4 jsou uvedeny nové stanovené normy časů pro dané operace na 1 kus sprchy. Výpočty byly provedeny pomocí těchto vzorců popsaných výše. Data byla zpracována v programu MS Excel 2010. Tyto nové normy jsou určeny pro všechna montážní, kompletační, kontrolní a balící pracoviště pro všech 17 typů sprch.

Nově stanovené normy jsou vyznačeny zeleným podbarvením. Do těchto nových norem se započítaly i časy na přípravu krátkých profilů a časy nadbytečných pohybů. Většinou se jednalo o pohyby pracovníků, kteří odnášeli smontované rámy, dveře, stěny, zástěny nebo celé sprchy k odstavným plochám. Tyto pohyby jsou považovány za nadbytečné. **Současné nastavené normy** jsou vyznačeny žlutým podbarvením. V těchto časech jsou již započteny i časy na přípravu krátkých profilů. V červených sloupcích je pak vyjádřen rozdíl mezi současně nastavenými normami a nově stanovenými normami na jednotlivé operace pro dané typy sprch viz *Tabulka 13*, *Tabulka 14* a *Tabulka 15*.

Rámy	Číslo pracoviště	Počet pracovníků na pracovišti	Současné normy pro montáže ráků	Nově stanovené normy pro montáže ráků	Rozdíl mezi současně nastavenými normami a nově stanovenými normami		Zvýšení produktivity práce o:
			Současné normy časů na 1 sprchu	Nově stanovené normy časů na 1 sprchu	(Nmin/ks)	(%)	(%)
			(Nmin/ks)	(Nmin/ks)	(Nmin/ks)	(%)	(%)
PRD	DA 33	1	8:58	5:29	3:29	39%	64%
ERD	DA 31 nebo 32	1	8:43	4:21	4:22	50%	100%
EDS	DA 33	1	8:35	4:16	4:19	50%	101%
EFD	DA 33	1	6:07	4:16	1:51	30%	43%
KTD	DA 36	2	4:35	1:24	3:11	69%	227%
ED2	DA 31	1	3:56	2:10	1:46	45%	82%
ST2	DA 31	1	3:59	2:17	1:42	43%	74%
Průměr:					47%	99%	

Tabulka 13 - Porovnání současných norem s nově stanovenými normami vztahující se na montáže ráků

Dveře, stěny, zástěny	Číslo pracoviště	Počet pracovníků na pracovišti	Současné normy pro montáže a kompletace dveří, stěn a zástěn	Nově stanovené normy pro montáže a kompletace dveří, stěn a zástěn	Rozdíl mezi současně nastavenými normami a nově stanovenými normami		Zvýšení produktivity práce o:
			Současné normy časů na 1 sprchu	Nově stanovené normy časů na 1 sprchu	(Nmin/ks)	(%)	(%)
			(Nmin/ks)	(Nmin/ks)	(Nmin/ks)	(%)	(%)
PRD	DA 30	1	9:12	5:26	3:46	41%	69%
ERD	DA 30	1	11:50	10:30	1:20	11%	13%
EDS	DA 33	1	6:11	3:39	2:32	41%	69%
EFD	DA 33	1	6:13	3:39	2:34	41%	70%
PTD	DA 33	1	6:13	3:39	2:34	41%	70%
FW3	DA 35; 36	2; 2	16:28	7:26	9:02	55%	122%
FW2	DA 35; 36	2; 2	12:34	5:16	7:18	58%	139%
KTD	DA 36	2	8:08	3:07	5:01	62%	161%
STW	DA 34; 55	2; 2	6:25	4:00	2:25	38%	60%
TWD	DA 34	2	7:14	2:57	4:17	59%	145%
DF(T),(S),(E)	DA 55	2	3:00	2:15	0:45	25%	33%
STD	DA 37; 52	1; 1	13:16	9:42	3:34	27%	37%
FTD	DA 38	1	7:52	5:54	1:58	25%	33%
ED2	DA 32	1	4:06	2:47	1:19	32%	47%
ST2	DA 32	1	6:10	3:07	3:03	49%	98%

Průměr:	40%	78%
----------------	------------	------------

Tabulka 14 - Porovnání současných norem s nově stanovenými normami vztahující se na montáže a kompletace dveří, stěn a zástěn

Sprchy, stěny, zástěny	Číslo pracoviště	Počet pracovníků na pracovišti	Současné normy pro balení sprch, stěn a zástěn	Nově stanovené normy pro balení sprch, stěn a zástěn	Rozdíl mezi současně nastavenými normami a nově stanovenými normami		Zvýšení produktivity práce o:
			Současné normy časů na 1 kus sprchy	Nově stanovené normy časů na 1 kus sprchy	(Nmin/ks)	(%)	(%)
			(Nmin/ks)	(Nmin/ks)			
PRD	DA 63	2	13:15	5:43	7:32	57%	132%
ERD	DA 63	2	11:03	5:43	5:20	48%	93%
EDS	DA 63	2	9:12	7:59	1:13	13%	15%
EFD	DA 63	2	9:18	7:59	1:19	14%	16%
PTD	DA 63	2	7:15	3:30	3:45	52%	107%
RW3	DA 62	2	6:26	4:34	1:52	29%	41%
RW2	DA 62	2	4:42	3:26	1:16	27%	37%
KTD	DA 62	2	5:04	2:47	2:17	45%	82%
STM	DA 62	2	7:06	3:57	3:09	44%	80%
TWD	DA 62	2	5:18	2:49	2:29	47%	88%
DF(T),(S),(E)	DA 62	2	5:18	3:49	1:29	28%	39%
STD	DA 61	2	4:02	3:20	0:42	17%	21%
FTD	DA 61	2	5:08	3:10	1:58	38%	62%
ED2	DA 61	2	3:55	2:38	1:17	33%	49%
ST2	DA 61	2	4:26	3:04	1:22	31%	45%

Průměr:	35%	60%
Celkový výsledný průměr ze tří tabulek:	41%	79%

Tabulka 15 - Porovnání současných norem s nově stanovenými normami vztahující se na balení sprch, stěn a zástěn

Současné uvedené normy se žlutým podbarvením ve všech třech tabulkách se vztahují jen na montážní, balící a některá kompletační pracoviště. Kontrolní pracoviště nejsou znormována, proto nemohla být tato pracoviště vzájemně porovnána s nově stanovenými normami.

Z těchto tří tabulek vyplývá, že současné nastavené normy jsou v průměru cca o **41%** nadsazené a neodpovídají realitě. Díky nově stanoveným normám by došlo k navýšení produktivity práce v průměru o **79%**. Na druhou stranu je nutné podotknout, že v současně nastavených normách jsou započteny i časy přechodů pracovníků. Jedná se o přechody, kdy dojde pracovníkovi na daném pracovišti materiál tj. profily. Ty si musí sám doplnit a to tak, že si dojde pro plný vozík profilů do meziskladu. Tyto časy přechodů jsou započteny v současných normách pro montáže a kompletace. U balení je to obdobné. V případě, že je na pracovišti plná paleta zabalených sprch, tak v tomto okamžiku ji pracovník odváží k expedici, případně si přiváží potřebné kartony a polystyreny. I tyto časy přechodů jsou započteny v současných normách pro balení. Všechny tyto přechody jsou značně neefektivní.

Z časových důvodů a rozsáhlé variantnosti výroby se během dvoutýdenní praxe nestihly provést chronometrace na pracovištích, která se nacházejí v první polovině haly. Jedná se o pracoviště myčky, klínovačky, pil, lisů a předmontáží. Pracovníci na těchto pracovištích jsou v současné době dostatečně vytíženi, neboť podle potřeb doplňují zásoby do meziskladu. Tato pracoviště se nestihla zanalyzovat a tudíž ani znormovat.

6.2.5 Vývoj produkce sprch v letech 2009 až 2011

2009		2010		2011	
Typ sprchy	(ks)	Typ sprchy	(ks)	Typ sprchy	(ks)
ED2	19265	ED2	18873	ED2	19472
TWD	10528	TWD	11175	TWD	12394
STD	5786	STD	6003	STD	6180
KTD	5227	KTD	5750	KTD	5616
DF(T),(S),(E)	3924	DF(T),(S),(E)	3832	DF(T),(S),(E)	3978
ST2	3312	ST2	3569	ST2	3947
ERD	3192	ERD	3426	ERD	3097
PTD	2813	PTD	3215	PTD	2873
STW	1773	STW	2365	STW	2737
PRD	1563	PRD	2323	PRD	2391
FTD	1468	FTD	1613	FTD	1237
FW3	1018	FW3	649	FW3	317
FW2	450	FW2	508	FW2	312
EDS	0	EDS	269	EDS	101
EFD	0	EFD	80	EFD	61
Celkem:	60 319	Celkem:	63 650	Celkem:	64 713

Tabulka 16 - Vývoj produkce sprch [18]

Kermi s.r.o. dle své predikce předpokládá tento vývoj zakázek pro letošní rok 2012 a nadcházející rok 2013:

Typ sprchy	Předpokládaný vývoj zakázek	
	2012	2013
	(ks)	
ED2	19416	19524
TWD	13232	14165
STD	6672	7149
KTD	5632	5547
DF(T),(S),(E)	4238	4571
ST2	4665	5201
ERD	2703	2290
PTD	2845	2685
STW	3256	3538
PRD	2984	3245
FTD	1067	982
FW3	133	98
FW2	113	76
EDS	224	275
EFD	108	139
Celkem:	67 288	69 485

Tabulka 17 - Předpokládaný vývoj zakázek [18]

6.2.6 Zhodnocení současného výrobního systému

Po zmapování současného stavu a provedených analýzách lze říci, že se jedná o malosériovou až středně sériovou výrobu. V první polovině haly jsou pracoviště uspořádána technologicky. Jedná se zejména o pracoviště myčky, klínovačky, pil a lisů. Naopak pracoviště umístěná ve druhé polovině haly jsou uspořádána předmětně dle materiálového toku. Toto uspořádání je však neefektivní, to proto, že u většiny pracovišť jsou odkládací plochy pro rozpracovanou výrobu. Na některých plochách je v určitém okamžiku dokonce i několik desítek rozpracovaných sprch.

Současná výroba je jednosměnná. Deset dělníků pracuje v první polovině haly. Ve druhé polovině jich pracuje šestnáct. Když přičteme jednoho směnového mistra, jednoho skladníka a jednoho přípravníka výroby, dojdeme k celkovému počtu 29 pracovníků. Při takovémto počtu dosahuje průměrná týdenní kolektivní produktivita práce **120%**. Průběžná doba výroby v současném výrobním systému činí **9 dní**. Pracovní doba jedné směny trvá 7,5 hodiny včetně 30 minutové přestávky na oběd. Za 420 Nmin se v průměru vyrobí cca 280 až 300 kusů sprch různých typů a velikostí.

Problémovými místy neboli úzkými místy jsou pracoviště pil a lisů. Lisovací stroje a vrtačky je nutné často seřizovat. V případě, že by došlo k navýšení výroby sprch, tato pracoviště by nestíhala doplňovat zpracované profily do meziskladu. Hrozilo by zastavení výroby. Pily a lisy se svojí současnou výrobní kapacitou postačují na výrobu cca 300 kusů sprch za směnu. Dalším problémem je také častá poruchovost těchto strojů. Současný strojový park je v této výrobní hale dosti zastaralý.

V současném výrobním systému není žádný podpůrný informační systém, který by plánoval výrobu a řídil zásoby. Občas se stane, že potřebné profily nejsou k dispozici v hlavním skladu. Je to způsobeno tím, že pověřený pracovník pozdě odeslal objednávku na chybějící materiál. Výroba se pak následně musí zastavit.

Od současného italského dodavatele hliníkových profilů často přichází nevyhovující materiál. V extrémních případech se stává, že v jednom došlém svazku je i **1/3 zmetkových profilů**. Bohužel v současném výrobním systému se neprovádí žádná vstupní kontrola. Velmi často se na tyto zmetky tj. nevyhovující profily nebo také skla přijde až při montáži. Tím dochází k velkým zmatkům ve výrobě, neboť je nutné danou sprchu demontovat a nahradit ji jiným profilem. Následně se řeší reklamační řízení a zjišťuje se stav kvality, ale zpětně. V případě, že se zjistí nekvalitní celá výrobní dávka, je nutné nasadit jiný produkt tj. podobný typ profilu. Nastává veliká časová prodleva.

Současná výroba je jedno velké skladiště, ve kterém se nachází jednotlivé pracoviště, viz *Obrázek 71*. Výroba sprch celkem zabírá **2527 m²** plošné plochy.



Obrázek 71 - Dosavadní stav výroby [18]

Výhody současného stavu:

- zaběhnutá výroba.

Nevýhody současného stavu:

- **nepřehlednost rozpracovaných polotovarů (pozdní zjištění chybějících dílů),**
- **nadbytečné pohyby s materiálem,**
- **velké mezizásoby => velká spotřeba výrobní plochy,**
- **dlouhá průběžná doba výroby cca 9 dní,**
- **velká rozpracovanost výroby,**
- **současné nastavené normy jsou v průměru cca o 41% nadsazené oproti realitě,**
- nepřehlednost – vizuální management,
- neplynulá výroba,
- neprovádí se žádná vstupní kontrola jakosti profilů a skel,
- nepravidelnost zakázek (není ovlivněno výrobou, ale systémem v Německu),
- nelogičnost zadávání zakázek (není ovlivněno výrobou, ale systémem v Německu),
- chybí podpůrný informační systém pro plánování výroby a řízení zásob.

6.3 Tvorba variantních návrhů

Celkem byly navrženy tři varianty pro racionalizaci a zeštíhlení výroby sprch. Pomocí programu visTable se vytvořily patřičné 2D i 3D layouty. Všechny tři varianty jsou navrženy tak, aby druhá polovina haly byla ušetřena. Konkrétně se jedná o **1042 m²** plošné plochy. Celá výroba by se nacházela pouze v první polovině haly o ploše 1485 m². Z celkové současné plošné plochy 2527 m² by se ušetřilo cca **41%**. Tuto plochu lze dále efektivně využít například pro jinou výrobu.

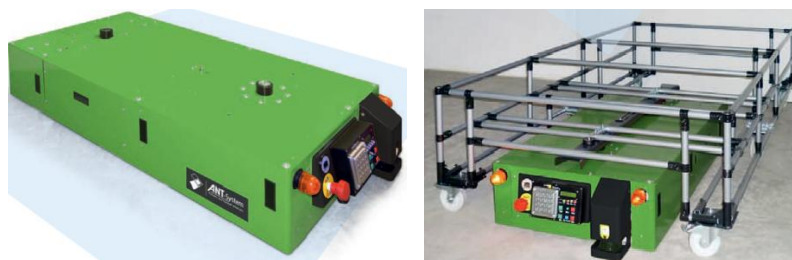
6.3.1 Charakteristika varianty 1 a varianty 2

U varianty 1 a varianty 2 bylo navrženo, aby pracoviště myčky, klínovačky, pil, lisů, pytlíčků DA 40 a předmontáží DA 41, 42, 43 vykonávala stejnou práci jako doposud a to se stejným počtem pracovníků tj. v deseti. U těchto pracovišť by byl uplatňován stále *princip tlaku*, vyrábělo by se nezakázkově. Pracoviště jsou uspořádaná technologicky, doplňovala by podle spotřeby profily a drobný materiál do navrženého supermarketu. Ten by nahrazoval současný mezisklad profilů. V tomto supermarketu by byly v klecích připravené dlouhé profily pro montážní, kompletační a balící pracoviště. Dále by se zde nacházely regály, ve kterých by se skladovaly plastové přepravky s krátkými již připravenými profily a také s drobným připraveným materiálem. Od tohoto supermarketu začíná zakázková výroba, neboli odtud by byl uplatňován *princip tahu*. Je zde navržen tok jednoho kusu. Byli by zde dva dělníci tzv. vychystávači, jejichž hlavním úkolem by bylo připravovat potřebné profily a drobný materiál pro konkrétní zakázky do speciálních transportních vozíků. Jeden vozík tak poslouží na montáž jedné sprchy. Takto připravené vozíky by následně připojili k tzv. „*Spurmausům*“ neboli myším. Jedná se o moderní automaticky řízené přepravní jednotky, viz *Obrázek 72*. Tyto přepravní jednotky by se použily u obou navrhovaných variant. Celkem by bylo zapotřebí nakoupit 12 speciálních „Kittingových vozíků“ a 6 automaticky řízených přepravních jednotek tzv. „Spurmausů“. Jedná se o AGV dopravní systém.

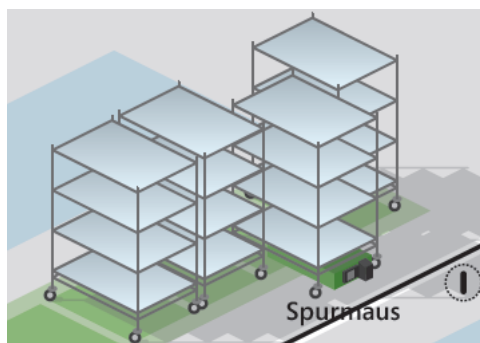
Automaticky řízené vozíky jezdí bez obsluhy po dráze vyznačené na podlaze. Slouží k přepravě materiálu např. mezi skladem a výrobou či mezi jednotlivými výrobními operacemi. Vedení po dráze založené na optickém základu – kamera na podvozku vozíku sleduje čáru, která je v kontrastu s okolní podlahou. Není tedy třeba drahé magnetické pásky či indukční vedení. Bezpečnost provozu je zaručena díky dvěma laserovým scannerům, které hlídají bezpečnostní pole před a za vozíkem, aby zabránily případné kolizi s překážkou. [20]

Technická specifikace:

- přepravní hmotnost břemen až 750 kg,
- přepravní rychlost 0,1 až 1 m/s (lze naprogramovat),
- baterie 24 V, 130 Ah. [21]



Obrázek 72 - Přepravní manipulační jednotka tzv. „Spurmaus“ [21]



Obrázek 73 - Převážná manipulační jednotka tzv. „Spurmaus“ s vozíkem [21]

Pro obě varianty jsou navrženy čtyři montážní týmy, které budou montovat tyto typy sprch, stěn a zástěn viz *Tabulka 18*. Každý tým by měl svoji výrobní buňku, u které by byl uplatňován princip tahu, tj. vyrábělo by se dle zakázek. Do těchto buněk by „Spurmausy“ přivážely ve speciálních „Kittingových vozících“ již připravené profily a to v pevně stanovených taktech. Je zde důležité zavést výrobu Just In Sequence a JIT. Všechna pracoviště ve výrobních buňkách by byla uspořádána předmětně dle plánovaného materiálového toku. Aby tento nový výrobní systém mohl v praxi fungovat, musí přípravář zavázat do jednotlivých výrobních buněk potřebné kartony a další důležitý materiál, který je určen na balení. Dále také musí odvážet k expedici palety s hotovými zabalenými sprchami.

Tým	Varianta sprchy
Zelený	ED2
	ST2
Červený	TWD
	KTD
	DF(T),(S),(E)
	STW
	FW3
	FW2

Tým	Varianta sprchy
Modrý	STD
	FTD
Žlutý	ERD
	PTD
	PRD
	EDS
	EFD

Tabulka 18 - Čtyři navrhované montážní týmy

Obě dvě navrhované varianty mají příjem a expedici na společném místě u vstupu do haly, které se nachází v blízkosti nově navržených pracovišť pil. V současném stavu je expedice umístěna u druhého vstupu tj. v blízkosti dosavadní jídelny ve druhé polovině haly. Tato jídelna zůstane u obou variant i nadále zachována, neboť stravuje zaměstnance v celé společnosti.

Dále je zde navrženo nápravné opatření pro kontrolu vstupního materiálu (profily a skla), které spočívá v tom, že každý přivezený materiál z hlavního skladu se bude namátkově kontrolovat. Touto kontrolou se tak odhalí a zároveň i vyřadí ty profily či skla, které jsou buď poškozeny, nebo neodpovídají tolerancím dle výkresu. Tím tak předejdeme možným kolizím ve výrobním procesu. Dalším opatřením je, aby každý montážní tým byl zodpovědný za kvalitu vyrobených sprch, stěn a zástěn. Proto je důležité, aby se všechny montážní týmy podepisovaly do zakázkových listů. Těmito podpisy by se zpětně zavazovaly za kvalitu své odvedené práce.

Navrhované varianty 1 a 2 se od sebe liší především tím, že každá z nich nabízí jiné prostorové uspořádání pracovišť. Naopak nový navrhovaný princip výrobního systému je u obou variant shodný. U těchto variant můžeme říci, že se jedná o buňkovou výrobu.

Nový navrhovaný princip výrobního systému

➤ *Nově stanovené výrobní takty:*

Pro jednotlivé typy sprch, stěn a zástěn bylo nutné stanovit výrobní takty. Vycházelo se z naměřených časů spotřeby, které byly získány z chronometrání. K těmto časům se následně připočetly i časy na přípravu krátkých profilů, tím jsme získali časy jednotkové (t_a). Dále se od jednotkových časů odečetly ušetřené časy nadbytečných pohybů (t_p). Většinou se jednalo o pohyby pracovníků, kteří přenášeli smontované díly na odstavné plochy. Tyto pohyby jsou ve „Spaghetti diagramech“ označeny červenými šipkami. V obou navrhovaných variantách nenajdeme žádné odstavné plochy pro rozpracovanou výrobu. Nadbytečné pohyby se eliminovaly, proto byly jejich časy odečteny od jednotkových časů. Následně se tyto výsledné časy vynásobily koeficientem přírážky směnového času (k_c). Tím jsme dostali normy jednotkových časů s podílem časů směnových (t_{AC}) pro jednotlivé operace. V tomto případě je norma jednotkového času s podílem času směnového rovna normě času (t_N). Je to dáno tím, že se nevyrábí v dávkách, ale je zde navrhován tok jednoho kusu. Z těchto norem času se potom následně stanovily výrobní takty v N_{min}/ks pro všechny typy sprch, stěn a zástěn. Dále bylo nutné vyladit ty pracovníky, kteří by jinak vykonávali operace na daných pracovištích dříve, než je stanovený takt výroby. Tito pracovníci by vypomáhali na těch pracovištích v dané buňce, která by byla naopak přetížena. Jedná se o týmovou spolupráci. Jsou zde navrženy čtyři montážní týmy. Každý tým by měl svoji výrobní buňku.

Pro montáže jednotlivých typů sprch, stěn a zástěn bylo nutné nově stanovit i lidské kapacity (počty pracovníků), kteří by vykonávali operace na daných pracovištích.

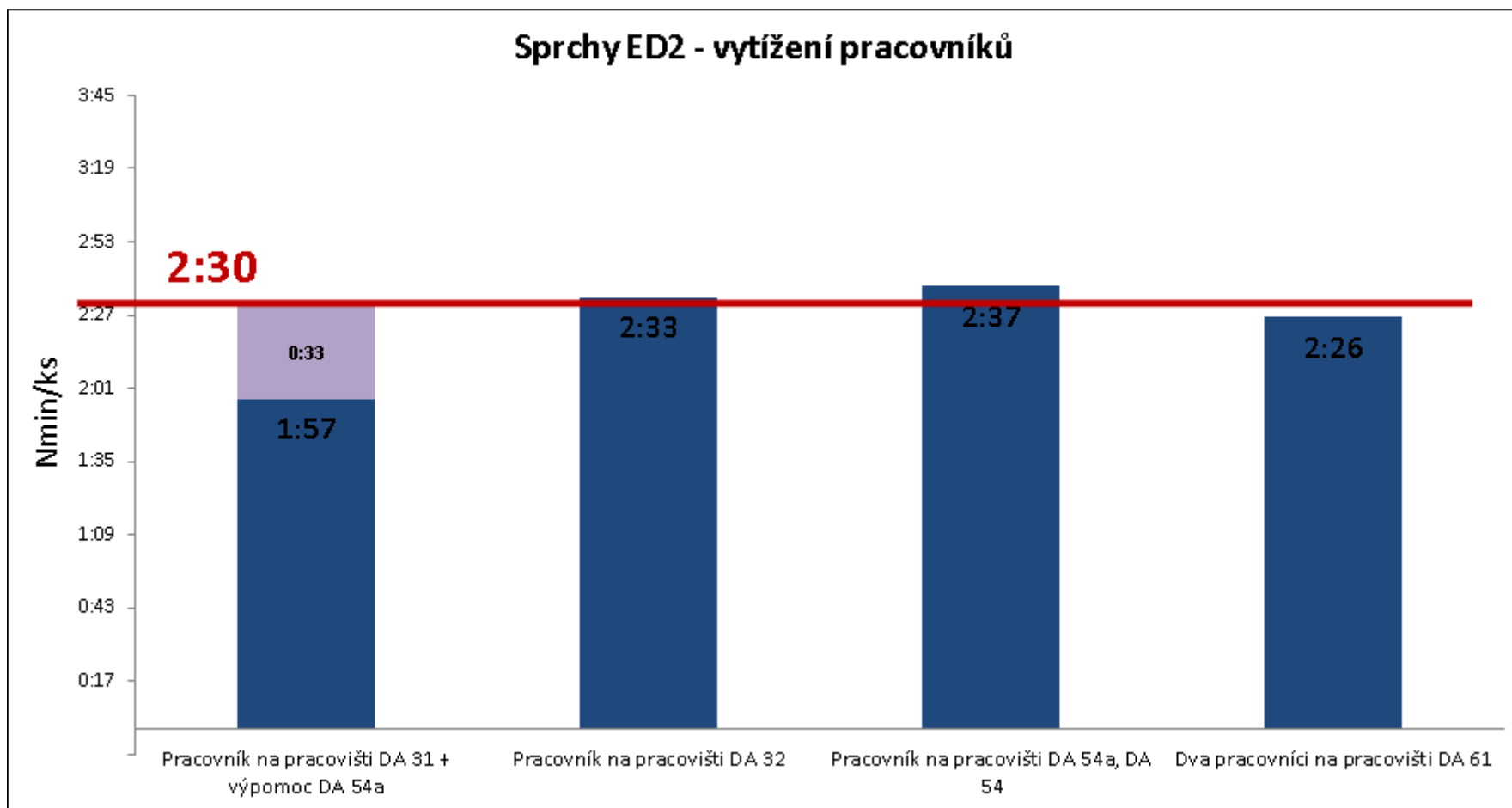
Stanovený takt na výrobu celé sprchy ED2 je zobrazen níže viz *Tabulka 19*. Za jednu směnu tj. 420 N_{min} se za takto nastaveného výrobního taktu vyrobí 168 kusů sprch ED2. Na výrobu této sprchy je potřeba pět pracovníků. Stejným způsobem se postupovalo i u ostatních sprch, stěn a zástěn. Všechny záznamy týkající se nově nastavených výrobních taktů, jsou součástí přílohy č. 4. Data byla zpracována v programu MS Excel 2010. Všechny stanovené výrobní takty slouží pro obě navrhované varianty.

Navrhovaný takt na výrobu sprchy ED2									
Pracoviště	Potřebný počet ráků na 1 sprchu	Potřebný počet dveří na 1 sprchu	Čas jednotkový (ta)	Ušetřené časy nadbytečných pohybů (tp)	Koeficient přírůžky směnového času (kc)	Stanovené normy časů na 1 sprchu (tAC)	TAKT	Počet pracovníků na pracovištích	Poznámky
	(ks)	(ks)	(s)	(s)	(kc)	(Nmin/ks)			
DA 31	1	-	113	11	1,14	1 : 57	2:30	1	+ výpomoc DA 54a
DA 32	-	1	146	12	1,14	2 : 33		1	-
DA 54a	-	-	58	9	1,14	0 : 56		1	-
DA 54	-	-	98	10	1,14	1 : 41		1	-
DA 61	-	-	138	10	1,14	2 : 26		2	-
Celkový potřebný počet pracovníků:								5	
Produktivita jednoho pracovníka (ks/směna):								34	
Produktivita celého týmu (ks/směna):								168	

Tabulka 19 - Navrhovaný výrobní takt na jednu sprchu ED2 v pěti pracovištích

Vytížení pracovníků					TAKT				
	Pracovník na pracovišti DA 31 + výpomoc DA 54a	Pracovník na pracovišti DA 32	Pracovník na pracovišti DA 54a, DA 54	Dva pracovníci na pracovišti DA 61		Pracovník na pracovišti DA 31 + výpomoc DA 54a	Pracovník na pracovišti DA 32	Pracovník na pracovišti DA 54a, DA 54	Dva pracovníci na pracovišti DA 61
x					x				
y	1:57	2:33	2:37	2:26	y	2:30	2:30	2:30	2:30
	0:33								

Tabulka 20 - Vytížení pracovníků na jednotlivých pracovištích a nastavený takt výroby



Graf 10 - Vytížení jednotlivých pracovníků na daných pracovištích

Na základě těchto postupů se stanovily tyto následující výrobní takty a také potřebné počty pracovníků pro výrobu jednotlivých typů sprch, stěn a zástěn:

Tým	Varianta sprchy	Výrobní takty	Potřebný počet pracovníků
		(Nmin/ks)	
Zelený	ED2	2:30	5
	ST2	3:00	6
Červený	TWD	3:00	4
	KTD	3:00	5
	DF(T),(S),(E)	4:00	3
	STW	4:00	4
	FW3	8:00	3
	FW2	5:30	3
Modrý	STD	5:00	5
	FTD	5:00	5
Žlutý	ERD	10:30	3
	PTD	3:30	3
	PRD	5:30	4
	EDS	8:00	3
	EFD	8:00	3

Tabulka 21 - Nově stanovené výrobní takty s počty pracovníků pro jednotlivé týmy

➤ **Navrhovaný způsob plánování výroby:**

Pro obě varianty je navržen nový způsob plánování výroby. Vychází se z nově stanovených výrobních taktů a z potřebného počtu pracovníků. Dle zakázek by si mistr rozplánoval výrobu na každý následující den, vytvářel by tak jednotlivé plány výroby.

Kermi s.r.o. poskytla přehled vyrobených výrobků za pět pracovních dní konkrétně od 10. října 2011 do 14. října 2011. Z těchto dat se následně sestavily tyto následující tabulky, ze kterých jasně vyplývá kolik a jakých typů sprch, stěn a zástěn se vyrobilo v současném výrobním systému za dané časové období.

Přehled vyrobených sprch, stěn, zástěn za pondělí 10.10.2011		Přehled vyrobených sprch, stěn, zástěn za úterý 11.10.2011		Přehled vyrobených sprch, stěn, zástěn za středu 12.10.2011		Přehled vyrobených sprch, stěn, zástěn za čtvrtek 13.10.2011		Přehled vyrobených sprch, stěn, zástěn za pátek 14.10.2011	
Typ	Kusy	Typ	Kusy	Typ	Kusy	Typ	Kusy	Typ	Kusy
ED2	150	ED2	98	ED2	100	ED2	48	ED2	95
KTD	9	ST2	45	TWD	153	ST2	45	KTD	25
TWD	80	KTD	66	DF	22	DF	66	STW	45
FTD	8	TWD	51	FW3	1	STW	20	FW3	4
STD	54	DF	12	FW2	2	STD	15	FW2	7
		FTD	2	STD	16	ERD	29	STD	25
		STD	16	ERD	1	PRD	4	ERD	10
		PTD	8			PTD	20	PRD	5
								PTD	57
Celkem:	301	Celkem:	298	Celkem:	295	Celkem:	247	Celkem:	273

Tabulka 22 - Přehled vyrobených výrobků od 10.10.2011 do 14.10.2011 [18]

Počet vyrobených sprch od 10.10.2011 do 14.10.2011 (ks):	1414
Počet pracovníků:	29
Počet odpracovaných hodin (hod):	1015
Produktivita (ks/počet odpracovaných hodin):	1,39
Báze (ks/počet odpracovaných hodin):	1,13
Celková kolektivní produktivita práce:	123%

Tabulka 23 - Kolektivní produktivita práce za 10.10.2011 - 14.10.2011 [18]

Díky těmto podkladům byla rozplánována výroba na pět pracovních dní. Vycházelo se vždy z konkrétních zakázek na daný den. Při tomto plánování se používaly nově stanovené výrobní taktory s potřebnými počty pracovníků. Například v pondělí se mělo vyrobit 150 kusů sprch ED2. Tyto kusy se vynásobily nastaveným taktorem 2:30, tím bylo zjištěno, že na tuto zakázku bude potřeba 375 Nmin. Takovýmto způsobem se postupovalo i u zbývajících zakázek. Pokud by se určitá zakázka nestihla vyrobit v daném dni, tak v takovém případě je důležité ji zaplánovat do jiného vyhovujícího dne. Dále se musí počítat s jednotlivými přechody pracovníků mezi výrobními buňkami. Například v pondělí zelený tým vyrábí 150 kusů sprch ED2 do 375 Nmin, pak tito pracovníci přechází do výrobní buňky červeného týmu, kde následně vyrábí 9 ks sprch KTD. Proto volíme 5 Nmin na každý takový přechod mezi výrobními buňkami. Jestliže daný tým vyrábí několik zakázek ve stejné výrobní buňce, pro takovéto případy se volí 2 Nmin, které jsou určeny na náběh každé další zakázky.

Navrhovaný způsob plánování výroby

		Plán výroby na pondělí 10.10.2011																																									
		420 Nmin										245										275										497											
Pracovníci		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420
1		ED2 = 150 ks pro dnešní den																														KTD = 9 ks pro dnešní den											
2		TWD = 80 ks pro dnešní den															STD = 35 ks pro dnešní den																										
3		-																																									
4		-																																									
5		-																																									
6		-																																									
7		-																																									
8		-																																									
9		-																																									
10		-																																									
11		-																																									
12		-																																									

Tabulka 24 - Rozplánované zakázky na pondělí 10.10.2011

		Plán výroby na úterý 11.10.2011																																									
		420 Nmin										245										358										356											
Pracovníci		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420
1		ED2 = 98 ks pro dnešní den																														STD = 19 ks z pondělí 10.10.2011 + 15 ks pro dnešní den = 34 ks											
2		KTD = 66 ks pro dnešní den															TWD = 51 ks pro dnešní den																										
3		DF = 12 ks pro dnešní den												STD = 4 ks pro dnešní den																													
4		-																																									
5		-																																									
6		-																																									
7		-																																									
8		-																																									
9		-																																									
10		-																																									
11		-																																									
12		-																																									

Tabulka 25 - Rozplánované zakázky na úterý 11.10.2011

Plán výroby na středu 12.10.2011

Pracovníci	10,5	420 Nmin	252	335
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				

Handwritten notes on the grid:
 ED2 = 100 ks pro dřevěný den
 ST2 = 20 ks za týden 11.10.2011
 STD = 1 ks za týden 11.10.2011 + 16 ks pro dřevěný den = 17 ks
 TWD = 140 ks pro dřevěný den
 ERD = 1 ks pro dřevěný den
 ST2 = 2 ks pro dřevěný den

Tabulka 26 - Rozplánované zakázky na středu 12.10.2011

Plán výroby na čtvrtek 13.10.2011

Pracovníci	39	42	420 Nmin	307	382	384	413
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							

Handwritten notes on the grid:
 ED2 = 48 ks pro dřevěný den
 ST2 = 15 ks za týden 11.10.2011 + 45 ks pro dřevěný den = 60 ks
 STD = 15 ks pro dřevěný den
 FTD = 17 ks za týden 11.10.2011
 TWD = 13 ks pro dřevěný den
 STW = 20 ks pro dřevěný den
 DF = 20 ks za týden 11.10.2011 + 54 ks pro dřevěný den = 74 ks
 ERD = 25 ks pro dřevěný den
 PRD = 4 ks pro dřevěný den

Tabulka 27 - Rozplánované zakázky na čtvrtek 13.10.2011

Plán výroby na pátek 14.10.2011

Pracovníci	407	405	420 Nmin	243	258	242	242	385	417
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Handwritten notes on the grid:
 ED2 = 95 ks pro dřevěný den
 ST2 = 45 ks pro dřevěný den
 DF = 14 ks pro dřevěný den
 FW3 = 2 ks za týden 11.10.2011 + 10 ks pro dřevěný den = 12 ks
 FW2 = 2 ks za týden 11.10.2011 + 3 ks pro dřevěný den = 5 ks
 KTD = 25 ks pro dřevěný den
 ERD = 10 ks pro dřevěný den
 PTD = 57 ks pro dřevěný den
 PRD = 5 ks pro dřevěný den

Tabulka 28 - Rozplánované zakázky na pátek 14.10.2011

Dle navrhovaného způsobu plánování výroby se vyrobilo:

Navrhovaný plán výroby na pondělí 10.10.2011		Navrhovaný plán výroby na úterý 11.10.2011		Navrhovaný plán výroby na středu 12.10.2011		Navrhovaný plán výroby na čtvrtek 13.10.2011		Navrhovaný plán výroby na pátek 14.10.2011	
Typ	Kusy	Typ	Kusy	Typ	Kusy	Typ	Kusy	Typ	Kusy
ED2	150	ED2	98	ED2	100	ED2	48	ED2	95
KTD	9	ST2	4	ST2	26	ST2	60	KTD	25
TWD	80	KTD	66	TWD	140	DF	74	DF	14
FTD	0	TWD	51	DF	0	STW	20	STW	45
STD	35	DF	12	FW3	0	TWD	13	FW3	5
		FTD	0	FW2	0	STD	15	FW2	9
		STD	34	STD	17	FTD	7	STD	25
		PTD	8	ERD	1	ERD	29	FTD	3
						PRD	4	ERD	10
						PTD	20	PRD	5
								PTD	57
Celkem:	274	Celkem:	273	Celkem:	284	Celkem:	290	Celkem:	293

Tabulka 29 - Přehled vyrobených sprch, stěn a zástěn dle navrhovaného způsobu plánování

Z jednotlivých navrhovaných plánů výroby lze vyčíst, že někteří pracovníci nejsou v určitý den potřební nebo jsou využiti jen po určitý krátký čas. Proto je důležité, aby tito pracovníci vypomáhali na jiných pracovištích například u lisů nebo na předmontážích. Důležité je uvědomit si, že tento navrhovaný způsob plánování výroby je určen pouze pro výrobní buňky, u kterých je uplatňován princip tahu. Do tohoto plánování nebyla zahrnuta 30 minutová přestávka na oběd.

Počet vyrobených sprch od 10.10.2011 do 14.10.2011 (ks):	1414
Počet pracovníků:	27
Počet odpracovaných hodin (hod):	945
Produktivita (ks/počet odpracovaných hodin):	1,50
Báze (ks/počet odpracovaných hodin):	1,13
Celková kolektivní produktivita práce:	133%

Tabulka 30 - Kolektivní produktivita práce za 10.10.2011 - 14.10.2011 dle nového způsobu plánování

Z těchto výsledků vyplývá, že tímto navrhovaným způsobem plánování by se od 10.10.2011 do 14.10.2011 vyrobilo 1414 kusů sprch ve **27** pracovnících. Důležité je podotknout, že do tohoto počtu pracovníků se započítává i mistr, přípravař výroby a skladník. Ve skutečnosti se vyrobilo stejné množství sprch, ale ve 29 pracovnících. Tímto navrhovaným způsobem plánování by se ušetřily 2 pracovní síly a zároveň i navýšila celková kolektivní produktivita práce o **10%**. Díky tomuto plánování se zkrátí průběžná doba výroby z 9 dní na **6 dní**.

Z jednotlivých plánů výroby pak vyplývá, že pro čtyři montážní týmy budeme potřebovat celkem 12 dělníků. S takovýmto počtem lze v průměru za každou směnu vyrobit maximálně 300 kusů sprch. Za týden to je 1500 kusů. Lidská kapacita by se snížila ze současných 16 dělníků, kteří pracují na montážních pracovištích ve druhé polovině haly na **12 dělníků**. Důležité je si přitom uvědomit, že dva dělníky neboli vychystávače budeme nově potřebovat do supermarketu.

Deset pracovníků bude pracovat na pracovištích, u kterých bude uplatňován princip tlaku tj. myčka, klínovačka, pily, lisy, předmontáže a pytlíčky. Dále budou potřební dva vychystávači v supermarketu odkud začíná být uplatňován princip tahu a pro výrobní buňky budeme potřebovat 12 dělníků. K tomuto počtu ještě musíme připočítat jednoho mistra, skladníka a přípravaře. Pro nový navrhovaný výrobní systém budeme potřebovat celkem **27 pracovníků**. Oproti současnému stavu se snížila lidská kapacita o dva pracovníky z celkových 29 na 27 pracovníků.

➤ *Navrhovaný IS:*

Důležitou součástí každého výrobního systému je podpora informačního systému. Tento navrhovaný IS si musí společnost Kermi sama vytvořit. Pro obě navrhované varianty je důležité, aby nový IS splňoval všechny tyto požadavky:

- měl by být schopen sám podle stanovených kritérií vychystávat seznamy - pro vyskladňování skel i profilů z hlavního skladu,
- do IS budou vstupovat příchozí zakázky, systém by si měl zjistit podle aktuálních skladových hladin v supermarketu proveditelnost jednotlivých zakázek a též zohlednit prioritní zakázky,

- systém musí vychystat proveditelné zakázky tak, aby byla dostatečně vytížená montážní pracoviště, dále musí zohledňovat aktuální stav montážních týmů, případně upravovat dle potřeby výrobní kapacitu montážních týmů.

Dle těchto požadavků vychystá IS seznamy pro dodávku profilů, skel a popřípadě dalšího materiálu. Díky tomuto systému by bylo možné přesně odebírat požadované profily z hlavního plechového skladu. Skladník by přivážel k pilám potřebné metry daných profilů nikoliv celé balíky. Tímto opatřením nám nebudou vznikat velké mezizásoby v supermarketu. Nový IS musí komunikovat se SAPEM. Ten vychází z kusovníku, proto budeme přesně vědět, kolik metrů jednotlivých profilů je potřeba na daný typ sprchy. Součástí tohoto IS budou čtečky pro načítání čárových kódů. Toto řešení výrazně usnadní práci skladníkovi a disponentce, neboť přesně víme, kdy daný materiál vstoupil do výroby, kde se momentálně nachází. Jednotlivé čtečky by se měly umístit do těchto následujících míst:

Hlavní (plechový) sklad

Jedna čtečka offline v plechovém skladu s tím, že základna může být umístěna v kanceláři mistra. Čtečka bude sloužit pro načítání příchozího materiálu do plechového skladu. Díky čtecímu zařízení odpadne potřeba značné byrokracie při zapisování do SAPU. Další výhodou tohoto čtecího zařízení je značná úspora lidské práce a předcházení chyb v systému.

Pracoviště pil

Jedna čtečka offline u pil, zde se bude načítat příchozí materiál z plechového skladu, ze kterého se zároveň toto množství odepíše. Odstraní se opět byrokracie v zapisování do SAPU. Základna může být také umístěna v kanceláři mistra.

Pracoviště klínovačky

Jedna čtečka offline u klínovačky pro načítání hotových skel, které se buď po naklínování uskladní v plechovém skladu nebo se rovnou zavezou na konečnou montáž, kde se po zabalení odečtou ze systému.

Supermarket

Jedna čtečka v supermarketu pro aktualizování příchozího materiálu (předmontovaných dílů). Toto je důležité pro zadávání zakázek na konečnou montáž. Nový IS nám bude hlídat v supermarketu skladové hladiny předmontovaných dílů. Pokud nastane situace, že některý díl bude chybět, následně systém neumožní výrobu dané zakázky.

Pracoviště balení

Čtyři čtečky pro každé pracoviště balení na aktuální načítání hotových zabalených sprch. S načtením zabalené sprchy se automaticky odečtou všechny spotřebované položky (materiál a předmotované díly) ze supermarketu. Vhodné je mít i u jednotlivých pracovních týmů čtecí základny pro stálou aktualizaci (popřípadě čtečky online).

Kancelář mistra

Zde je důležité mít čtecí základnu, to proto, aby bylo možné vsunout čtečku do základny a tím načíst data do systému. V kanceláři by byla jedna čtečka offline pro směnového mistra a kvalitáře, ten by mohl načítat nestandardní tj. zmetkové profily a skla do systému. Tyto zmetkové materiály by se následně odečetly.

Sklad drobných dílů a obalových materiálů

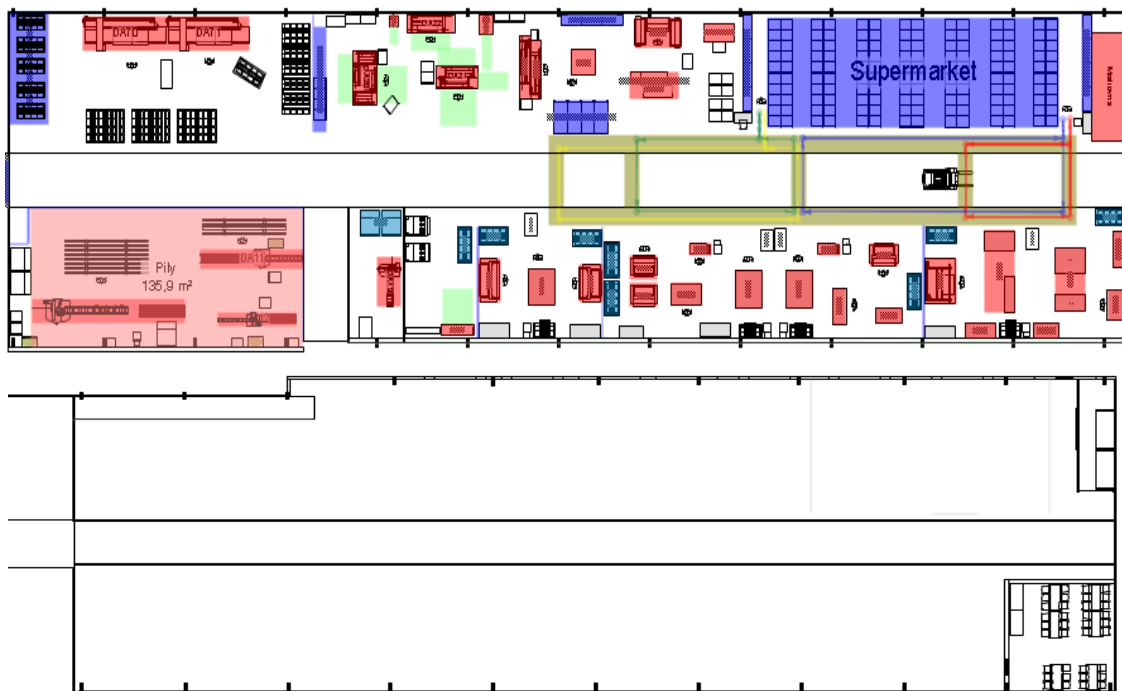
Jedna čtečka offline pro skladníka, který by odepisoval dané položky z informačního systému.

Umístění čtecích zařízení:

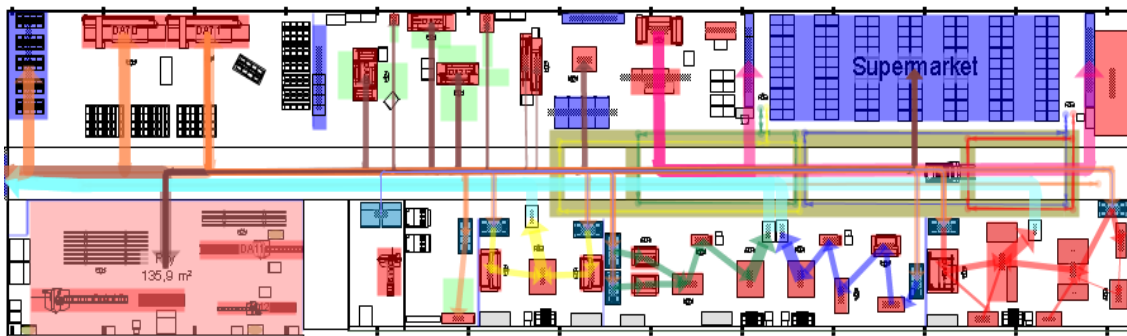
- 1x plechový sklad,
- 1x sklad drobných dílů a kartonáže,
- 1x pily,
- 1x klínovačka,
- 1x supermarket,
- 4x pracoviště balení,
- 1x pro směnového mistra a kvalitáře na odečítání zmetků.

Celkem by bylo zapotřebí pořídit 10 čtecích zařízení.

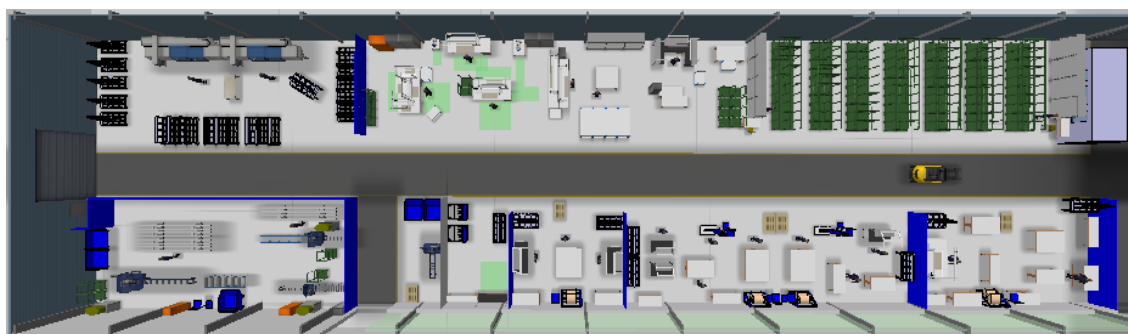
6.3.2 Detailní popis varianty 1 – buňková výroba



Obrázek 74 - Navrhovaný 2D layout buňkové výroby



Obrázek 75 - Navrhovaný 2D layout buňkové výroby s materiálovými toky



Obrázek 76 - Navrhovaný 3D letecký snímek buňkové výroby

Níže je popsáno, jak se uspořádala jednotlivá pracoviště podle navrhovaného layoutu výroby. Pracoviště jsou popisována podle jejich návaznosti dle materiálového toku.

Pracoviště myčky DA 70 a klínovačky DA 71

Tato dvě pracoviště se z hlediska prostorového uspořádání ponechala beze změny. Umytá a naklínovaná skla se v případě potřeby zavezou na stojanech přímo k daným montážním pracovištím. Ostatní v tu chvíli nepotřebná naklínovaná skla se převezou do hlavního plechového skladu a odtud se budou dle zakázek rozvážet do jednotlivých výrobních buněk. Před pracovištěm DA 70 je odstavná plocha, která je určená pro skla. Ty se zde budou rozdělovat a třídit podle zakázek.

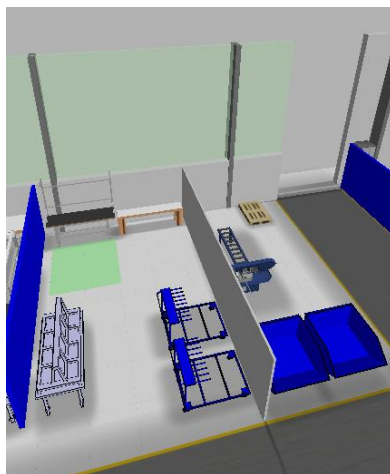


Obrázek 77 - Navrhovaný stav pracovišť DA 70, DA 71, DA 10, DA 11 a DA 12

Pracoviště pil DA 10, DA 11, DA 12, DA 13 a lepení DA 39

Pracoviště DA 10, 11 a 12 se navrhuje přemístit na současnou nevyužitou plochu, která činí 156 m². Tyto pily by se nacházely naproti myčce a klínovačce viz Obrázek 77. Kolem těchto pracovišť se navrhuje vytvořit odhlučňovací stěna, která by

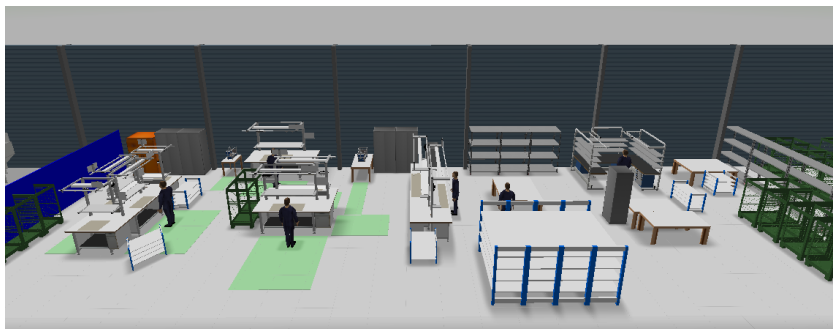
pohlcovala okolní dosti vysoký hluk při řezání. Důležité je, aby tato stěna měla pohyblivé zatahovací dveře k uličce. To proto, aby mohl skladník navážet potřebné balíky profilů k těmto pilám. Tato pracoviště by doplňovala potřebný materiál do nově vytvořeného supermarketu. Naopak pracoviště DA 13 se navrhuje ponechat na stejném místě. Tato pila se nachází za novým pracovištěm pil DA 10, DA 11 a DA 12 viz *Obrázek 78*. Na pracovišti DA 13 se řezou plexiskla, která se pak následně dle potřeby zaváží k jednotlivým montážním pracovištím. Za tímto pracovištěm se nově nachází pracoviště lepení DA 39. Zde se lepí skla ke kulatým profilovým lištám pomocí silikonu. Toto lepení se provádí pouze u zástěn DF(T),(S),(E). Bohužel slepené části musí 24 hodin schnout. Proto je nutné tuto operaci provádět nejméně s jednodenním předstihem. Slepovaná skla se následně po zaschnutí zavezou do výrobní buňky červeného týmu k pracovišti DA 36.



Obrázek 78 - Navrhovaný stav pracovišť DA 13 a DA 39

Pracoviště lisů, předmontáží DA 41, DA 42, DA 43 a pytlíků DA 40

Pracoviště lisů se navrhuje ponechat na stejném místě. Nařezané profily, které je potřeba dále ještě zpracovat, se převezou v koších od pracovišť pil k lisům. Pracovníci zde provedou lisování a vrtání dle technologického postupu. Zpracované profily umístí do prázdných košů. Ty se buď odvezou do supermarketu, nebo v případě dalšího zpracování se ještě převezou k předmontážním pracovištím. Ta se nově nachází vedle lisů. Jako poslední je zde pracoviště pytlíků. Pracovnice by doplňovala dle potřeby připravené balíčky do plastových přepravek, ty by se pak skladovaly ve dvou skluzných regálech. Jeden z nich se nachází za tímto pracovištěm a druhý na konci supermarketu před mistrovnu. Oba regály budou řízeny kanbanově a budou součástí supermarketu. Pracoviště pytlíků se navrhuje vylepšit z hlediska ergonomie. Pracovnice bude mít sestavené stoly do tvaru U, tak aby veškeré díly měla v přijatelném dosahu.



Obrázek 79 - Navrhovaný stav pracovišť lisů, předmontáží a pytlíků

Supermarket - pracoviště s vychystáváním materiálu podle zakázek

Nově navrhovaný centrální mezisklad by byl řízen kanbanem, je charakteristický tím, že má červenou a zelenou zónu. Červená značí potřebu doplnit zásobu daného profilu. Zelená naopak udává, že stav zásoby je dostatečný. V klecích jsou skladovány všechny typy dlouhých profilů, které jsou již připraveny na konečnou montáž. Za pracovištěm pytlíků je jeden dlouhý skluzný regál. Zde jsou skladovány plastové přepravky, ve kterých jsou uskladněny jednak připravené pytlíky, ale i krátké profily. Ten samý skluzný regál je umístěn i na konci supermarketu před mistrovnou. Jsou zde navržena dvě nová pracoviště, která budou vychystávat potřebné typy profilů podle zakázek. Dále jsou zde zapotřebí dva pracovníci neboli vychystávači. Ti budou zasouvat do univerzálních transportních vozíků připravené profily a drobný materiál. Vozíky pak posléze připojí k tzv. „*Spurmausům*“.



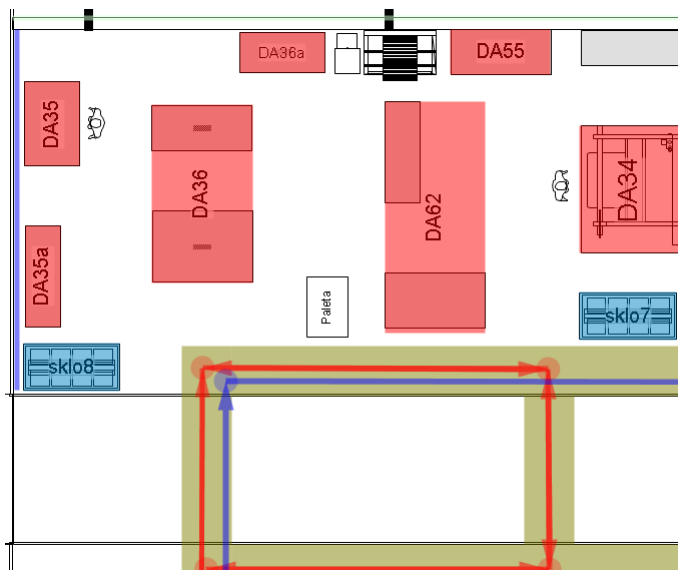
Obrázek 80 - Navrhovaný supermarket se dvěma vychystávacími pracovišti

Výrobní buňka pro červený montážní tým

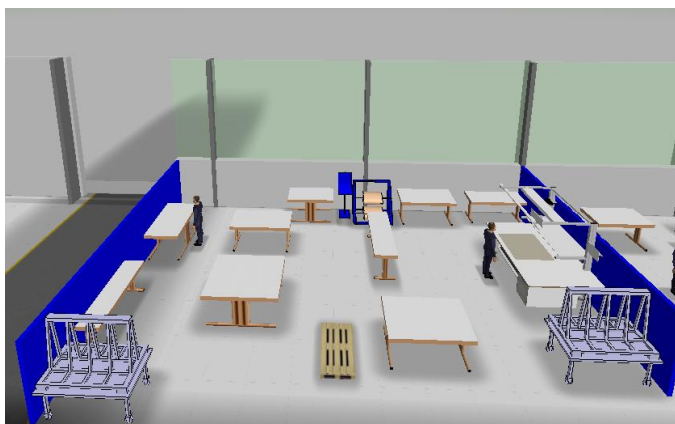
V této výrobní buňce jsou pracoviště uspořádána předmětně dle výrobního postupu. Veškeré změny a nově zavedená pracoviště jsou vyznačena červeně. Je zde uplatňovaná hnízdomá výrobní forma, to proto, že jednotlivé operace mají podobné technologické časy. Nachází se zde tato pracoviště:

- **DA 35a – nasazování gumových těsnění na skla u zástěn FW3 a FW2,**
- DA 35 – montáž dveří FW3 a FW2,
- **DA 36a – příprava krátkých profilů pro dveře KTD,**
- DA 36 – montáž dveří KTD, rámu KTD a kompletace zástěn FW3; 2, **DF(T),(S),(E),**
- DA 34 – montáž dveří STW a stěn TWD,
- DA 55 – kompletace dveří STW a rámu STW,
- DA 62 – balení TWD, KTD, DF(T),(S),(E), STW, FW3 a FW 2.

Nachází se zde nové pracoviště DA 35a, kde se budou připevňovat gumová těsnění na skla. Jedná se o klasický stůl. Toto pracoviště se bude používat při montáži zástěn FW3 a FW2. Dříve se tato operace prováděla na pracovišti DA 39. Následuje pracoviště DA 35, kde se montují dveře FW3 a FW2. Dále je zde navrženo nové pracoviště DA 36a, kde se budou připravovat krátké profily pro dveře KTD. Opět se jedná o klasický stůl. Na pracovišti DA 36 se montují dveře KTD, rámy KTD a kompletují zástěny FW3, FW2 a nově i zástěny DF(T),(S),(E). Pracoviště DA 34 se používá pro montáž dveří STW a stěn TWD. Následuje pracoviště DA 55, kde se kompletují dveře STW a rámy STW. Uprostřed výrobní buňky se nachází pracoviště balení DA 62. Dále se zde navrhuje, aby všechny pomocné stoly byly na kolečkách z důvodu jejich snadné přemístitelnosti.



Obrázek 81 - 2D layout výrobní buňky pro červený montážní tým s vyznačenými drahami



Obrázek 82 - Navrhovaná výrobní buňka pro červený montážní tým

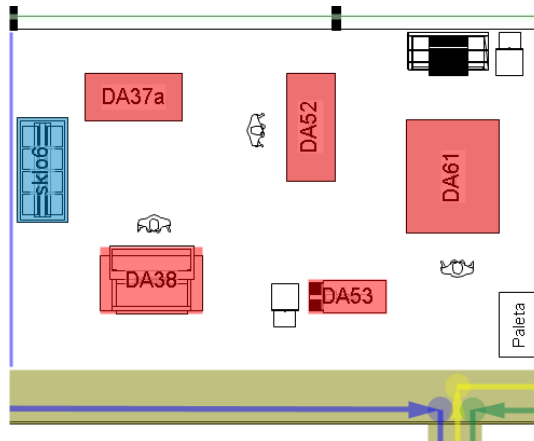
Výrobní buňka pro modrý montážní tým

V této výrobní buňce jsou pracoviště uspořádána předmětně dle výrobního postupu. Veškeré změny a nově zavedená pracoviště jsou vyznačena modře. Je zde uplatňována hnízdová výrobní forma, to proto, že jednotlivé operace mají podobné technologické časy. Nachází se zde tato pracoviště:

- DA 37a – nasazování gumových těsnění na skla u dveří STD,
- **DA 38** – montáž dveří **STD** a FTD,
- DA 52 – kompletace dveří STD, FTD a rámců STD, FTD,
- DA 53 – kontrola sprch STD a FTD,
- **DA 61 – balení STD a FTD.**

Na pracovišti DA 37a se nasazují gumová těsnění na skla pro dveře STD. Dále následuje pracoviště DA 38, zde se montují dveře FTD a nově i dveře STD. Je to dáno tím, že montážní stůl na tomto pracovišti byl vylepšen. Je zde navržena výměna starých matic za nové univerzální. Touto modernizací ušetříme jedno pracoviště konkrétně DA 37, které se v současné době používá pro montáž dveří STD. Zároveň i ušetříme plošnou plochu, kterou by jinak toto pracoviště zabralo. Na pracovišti DA 52 se kompletují dveře STD, FTD a rámy STD, FTD. Následuje pracoviště DA 53, kde se

kontrolují sprchy STD a FTD. Na posledním pracovišti DA 61 se balí sprchy. Toto pracoviště se nově zavede. Jedná se o klasický stůl, tedy stejné pracoviště jako je ve výrobní buňce pro zelený montážní tým. Dále se zde navrhuje, aby všechny pomocné stoly byly na kolečkách z důvodu jejich snadné přemístitelnosti.



Obrázek 83 - 2D layout výrobní buňky pro modrý montážní tým s vyznačenými drahami



Obrázek 84 - Navrhovaná výrobní buňka pro modrý montážní tým

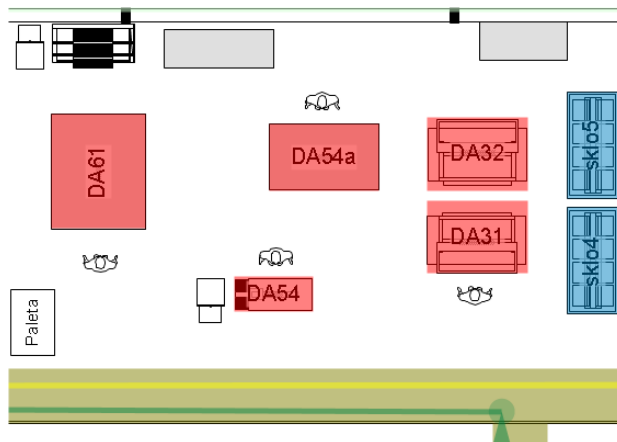
Výrobní buňka pro zelený montážní tým

V této výrobní buňce jsou pracoviště uspořádána předmětně dle výrobního postupu. Veškeré změny a nově zavedená pracoviště jsou vyznačena zeleně. Je zde uplatňovaná hnízdová výrobní forma, to proto, že jednotlivé operace mají podobné technologické časy. Nachází se zde tato pracoviště:

- DA 31 – montáž rámců ST2 a ED2,
- DA 32 – montáž dveří ST2 a ED2,
- **DA 54a** – kompletace dveří **ST2**, ED2 a rámců **ST2**, ED2,
- DA 54 – kontrola sprch ST2 a ED2,
- DA 61 – balení ST2 a ED2.

Nachází se zde pracoviště DA 31, kde se montují rámy ST2 a ED2. Následuje pracoviště DA 32, zde se montují dveře ST2 a ED2. Na pracovišti DA 54a se kompletují dveře ED2, nově i ST2 a rámy ED2, nově i ST2. Aby zde bylo možné kompletovat sprchy ST2, navrhuje se nový stůl, který je o něco širší než ten stávající.

Dále následuje pracoviště DA 54 neboli kontrola sprch ST2 a ED2. Na posledním pracovišti DA 61 se balí sprchy. Dále se zde navrhuje, aby všechny pomocné stoly byly na kolečkách z důvodu jejich snadné přemístitelnosti.



Obrázek 85 - 2D layout výrobní buňky pro zelený montážní tým s vyznačenými drahami



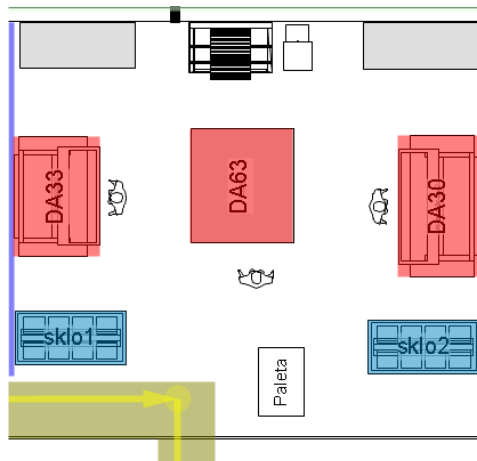
Obrázek 86 - Navrhovaná výrobní buňka pro zelený montážní tým

Výrobní buňka pro žlutý montážní tým

V této výrobní buňce jsou pracoviště uspořádána předmětně dle výrobního postupu. Veškeré změny a nově zavedená pracoviště jsou vyznačena žlutě. Je zde uplatňovaná hnízdomá výrobní forma, to proto, že jednotlivé operace mají podobné technologické časy. Nachází se zde tato pracoviště:

- DA 30 – montáž dveří PRD a ERD,
- **DA 33** – montáž dveří PTD, EFD, EDS a rámu PRD, EFD, EDS a **ERD**,
- DA 63 – balení PTD, PRD, EFD, EDS a ERD.

Na pracovišti DA 30 se montují dveře PRD a ERD. Pracoviště DA 33 se navrhuje vylepšit. Důležitá je zde výměna starých matic za nové univerzální. Bez této modernizace by pracovník nestíhal na tomto montážním stole smontovat dveře i rámy EFD a EDS ve stanoveném taktu. Díky výměně matic bude nově možné montovat i rámy ERD. V současné době se tyto rámy montují na pracovišti DA 31 nebo DA 32, což je značně neefektivní z hlediska dlouhého materiálového toku. Na posledním pracovišti DA 63 se balí sprchy. Dále se navrhuje, aby všechny pomocné stoly byly na kolečkách z důvodu jejich snadné přemístitelnosti.

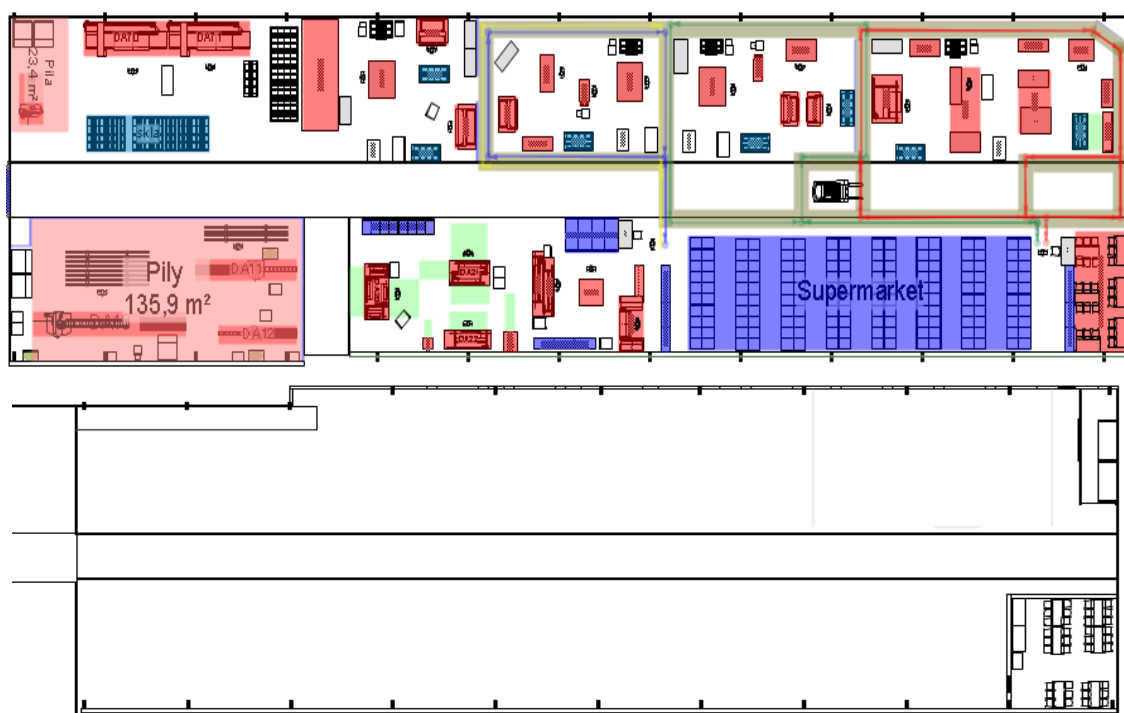


Obrázek 87 - 2D layout výrobní buňky pro žlutý montážní tým s vyznačenými drahami

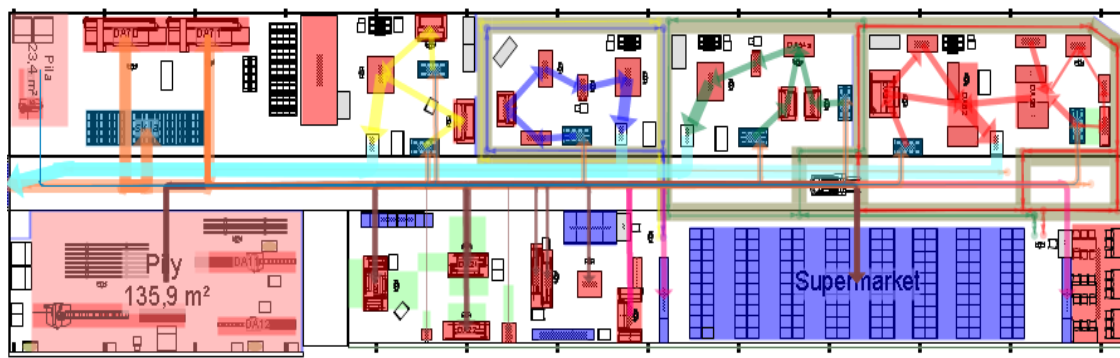


Obrázek 88 - Navrhovaná výrobní buňka pro žlutý montážní tým

6.3.3 Detailní popis varianty 2 – buňková výroba



Obrázek 89 - Navrhovaný 2D layout buňkové výroby



Obrázek 90 - Navrhovaný 2D layout buňkové výroby s materiálovými toky



Obrázek 91 - Navrhovaný 3D letecký snímek buňkové výroby

Níže je popsáno, jak se uspořádala jednotlivá pracoviště podle navrhovaného layoutu výroby. Pracoviště jsou popisována podle jejich návaznosti dle materiálového toku.

Pracoviště myčky DA 70 a klínovačky DA 71

Tato dvě pracoviště se z hlediska prostorového uspořádání ponechala beze změny. Umytá a naklínovaná skla se v případě potřeby zavezou na stojanech přímo k daným montážním pracovištím. Ostatní v této chvíli nepotřebná naklínovaná skla převezou do hlavního plechového skladu a odtud se pak budou dle zakázek rozvážet do jednotlivých výrobních buněk.



Obrázek 92 - Navrhovaný stav pracovišť DA 70, DA 71, DA 10, DA 11, DA 12 a DA 13

Pracoviště pil DA 10, DA 11, DA 12 a DA 13

Pracoviště DA 10, 11 a 12 se navrhuje přemístit na současnou nevyužitou plochu, která činí 156 m². Tyto pily by se nacházely naproti myčce a klínovačce viz Obrázek 92. Kolem těchto pracovišť se navrhuje vytvořit odhlučňovací stěna, která by

pohlcovala okolní dosti vysoký hluk při řezání. Důležité je, aby tato stěna měla pohyblivé zatahovací dveře k uličce. To proto, aby mohl skladník navážet potřebné balíky profilů k těmto pilám. Tato pracoviště by doplňovala potřebný materiál do nově vytvořeného supermarketu. Naopak pracoviště DA 13 se navrhuje přemístit před pracoviště myčky DA 70. Zde se řezou plexiskla, která se pak následně dle potřeby zaváží k jednotlivým montážním pracovištím.

Pracoviště lisů, předmontáží DA 41, DA 42, DA 43 a pytlíků DA 40

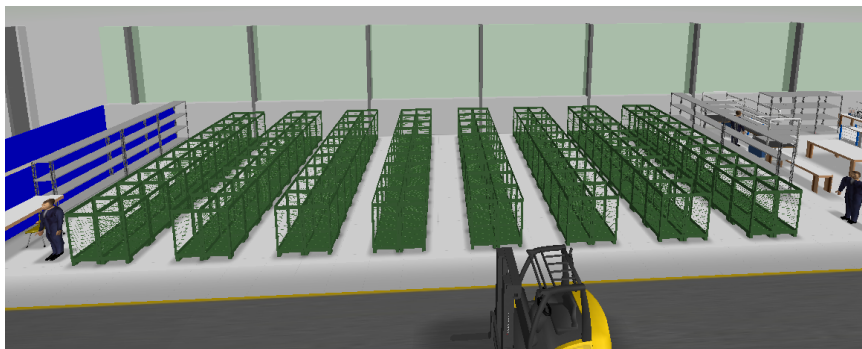
Tato pracoviště se navrhuje umístit za pracoviště pil. V současné době se na tomto místě nachází pily DA 10, 11 a 12. Nařezané profily, které je potřeba dále ještě zpracovat, se převezou v koších od pracovišť pil k lisům. Pracovníci provedou lisování a vrtání dle technologického postupu. Zpracované profily umístí do prázdných košů. Ty se buď odvezou do supermarketu, nebo v případě dalšího zpracování se ještě převezou k předmontážním pracovištím. Ta se nachází vedle lisů. Jako poslední je zde pracoviště pytlíků. Pracovnice by doplňovala dle potřeby připravené balíčky do plastových přepravek, skladovaly by se ve dvou skluzných regálech. Jeden z nich se nachází za tímto pracovištěm a druhý na konci supermarketu před odpočinkovou místností. Oba regály budou řízeny kanbanově a budou součástí supermarketu. Pracoviště pytlíků se navrhuje vylepšit z hlediska ergonomie. Pracovnice bude mít sestavené stoly do tvaru U, tak aby veškeré díly měla v přijatelném dosahu.



Obrázek 93 - Navrhovaný stav pracovišť lisů, předmontáží a pytlíků

Supermarket - pracoviště s vychystáváním materiálu podle zakázek

Nově navrhovaný centrální mezisklad by byl řízen kanbanem, je charakteristický tím, že má červenou a zelenou zónu. Červená značí potřebu doplnit zásobu daného profilu. Zelená naopak udává, že stav zásoby je dostatečný. V klecích jsou skladovány všechny typy dlouhých profilů, které jsou již připraveny na konečnou montáž. Za pracovištěm pytlíků je jeden dlouhý skluzný regál. Zde jsou skladovány plastové přepravky, ve kterých jsou uskladněny jednak připravené pytlíky, ale i krátké profily. Ten samý skluzný regál je umístěn i na konci supermarketu před odpočinkovou místností. Jsou zde navržena dvě nová pracoviště, která budou vychystávat potřebné typy profilů podle zakázek. Dále jsou zapotřebí dva pracovníci neboli vychystávači. Ti budou zasouvat do univerzálních transportních vozíků připravené profily a drobný materiál. Vozíky posléze připojí k tzv. „Spurmausům“.



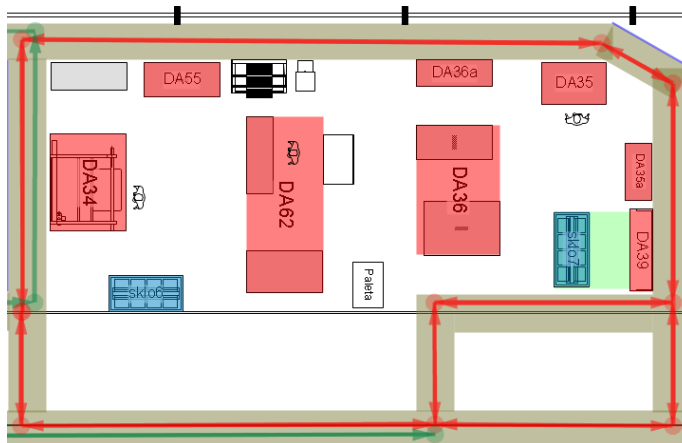
Obrázek 94 - Navrhovaný supermarket se dvěma vychystávacími pracovišti

Výrobní buňka pro červený montážní tým

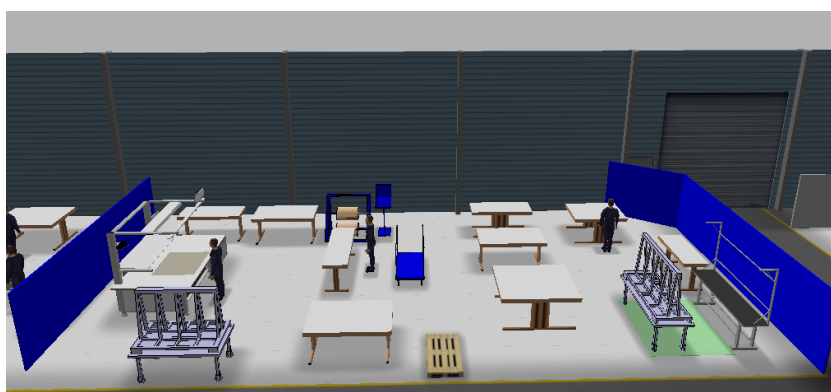
V této výrobní buňce jsou pracoviště uspořádána přibližně dle výrobního postupu. Veškeré změny a nově zavedená pracoviště jsou vyznačena červeně. Je zde uplatňovaná hnízdová výrobní forma, to proto, že jednotlivé operace mají podobné technologické časy. Nachází se zde tato pracoviště:

- DA 39 – lepení,
- **DA 35a – nasazování gumových těsnění na skla u zástěn FW3 a FW2,**
- DA 35 – montáž dveří FW3 a FW2,
- **DA 36a – příprava krátkých profilů pro dveře KTD,**
- DA 36 – montáž dveří KTD, rámu KTD a kompletace zástěn FW3; 2, **DF(T),(S),(E),**
- DA 34 – montáž dveří STW a stěn TWD,
- DA 55 – kompletace dveří STW a rámu STW,
- DA 62 – balení TWD, KTD, DF(T),(S),(E), STW, FW3 a FW 2.

Nachází se zde pracoviště lepení DA 39. Pracovník již nepoužívá klasický silikon pro lepení skel ke kulatým profilovým lištám, ale polyuretan. Ten zasychá a tvrdne do 1 minuty. Takto nově lepená skla již nemusí 24 hodin schnout, tudíž nemusíme lepit s jednodenním předstihem. Díky této nové technologii lze vyrábět zástěny DF(T),(S),(E) v nastaveném taktu. Dále je navrženo nové pracoviště DA 35a, kde se budou připevňovat gumová těsnění na skla. Jedná se o klasický stůl. Toto pracoviště se bude používat při montáži zástěn FW3 a FW2. Dříve se tato operace prováděla na pracovišti DA 39. Následuje pracoviště DA 35, kde se montují dveře FW3 a FW2. Dále se zde navrhuje další nové pracoviště DA 36a, kde se budou připravovat krátké profily pro dveře KTD. Opět se jedná o klasický stůl. Na pracovišti DA 36 se montují dveře KTD, rámy KTD a kompletují zástěny FW3, FW2 a nově i zástěny DF(T),(S),(E). Pracoviště DA 34 se používá pro montáž dveří STW a stěn TWD. Následuje pracoviště DA 55, kde se kompletují dveře STW a rámy STW. Uprostřed výrobní buňky se nachází pracoviště balení DA 62. Dále se zde navrhuje, aby všechny pomocné stoly byly na kolečkách z důvodu jejich snadné přemístitelnosti.



Obrázek 95 - 2D layout výrobní buňky pro červený montážní tým s vyznačenými drahami



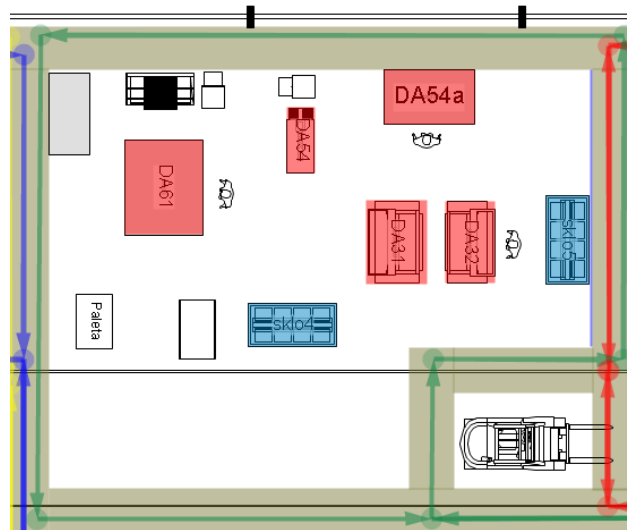
Obrázek 96 - Navrhovaná výrobní buňka pro červený montážní tým

Výrobní buňka pro zelený montážní tým

V této výrobní buňce jsou pracoviště uspořádána předmětně dle výrobního postupu. Veškeré změny a nově zavedená pracoviště jsou vyznačena zeleně. Je zde uplatňovaná hnízdová výrobní forma, to proto, že jednotlivé operace mají podobné technologické časy. Nachází se zde tato pracoviště:

- DA 31 – montáž rámu ST2 a ED2,
- DA 32 – montáž dveří ST2 a ED2,
- **DA 54a** – kompletace dveří **ST2**, ED2 a rámu **ST2**, ED2,
- DA 54 – kontrola sprch ST2 a ED2,
- DA 61 – balení ST2 a ED2.

Nachází se zde pracoviště DA 31, kde se montují rámy ST2 a ED2. Následuje pracoviště DA 32, zde se montují dveře ST2 a ED2. Na pracovišti DA 54a se kompletují dveře ED2, nově i ST2 a rámy ED2, nově i ST2. Aby bylo možné kompletovat sprchy ST2, navrhuje se nový stůl, který je o něco širší než ten stávající. Dále následuje pracoviště DA 54 neboli kontrola sprch ST2 a ED2. Na posledním pracovišti DA 61 se balí sprchy. Dále se navrhuje, aby všechny pomocné stoly byly na kolečkách z důvodu jejich snadné přemístitelnosti.



Obrázek 97 - 2D layout výrobní buňky pro zelený montážní tým s vyznačenými drahami



Obrázek 98 - Navrhovaná výrobní buňka pro zelený montážní tým

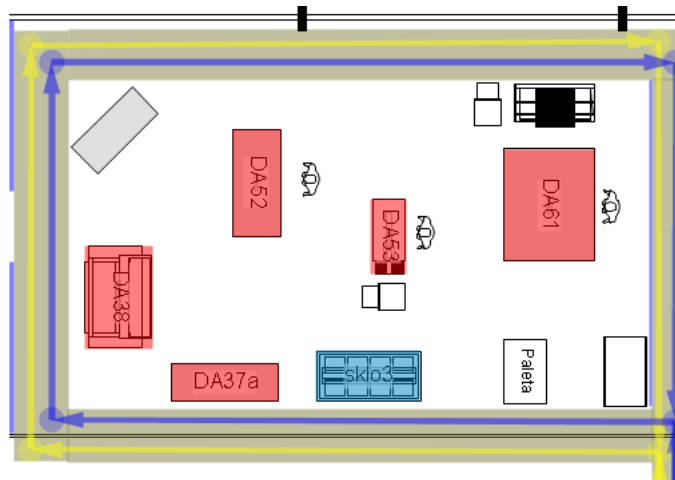
Výrobní buňka pro modrý montážní tým

V této výrobní buňce jsou pracoviště uspořádána předmětně dle výrobního postupu. Veškeré změny a nově zavedená pracoviště jsou vyznačena modře. Je zde uplatňovaná hnízdomá výrobní forma, to proto, že jednotlivé operace mají podobné technologické časy. Nachází se zde tato pracoviště:

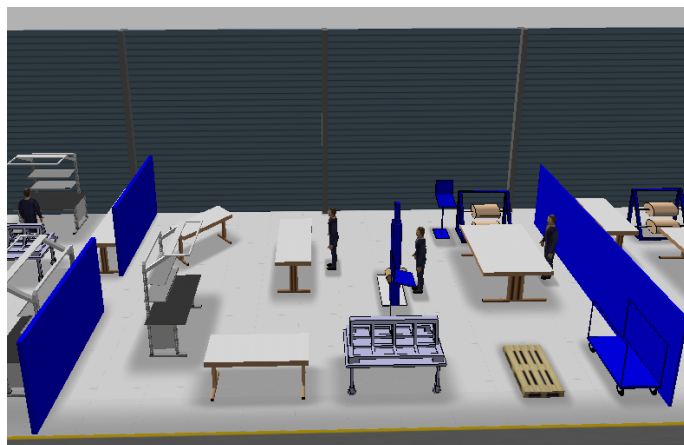
- DA 37a – nasazování gumových těsnění na skla u dveří STD,
- **DA 38** – montáž dveří **STD** a FTD,
- DA 52 – kompletace dveří STD, FTD a rámců STD, FTD,
- DA 53 – kontrola sprch STD a FTD,
- **DA 61** – balení **STD** a **FTD**.

Na pracovišti DA 37a se nasazují gumová těsnění na skla pro dveře STD. Dále následuje pracoviště DA 38, zde se montují dveře FTD a nově i dveře STD. Je to dáno tím, že montážní stůl na tomto pracovišti byl vylepšen. Navrhuje se výměna starých matic za nové univerzální. Touto modernizací ušetříme jedno pracoviště konkrétně DA 37, které se v současné době používá pro montáž dveří STD. Zároveň i ušetříme plošnou plochu, kterou by jinak toto pracoviště zabralo. Na pracovišti DA 52 se kompletují dveře STD, FTD a rámy STD, FTD. Následuje pracoviště DA 53, kde se kontrolují sprchy STD a FTD. Na posledním pracovišti DA 61 se balí sprchy. Toto

pracoviště se nově zavádí. Jedná se o klasický stůl, stejné pracoviště jako je ve výrobní buňce pro zelený montážní tým. Dále se navrhuje, aby všechny pomocné stoly byly na kolečkách z důvodu jejich snadné přemístitelnosti.



Obrázek 99 - 2D layout výrobní buňky pro modrý montážní tým s vyznačenými drahami



Obrázek 100 - Navrhovaná výrobní buňka pro modrý montážní tým

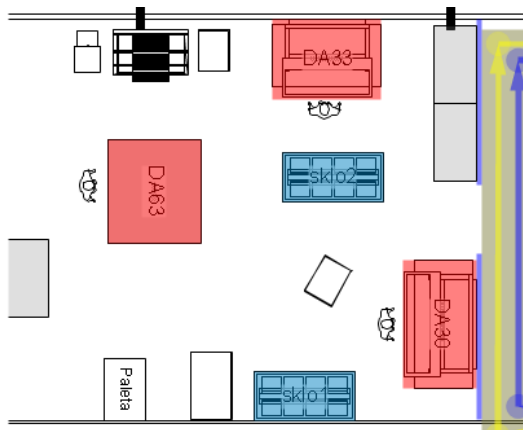
Výrobní buňka pro žlutý montážní tým

V této výrobní buňce jsou pracoviště uspořádána předmětně dle výrobního postupu. Veškeré změny a nově zavedená pracoviště jsou vyznačena žlutě. Je zde uplatňovaná hnízdomá výrobní forma, to proto, že jednotlivé operace mají podobné technologické časy. Nachází se zde tato pracoviště:

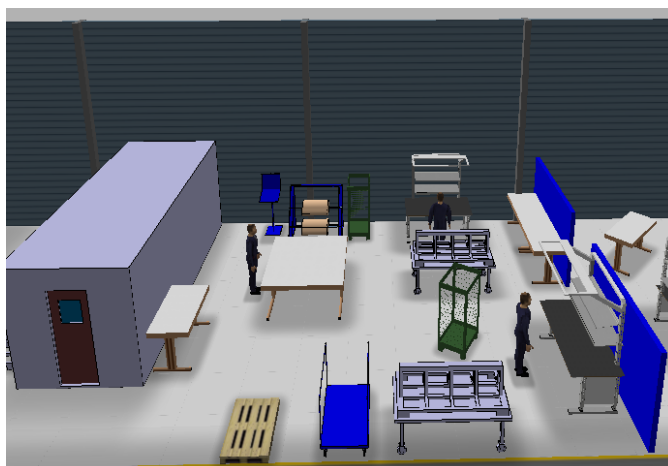
- DA 30 – montáž dveří PRD a ERD,
- **DA 33** – montáž dveří PTD, EFD, EDS a rámu PRD, EFD, EDS a **ERD**,
- DA 63 – balení PTD, PRD, EFD, EDS a ERD.

Na pracovišti DA 30 se montují dveře PRD a ERD. Pracoviště DA 33 se navrhuje vylepšit. Důležitá je výměna starých matic za nové univerzální. Bez této modernizace by pracovník nestíhal na tomto montážním stole smontovat dveře i rámy EFD a EDS ve stanoveném taktu. Díky výměně matic bude nově možné montovat i rámy ERD. V současné době se tyto rámy montují na pracovišti DA 31 nebo DA 32, což je značně neefektivní z hlediska dlouhého materiálového toku. Na posledním pracovišti DA 63 se balí sprchy. Dále se navrhuje, aby všechny pomocné stoly byly na kolečkách z důvodu jejich snadné přemístitelnosti.

Vedle této výrobní buňky se nachází budka, kde mají kanceláře mistr, přípravář a kvalitář výroby.



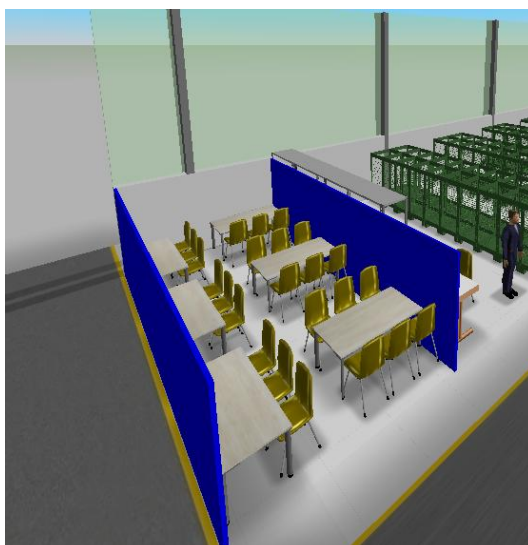
Obrázek 101 - 2D layout výrobní buňky pro žlutý montážní tým s vyznačenými drahami



Obrázek 102 - Navrhovaná výrobní buňka pro žlutý montážní tým

Odpočinková místnost

Pro pracovníky byla nově navržena odpočinková místnost, která se nachází za supermarketem. Zde se mohou zaměstnanci v klidu nasvačit během přestávky na oběd.



Obrázek 103 - Navrhovaná odpočinková místnost

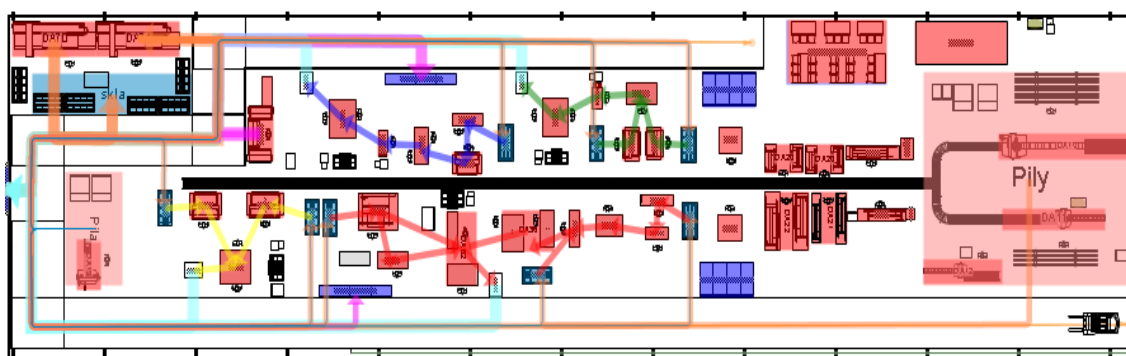
6.3.4 Charakteristika varianty 3

Varianta 3 je charakteristická tím, že se jedná o linkovou výrobu. Všechna pracoviště kromě myčky, klínovačky a pily DA 13 jsou uspořádána předmětně dle materiálového toku. Je zde uplatňován princip tahu. Navrhované uspořádání je zcela odlišné od současného stavu. Princip výroby spočívá v tom, že nařezané profily putují od pil po válečkovém dopravníku k jednotlivým pracovištím. Abychom mohli tuto variantu 3 realizovat, bylo by zapotřebí modernizovat celý strojový park tj. pily a lisy. Dále bychom museli navýšit, jak strojní, tak i lidskou kapacitu. Obtížně bychom nastavovali výrobní takt linky, neboť každý typ vyráběné sprchy má jinou dobu zpracování. S tím úzce souvisí i vhodné nastavení přepravní rychlosti válečkového dopravníku. Jelikož se do budoucna nepředpokládá, že by došlo k dramatickému zvýšení objemu výroby, proto **tuto variantu nelze realizovat**. Aby byl tento návrh pro praxi výhodný, musela by výroba probíhat ve třisměnném provozu. Jelikož je tato varianta dosti investičně náročná, byly vytvořeny pouze návrhy 2D a 3D layoutů. Proto se varianta 3 detailně nerozpracovávala a ani ekonomicky nevyhodnocovala.

6.3.5 Popis varianty 3 – linková výroba



Obrázek 104 - Navrhovaný 2D layout linkové výroby



Obrázek 105 - Navrhovaný 2D layout linkové výroby s materiálovými toky



Obrázek 106 - Navrhovaný 3D letecký snímek linkové výroby

Níže je zobrazeno uspořádání jednotlivých pracovišť podle navrhovaného layoutu výroby. Pracoviště jsou znázorněna podle jejich návaznosti dle materiálového toku.

Pracoviště myčky DA 70, klínovačky DA 71 a pily DA 13



Obrázek 107 - Navrhovaný stav pracovišť DA 70, DA 71 a DA 13

Pracoviště pil DA 10, DA 11 a DA 12



Obrázek 108 - Navrhovaný stav pracovišť pil

Pracoviště rolniček DA 42, DA 43 a lisů



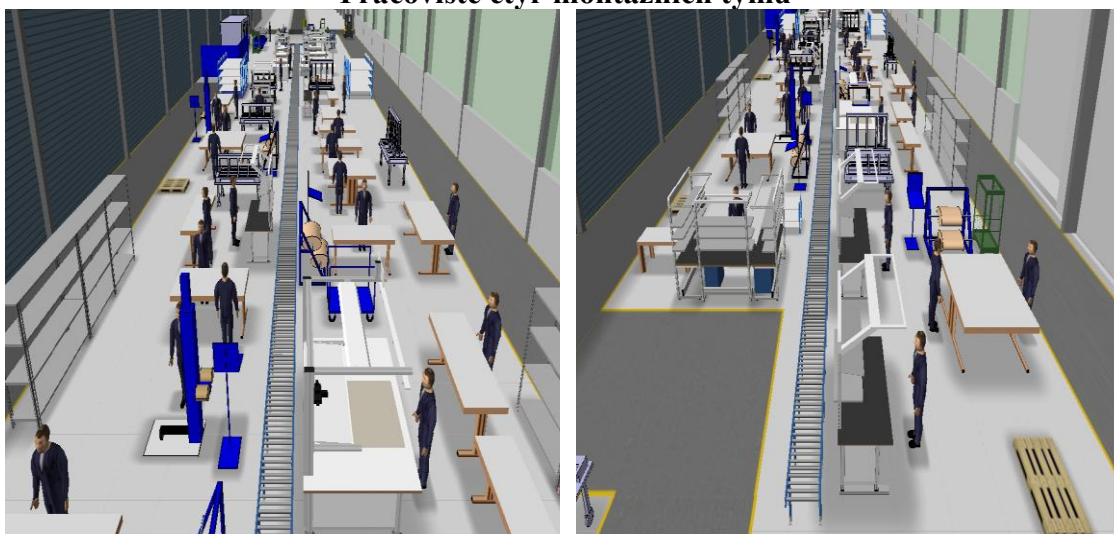
Obrázek 109 - Navrhovaný stav pracovišť rolniček a lisů

Pracoviště předmontáží DA 41

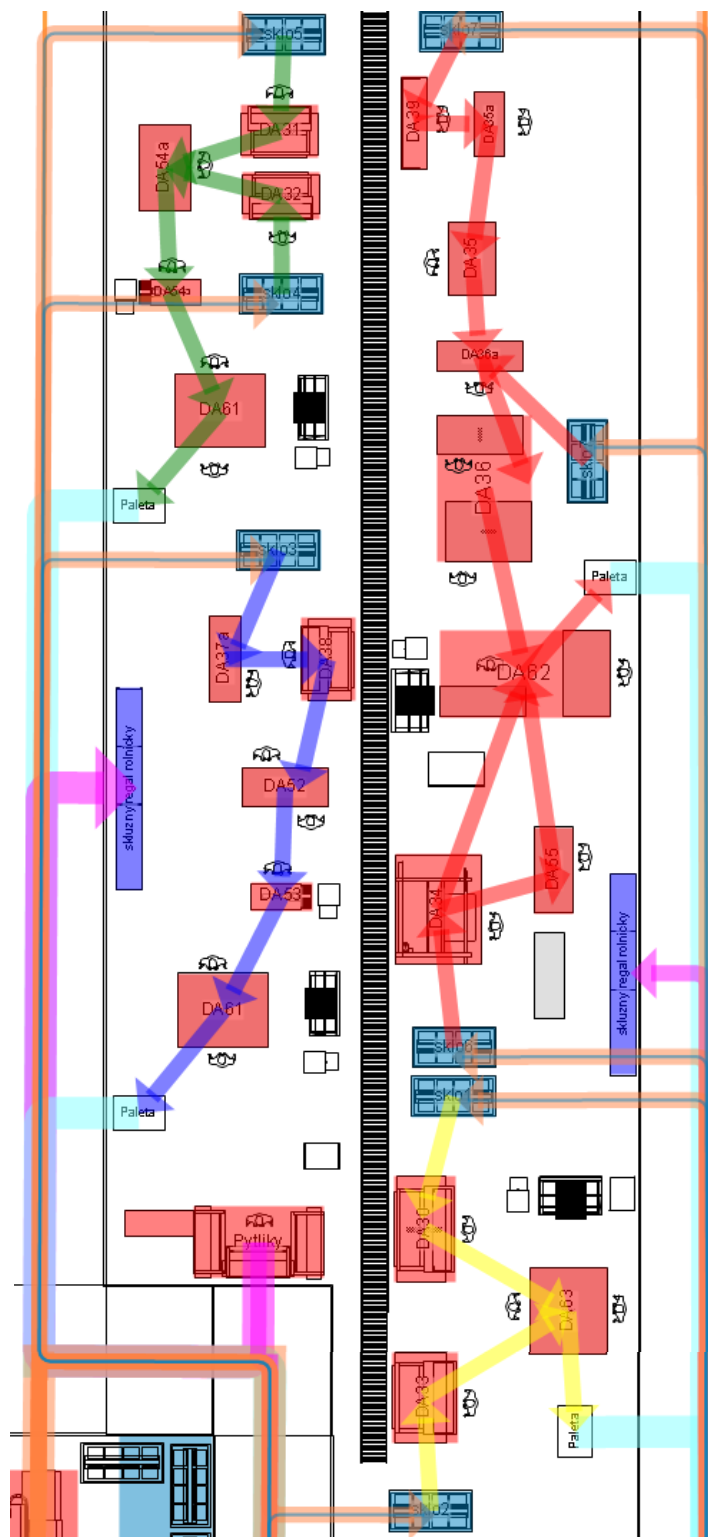


Obrázek 110 - Navrhovaný stav pracovišť předmontáží

Pracoviště čtyř montážních týmů



Obrázek 111 - Navrhovaný stav pracovišť pro čtyři montážní týmy



Obrázek 112 - 2D layout pracovišť pro čtyři montážní týmy

6.3.6 Porovnání a shrnutí varianty 1 a 2

Obě navrhované varianty se od sebe liší především tím, že každá z nich nabízí jiné prostorové uspořádání pracovišť. Varianta 1 zachovává současný způsob lepení na pracovišti DA 39. Používá se zde silikon. Díky této technologii se musí lepit skla ke kulatým profilovým lištám s 24 hodinovým předstihem. Používaný silikon na této bázi by nestihl dříve vytvrdnout. Nevýhodou je, že toto pracoviště zabírá velkou plošnou plochu. Jedná se především o ta místa, kde zasychají slepená skla. Naopak výhodné je, že pracoviště lisů, pily DA 13, myčky DA 70 a klínovačky DA 71 zůstala zachována. U varianty 2 se používá místo silikonu polyuretan, který má výhodu, že tvrdne již do 1 minuty. Pracoviště DA 39 tak zabírá podstatně méně plošné plochy. Tato ušetřená plocha byla využita pro odpočinkovou místnost, která je určena pro pracovníky. Menší nevýhodou této druhé varianty je to, že většina pracovišť by se musela přemístit na jiná místa. Pouze pracoviště myčky a klínovačky by zůstalo zachováno.

U varianty 1 probíhá hlavní materiálový tok ve směru hodinových ručiček, naopak varianta 2 má tento materiálový tok obrácený proti směru hodinových ručiček.

Ostatní změny a úpravy se týkají obou variant. Jedná se především o to, aby se do navrhovaného výrobního systému zaimplementoval nový podpůrný informační systém. Ten by byl založen na platformě čárových kódů. Dále je nutné pořídit automaticky řízené manipulační jednotky tzv. „Spurmausy“ a také speciální „Kittingové vozíčky“. Důležité je vyrábět ve stanovených taktech. U obou variant je nutné plánovat výrobu dle nového navrženého způsobu. V celém výrobním systému by bylo **27 pracovníků** včetně mistra, přípravaře a skladníka. V takovémto počtu lze v průměru za jednu směnu vyrobit maximálně 300 kusů sprch. Za týden je to 1500 kusů, což odpovídá současné výrobní kapacitě. Průměrná kolektivní produktivita práce se tak zvýší o **10%** oproti současnému stavu. Díky tomuto plánování se zkrátí průběžná doba výroby z 9 dní na **6 dní**. Kermi s.r.o. dle své predikce předpokládá, že pro letošní rok 2012 bude muset vyrobit 67 288 kusů sprch a pro rok 2013 dokonce 69 485 kusů. Oba dva roky mají 252 pracovních dnů. Pokud se bude v průměru za každou směnu vyrábět 300 kusů sprch, tak díky tomuto způsobu plánování výroby lze ve 27 pracovnících za rok vyrobit maximálně 75 600 kusů různých typů sprch. Z toho vyplývá, že současná výrobní kapacita je pro tyto dva roky dostačující. Platí to i pro případ, kdyby se v průměru vyrábělo za směnu jen 280 kusů sprch, tím se vyrobí celkem 70 560 kusů. Toto množství je dostatečné k současné poptávce trhu a není zapotřebí modernizovat současný strojový park, protože vložená investice by měla dlouhodobou návratnost. V případě, že by došlo k vyšší poptávce na trhu, muselo by se přistoupit na dvou až třísměnný provoz, a poté by bylo nutné strojový park modernizovat. Jediná úprava, která se zde navrhuje, je výměna starých matric za nové univerzální. Týká se to montážních stolů na pracovištích DA 38 a DA 33. Tato investice není až tak nákladná a navíc nám přináší řadu výhod. Například na pracovišti DA 38 se budou nově montovat dveře sprchy STD. Nyní se tyto dveře montují na pracovišti DA 37, které již nebude potřeba. Ušetříme jeden montážní stůl a zároveň i plošnou plochu, kterou tento stůl zabírá. Dále je nutné přikoupit 4 nové stoly. Ty se budou používat na pracovištích DA 35a, DA 36a, DA 54a a DA 61. I tato investice není až tak nákladná, neboť se jedná o přikoupení klasických stolů.

Pro obě navrhované varianty je důležité, aby ti dělníci, kteří pracují ve výrobních buňkách, měli vyšší kvalifikovanost. Musí proto ovládat všechny operace na všech pracovištích. Obě navrhované varianty jsou vyhodnoceny v příloze č. 3.

6.4 Ekonomické vyhodnocení

Kermi s.r.o. poskytla všechny potřebné údaje o nákladech, jedná se o interní podklady. Nejprve se vypočítaly přímé mzdové náklady a dále i výrobní režie. Následně bylo sestaveno kalkulační schéma. Výsledkem jsou zpracovací náklady. Tyto kalkulace se provedly, jak pro současný výrobní systém, tak i pro obě navrhované varianty 1 a 2.

Dále je zde vypočítán podíl celkových nákladů na jednici každého typu sprchy. Aplikovala se zde kalkulace dělením s poměrovými čísly. Používá se při výrobě výrobků lišících se nějakým hlavním parametrem. V tomto případě se jedná o parametr pracnosti. Poměrová čísla se stanovují vždy podle poměru hlavního parametru. Výrobek, který se považuje za základní, označíme poměrovým číslem 1. Ostatní výrobky se pak pomocí poměrových čísel přepočtou na základní výrobek. Dělením zjistíme podíl nákladů na jednotku i -tého typu produkce.

$$n_i = \frac{N}{x_1 \cdot z_1 + x_2 \cdot z_2 + \dots + x_n \cdot z_n} \cdot z_i$$

N – společné náklady [Kč]

n_i – náklady na jednotku i – tého typu produkce [Kč]

x_i – objem i – tého typu produkce [ks]

z_i – poměrové číslo i – tého typu

Současný výrobní systém a navrhované varianty jsou zde porovnány pomocí zpracovacích nákladů. V závěru je vybrána optimální varianta.

6.4.1 Současný výrobní systém

- Výpočet přímých mzdových nákladů

$$N_{PMZ(\text{měsíční})} = D_v \cdot N_{MZDV} = 26 \cdot 30\,000 = 780\,000 \text{ Kč}$$

$$N_{PMZ(\text{roční})} = N_{PMZ(\text{měsíční})} \cdot P_M = 780\,000 \cdot 13 = \mathbf{10\,140\,000 \text{ Kč}}$$

$N_{PMZ(\text{měsíční})}$ – měsíční přímé mzdové náklady [Kč]

D_v – počet výrobních pracovníků

N_{MZDV} – měsíční mzdové náklady na jednoho výrobního pracovníka [Kč]

$N_{PMZ(\text{roční})}$ – roční přímé mzdové náklady [Kč]

P_M – počet mezd za rok (+13 plat)

- Výpočet výrobní režie

Kalkulované odpisy haly:

$$KA_{(\text{roční})} = P_p \cdot \text{roční odpis haly v Kč na } 1 \text{ m}^2 = 2\,527 \cdot 272 = \mathbf{687\,344 \text{ Kč}}$$

$KA_{(\text{roční})}$ – roční kalkulované odpisy haly [Kč]

P_p – plošná plocha [m^2]

Náklady na energie:

$$KE_{(roční)} = P_p \cdot \text{roční náklady na energii v Kč na } 1 \text{ m}^2 \\ = 2\,527 \cdot 600 = \mathbf{1\,516\,200 \text{ Kč}}$$

$$KE_{(roční)} - \text{roční náklady na energii [Kč]} \\ P_p - \text{plošná plocha [m}^2]$$

Náklady na nevýrobní pracovníky (mistr, přípravář, skladník):

$$N_{MZ(měsíční)} = D_n \cdot N_{MZDN} = (1 \cdot 40\,000) + (1 \cdot 35\,000) + (1 \cdot 33\,000) \\ = 108\,000 \text{ Kč}$$

$$N_{MZ(roční)} = N_{MZ(měsíční)} \cdot P_M = 108\,000 \cdot 13 = \mathbf{1\,404\,000 \text{ Kč}}$$

$$N_{MZ(měsíční)} - \text{měsíční mzdové náklady [Kč]} \\ D_n - \text{počet nevýrobních pracovníků} \\ N_{MZDN} - \text{měsíční mzdové náklady na jednoho nevýrobního pracovníka [Kč]} \\ N_{MZ(roční)} - \text{roční mzdové náklady [Kč]} \\ P_M - \text{počet mezd za rok (+13 plat)}$$

Kalkulační schéma:

Přímé mzdové náklady	10 140 000 Kč/rok
+ Výrobní režie	3 607 544 Kč/rok
= Zpracovací náklady	13 747 544 Kč/rok

Výpočet podílu celkových nákladů na jednici každého typu sprchy

Typ sprchy	Pracnost i-té sprchy (ti)	Skutečný objem i-tého typu produkce za rok 2011 (Qsi)	Přepočtený objem i-tého typu produkce za rok 2011 (Qpi)	Sprchy jsou pracnějši oproti TWD o	Přepočtené sprchy pomocí poměrových čísel (Zi)	Podíl celkových nákladů na jednici každé sprchy (ni)
	[Nmin]	[ks/rok]	[ks/rok]	[%]		[Kč/ks]
PRD	31,42	2 391	2 505	395%	4,95	366
ERD	31,61	3 097	2 490	398%	4,98	368
EDS	23,98	101	3 282	278%	3,78	279
EFD	21,62	61	3 640	240%	3,40	252
PTD	13,46	2 873	5 847	112%	2,12	157
FW3	22,90	317	3 437	261%	3,61	267
FW2	17,26	312	4 560	172%	2,72	201
KTD	17,79	5 616	4 424	180%	2,80	207
STW	13,51	2 737	5 825	113%	2,13	157
TWD	6,35	12 394	12 394	0%	1,00	74
DF	8,30	3 978	9 482	31%	1,31	97
STD	17,29	6 180	4 552	172%	2,72	201
FTD	15,99	1 237	4 922	152%	2,52	186
ED2	11,94	19 472	6 591	88%	1,88	139
ST2	14,57	3 947	5 402	129%	2,29	170
Celkem:		64 713	79 353			

Tabulka 31 - Podíl nákladů na jednotku i-tého typu produkce

Základním typem je zvolena sprcha **TWD**, neboť je nejméně náročná na zpracování. Má poměrové číslo = 1.

Celková pracnost základní sprchy TWD:	78 702	[Nmin/rok]
--	--------	------------

Společné zpracovací náklady (ZNsouč.):	13 747 544	[Kč/rok]
---	-------------------	----------

$$\text{Celková pracnost základní sprchy TWD} = t_i \cdot Q_{Si} = 6,35 \cdot 12\,394 \doteq 78\,702 \text{ [Nmin/rok]}$$

Dále se zde musely určit přepočtené objemy:

$$Q_{pi} = \frac{\text{celková pracnost základní sprchy TWD}}{t_i} \text{ [ks/rok]}$$

$$Q_{p(\text{PRD})} = \frac{78\,702}{31,42} \doteq \mathbf{2\,505} \text{ [ks/rok]} \dots$$

Výpočet podílu celkových nákladů na jednici každé sprchy:

$$n_i = \frac{ZN_{(\text{souč. stav})}}{Q_{pi} \cdot Z_i + \dots + Q_{pn} \cdot Z_n} \cdot Z_i \text{ [Kč/ks]}$$

$$n_{(\text{PRD})} = \frac{13\,747\,544}{2\,505 \cdot 4,95 + \dots + 5\,402 \cdot 2,29} \cdot 4,95 \doteq \mathbf{366} \text{ [Kč/ks]} \dots$$

6.4.2 Navrhované varianty 1 a 2

Výpočet zpracovacích nákladů a celkových nákladů na jednici každé sprchy je zde shodný pro obě navrhované varianty 1 a 2. Tyto varianty mají stejné výsledky. Odlišují se od sebe pouze v investičních nákladech.

- *Výpočet přímých mzdových nákladů*

$$N_{PMZ(\text{měsíční})} = D_v \cdot N_{MZDV} = 22 \cdot 30\,000 = 660\,000 \text{ Kč}$$

$$N_{PMZ(\text{roční})} = N_{PMZ(\text{měsíční})} \cdot P_M = 660\,000 \cdot 13 = \mathbf{8\,580\,000} \text{ Kč}$$

$N_{PMZ(\text{měsíční})}$ – měsíční přímé mzdové náklady [Kč]

D_v – počet výrobních pracovníků

N_{MZDV} – měsíční mzdové náklady na jednoho výrobního pracovníka [Kč]

$N_{PMZ(\text{roční})}$ – roční přímé mzdové náklady [Kč]

P_M – počet mezd za rok (+13 plat)

- *Výpočet výrobní režie*

Kalkulované odpisy haly:

$$KA_{(\text{roční})} = P_p \cdot \text{roční odpis haly v Kč na } 1 \text{ m}^2 = 1\,485 \cdot 272 = \mathbf{403\,920} \text{ Kč}$$

$KA_{(\text{roční})}$ – roční kalkulované odpisy haly [Kč]

P_p – plošná plocha [m^2]

Náklady na energie:

$$KE_{(roční)} = P_p \cdot \text{roční náklady na energie v Kč na } 1 \text{ m}^2 = 1\,485 \cdot 600 \\ = \mathbf{891\,000 \text{ Kč}}$$

$$KE_{(roční)} - \text{roční náklady na energie [Kč]} \\ P_p - \text{plošná plocha [m}^2]$$

Náklady na nevýrobní pracovníky (mistr, přípravař, skladník, 2 vychystávači):

$$N_{MZ(měsíční)} = D_n \cdot N_{MZDN} \\ = (1 \cdot 40\,000) + (1 \cdot 35\,000) + (1 \cdot 33\,000) + (2 \cdot 30\,000) = 168\,000 \text{ Kč} \\ N_{MZ(roční)} = N_{MZ(měsíční)} \cdot P_M = 168\,000 \cdot 13 = \mathbf{2\,184\,000 \text{ Kč}}$$

$$N_{MZ(měsíční)} - \text{měsíční mzdové náklady [Kč]} \\ D_n - \text{počet nevýrobních pracovníků} \\ N_{MZDN} - \text{měsíční mzdové náklady na jednoho nevýrobního pracovníka [Kč]} \\ N_{MZ(roční)} - \text{roční mzdové náklady [Kč]} \\ P_M - \text{počet mezd za rok (+13 plat)}$$

Kalkulační schéma:

Přímé mzdové náklady	8 580 000 Kč/rok
+ Výrobní režie	3 478 920 Kč/rok
= Zpracovací náklady	12 058 920 Kč/rok

Výpočet podílu celkových nákladů na jednici každého typu sprchy

Typ sprchy	Pracnost i-té sprchy (ti)	Skutečný objem i-tého typu produkce za rok 2011 (Qsi)	Přepočtený objem i-tého typu produkce za rok 2011 (Qpi)	Sprchy jsou pracnější oproti TWD o	Přepočtené sprchy pomocí poměrových čísel (Zi)	Podíl celkových nákladů na jednici každé sprchy (ni)
	[Nmin]	[ks/rok]	[ks/rok]	[%]		[Kč/ks]
PRD	11,05	2 391	6 416	93%	1,93	125
ERD	16,22	3 097	4 371	184%	2,84	184
EDS	15,90	101	4 459	178%	2,78	180
EFD	15,90	61	4 459	178%	2,78	180
PTD	7,15	2 873	9 915	25%	1,25	81
FW3	15,37	317	4 612	169%	2,69	174
FW2	10,88	312	6 516	90%	1,90	123
KTD	8,58	5 616	8 263	50%	1,50	97
STW	7,77	2 737	9 124	36%	1,36	88
TWD	5,72	12 394	12 394	0%	1,00	65
DF	7,68	3 978	9 231	34%	1,34	87
STD	16,92	6 180	4 190	196%	2,96	192
FTD	14,48	1 237	4 896	153%	2,53	164
ED2	7,60	19 472	9 328	33%	1,33	86
ST2	8,97	3 947	7 903	57%	1,57	102
Celkem:		64 713	106 077			

Tabulka 32 - Podíl nákladů na jednotku i-tého typu produkce

Základním typem je zvolena sprcha **TWD**, neboť je nejméně náročná na zpracování. Má poměrové číslo = 1.

Celková pracnost základní sprchy TWD:	70 894	[Nmin/rok]
--	--------	------------

Společné zpracovací náklady (ZN _{navrh}):	12 058 920	[Kč/rok]
--	------------	----------

$$\text{Celková pracnost základní sprchy TWD} = t_i \cdot Q_{si} = 5,72 \cdot 12\,394 \doteq 70\,894 \text{ [Nmin/rok]}$$

Dále se zde musely určit přepočtené objemy:

$$Q_{pi} = \frac{\text{celková pracnost základní sprchy TWD}}{t_i} \text{ [ks/rok]}$$

$$Q_{p(\text{PRD})} = \frac{70\,894}{11,05} \doteq 6\,416 \text{ [ks/rok]} \dots$$

Výpočet podílu celkových nákladů na jednici každé sprchy:

$$n_i = \frac{ZN_{(\text{navrh. var.})}}{Q_{pi} \cdot Z_i + \dots + Q_{pn} \cdot Z_n} \cdot Z_i \text{ [Kč/ks]}$$

$$n_{(\text{PRD})} = \frac{12\,058\,920}{6\,416 \cdot 1,93 + \dots + 7\,903 \cdot 1,57} \cdot 1,93 \doteq 125 \text{ [Kč/ks]} \dots$$

6.4.3 Výběr optimální varianty

1) Výpočet roční úspory ve zpracovacích nákladech:

$$\dot{u}_n = ZN_{(\text{souč. stav})} - ZN_{(\text{navrh. var.})} = 13\,747\,544 - 12\,058\,920 = 1\,688\,624 \text{ Kč/rok}$$

2) Výpočet úspory celkových nákladů na jednici každé sprchy:

Typ sprchy	Podíl celkových nákladů na jednici každé sprchy (ni souč. stav)	Podíl celkových nákladů na jednici každé sprchy (ni navrh. var.)	Úspora celkových nákladů na jednici každé sprchy (ni úspora)
	[Kč/ks]	[Kč/ks]	[Kč/ks]
PRD	366	125	241
ERD	368	184	184
EDS	279	180	99
EFD	252	180	71
PTD	157	81	76
FW3	267	174	92
FW2	201	123	78
KTD	207	97	110
STW	157	88	69
TWD	74	65	9
DF	97	87	10
STD	201	192	9
FTD	186	164	22
ED2	139	86	53
ST2	170	102	68

Tabulka 33 - Úspora celkových nákladů na jednici každé sprchy

3) Výpočet prosté doby návratnosti vložené investice:

Investiční náklady	Varianta 1	Varianta 2
Pořizovací cena 6 "Spurmausů" [Kč]	960 000	960 000
Pořizovací cena 12 speciálních "Kittingových vozíků" [Kč]	500 000	500 000
Pořizovací cena 4 nových klasických stolů [Kč]	100 000	100 000
Pořizovací cena 10 čtecích zařízení + IS [Kč]	500 000	500 000
Modernizace montážních stolů na pracovištích DA 38 a DA 33 [Kč]	50 000	50 000
Náklady na nové rozvody - stlač. vzduch, elektřina... [Kč]	100 000	150 000
Náklady na stěhování [Kč]	100 000	200 000
Náklady na novou technologii - polyuretan [Kč]	0	200 000
Náklady na odhlučňovací stěnu + další nápravná opatření pro zlepšení okolního prostředí [Kč]	250 000	250 000
Celkem [Kč]	2 560 000	2 910 000

Tabulka 34 - Celkové investiční náklady pro variantu 1 i variantu 2

Výpočet prosté doby návratnosti vložené investice pro **variantu 1**:

$$T_S = \frac{I_N}{\dot{u}_n} = \frac{2\,560\,000}{1\,688\,624} \doteq \mathbf{1,52 \text{ roku}}$$

T_S – doba splacení vložené investice [rok]

I_N – investiční náklady [Kč]

\dot{u}_n – roční úspora ve zpracovacích nákladech [Kč/rok]

Výpočet prosté doby návratnosti vložené investice pro **variantu 2**:

$$T_S = \frac{I_N}{\dot{u}_n} = \frac{2\,910\,000}{1\,688\,624} \doteq \mathbf{1,72 \text{ roku}}$$

T_S – doba splacení vložené investice [rok]

I_N – investiční náklady [Kč]

\dot{u}_n – roční úspora ve zpracovacích nákladech [Kč/rok]

U varianty 1 jsou nižší investiční náklady i kratší doba návratnosti vložené investice. Rozdíl mezi variantami příliš velký není. **Varianta 2 byla nakonec zvolena** po pečlivém zvážení **za optimální**, a to i přes to, že si žádá vyšší investiční náklady. Výhodou této varianty je, že využívá novou technologii lepení. Díky polyuretanu je možné vyrábět větší objem zástěn DF(T),(S),(E), to proto, že nemusíme lepit skla s 24 hodinovým předstihem. Zároveň tak ušetříme i plošnou plochu, protože skla se neodkládají, neboť lepidlo tvrdne již do 1 minuty. Dále tato varianta nabízí pracovníkům i odpočinkovou místnost. Další výhodou varianty 2 jsou podstatně kratší personální toky. „Spurmaus“ totiž přiváží vozíky s připravenými díly, blíže k jednotlivým pracovištím, než u varianty 1. Z hlediska prostorového uspořádání je tato varianta přehlednější, a to jak z pohledu toků materiálových, tak i personálních. Dále se zde zlepšilo pracovní prostředí a to jak z hlediska hlučnosti, prašnosti tak i oslnivosti.

6.5 Shrnutí

Tato případová studie byla zaměřena na racionalizaci výrobního systému ve společnosti Kermi s.r.o., která sídlí ve Stříbře. Po důkladné analýze současného stavu byly navrženy tři varianty řešení. Snahou bylo zpřehlednit výrobní systém a také odstranit procesy, které nám nepřidávají hodnotu. Dále bylo nutné stanovit nové výrobní taktiky a navrhnout nový způsob plánování výroby. Díky těmto opatřením se snížila lidská kapacita a zvýšila průměrná kolektivní produktivita práce o 10%. Zároveň se i zkrátila průběžná doba výroby o 3 dny. První dvě navrhované varianty nabízí buňkovou výrobu a poslední třetí varianta naopak linkovou výrobu. Varianta 3 je z praktického hlediska v této společnosti nerealizovatelná. Proto přichází v úvahu pouze první dvě varianty. Ty se od sebe odlišují tím, že každá z nich má jinak řešené prostorové uspořádání.

Varianta 2 byla nakonec zvolena za optimální, a to i přesto, že si žádá vyšší investiční náklady. Doba návratnosti vložené investice je do dvou let a to je pro společnost Kermi s.r.o. vyhovující. Společnost se nakonec rozhodla realizovat navrhovanou variantu 2.

Zhodnocení a shrnutí navržené varianty 2

Výhody:

- zpřehlednění výrobního systému,
- zpřehlednění procesu výroby,
- nastavení výrobních taktů,
- odstranění procesů nepřidávající hodnotu,
- zvýšení produktivity o 10 %,
- zkrácení průběžné doby výroby o 3 dny,
- snížení rozpracované výroby,
- zlepšení systému řízení výroby,
- vytvoření supermarketu,
- řízení skladovaných položek pomocí „kanbanu“,
- vychystávání materiálu dle zakázek,
- zavedení toku jednoho kusu („Spurmaus“),
- úspora výrobní plochy o 41%.

Nevýhody:

- vyšší investiční náklady a delší doba návratnosti.

Závěr

První část diplomové práce byla zaměřena na linkovou a buňkovou výrobu. Hlavním cílem bylo pochopit teoretické principy linkové a buňkové výroby. Dokázat popsat výhody a nevýhody jednotlivých uspořádání. Dále také pochopit závislost tvorby 2D a 3D layoutu na daném typu výroby. Umět definovat kritéria a efekty prostorového uspořádání. Pro lepší pochopení této problematiky byly vytvořeny dva příklady v programu visTable. První byl zaměřen na linkovou výrobu. Byly zde vytvořeny tři různé typy výrobních ostrůvků, kde se zkoumala závislost uspořádání pracovišť na personálních tocích. Druhý příklad se týkal buňkové výroby. Hlavním cílem bylo porovnat navrhovanou linkovou a buňkovou výrobu. Z obecného porovnání jasně vyplývaly rozdíly mezi těmito výrobami.

Druhá část diplomové práce se zabývala praktickou studií ve společnosti Kermi s.r.o., která sídlí ve Stříbře. Byly zde navrženy tři varianty řešení pro racionalizaci výrobního systému sprchových koutů. První dvě varianty nabízely buňkovou výrobu a třetí naopak linkovou výrobu. I z těchto praktických návrhů bylo možné vypořádat, jaké jsou hlavní rozdíly mezi linkovou a buňkovou výrobou.

Závěrem je dobré říci, že buňková výroba se upřednostňuje spíše v menších výrobcích naopak linková ve velkosériových až hromadných výrobcích.

Použitá literatura

- [1] HLAVENKA, Bohumil. *Projektování výrobních systémů*: Technologické projekty I. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2005. 197 s. ISBN 80-214-2871-6.
- [2] KOŠTURIÁK, Ján a kol. *Projektovanie výrobných systémov pre 21. storočie*. Žilina: Žilinská univerzita v EDIS, 2000. 397 s. ISBN 80-7100-553-3.
- [3] BUREŠ, Marek; ŠRAJER, Vladimír. eBook: *Modul 10 - Projektování výrobních systémů a DP* [online]. Plzeň: ZČU, 19.9.2011 [cit. 2011-11-05]. Dostupné z WWW: <<http://vyztympd.zcu.cz/courses>>. CZ.1.07/2.3.00/09.0163.
- [4] HORVÁTH, Gejza. Přednášky z předmětu Podniková logistika: *Teoretické základy a metody logistiky*. Plzeň: ZČU, 2009.
- [5] BUREŠ, Marek; ŠRAJER, Vladimír. Cvičení z předmětu Průmyslové inženýrství: *Typy layoutů*. Plzeň: ZČU, 2008.
- [6] KOPEČEK, Pavel. Přednášky z předmětu Metodika řízení výroby: eBook, *Modul 15 - Plánování a řízení výroby v digitálním podniku* [online]. Plzeň: ZČU, 30.9.2011 [cit. 2011-10-29]. Dostupné z WWW: <<http://home.zcu.cz/~kopecek/MRVsyl>>. CZ.1.07/2.3.00/09.0163.
- [7] DUCHEK, Vladimír. Přednášky z předmětu Projektování výrobních systémů: *Základy technologického projektování*. Plzeň: ZČU, 2010.
- [8] NOVÁK, Josef a kol. *Organizace a řízení*. Operační program Rozvoj lidských zdrojů [online]. Ostrava: VŠB, 2007 [cit. 2011-11-19]. Dostupné z WWW: <<http://www.fs.vsb.cz/euprojekty/414/organizace-a-rizeni.pdf>>. CZ.04.1.03/3.2.15.3/0414.
- [9] HRUŠKOVÁ, Zdislava. Podklady uličky: Microsoft PowerPoint, *Ergonomie pracoviště - Koncepce tvorby prostorového řešení*. Plzeň: ZČU-KPV, 16.7.2001.
- [10] KAČURÁK, Michal. *Bunková výroba*. Transfer inovací [online]. 5/2002. Košice: Technická univerzita v Košiciach, 2002 [cit. 2011-10-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/archiv/transfer/5-2002/pdf/136-137.pdf>>.
- [11] LEEDER, Edvard; ČERNÝ, Zbyněk; KAŠPÍREK, Jiří. *Multidisciplinární navrhování a modelování virtuálního výrobního systému*. Plzeň: ZČU, 2007.
- [12] MILLER, Antonín. *Kritéria a efekty prostorového uspořádání výrobních systémů*: SVOČ - FST 2009 [online]. Plzeň: ZČU, 2009 [cit. 2011-10-10]. Dostupné z WWW: <[http://old.fst.zcu.cz/_files_web_FST/_SP_FST\(SVOC\)/_2009/_sbornik/PapersPdf/Ing/Miller_Antonin.pdf](http://old.fst.zcu.cz/_files_web_FST/_SP_FST(SVOC)/_2009/_sbornik/PapersPdf/Ing/Miller_Antonin.pdf)>.
- [13] *DYNAMIC FUTURE s.r.o.* [online]. 2010 [cit. 2011-11-03]. *Návrh layoutu*. Dostupné z WWW: <<http://www.dynamicfuture.cz/produkty/navrh-layoutu>>.
- [14] ČECHOVÁ, Lenka. Diplomová práce. *Racionalizace uspořádání výrobního systému*. Plzeň: ZČU, 2009.

- [15] *KERMI s.r.o.* Sebehodnotící zpráva: *Model Excelence EFQM 2010* [Interní podklad]. Stříbro, 1.5.2011.
- [16] *KERMI s.r.o.* Přehled modelových řad: *Cada programm* [online]. 2011 [cit. 2012-02-10]. Dostupné z WWW: <http://www.kermi.cz/cs/Duschkabinen/Produktuebersicht/Cada_Programm/Cada/index.phtml>.
- [17] *KERMI s.r.o.* Sprchové kouty [online]. 1.4.2011 [cit. 2012-02-12]. Dostupné z WWW: <http://media.kermi.de/phpmedia/kermi.cz/cs/Duschkabinen/Unterlagen/Duschkabinen/Komplett_PL_DK_CZ_2011.pdf>.
- [18] *Interní podklady společnosti Kermi s.r.o.*
- [19] HALASOVÁ, Andrea; GLOMBÍKOVÁ, Viera; DULOVÁ, Olga. *Vybrané kapitoly z technické přípravy výroby* [online]. Liberec, 2005 [cit. 2012-03-03]. Dostupné z WWW: <http://www.kod.tul.cz/info_predmety/Tep/teoria.pdf>. Semestrální práce. Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní.
- [20] *Automaticky řízené vozíky*: Beewatec [online]. 2010 [cit. 2012-03-24]. Dostupné z WWW: <<http://www.beewatec.cz/rizene-voziky.php>>.
- [21] *Automatischer Warentransport*: Beewatec [online]. 2010 [cit. 2012-03-24]. Dostupné z WWW: <<http://www.beewatec.cz/dokumenty/FTS-automaticky-rizene-voziky.pdf>>.

Seznam příloh

PŘÍLOHA č. 1

Navrhovaný 2D layout buňkové výroby pro variantu 1 str. 121

PŘÍLOHA č. 2

Navrhovaný 2D layout buňkové výroby pro variantu 2 str. 123

PŘÍLOHA č. 3

Vyhodnocení varianty 1 a 2 str. 125

PŘÍLOHA č. 4

CD-ROM se zpracovanými daty str. 129

PŘÍLOHA č. 1

Navrhovaný 2D layout buňkové výroby pro variantu 1

PŘÍLOHA č. 2

Navrhovaný 2D layout buňkové výroby pro variantu 2

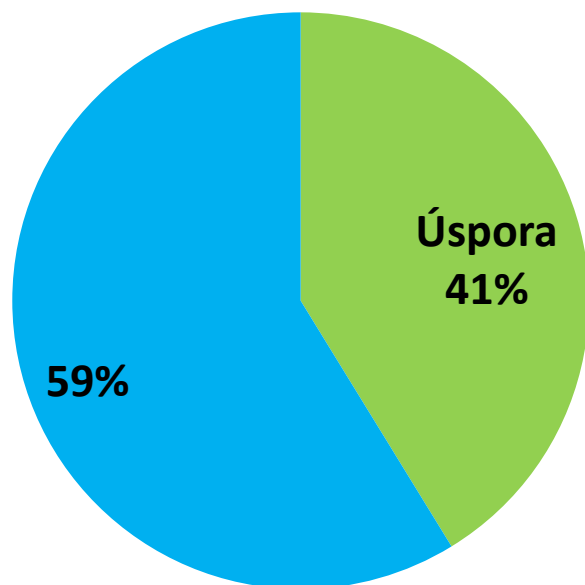
PŘÍLOHA č. 3

Vyhodnocení varianty 1 a 2

	Současný stav		Varianta 1				Varianta 2			
	Hodnota	Procento	Hodnota	Procento	Úspora	Úspora (%)	Hodnota	Procento	Úspora	Úspora (%)
Potřebná plošná plocha pro výrobu (m2)	2 527	100%	1 485	59%	1 042	41%	1 485	59%	1 042	41%

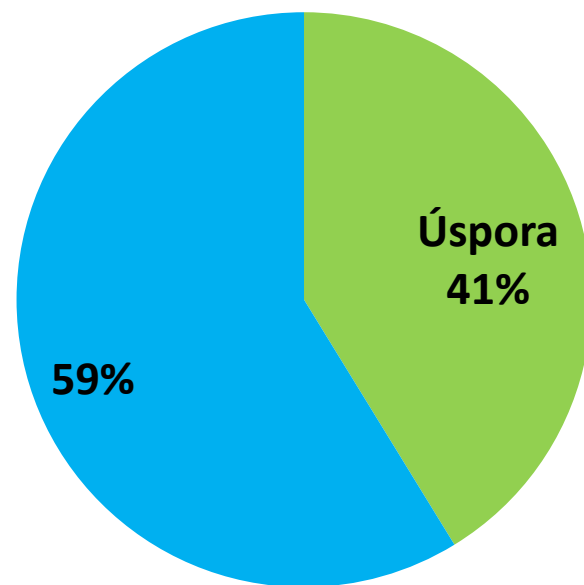
Tabulka 35 - Vyhodnocení úspor při realizaci jednotlivých variant

Úspora výrobní plochy u varianty 1



Graf 11 - Úspora výrobní plochy u varianty 1

Úspora výrobní plochy u varianty 2



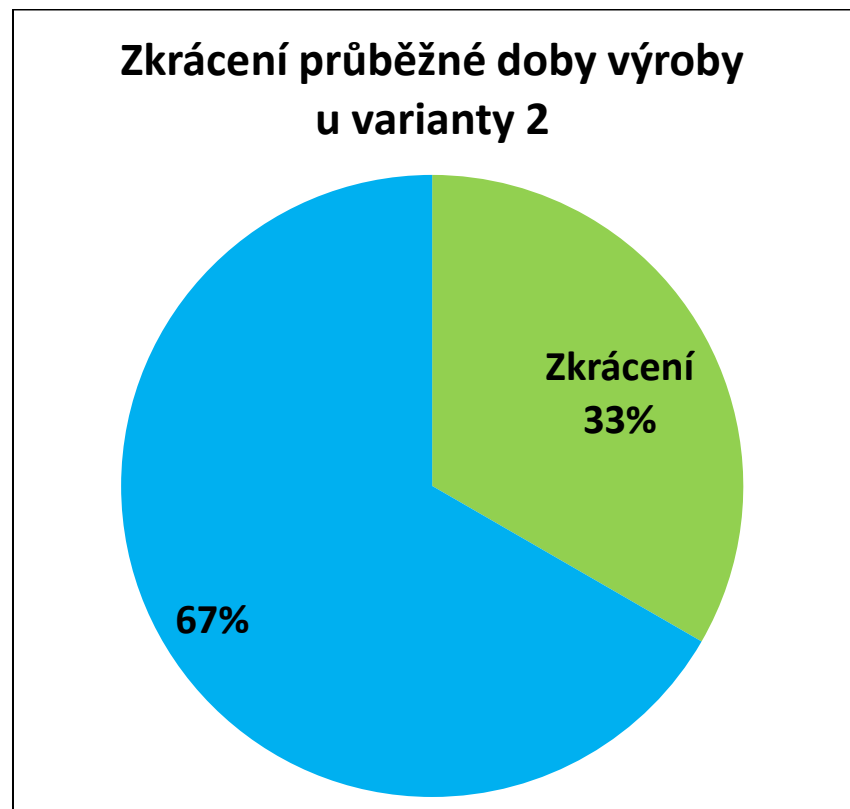
Graf 12 - Úspora výrobní plochy u varianty 2

	Současný stav		Varianta 1				Varianta 2			
	Hodnota	Procento	Hodnota	Procento	Zkrácení	Zkrácení (%)	Hodnota	Procento	Zkrácení	Zkrácení (%)
Průběžná doba výroby (den)	9	100%	6	67%	3	33%	6	67%	3	33%

Tabulka 36 - Vyhodnocení průběžné doby výroby při realizaci jednotlivých variant



Graf 13 - Zkrácení průběžné doby výroby u varianty 1



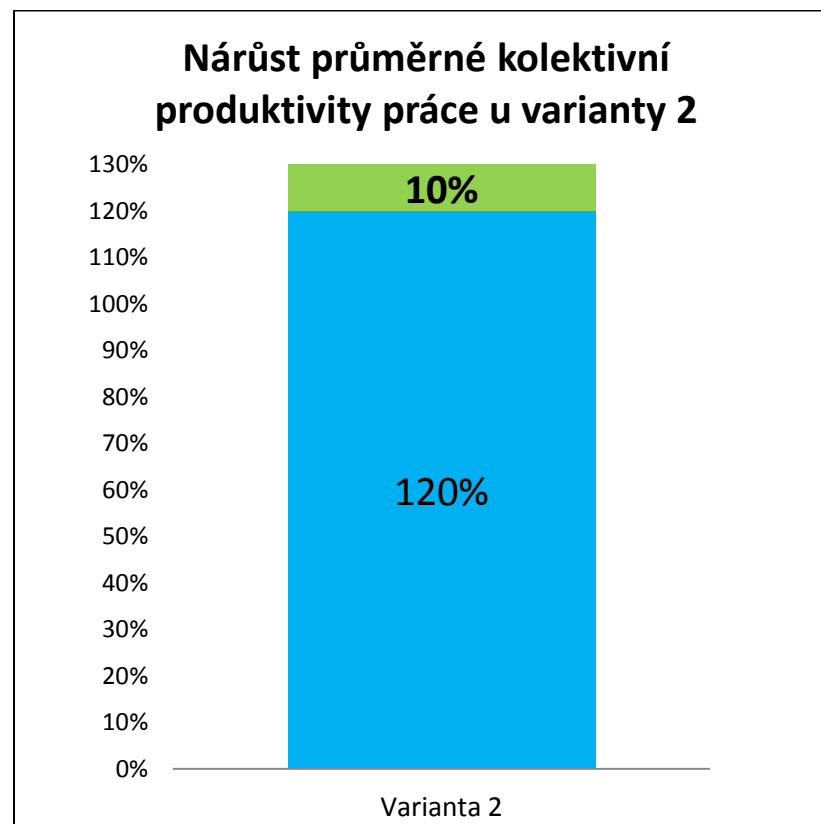
Graf 14 - Zkrácení průběžné doby výroby u varianty 2

	Současný stav	Varianta 1		Varianta 2	
	Procento	Procento	Nárůst (%)	Procento	Nárůst (%)
Průměrná kolektivní produktivita práce	120%	130%	10%	130%	10%

Tabulka 37 - Vyhodnocení průměrné kolektivní produktivity práce při realizaci jednotlivých variant



Graf 15 - Nárůst průměrné kolektivní produktivity práce u varianty 1



Graf 16 - Nárůst průměrné kolektivní produktivity práce u varianty 2

PŘÍLOHA č. 4

CD-ROM se zpracovanými daty

Na CD-ROMU jsou nahrány všechny výsledky záznamů měření, nové stanovené normy časů, nově nastavené výrobní takty a další zpracované a vytvořené materiály. CD-ROM je vložen do kapsy, která se nachází na této straně.