

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N 2301 Strojní inženýrství
Studijní zaměření: Strojní inženýrství a management

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Návrh nového uspořádání výrobních prostor

Autor: **Bc. Veronika KRATOCHVÍLOVÁ**

Vedoucí práce: **Ing. Marek BUREŠ, Ph.D.**

Akademický rok 2016/2017

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta strojní
Akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Veronika KRATOCHVÍLOVÁ**
Osobní číslo: **S15N0047P**
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství a management**
Název tématu: **Návrh nového uspořádání výrobních prostor**
Zadávací katedra: **Katedra průmyslového inženýrství a managementu**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Úvod do řešené problematiky
2. Charakteristika výrobního systému
3. Analýza požadavků a potřeb na nové uspořádání výrobních prostor
4. Návrh řešení
5. Zhodnocení a přínosy nového návrhu
6. Závěr

Rozsah grafických prací: 0 výkresů
Rozsah kvalifikační práce: 50 - 70 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná
Seznam odborné literatury:

1. ZELENKA, A. PRECLÍK, V. *Racionalizace výroby*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004. ISBN 80-01-02870-4
2. HLAVENKA, B. *Projektování výrobních systémů*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2005. ISBN 80-214-2871-6
3. MILLER, A., BUREŠ, M., KURKIN, O., PEŠL, J. *Projektování výrobní základy - praktická část, e book*. Plzeň: SmartMotion, 2013. ISBN 978-80-87539-31-6
4. SLAMKOVÁ, E., DULINA, L., TABAKOVÁ, M. *Ergonómia v priemysle*. Žilina: GEORG, 2010. 261 s., ISBN 978-80-89401-09-3
5. ČSN normy a platná legislativa ČR

Vedoucí diplomové práce: Ing. Marek Bureš, Ph.D.
Regionální technologický institut
Konzultant diplomové práce: Ing. Tomáš Křištof
KDK Automotive Czech s. r. o., Tachov
Datum zadání diplomové práce: 19. září 2016
Termín odevzdání diplomové práce: 2. června 2017



Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan



Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 19. září 2016

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 vypracovala samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne:

.....

podpis autora

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu mé diplomové práce Ing. Marku Burešovi, Ph.D. za ochotu, trpělivost, obětavou práci, podporu a čas věnovaný konzultacím, které mi pomohly vytvořit tuto práci. Děkuji.

Bc. Veronika Kratochvílová

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ (BAKALÁŘSKÉ) PRÁCE

AUTOR	Příjmení Bc. Kratochvílová	Jméno Veronika		
STUDIJNÍ OBOR	N2301 „Průmyslové inženýrství a management“			
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Bureš, Ph.D.	Jméno Marek		
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KPV			
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte	
NÁZEV PRÁCE	Návrh nového uspořádání výrobních prostor			

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2017
----------------	---------	----------------	-----	------------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	70	TEXTOVÁ ČÁST	64	GRAFICKÁ ČÁST	6
---------------	----	---------------------	----	--------------------------	---

<p style="text-align: center;">STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</p> <p>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</p>	<p>Tato diplomová práce se zabývá návrhem nového uspořádání výrobních prostor. Práce je řešena v Tachovské společnosti, která zamýšlí rozšířit současnou výrobní halu o další. Byl vytvořen detailní návrh s uspořádáním strojů a zařízení, uspořádání jednotlivých úseků jak v současné, tak i v požadované nové hale na základě provedených analýz pro převoz mezi sektory. Také zahrnuje navržení interních a externích cest. Návrh řeší i problémy ve výrobě ohledně malého prostoru mezi výrobními stroji a v uličkách.</p>
<p style="text-align: center;">KLÍČOVÁ SLOVA</p>	<p style="text-align: center;">Uspořádání, layout, cesty, logistika</p>

SUMMARY OF DIPLOMA (BACHELOR) SHEET

AUTHOR	Surname Bc. Kratochvílová	Name Veronika	
FIELD OF STUDY	N2301 “ Industrial Engineering and Management“		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Bureš, Ph.D.	Name Marek	
INSTITUTION	ZČU - FST - KPV		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Proposal for new spatial arrangement		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KPV	SUBMITTED IN	2017
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	70	TEXT PART	64	GRAPHICAL PART	6
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	This thesis deals with a proposal for a new spatial arrangement. The thesis is solved in a company in Tachov, which intends to extend the current production hall further. A detailed proposal was created with an arrangement of machines and devices, an arrangement of individual sections in both the current and the wanted new hall based on the analyses performed for the transport between sections. The thesis also includes a proposal for internal and external ways. The proposal solves the issues in manufactory concerning small space between the machines and in the alleys.
KEY WORDS	Arrangement, layout, ways, logistics

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ	10
SEZNAM TABULEK.....	11
SEZNAM GRAFŮ	12
SEZNAM PŘÍLOH	13
Úvod.....	14
1 Úvod do řešené problematiky	15
1.1 Projektování výrobní základny	15
1.1.1 Layout.....	15
1.1.2 Materiálový tok	15
1.1.3 Výrobní proces a druhy výroby.....	16
1.1.4 Racionalizace	17
1.1.5 Pracoviště	17
1.1.6 Výrobní úsek	17
1.1.7 Výrobní jednotka.....	17
1.1.8 Integrovaný výrobní úsek (UVÚ)	17
1.1.9 Pružný výrobní systém	18
1.1.10 Metody řešení.....	18
1.1.11 Pracovní prostředky.....	19
1.1.12 Zásady při tvorbě prostorového uspořádání	19
1.2 Uspořádání výrobního procesu.....	19
1.2.1 Struktura s pevným pracovním místem.....	20
1.2.2 Technologické uspořádání.....	20
1.2.3 Předmětné uspořádání	22
1.3 Manipulační komunikace	24
1.3.1 Manipulační uličky.....	24

1.3.2	Dopravní cesty.....	26
1.4	VisTable.....	28
2	Charakteristika výrobního systému.....	30
2.1	Současný stav	31
2.2	Interní logistika.....	35
3	Analýza požadavků a potřeb na nové uspořádání výrobních prostor.....	38
3.1	Požadavky projektu KDK.....	38
3.2	Návrhy a řešení	38
4	Návrh nových prostorů.....	40
4.1	Nové uspořádání prostorů KDK.....	40
4.2	Uspořádání výroby a montáže	43
4.3	Uspořádání skladových prostorů	45
4.3.1	Vstupní sklad.....	45
4.3.2	Malý sklad obalů	47
4.3.3	Velký sklad obalů.....	47
4.3.4	Sklad polotovarů	48
4.3.5	Expedice	49
4.3.6	Nástrojárna a sklad forem	50
5	Interní a externí logistika.....	51
5.1	Interní cesty	51
5.2	Externí cesty	54
6	Návrhy na zlepšení	56
6.1	Industry 4.0.....	56
6.2	AGV systém	58
6.3	Radio Shuttle	60
	Závěr.....	62

Seznam použité literatury a zdrojů..... 63

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Výrobní proces [3]	16
Obr. 2 Integrovaný výrobní usek pro výrobu čokoládových hmot [6].....	18
Obr. 3 Uspořádání s pevným pracovním místem [7]	20
Obr. 4 Technologické uspořádání [7].....	20
Obr. 5 Technologické uspořádání - struktura jednotlivých pracovišť [7].....	21
Obr. 6 Technologické uspořádání - struktura dílenského uspořádání [7]	21
Obr. 7 Předmětné uspořádání [7]	22
Obr. 8 Hnízdová uspořádání [7].....	23
Obr. 9 Linková struktura [7]	23
Obr. 10 Jednosměrná manipulační ulička [8].....	25
Obr. 11 Obousměrná manipulační ulička [8].....	25
Obr. 12 Dopravní cesta s jedním jízdním a jedním postranním pruhem [8].....	26
Obr. 13 Dopravní cesta s jedním jízdním a dvěma postranními pruhy [8]	26
Obr. 14 Dopravní cesta se dvěma jízdními pruhy a jedním postranním pruhem [8]	27
Obr. 15 Dopravní cesta se dvěma jízdními a postranními pruhy [8]	27
Obr. 16 3D zobrazení výroby [9]	28
Obr. 18 Tvorba materiálového toku a mapování toku hodnot [9].....	29
Obr. 17 Příklad hodnocení materiálového toku [9].....	29
Obr. 19 Loketní opěrka se středovou konzolí	30
Obr. 20 Středová konzole umístěna ve voze	30
Obr. 21 Loketní opěrka před montáží do středové konzoly.....	30
Obr. 22 Aktuální rozvržení výrobní haly	31
Obr. 23 Rozmístění pracovišť v hale.....	32
Obr. 24 Detailní uspořádání haly	32
Obr. 26 Vysunuté KTP boxy v uličce	37
Obr. 25 Složené a rozložené KTP boxy	37
Obr. 27 Varianta A	38
Obr. 28 Varianta B	39
Obr. 29 Varianta C	39
Obr. 30 Blocklayout	41
Obr. 31 Layout s objekty.....	42

Obr. 32 Detail montáže	43
Obr. 33 Detail výrobního prostoru	44
Obr. 34 Detail vstupního skladu.....	46
Obr. 35 Regály vstupního skladu	46
Obr. 36 Detail malého skladu obalů.....	47
Obr. 37 Detail velkého skladu obalů.....	48
Obr. 38 Detail skladu polotovarů	49
Obr. 39 Detail expedice a nakládky	50
Obr. 40 Detail nástrojárny a skladu forem	50
Obr. 41 Externí a interní logistika.....	52
Obr. 42 Cesty ve výrobě.....	53
Obr. 43 Cesty v montáži.....	54
Obr. 44 Sila	55
Obr. 45 Průmysl 4.0	57
Obr. 46 AGV tahače [12]	59
Obr. 47 AGV systém [12]	59
Obr. 48 Shuttle - kyvadlový vozík [14].....	60
Obr. 49 Vodící lišta pro vozík [14]	60
Obr. 50 Radio Shuttle FIFO [14]	61

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Šíře uličky dle pohybu [8].....	28
Tab. 2 Převoz mezi sektory	35
Tab. 3 Analýza	35
Tab. 4 Manipulační technika v jednotlivých úsecích haly	36

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Procentuální vyjádření transferu palet	33
Graf 2 Počet transferů palet za směnu.....	34
Graf 3 Poměr výroby a skladové plochy	56

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA č. 1.....	65
PŘÍLOHA č. 2.....	67
PŘÍLOHA č. 3.....	69

Úvod

Diplomová práce se zabývá návrhem nového uspořádání výrobního prostoru ve společnosti. Jedná se o Tachovskou společnost KDK Automotive Czech s.r.o.. KDK je jihokorejská rodinná firma patřící dvěma bratrům, která se zabývá výrobou plastových dílů do interiérů automobilů jako jsou středové konzole a loketní opěrky. V současné době v Tachově stojí hala zahrnující výrobu, montáž, sklady a kanceláře. Protože KDK očekává tři nové, velké zakázky, rozhodlo vedení o rozšíření této haly. Rozhodovalo se o dvou variantách, kdy by byla postavena další, samostatná hala, do které by byla přesunuta montáž a část výroby, která by byla dále rozšířena o nové stroje. Ovšem tato varianta by byla příliš komplikovaná a to především z hlediska stěhování strojů. Proto vedení souhlasilo s návrhem, kdy bude navržena nová hala, která ovšem bude napojena na stávající. Toto byl úkol od KDK pro tuto diplomovou práci, provést návrh uspořádání v nové i stávající hale při stanovených podmínkách společnosti.

Aby byly jasné pojmy používané v pozdějších kapitolách, práce se nejprve zabývá teorií, definuje pojmy a popisuje nejružnější možná uspořádání. Charakterizuje společnost, ve které byla práce řešena, její historii a současný stav včetně problémů a požadavků.

Dále práce přechází k samotnému návrhu. Návrh byl prováděn v sw VisTable, o němž se dále také zmiňuji. Návrh zahrnuje samotné uspořádání strojů a výrobních zařízení, velikosti ploch a jednotlivých úseků nové haly i návrh cest a uliček jak uvnitř tak i vně prostoru.

V závěru navrhuji možná zlepšení, jak by společnost mohla svoji výrobu a především skladové hospodářství, vylepšit.

1 Úvod do řešení problematiky

Tato kapitola je zaměřena pouze na teorii, pro ujasnění si základních pojmů k uspořádání výrobních prostorů a rozdělení a popsání jednotlivých uspořádání používaných v praxi, aby i nestranný čtenář problematiku v této oblasti chápal.

1.1 Projektování výrobní základny

Pro správné navržení uspořádání je třeba ve vhodném softwaru vytvořit model haly, tzv. layout. Následně do něj zařadit výrobní proces, tedy vložit výrobní jednotky, případně nástroje, vytvořit výrobní úseky a pracoviště a následně zanést materiálový tok a provést jeho analýzu. V případě, že materiálový tok je příliš dlouhý, nákladný, neúsporný, dochází k přesunům strojů nebo třeba i celých pracovišť. Ovšem k tomu je třeba mít znalosti, jak by takový layout měl vypadat, jaké podmínky pro navrhování uspořádání by měly být dodrženy, jaký správný typ uspořádání zvolit pro určitý druh výroby, jaké prostředky je vhodné pro navrhování použít apod.

1.1.1 Layout

Layout představuje grafické rozvržení, které je v případě výrobního podniku prostorové uspořádání výrobního systému, haly, závodu apod. [1] Je výhodnější pracoviště uspořádat do linek? Mají manipulační cesty dostatečnou kapacitu? Je výrobní prostor využíván efektivně? Je schopen výrobní systém zvládnout navýšení objemu výroby nebo změnu výrobního programu? Právě na tyto a další otázky dokáže správně navržený layout odpovědět a lze díky němu vyřešit řadu problémů. Layout je možné navrhnout ve 2D a 3D, kde lze snadno a jednoduše přesouvat stroje, zařízení, měnit šíře uliček, tvořit materiálové toky a provádět různé analýzy, např. vytíženosti či kolizí. Pro tvorbu layoutů existuje řada softwarů jako VisTable, Autodesk Factory Design Suite, a další CAD softwary.

1.1.2 Materiálový tok

Materiálová tok představuje organizovaný pohyb materiálu ve výrobním procesu. Je charakterizován směrem, intenzitou, frekvencí, délkou, výkonem, strukturou, charakterem přepravovaného materiálu a použitou dopravní a manipulační technikou. [2] Materiálový tok je dílčí část hmotného logistického řetězce. Pohyb materiálu je řízen cílevědomě tak, aby byl

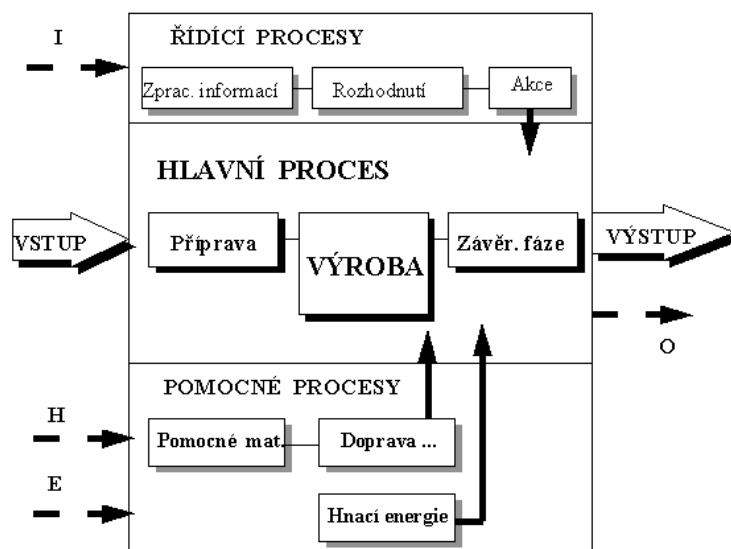
v požadovanou dobu v potřebném množství na daném místě a v očekávané kvalitě s předem určenou spolehlivostí.

Materiálový tok je tvořen dvěma základními skupinami prvků:

- pasivními, tj. materiálem, surovinami, polotovary, výrobky,
- aktivními, tj. dopravně – manipulačními a skladovacími operacemi. [2]

1.1.3 Výrobní proces a druhy výroby

Výroba je proces, při kterém je provedena přeměna vstupů na výstupy za pomoci činitelů a na samotném konci celého procesu dochází tak k uspokojení zákazníka. Primárně se za vstupy považuje materiál, polotovar či suroviny, ale také, aby mohlo k transformaci dojít, energie a informace. Výstupem je nejen samotný výrobek, případně služba nebo informace, ale i odpad. Prostřední fází celého procesu je výroba, ke které dochází za pomoci, strojů, nástrojů, lidí a informací. Samotná výroba také prochází několika fázemi, jak je možné vidět na obrázku *Obr. 1*.



Obr. 1 Výrobní proces [3]

Podle používaných strojů a nástrojů, ale také dle množství a rozmanitosti vyráběných výrobků rozeznáváme tři základní druhy výroby:

- Kusová (zakázková) – velký počet druhů výrobků v malém množství, na které je třeba univerzálních strojů a nástrojů
- Sériová (malo, středně, veliko) – menší počet druhů výrobku ve větším množství, stejný druh se vyrábí v sériích

- Hromadná – jeden nebo malé množství druhů výrobků ve velkém množství, speciální stroje a nástroje

1.1.4 Racionalizace

Racionalizace je nauka o metodách racionálního řešení úkolů, která zahrnuje cílevědomou a systematickou činnost. Zkoumá, třídí, posuzuje a kriticky hodnotí všechny činnosti ve výrobním procesu a jeho podstatném okolí a to jak jednotlivě, tak ve vzájemných vztazích. Na jejich podkladě navrhuje řešení, která umožní zvýšit technicko-organizační úroveň všech činností potřebných pro produktivní a efektivní realizaci řešeného úkolu. [4]

Cílem racionalizace je zamezit plýtvání všech druhů výrobních zdrojů a to od nákupu materiálu a surovin až po expedici hotových výrobků na všech pracovištích. [4]

Název racionalizace pochází z latinského slova ratio, což znamená rozum. Lze říci, že racionalizace využívá pouze zdravého selského rozumu.

1.1.5 Pracoviště

Pracoviště představuje základní výrobní a organizační jednotku výrobního procesu, které je prostorově ohraničené, má určenou kapacitu a technologii. Dá se také říct, že se jedná o samostatný pracovní prostředek, případně soubor prostředků, které tvoří základní prvek ve výrobním systému. [5]

1.1.6 Výrobní úsek

Výrobní úsek je množina pracovišť, které tvoří výrobní a organizační celek a umožňují vyrábět určenou množinu dílů výrobku. V praxi je možné nalézt výrobní úsek pod názvem „skupina strojů“.

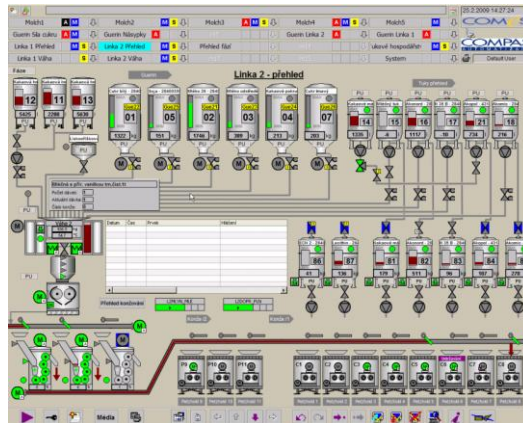
1.1.7 Výrobní jednotka

Výrobní jednotka umožňuje výrobu kompletního výrobku jakožto soubor výrobních úseků. V praxi je možné se setkat s dalšími synonymy jako dílna, provoz, závod, které ovšem jsou nepřesné a některými jsou označovány i výrobní úsek či pracoviště. [5]

1.1.8 Integrovaný výrobní úsek (UVÚ)

Tyto úseky představují určitý vyšší vývojový stupeň uspořádání pracovišť. Integrujícím prvkem je tady automatizovaný dopravní systém realizující dopravu mezi pracovišti

s možností variability posloupnosti pracovišť, podílejících se na výrobě konkrétního dílu. Integrované úseky nalezneme především v potravinářském průmyslu, kde je kladen čím dál větší důraz na úplnou automatizaci výrobního procesu. [5] Na Obr. 2 je možné vidět, jak takový plně automatizovaný úsek výrobního procesu může vypadat.



Obr. 2 Integrovaný výrobní úsek pro výrobu čokoládových hmot [6]

1.1.9 Pružný výrobní systém

Tyto systémy představují moderní vývojový stupeň uspořádání pracovišť. Pružnost výrobního procesu je vnímána jako schopnost přizpůsobit se při změně výrobního programu snadno a rychle. Takové přizpůsobování je zajišťováno především výpočetní a komunikační technikou v řízení jednotlivých pracovišť (CNC), dopravního systému i výrobního systému jako celku. [5] Jsou zde samozřejmě plně uplatněny principy mechanizace a automatizace činností. Takové systémy jsou ovšem investičně náročné a uplatňují se v kusové a malosériové výrobě, kde jsou kapacity plně využity.

1.1.10 Metody řešení

Pro to, aby bylo možné vytvořit nebo rozšířit výrobní základnu, je potřeba zpracovat technologický projekt. K tomu je třeba mít k dispozici technologickou či konstrukční dokumentaci a předpokládané počty ročně vyráběných kusů jednotlivých výrobků. Technologický projekt pak navrhuje jednotlivá pracoviště a jejich prostorové uspořádání. K tomu se využívají metody:

- Sankeyův diagram,
- trojúhelníková metoda (prostá),
- metoda těžiště,
- metoda CRAFT,

- metoda šachovnicová,
- metoda S.L.P (Systematic Layout Planning),
- experimentální a simulační metody. [5]

1.1.11 Pracovní prostředky

Kromě strojů a zařízení, které jsou nepostradatelným prvkem každého výrobního procesu, považujeme za pracovní prostředek nářadí, nástroj a přípravek. Nářadí jsou takové prostředky, které upínají, formují, měří a opracovávají obrobky. Nástroj je aktivní část nářadí, díky němuž pracovník nebo stroj je v přímém kontaktu s obrobkem, tedy působí na obrobek za účelem změny tvaru a rozměru. [5] Pomocná zařízení, pro nastavení a upnutí obrobku a nástroje, k vedení nástroje, k vzájemnému přidržování obrobků při jejich sestavování, ke kontrole rozměrů a geometrie, se nazývají přípravky.

1.1.12 Zásady při tvorbě prostorového uspořádání

Zásady, které by se měly při navrhování prostorového uspořádání dodržovat, jsou:

- vytvářet předpoklady pro bezporuchový a spolehlivý chod provozu výroby,
- respektovat charakter výroby,
- vytvářet předpoklady pro vytváření pružných změn,
- minimalizovat náklady na instalaci, reinstalaci a demontáž,
- minimalizovat materiálové toky a dopravní výkony,
- optimalizovat vnitropodnikové dopravní sítě,
- optimalizovat rozmístění dílčích ploch v rámci základní plochy
- vyvarovat se případným možným kolizím v toku materiálu mezi jednotlivými dílčími plochami,
- provádět interní optimalizaci v rámci jednotlivých dílčích ploch. [5]

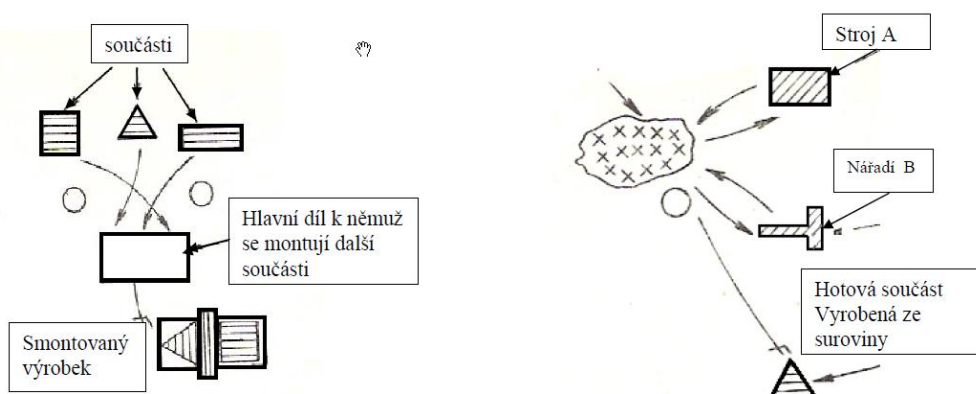
1.2 Uspořádání výrobního procesu

Pracovní prostředky, tedy stroje a zařízení, mohou být uspořádány do výrobního procesu:

- technologicky,
- předmětně,
- kombinací technologického a předmětného.

1.2.1 Struktura s pevným pracovním místem

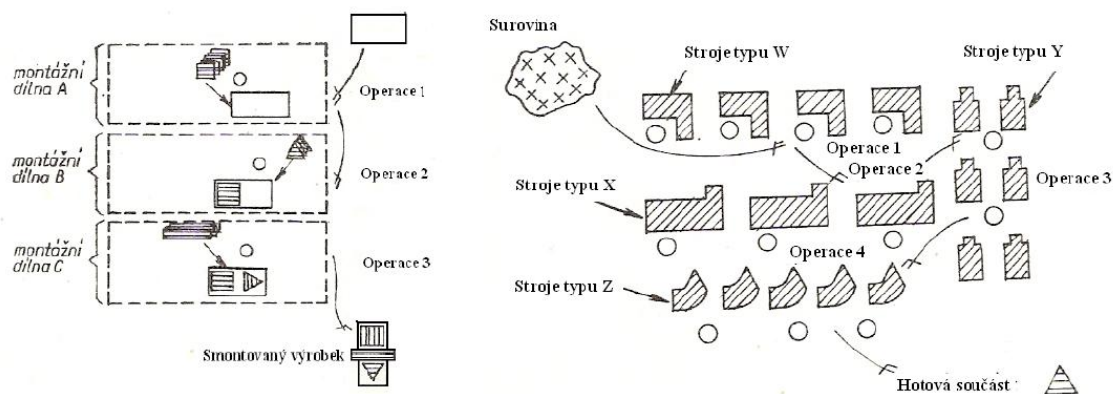
Výrobek zůstává na jednom místě, všechny operace se provádějí na materiálu (tvarování, úprava) nebo na hlavní součásti (montáž). Výrobní zdroje (stroje, pracovníci,...) jsou tedy transformovány do místa výroby. [7] Tato struktura se používá v kusové výrobě nebo těžkém strojírenství, např. stavba lodí, výroba turbíny, jaderného reaktoru apod., ale může se jednat i o malé dílny, opravy, laboratoře.



Obr. 3 Uspořádání s pevným pracovním místem [7]

1.2.2 Technologické uspořádání

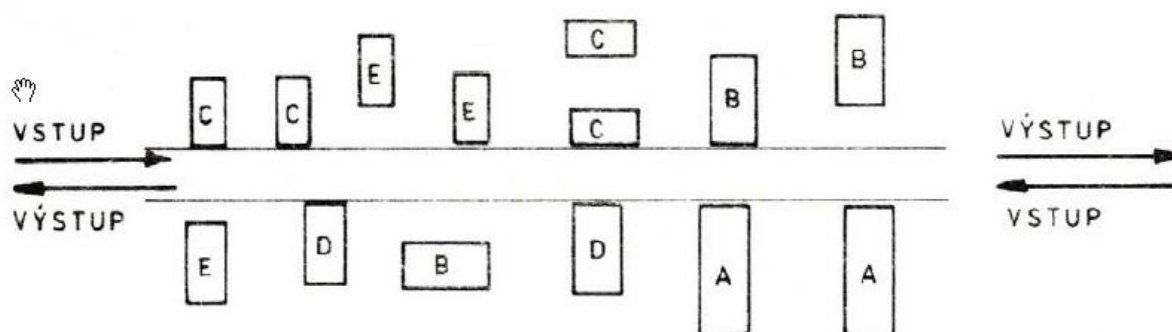
Stroje a zařízení jsou seskupeny podle stejných nebo podobných technologií (profesí), například soustružna, lisovna, brusírna apod., tzn. podobné stroje nebo montážní operace jsou seskupeny podle druhů strojů. Všechny technologické operace jsou prováděné ve společném prostoru – dílně a materiál se mezi nimi pohybuje. [7] Používá se v kusové a sériové výrobě. Příklady použití: montáž – spojování plechů bodovým svařováním, nýtováním nebo pájením; tvarování a výroba součástí – běžná strojní práce, textilní výroba.



Obr. 4 Technologické uspořádání [7]

Struktura jednotlivých pracovišť

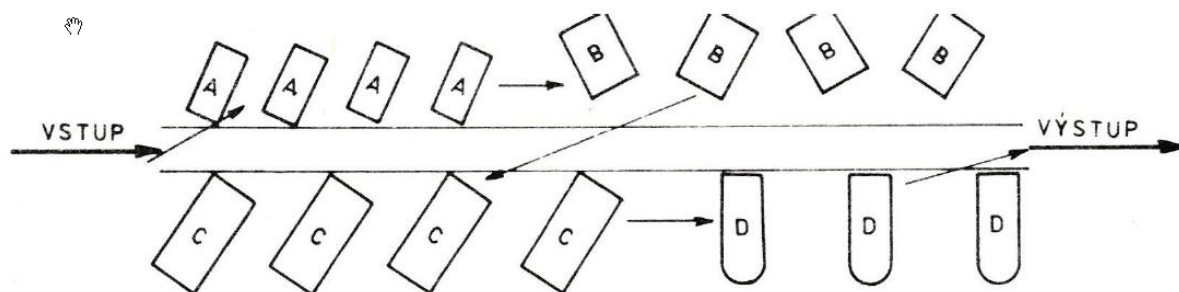
Výrobní zařízení jsou profesně shodná, ovšem každý stroj v daném výrobním systému není kooperačně vázán s jiným strojem v témže systému. Každý stroj představuje samostatnou výrobní jednotku a využívá se v případě, kdy obrobek je na jedno upnutí hotově opracován (zpravidla více nástroji na jedno či víceřetenovém stroji). Tedy na jednom pracovišti je koncentrace operací. Příkladem může být dílna soustružnických automatů, kde je umístěno více strojů, na nichž jsou hotově opracovány drobné součásti. [7]



Obr. 5 Technologické uspořádání - struktura jednotlivých pracovišť [7]

Struktura dílenského uspořádání

Tato struktura se často vyskytuje v obrobkách, kde jsou odděleně uspořádány skupiny technologicky stejných strojů, tedy soustruhů, frézek, vrtaček, brusek atd. Stroje mají vysoký stupeň univerzality (zaměnitelnosti) a tím lepší adaptabilitu ke změnám výrobního programu. Mají ovšem vyšší nároky na výrobní a skladové plochy, delší průběžné doby výroby a zpravidla i nižší časové a výkonové využití strojů. [7]

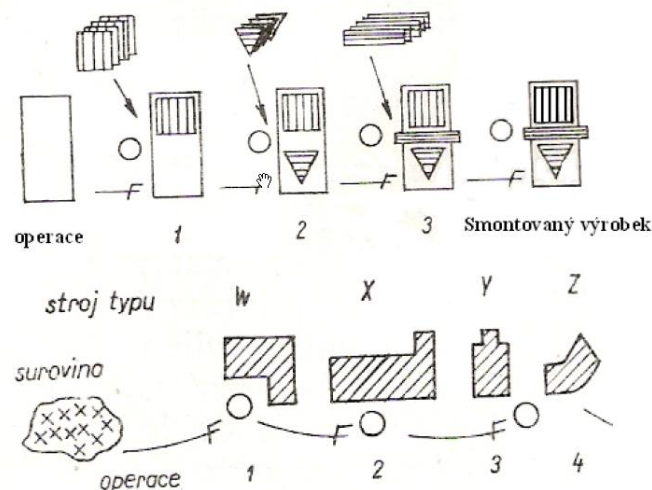


Obr. 6 Technologické uspořádání - struktura dílenského uspořádání [7]

1.2.3 Předmětné uspořádání

Výrobní zařízení jsou uspořádány podle výrobních požadavků vyráběné součásti, tedy výrobek postupuje dle posloupnosti operací, od jedné operace k druhé nejkratší možnou cestou. Struktura je používána v sériové a hromadné výrobě. [7]

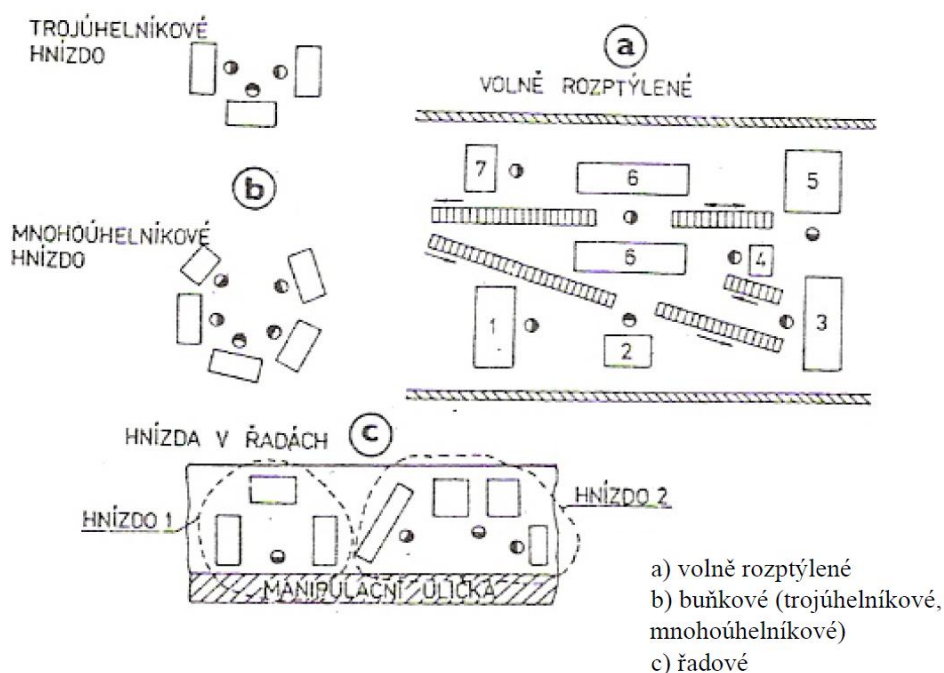
Příklad použití: montáž – linka na montáž automobilů; tvarování a výroba součástí – obrábění bloku motoru.



Obr. 7 Předmětné uspořádání [7]

Hnízdová struktura

Stroje jsou uspořádány dle požadavků předem vybraného sortimentu součástí. Výrobní proces je nastaven pro konstrukčně a technologicky podobné skupiny součástí. Tato struktura je de facto tvořena dílčími výrobními systémy s nižším stupněm komplexnosti výroby (s neukončeným cyklem výroby). Tento typ se využívá v malosériové a středněsériové výrobě. Dle sortimentu, sériovosti a opakovatelnosti, stupni mechanizace výroby a stupni integrace technologických, kontrolních a manipulačních činností je dělena hnízdová struktura na *volně rozptýlenou*, *buňkovou* (trojúhelníková, mnohoúhelníková) a *řadovou*. [7]



Obr. 8 Hnízdová uspořádání [7]

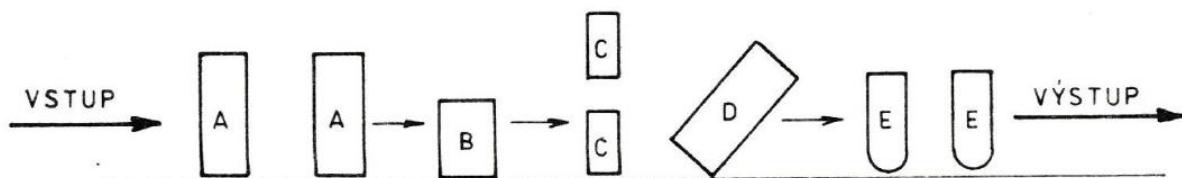
Linková struktura

Používá se pro výrobu menšího sortimentu a vyššího výrobního množství technologicky podobných výrobků. Linky dělíme dle sortimentu dále na:

- Pružné
- Proudové [7]

Pružné linky

Linky jsou vícepředmětné určené pro vybrané skupiny součástí, vymezené tvarem, rozměry, technologií výroby, velikosti výrobní dávky apod. Spojení mezi jednotlivými pracovišti linky je volné, to znamená, že je možné měnit materiálový tok dle potřeby jak v počtu, tak v pořadí



Obr. 9 Linková struktura [7]

prováděných operací. Stroje jsou zpravidla univerzální s konvenčním či NC řízením. Základem pro pružné linky je účelný systém pružné manipulace s materiálem – využití

dopravníků, zásobníků, manipulátorů. Uplatňují se ve středněsériové nebo malosériové výrobě. [7]

Proudové linky

Jednopředmětné linky charakterizované jednosměrným pevným dopravním spojením jednotlivých pracovišť, která jsou určena pro provedení uzavřeného souboru operací, které mají předem danou posloupnost a dobu trvání všech činností jak technologických, tak manipulačních. [7]

Proudové linky se dělí dále na:

- Synchronizované – linka i pracoviště pracují ve stejném taktu, tzn. objem práce v jednotlivých pracovních místech je časově vyvážen
- Nesynchronizované – pracovní místa pracují v individuálním taktu. [7]

Proudové linky je možné vidět ve velkosériové a hromadné výrobě. Stroje mají vysoký stupeň specializace, které vyžadují značné investiční prostředky.

1.3 Manipulační komunikace

K tomu, aby prostory layoutu byly plně funkční, je nutné vymezit prostor pro uličky, kudy bude materiál transportován manipulačními prostředky a zařízeními a uličky pro pohyb zaměstnanců. Při návrhu vnitřní komunikace ve výrobním prostoru je třeba se držet všeobecných požadavků, které vycházejí z norem ČSN 73 5105 – Výrobní průmyslové budovy (povrchy, bezpečnostní prvky a obecné zásady) a ČSN 26 9010 Manipulace s materiálem – šířky a výšky cest a uliček.

Uličky rozdělujeme do kategorií dle pohybu pracovníků:

- manipulační uličky bez pohybu pracovníků
- dopravní cesty. [8]

Dále dělíme podle směru na:

- jednosměrné
- obousměrné. [8]

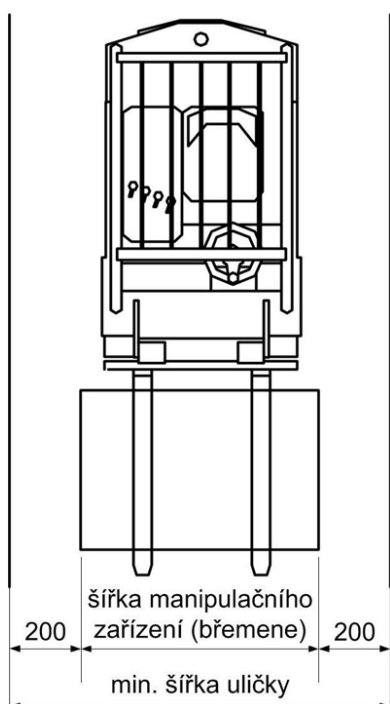
1.3.1 Manipulační uličky

Tyto uličky se používají pro pohyb přepravních prostředků, jako jsou vysokozdvížné vozíky a další zařízení a nesmí se zde pohybovat žádní pracovníci, aby nedošlo k úrazu.

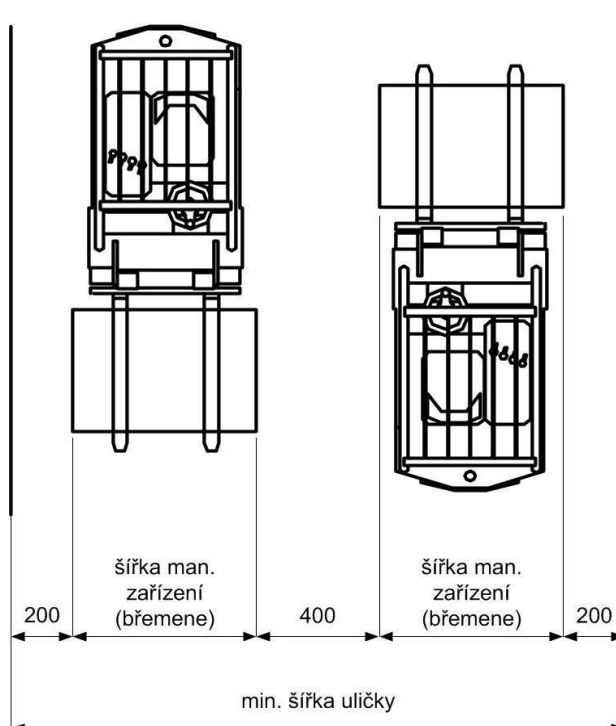
Jednosměrná ulička je vypočítávána podle vzorečku:

- $\min \check{S} = A + 200 + 200$ [mm]
 - $\min \check{S}$... minimální šířka jednosměrné uličky [mm]
 - A ... největší šířka přepravního prostředku (břemene) [mm]
 - $200 + 200$... bezpečnostní vůle [mm]. [8]

Znamená to, že minimální šířka uličky je jako šířka manipulačního zařízení, případně nejširšího břemene a z každé strany musí být vůle alespoň 200 mm, což je znázorněno na Obr. 10.



Obr. 10 Jednosměrná manipulační ulička [8]



Obr. 11 Obousměrná manipulační ulička [8]

Obousměrná ulička se počítá obdobně, je nutné ještě připočítat mezeru mezi míjejícími se vozíky v protisměru a dvojnásobná šířka přepravního zařízení, případně břemene:

- $\min \check{S} = 2 \times A + 200 + 200 + 400$
 - $\min \check{S}$... minimální šířka obousměrné uličky [mm]
 - A ... největší šířka největšího přepravního prostředku (včetně břemena) [mm]
 - $200 + 200$... bezpečnostní vůle (min 400mm) [mm]
 - 400 ... potkávací odstup (min 400mm) [mm]. [8]

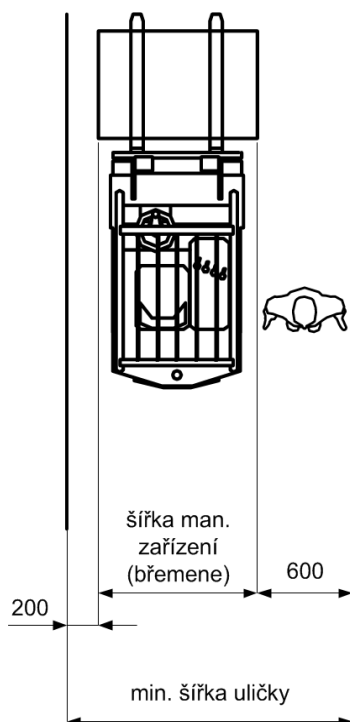
1.3.2 Dopravní cesty

Dopravní cesty jsou rozšířené manipulační uličky o prostor pro pohyb pracovníků. Opět se počítá minimální šířka uličky, pro jeden jízdní pruh a jeden postranní pruh platí vztah:

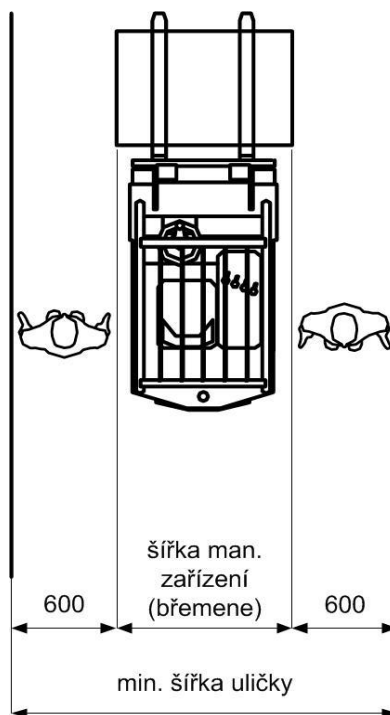
- $\min \check{S} = B + 600 + 200$
 - $\min \check{S}$... minimální šířka hlavní dopravní cesty [mm]
 - B ... šířka jízdního pruhu (včetně břemena, popř. přesahujícího břemena) [mm]
 - 600 ... šířka postranního pruhu pro občasný pohyb pracovníků bez břemen (min 600mm) [mm]
 - 200 ... bezpečnostní vůle (min 200mm) [mm]. [8]

Pro jeden jízdní pruh a dva postranní pruhy je vzorec:

- $\min \check{S} = B + 600 + 600$
 - $\min \check{S}$... minimální šířka hlavní dopravní cesty [mm]
 - B ... šířka jízdního pruhu (včetně břemena, popř. přesahujícího břemena) [mm]
 - 600 + 600 ... šířka dvou postranních pruhů pro občasný pohyb pracovníků bez břemen (min 600mm) [mm]. [8]



Obr. 13 Dopravní cesta s jedním jízdním a jedním postranním pruhem [8]



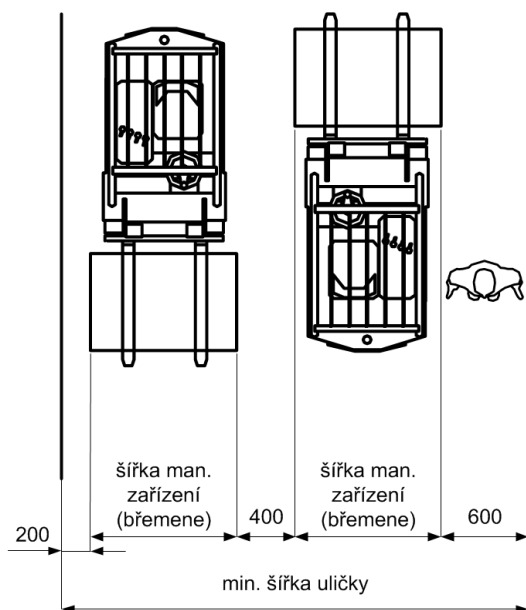
Obr. 12 Dopravní cesta s jedním jízdním a dvěma postranními pruhy [8]

Samozřejmě je možné zdvojit jízdní pruh, potom výpočet cesty se dvěma jízdními a jedním pěším pruhem je:

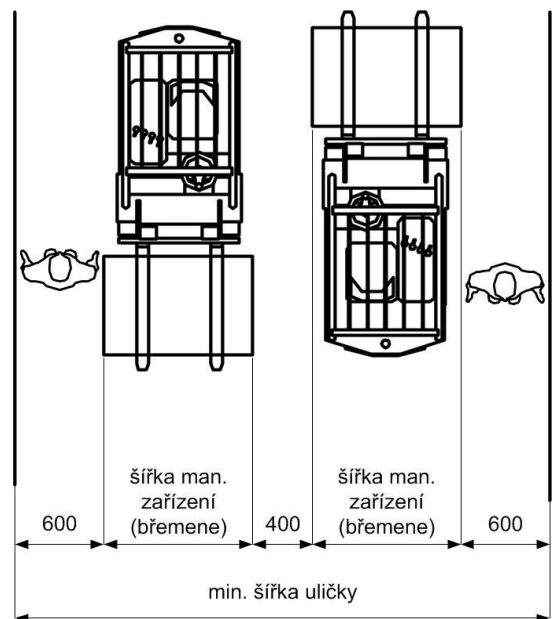
- $\min \check{S} = 2 * B + 600 + 400 + 200$
 - $\min \check{S}$... minimální šířka hlavní dopravní cesty [mm]
 - B ... šířka jízdního pruhu (včetně břemena, popř. přesahujícího břemena) [mm]
 - 600 ... šířka postranního pruhu pro občasný pohyb pracovníků bez břemen (min 600mm) [mm]
 - 400 ... potkávací odstup (min 400mm) [mm]
 - 200 ... bezpečnostní vůle (min 200mm) [mm]. [8]

Poslední možnou cestou je ulička se dvěma jízdními pruhy a dvěma pruhy pro pracovníky:

- $\min \check{S} = 2 * B + 600 + 600 + 400$
 - $\min \check{S}$... minimální šířka hlavní dopravní cesty [mm]
 - B ... šířka jízdního pruhu (včetně břemena, popř. přesahujícího břemena) [mm]
 - 600 + 600 ... šířka dvou postranních pruhů pro občasný pohyb pracovníků bez břemen (min 600mm) [mm]
 - 400 ... potkávací odstup (min 400mm) [mm]. [8]



Obr. 14 Dopravní cesta se dvěma jízdními pruhy a jedním postranním pruhem [8]



Obr. 15 Dopravní cesta se dvěma jízdními a postranními pruhy [8]

V případě, že na cestách pro pěší je vyšší frekvence pohybu pracovníků, můžeme šířku cesty pro pěší určit podle tabulky *Tab. 1*, kde ukazatel je počet osob prošlých na cestě za minutu.

Počet osob/min	Minimální šířka cesty [mm]
≤ 100	1200
≤ 300	1800
≥ 300	2400

Tab. 1 Šíře uličky dle pohybu [8]

1.4 VisTable

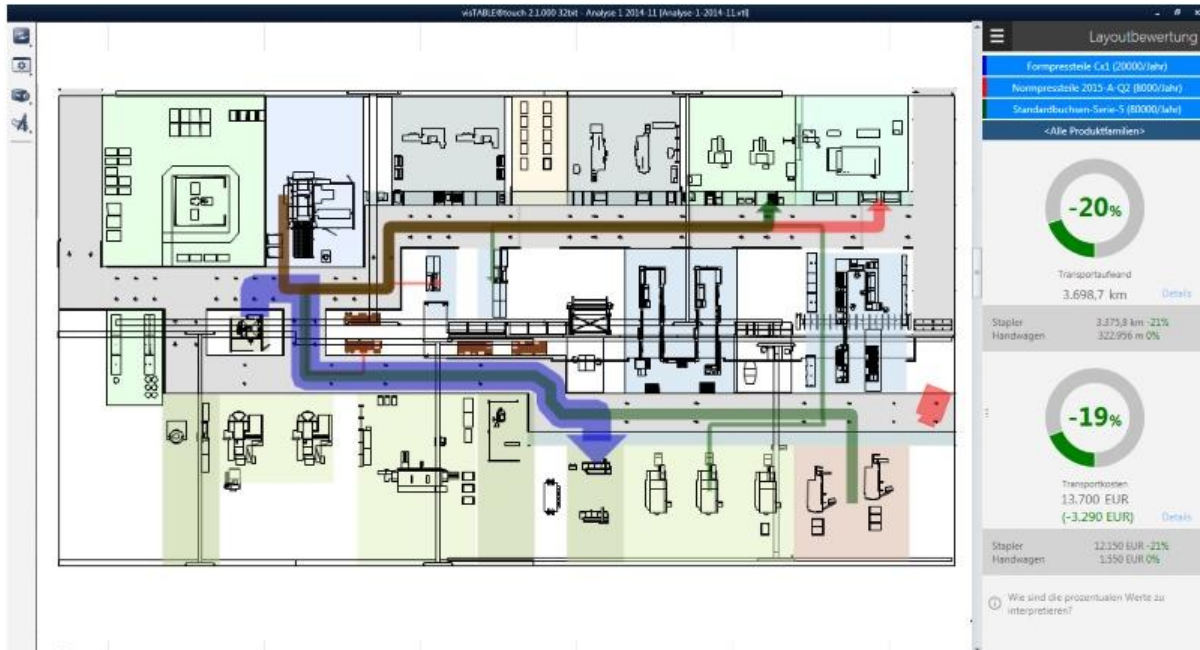
Praktická část této práce byla zpracována v sw VisTable. Program umožňuje provést plánování výroby nebo montážního prostoru, analýzu materiálového toku i VSM (Value stream mapping). Pomocí VisTablu je možné znázornit jen rozvržení jednotlivých úseků výroby jako blokový layout nebo detailně rozvrhnout a uspořádat celý výrobní systém. Obsahuje knihovnu nejrůznějších komponentů, výrobních i nevýrobních, které šetří čas při návrhu layoutu, je možné vytvořit i samotné výrobní zařízení nebo ho naimportovat z CAD sw jako např. Catie. Kromě 2D zobrazení je možné layout vidět i ve 3D.



Obr. 16 3D zobrazení výroby [9]

VisTable je vhodný jak pro tvorbu úplně nového layoutu, tak pro vytváření změn v již existujícím prostoru.

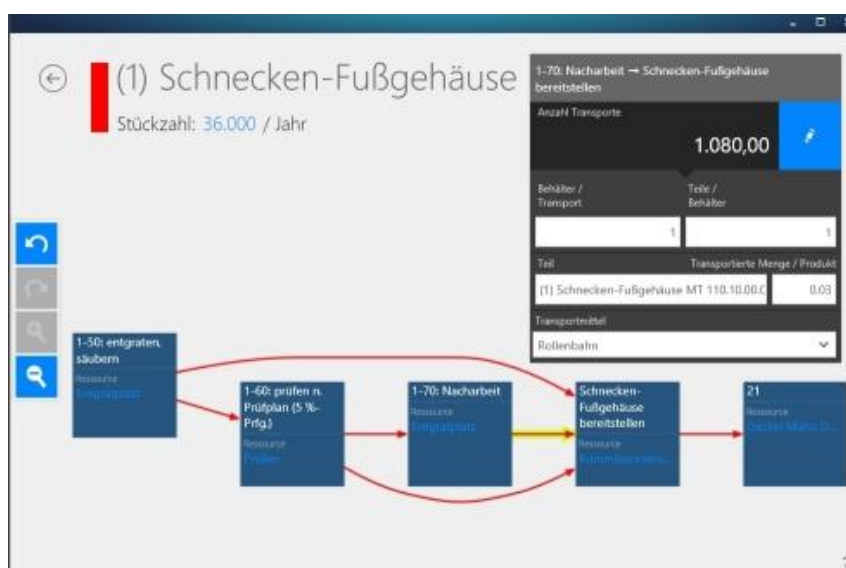
Program také zobrazuje materiálový tok a provádí jeho vyhodnocení při změnách. Samozřejmostí je Sankeyův diagram, ID diagram, hodnocení dopravních nákladů, ale i vytížení uliček a tím zjištění, kde by mohlo docházet ke kolizím.



Obr. 17 Příklad hodnocení materiálového toku [9]

Stejně jako samotný prostor, i materiálový tok je možné vidět ve 3D. Čím je proud vyšší, tím je transport delší, čím tlustší, tím je intenzivnější.

Kromě zobrazení materiálového toku je možné provést i mapování hodnotového toku při zadání počtu transportovaných kusů za rok a druh přepravního zařízení (VZV, jeřáb, ruční vozík atd).



Obr. 18 Tvorba materiálového toku a mapování toku hodnot [9]

2 Charakteristika výrobního systému

Společnost KDK Automotive Czech s.r.o. se zabývá výrobou plastových dílů pro automobilový průmysl. Využívá technologické procesy, jako je vstřikování plastů, vstřikování plastů pomocí GIT technologie (vstřikování s plynem GIT), díky němuž lze vyrábět díly s uzavřenými dutinami. Jsou používány vstřikovací stroje od těch nejmenších, s uzavírací silou 15 tun, až po největší, s uzavírací silou 1700 tun. Firma provádí rovněž svařování plastů a to tepelně, ultrazvukem nebo metodou hot plate a také vibrační svařování.

Společnost dále disponuje montážní linkou pro kompletaci různých sestav a má rovněž lakovnu pro lakování barvami rozpustnými ve vodě. Výroba je cirká z jedné poloviny automatizovaná.

Tachovský závod konkrétně vyrábí středové konzole, loketní opěrky a plastová obložení interiérů osobních vozů. Firma má vlastní vývoj, který sídlí v německém Lennestadtu. Zákaznické portfolio tvoří světoví výrobci automobilů, jako Volkswagen, Škoda, Audi, BMW, GM, Opel a rovněž i Hyundai a Kia v Evropě. Roční obrat společnosti byl za loňský rok 48 milionů Eur a má 320 zaměstnanců.



Obr. 19 Loketní opěrka se středovou konzolí



Obr. 20 Středová konzole umístěna ve voze



Obr. 21 Loketní opěrka před montáží do středové konzoly

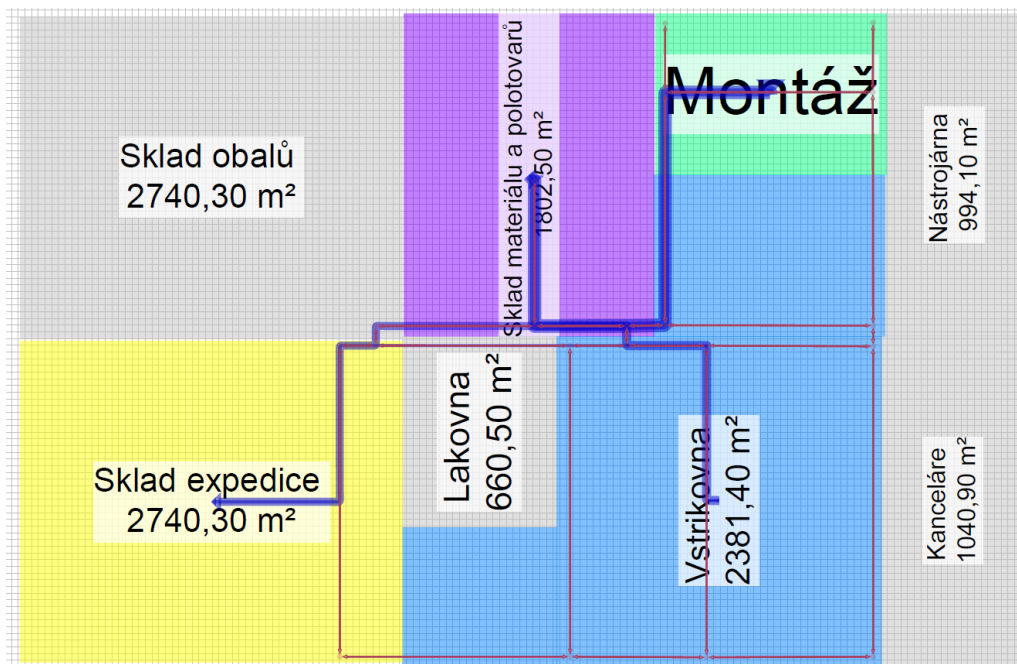
2.1 Současný stav

Současný stav výrobní haly, kterou společnost KDK Automotive vlastní ve Vítkově u Tachova, je možné vidět na *Obr. 22*. V celém objektu haly se nachází sklad materiálu a polotovárů, sklad obalů, sklad expedice, výrobní úseky jako vstříkovna, lakovna, montáž, nástrojárna a dále kanceláře.

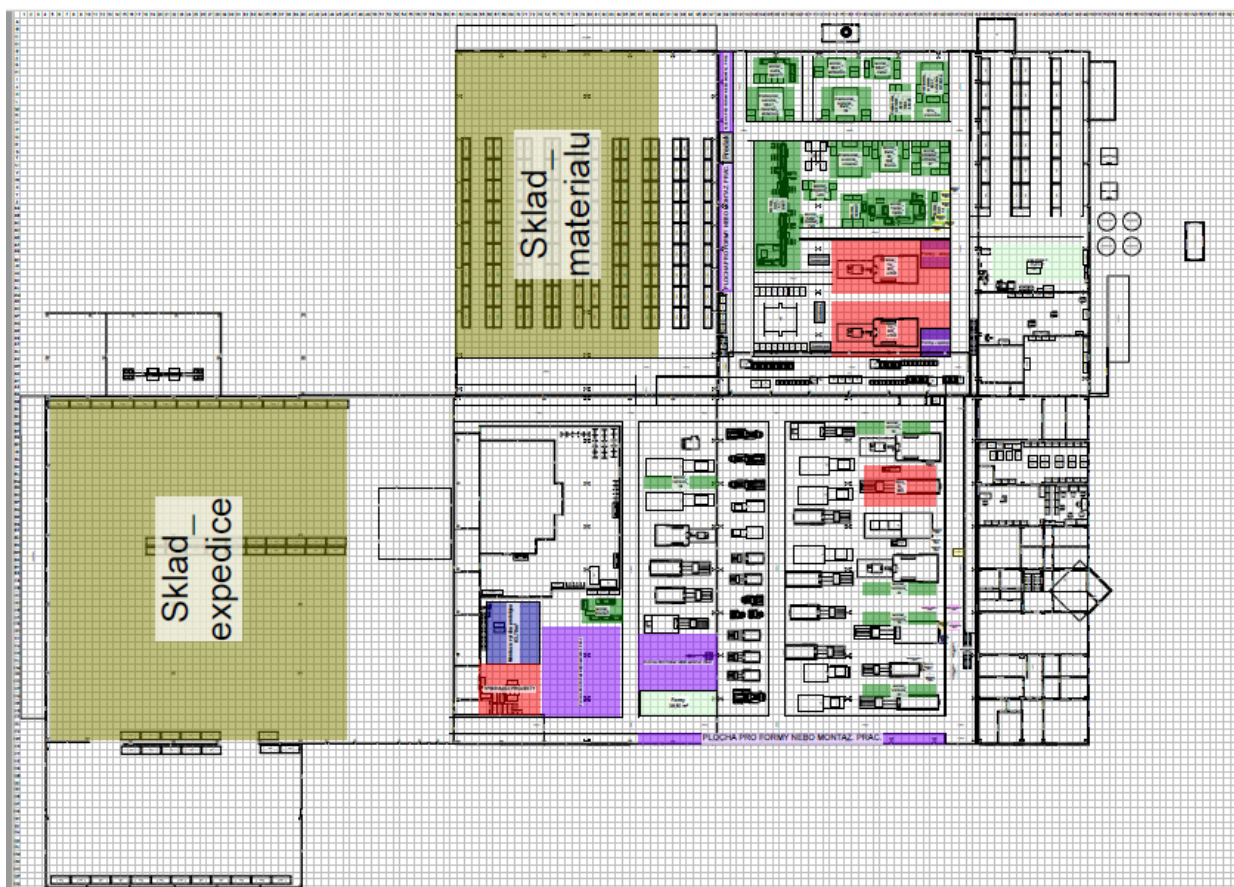


Obr. 22 Aktuální rozvržení výrobní haly

Vnitřní rozvržení haly ukazuje *Obr. 23* včetně velikosti každého pracoviště a hlavních materiálových toků. Detailní uspořádání haly se stroji je možné vidět na *Obr. 24*. Uspořádání v současné hale je technologické, tzn. stroje a zařízení jsou seskupeny podle stejných nebo podobných technologií. Charakteristickým výrobním úsekem pro toto uspořádání je např. vstříkovna či montáž.



Obr. 23 Rozmístění pracovišť v hale

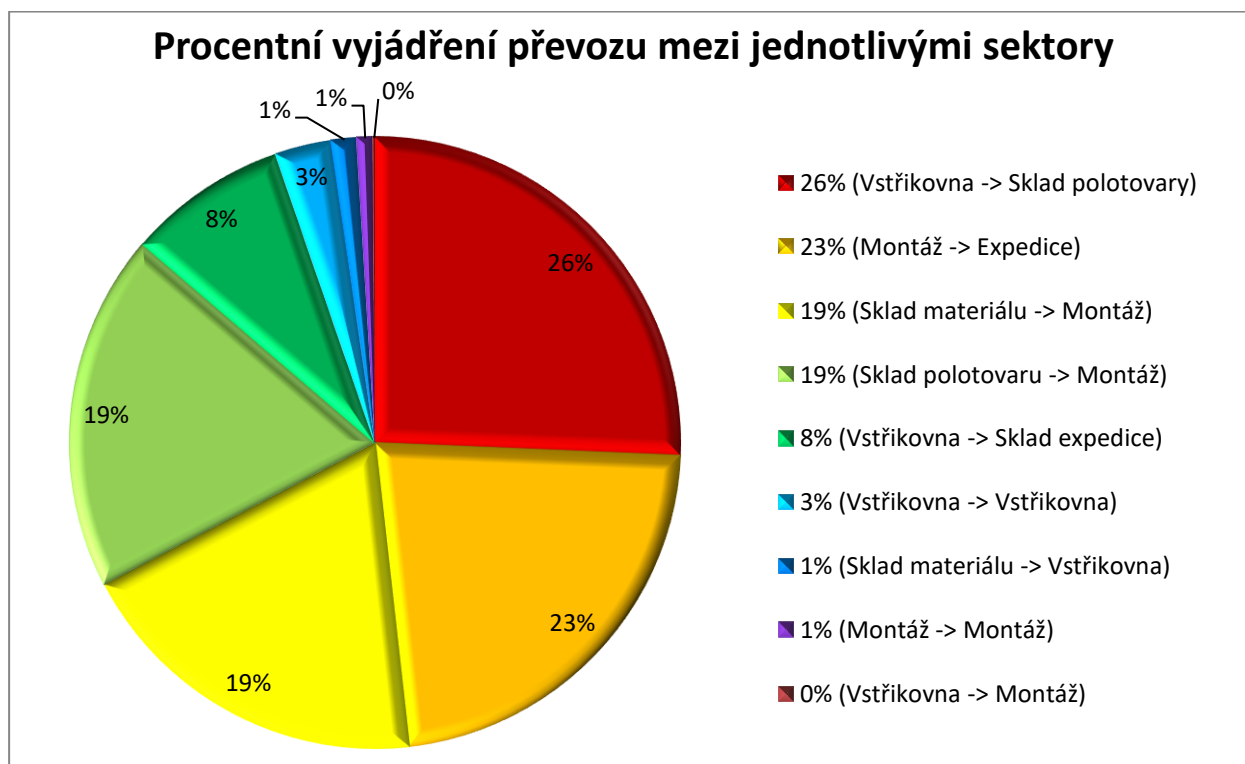


Obr. 24 Detailní uspořádání haly

V rámci zjištění současného stavu ve výrobní hale byla provedena analýza v počtu převezených palet mezi jednotlivými pracovišti. Po získání potřebných materiálů byly analyzovány a vyhodnocovány tyto transfery:

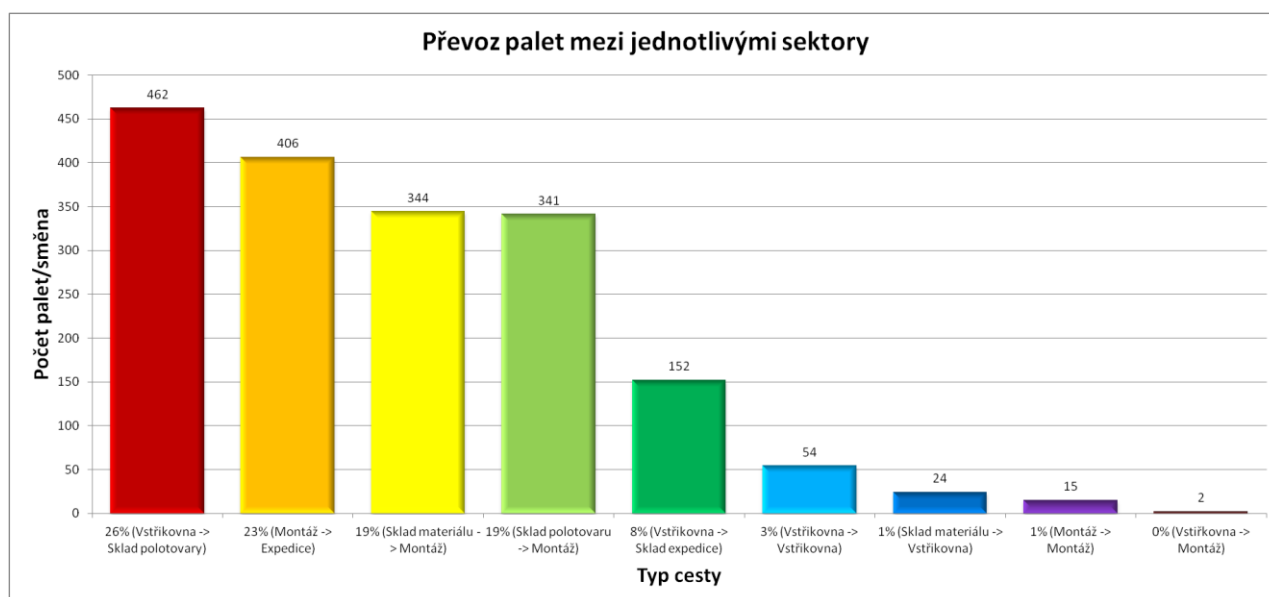
- Sklad materiálu → Vstřikovna (1)
- Sklad materiálu → Montáž (2)
- Vstřikovna → Sklad polotovarů (3)
- Vstřikovna → Sklad expedice (4)
- Sklad polotovarů → Montáž (5)
- Montáž → Sklad expedice (6)
- Převozy ve vstřikovně (7)
- Převozy na montážích (8)
- Vstřikovna → Montáž (9)

Na grafu *Graf 1* je možné vidět četnost převozu palet. Největší pohyb je prováděn ze vstřikovny do skladu polotovarů, následuje pohyb z montáže do skladu expedice, vyrovnané jsou transfery palet ze skladu materiálu na montáž a ze skladu polotovarů na montáž. Další pohyby jsou již méně časté.



Graf 1 Procentuální vyjádření transferu palet

Další graf *Graf 2* vyjadřuje i počet převozů palet za jednu směnu. Za směnu je tedy převezeno až 462 palet, což tvoří 26% všech převozů a jedná se o trasu, kdy je součást převážena ze vstříkovny do skladu polotovarů. Naopak nejnižší počet převozů tvoří cesta vstříkovna – montáž, kdy za jednu směnu se převezou pouze 2 palety. Tato čísla budou hrát roli v budoucím novém uspořádání výrobní haly s novými prostory a to tak, že pracoviště, kde dochází k nejfrekventovanějším přesunům palet, budou umístěna co nejbližší k sobě. Je ovšem potřeba dbát na podmínky podniku, což představuje brát ohled na nosnosti podlah a umístění jeřábů.



Graf 2 Počet transferů palet za směnu

K tomu, aby bylo možné provést analýzu četnosti převozu palet, poskytla firma KDK potřebné materiály, resp. tabulku ve formátu xls.

V tabulce *Tab. 2* Převoz mezi sektory je znázorněn konkrétní pohyb každého dílu, odkud kam díl putuje. Každý díl má několik částí, ze kterých se skládá, jsou pojmenovány a označeny čísly. Všechny části mají své počáteční a koncové pracoviště, případně konkrétní stroj (vstříkolis), na kterém je část dílu vyrobena. Tabulka obsahuje intenzitu a spotřebu palet za směnu. Díky těmto číslům bylo možné zjistit, kolik palet a odkud kam jsou transportovány.

Název pracoviště „Sklad_materialu“, který je uváděn v tabulce, byl v analýze přejmenován na „Sklad polotovary“, jedná se o jeden a ten samý prostor.

Další tabulka *Tab. 3* již rozřazuje pohyb palet „Odkud – kam“, počet palet a přiřazuje barvu a

Manipulační technika	Vstřikovna		Montáž				Logistika		
	Vstřikolisy	Násyp	Stará montáž / lakovna	BMW F48	VW A7/Škod a SK37	Seat SE326	Nakup. Materiál / polotovary	Expedice	Obaly (včetně čištění)
VZV	2						2	3	1
E-VZV			1	1	1	1			
VNA							2		
RPV	6	1	1	1	1	1	1	1	1

VZV - vysokozdvížený čelní vozík elektrický

E-VZV - vysokozdvížený vozík elektrický ručně vedený

VNA - vysokozdvížený boční vozík "very narrow isle"

RPV - ruční paletový vozík

Tab. 4 Manipulační technika v jednotlivých úsecích haly

Ve vstřikovně podnik využívá elektrické vysokozdvížené vozíky. Jak je možné si všimnout na *Obr. 24* s detailním uspořádáním strojů, jsou v tomto výrobním úseku haly vstřikolisy postaveny velmi blízko sebe. U každého vstřikolisu pracuje alespoň jeden člověk, který vyrobený polotovar či již hotový výrobek skládá do KTP boxů, viz *Obr. 25*. Z důvodu někdy až velmi malého místa na pracovišti pracovníci naplněné KTP boxy vysunují z pracoviště do uličky, aby mohli plnit výrobky prázdné boxy. Prázdné KTP boxy jsou složeny a potřebují jen málo místa. Tím nastávají situace, kdy se v uličce nahromadí několik KTP boxů a vysokozdvížený vozík odváží ty boxy, na které dosáhne, tedy ty, které se vyskytují na krajích uličky. Tzn., pracovníci, kteří mají své pracoviště uprostřed, vysunují další naplněný box vedle již původně vysunutého, protože vysokozdvížený vozík se ještě přes další boxy v uličce k němu nedostal. Situaci je možné vidět na *Obr. 26*.

Dále kvůli nedostatku místa dochází k tomu, že vysokozdvížené vozíky jezdí nikoli popředu, ale pozpátku. To představuje riziko vzniku nehody mezi dvěma vozíky, pro pracovníky volně se pohybující po pracovištích pak riziko úrazu.

Právě navržením nového prostoru by mělo dojít k eliminaci výše popsanych problémů. Protože jsou v plánu nové stroje do vstřikovny, je třeba stávající prostor pro vstřikolisy rozšířit a využít nově vzniklé místo jak pro nové stroje, tak pro přesun stávajících strojů a tím vznikne v současné vstřikovně dostatečný prostor pro manipulaci s VZV, tak s KTP boxy, které nebudou muset být již vystrkovány do uličky.



Obr. 25 Složené a rozložené KTP boxy



Obr. 26 Vysunuté KTP boxy v uličce

3 Analýza požadavků a potřeb na nové uspořádání výrobních prostor

Společnost KDK plánuje rozšíření závodu s uvažovanou výstavbou nových skladovacích prostor a rozšíření výrobních kapacit pro nové projekty a navýšení výroby pro danou zakázku. Dalším důvodem, proč chce firma KDK rozšířit výrobní prostory, je omezená kapacita současného layoutu jak výrobních, tak skladovacích prostor, které jsou popsány v kapitole 2.2.

3.1 Požadavky projektu KDK

Záměrem společnosti je tedy vybudování zastřešených prostor pro materiály, polotovary a finální výrobky. Dále zajistit dostatečnou šíři uliček a průchodů mezi jednotlivými stroji a montážemi. S tím souvisí i zajištění prostoru na KTP boxy vedle každého stroje či pracoviště, aby nedocházelo k vysunování naplněných boxů do uliček. Je potřeba také předcházet kolizím, tzn. zajistit interní a externí logistiku. Do záměru patří i dostatečné zázemí pro nové a stávající zaměstnance. S plánem rozšíření podniku o nové výrobní kapacity souvisí i nárůst zaměstnanců.

3.2 Návrhy a řešení

Byly navrženy 3 varianty rozšíření závodu, které jsou zobrazeny na obrázcích níže.



Obr. 27 Varianta A



Obr. 28 Varianta B



Obr. 29 Varianta C

Potenciální nový výrobní prostor je na obrázcích rozdělen a označen písmeny a velikostí plochy v metrech čtverečních. Došlo by tedy k postavení nových ploch, tzn. sklad expedice (A), sklad forem (B), montáž (C), vstříkovna (D) a k zastřešení skladu obalů (G). Ve variantě A a B bylo uvažováno s výstavnou ubytovny (E) vzhledem k navýšení kapacit až o 200 nových zaměstnanců, kteří nepocházejí z Tachovského kraje nebo z ČR. U obou těchto variant bylo zamýšleno vybudovat druhý vjezd pro kamiony a k tomu i druhou vrátnici.

Nicméně, všechny tři tyto varianty byly nakonec zamítnuty. Hlavním důvodem je skála, která se v prostoru KDK nachází, viz *Obr. 27*, *Obr. 28*, *Obr. 29*, a bylo by třeba vynaložit příliš mnoho nákladů na její odstranění. Dále byly vypočítány skutečné potřebné plochy pro jednotlivé úseky nové haly a nosnosti podlah. Také ani jedna varianta nepočítá s potřebným jeřábem.

4 Návrh nových prostorů

Na základě předchozích tří zamítnutých návrhů byl navržený čtvrtý a poslední. Je navržen tak, aby se vyhnul skále, tedy hlavní příčině toho, proč byly předchozí návrhy zamítnuty. Tento návrh zahrnuje jak uspořádání jednotlivých sektorů, tak interní a externí logistiku. Obrázek *Obr. 30* představuje blokový layout, rozmístění všech úseků, *Obr. 31* zobrazuje detailní uspořádání haly zahrnující regály i stroje. Stejně stroje stále zůstávají u sebe, tzn., že uspořádání v novém prostoru zůstává obdobné, tedy technologické.

4.1 Nové uspořádání prostorů KDK

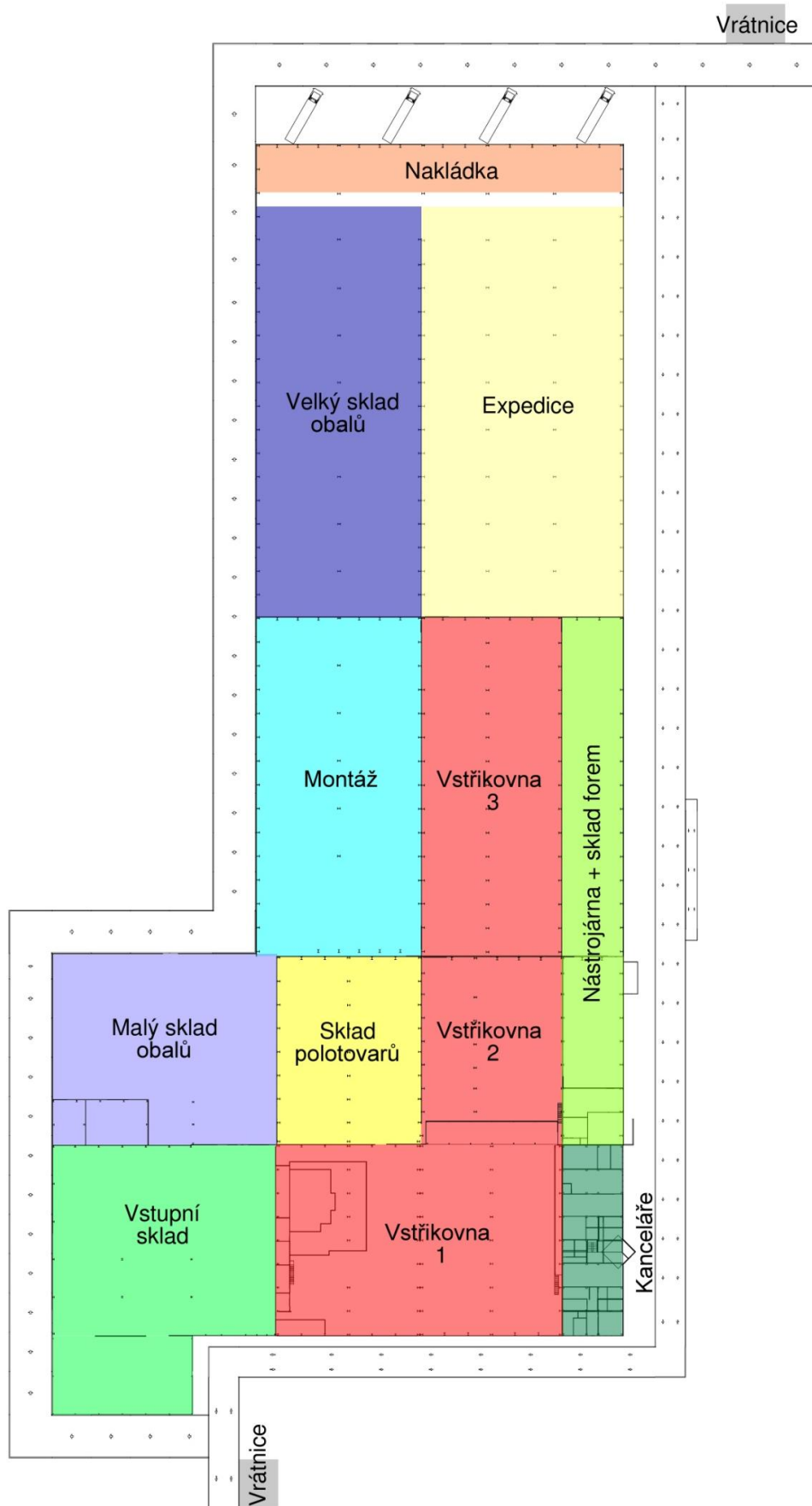
V tomto návrhu došlo ke značnému přemístění jednotlivých úseků podniku. V současné hale se dle nového uspořádání nachází:

- Vstupní sklad
- Malý sklad obalů
- Sklad polotovarů
- Vstříkovna (1,2)
- Kanceláře
- Část nástrojárny a skladu forem

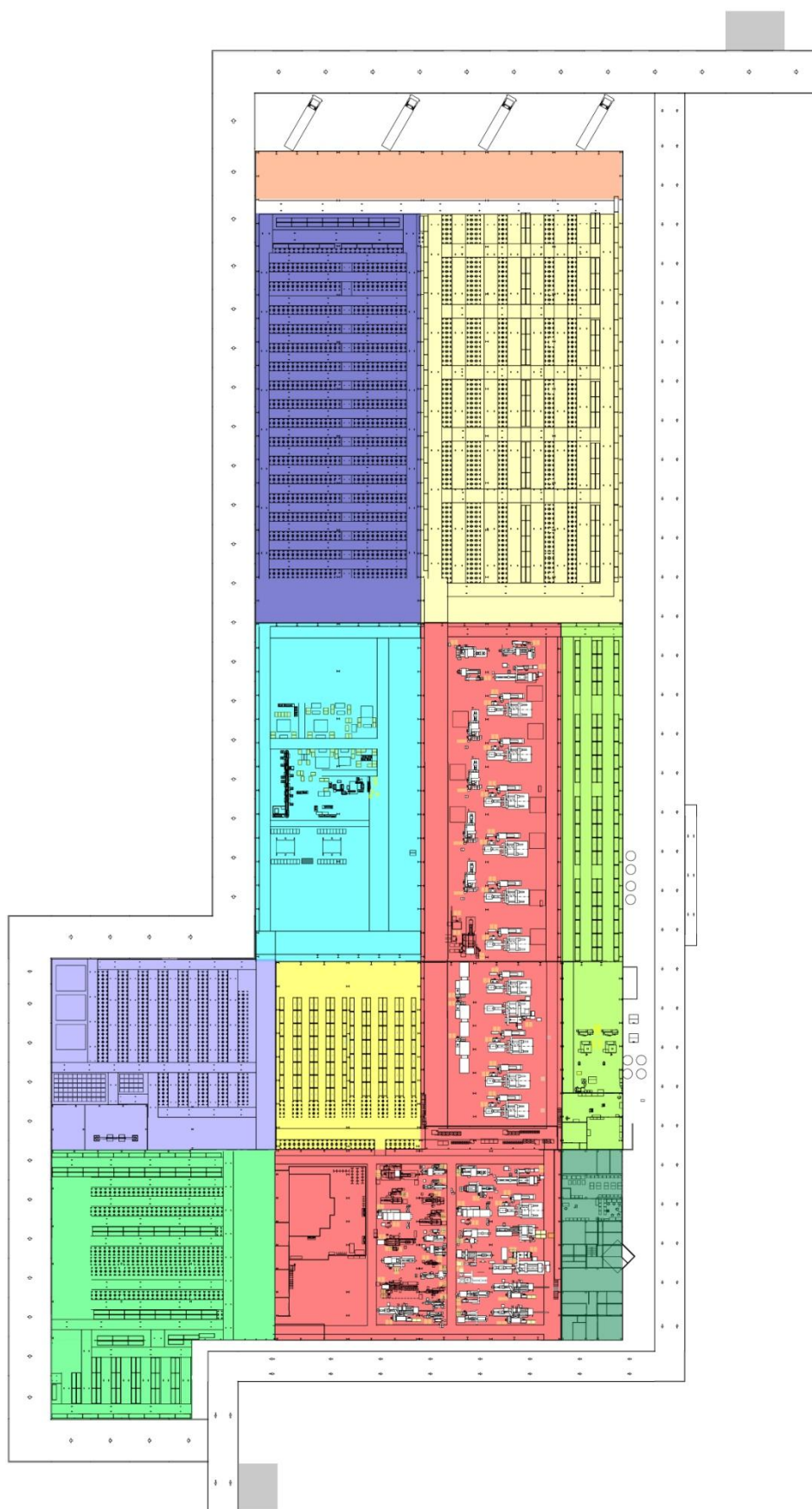
V nově přistaveném prostoru:

- Montáž
- Vstříkovna (3)
- Část nástrojárny a skladu forem
- Velký sklad obalů
- Expedice
- Nakládka

Celková plocha nového prostoru činní 32265 m². Plocha jednotlivých úseků haly bude popsána v následujících podkapitolách a je možné plochy najít i v příloze č. 1.



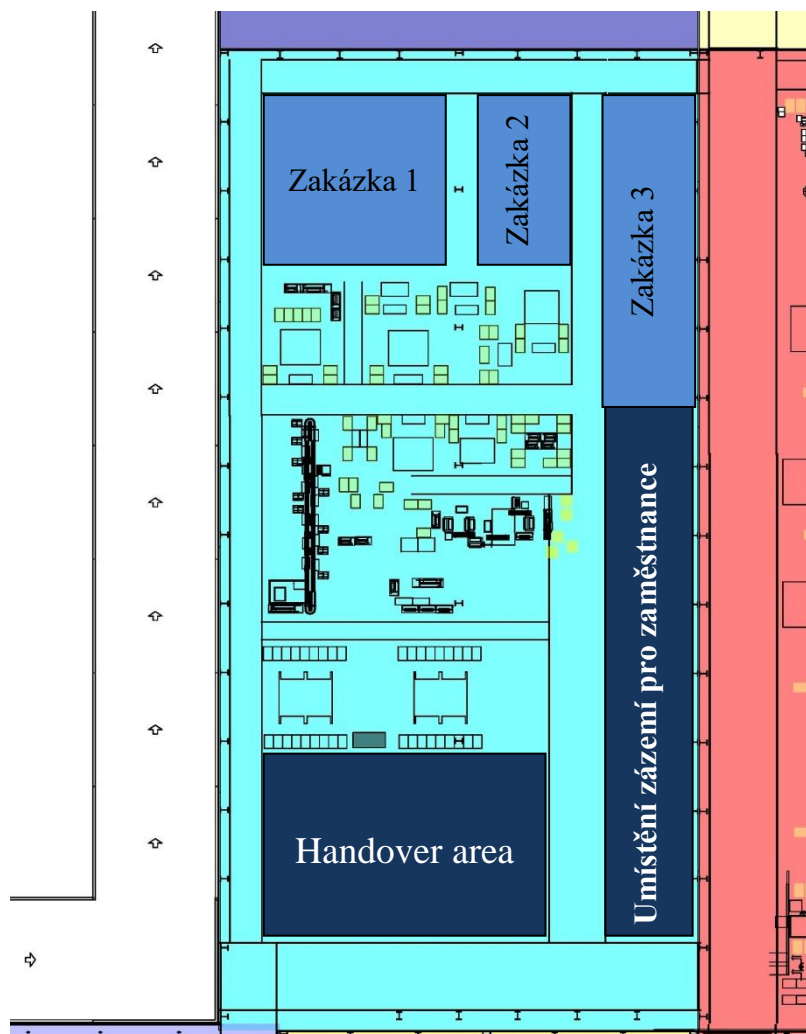
Obr. 30 Blocklayout



Obr. 31 Layout s objekty

4.2 Uspořádání výroby a montáže

Ze současného prostoru vstřikovny je montáž (označena tyrkysovou barvou) přesunuta do nové haly a to nad sklad polotovarů. Kapacita montáže byla zvětšena. Společnost KDK bude mít další, konkrétně tři nové zakázky. Z toho důvodu byla montáž rozšířena, protože přibudou nová montážní pracoviště. Celkový rozměr montáže činí 3300 m². Ovšem ne celá plocha bude čistě montážní. Je potřeba odečíst plochu pro šatny a sociální prostory. Dále je zde vymezený prostor pro Handover area (předávací plocha) o ploše 430 m².

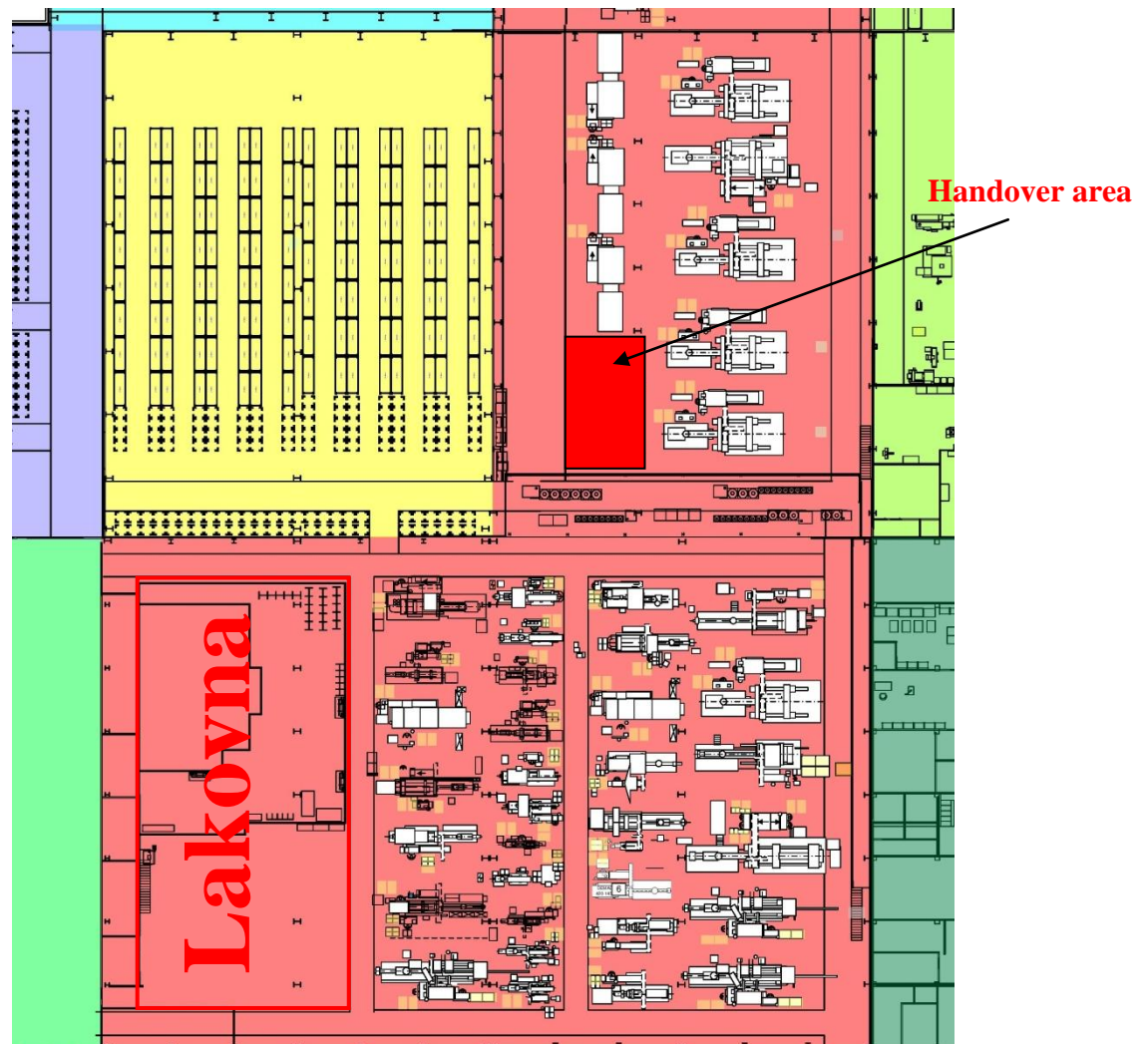


Obr. 32 Detail montáže

Výrobní prostory, tedy kapacita vstříkovny byla také rozšířena. Současná vstříkovna zůstává na svém místě (vstříkovna 1), pokračuje do původního prostoru montáže (vstříkovna 2) a dále až do nové haly (vstříkovna 3). Na obrázku je označena červeně. Celková výrobní plocha činí 7450 m², z toho malou část tvoří Handover area (vstříkovna2) a lakovna, viz *Obr. 33*. Nejen kvůli novým výrobním zakázkám je nutné pořídit nové vstříkolisy, a tím i nové prostory, dalším důvodem je také zkrácení pracovního týdne ze 7 dnů na 6 dní.

Dohromady bylo umístěno 11 nových strojů a to podle velikosti. Největší stroje se nacházejí v nové hale a v prostorách původní montáže, kam bylo přemístěno i 6 stávajících velkých vstříkolisů. Pro rozmístění strojů byly brány v úvahu informace o nosnosti podlah.

Díky rozšíření vstříkovny jsou eliminovány problémy popisované v kapitole 2.2.



Obr. 33 Detail výrobního prostoru

4.3 Uspořádání skladových prostorů

Veškeré skladovací zázemí tvoří:

- Vstupní sklad
- Malý sklad obalů
- Sklad polotovarů
- Velký sklad obalů
- Expedice
- Sklad forem (a nástrojárna)

4.3.1 Vstupní sklad

Vstupní sklad (označen zeleně) je umístěn do prostoru současné expedice, která je přesunuta do nové haly. Zde bude probíhat skladování do regálů i do bloků.

- velikost regálu: d: 3930 mm x š: 1101 mm x v: 6000mm (plocha = 4,3 m²)
- velikost bloku: d: 1200 mm x š: 1000 mm (plocha = 1,2 m²)

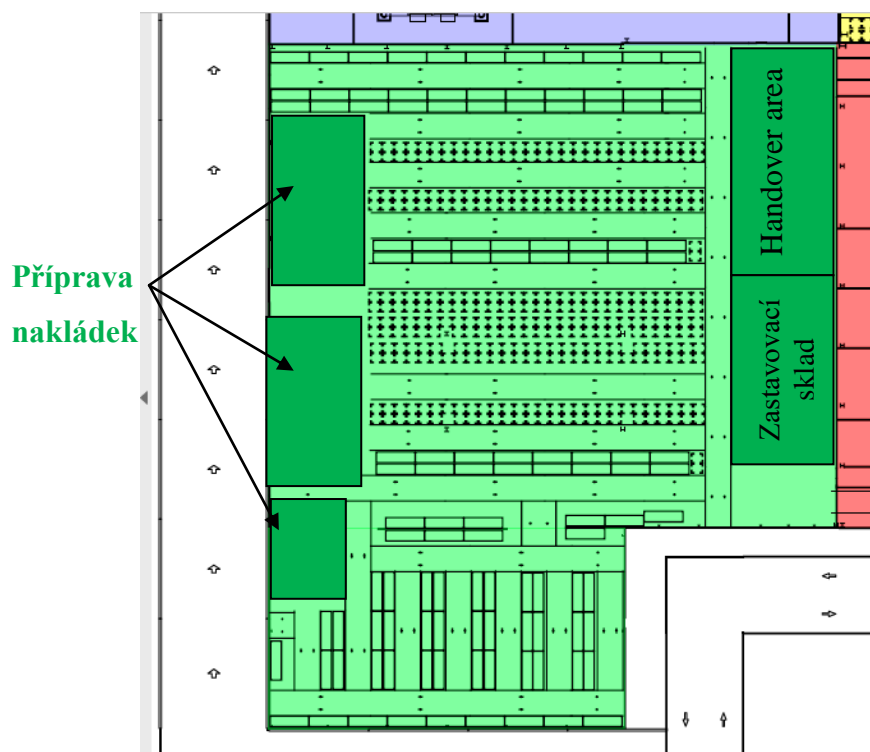
Jeden regál obsahuje 15 paletových pozic, bloky mohou být na sebe stohovatelné po 5 kusech. Logističtí pracovníci firmy KDK vypočítali kapacitu skladu, kolik je potřeba regálů a bloků. Vyšlo 1344 pozic v regálech a 1336 pozic v blocích, ale vedení KDK požadovalo k tomu 25% rezervu, z čehož vyplynul počet potřebných regálů a bloků:

- 1344 paletových pozic regálů + 25% → 1680 pozic regálů → 112 regálů
- 1336 paletových pozic bloků + 25% → 1670 pozic bloků → 334 bloků

Pro 1344 pozic by bylo třeba 90 regálů vzhledem k tomu, že jeden regál má 15 pozic (tzn. 1344/15 → 89). Ovšem rezerva 25% z 1344 pozic je 336 pozic a tudíž je to navíc 22 regálů. Tím dostáváme celkem 112 regálů. Stejně tak u bloků, pro 1336 pozic by bylo třeba 267 bloků při stohování po 5 kusech. Rezerva činí 334 pozic a tudíž dalších 67 bloků. Součtem dostáváme 334 potřebných bloků. Na obrázku *Obr. 35* jsou regály navrženy.

Celková rozloha vstupního skladu tvoří necelých 3500 m². Je zde počítáno s prostorem pro přípravu nakládek. Prostor je rozdělen na tři místa, viz *Obr. 34*.

Dva prostory pro přípravu mají plochu o velikosti 150 m², třetí je menší o 96 m². Součástí je také předávací plocha o 324 m² a zastavovací sklad o 139 m², který slouží k přebalení materiálu.



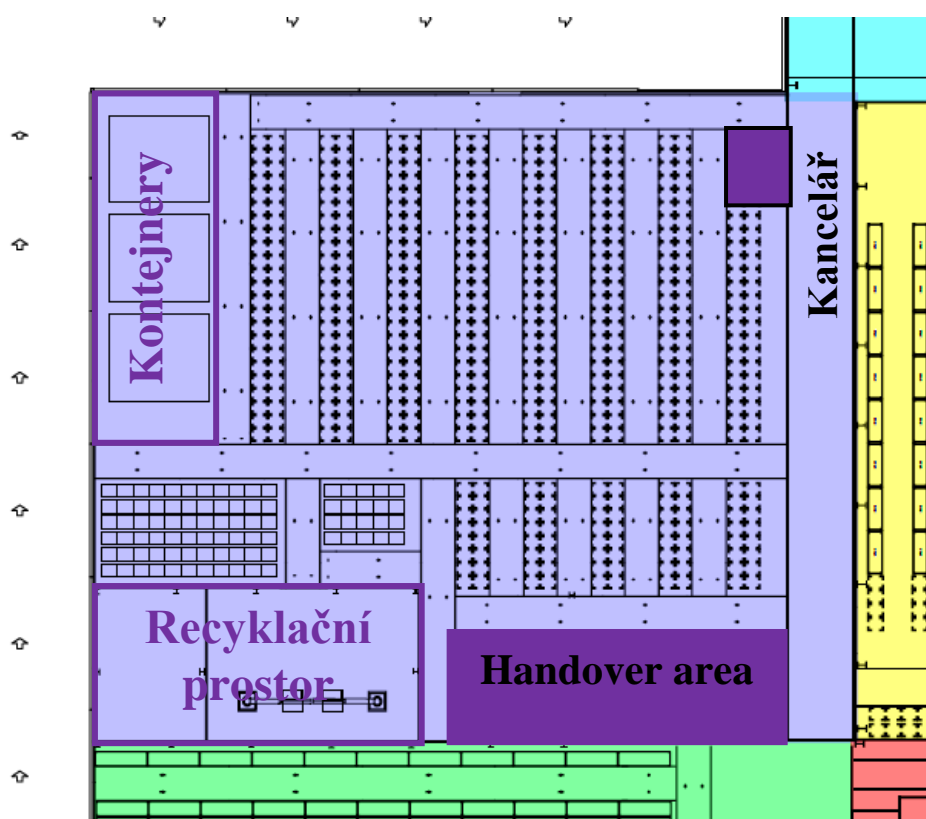
Obr. 34 Detail vstupního skladu



Obr. 35 Regály vstupního skladu

4.3.2 Malý sklad obalů

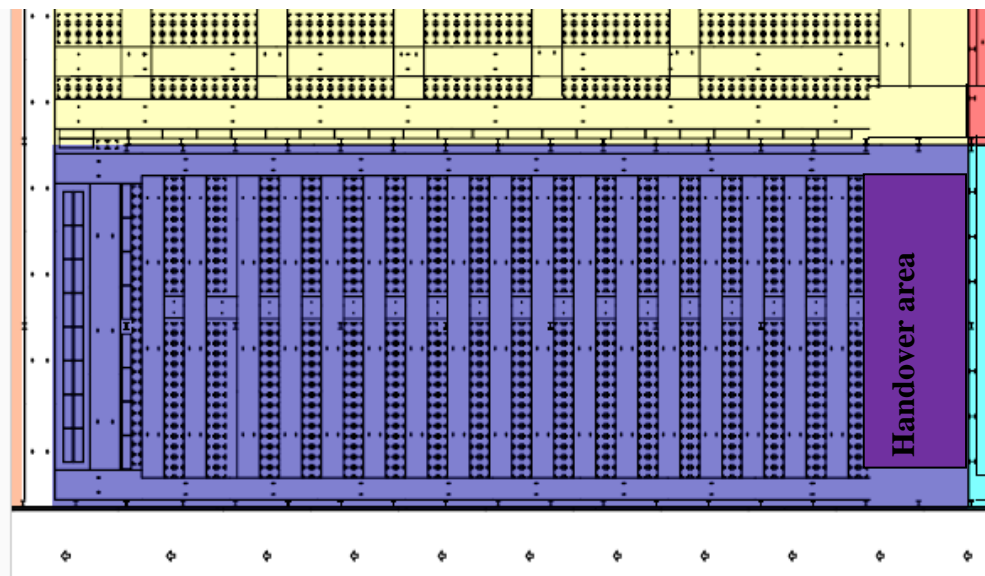
Protože je podnik logisticky vytížený a vzhledem k jeho velikosti, bylo vhodné sklad obalů rozdělit na dva, malý a velký. Malý sklad obalů (Obr. 36) se nachází v původní hale a to nad vstupním skladem. Celková plocha skladu tvoří 2545 m². V tomto rozměru je započítána Handover area o 220 m². Dále je zde kancelář, recyklační prostor pro zmetky, sklad zmetků a kontejnery. Po odečtení těchto ploch je čistá zaskladňovací plocha 1600 m². Maximální kapacita skladu je 2120 paletových pozic v blocích.



Obr. 36 Detail malého skladu obalů

4.3.3 Velký sklad obalů

Tento sklad byl umístěn do nové haly a to nad montáž. Plocha skladu je necelé 4000 m², z toho opět část tvoří Handover area, čistá skladová plocha je 3520 m². Sklad je tvořen vodorovnými bloky s uličkami po obvodu a uličkou protínající vodorovně umístění bloků. Ulička je umístěna blíže k pravé boční uličce vzhledem k rozmístění sloupů haly. Celková velikost obou skladů obalů je 5120 m².



Obr. 37 Detail velkého skladu obalů

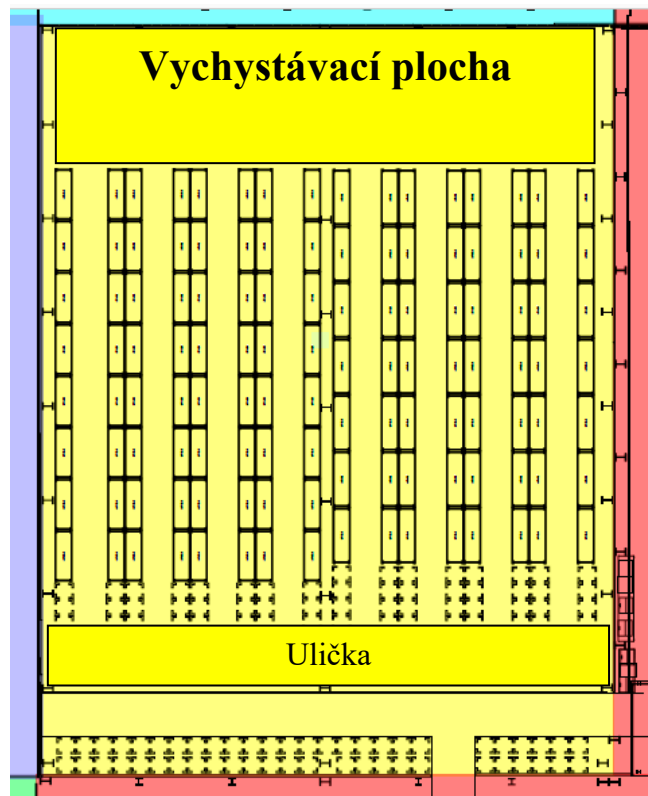
4.3.4 Sklad polotovarů

Sklad polotovarů jako jediný zůstává na stejném místě, nikam se nepřesouvá. Jsou zde regály o dvou různých délkách. Regál o délce 3,3 m jsou umístěny do 8 řad po osmi kusech a delší regály o délce 3,6 m do 8 řad po sedmi kusech v jedné řadě. Ze spodní části skladu jsou odebrány regály a nahrazeny bloky k příjmu polotovarů. Mezi bloky a spodní cestou je vymezen prostor, konkrétně 3 m, který slouží pro manipulaci VNA (vysokozdvíhový boční vozík „very narrow isle“). Prostor pro manipulaci VNA nad regály zůstává stejný jako v současnosti. Rozloha vychystávací plochy je 300 m². Celkový prostor skladu tvoří 1760 m².

Počet paletových pozic ve skladu je dle výpočtu logistiků následující:

- 1536 paletových pozic regálu 3,3 m → 64 regálů
- 1344 paletových pozic regálu 3,6 m → 56 regálů
- 360 paletových pozic v blocích nad cestou → 72 bloků
- 255 paletových pozic v blocích pod cestou → 51 bloků

V blocích je předpokládáno stohování po 5 kusech na sebe, v regálech po 24 kusech.



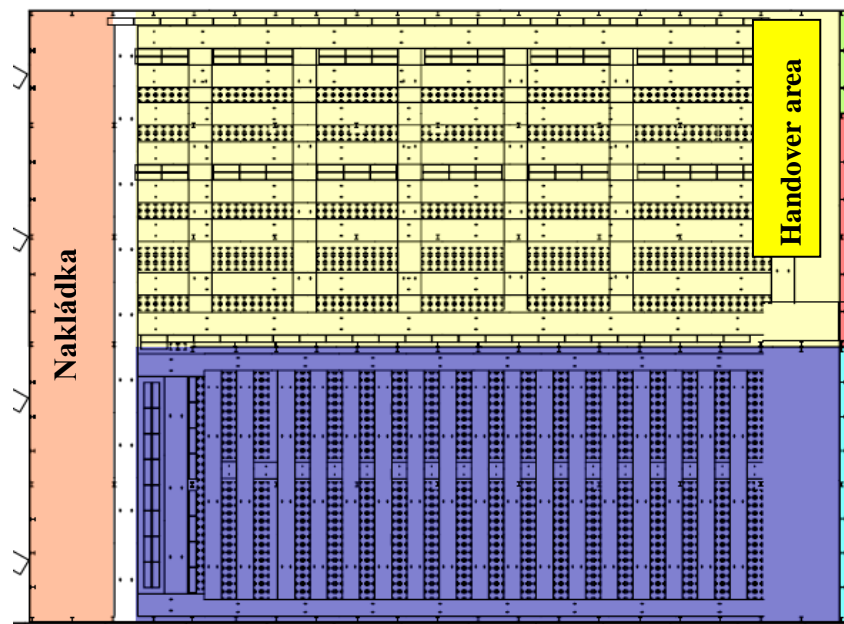
Obr. 38 Detail skladu polotovaru

4.3.5 Expedice

Tento sklad je umístěn v nové hale vedle velkého skladu obalů a nad vstříkovnou. Plocha tvoří téměř 5800 m². Součástí je opět Handover area o 450 m², dále nakládka o výměře 1125 m². Ve skladu je rozmístěno:

- 2235 paletových pozic → 149 regálů
- 3320 paletových pozic v blocích → 664 bloků

Opět je zde předpoklad skladování v blocích po 5 kusech, v regálech po 15 kusech. Počet paletových pozic znovu zjistili logistické podniku.

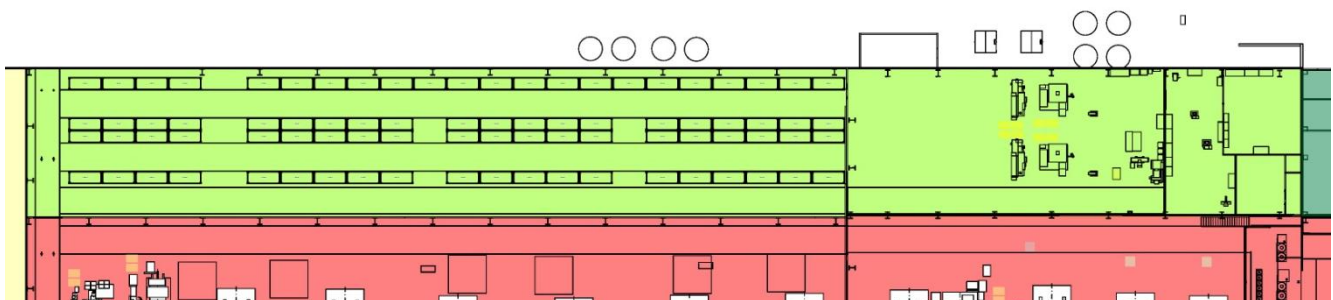


Obr. 39 Detail expedice a nakládky

4.3.6 Nástrojárna a sklad forem

Tyto prostory se nachází vedle vstříkovaní a nad kanceláři. Nástrojárna zůstává na svém místě, ale je rozšířena o 1300 m². Celková plocha činí 2110 m². Oproti původní nástrojárně jsou do nové umístěny regály. Stejně jako v předchozích případech je zde v každém regálu 15 pozic. Je zde plánováno s:

- 1230 paletových pozic → 82 regálů.



Obr. 40 Detail nástrojárny a skladu forem

5 Interní a externí logistika

V podniku bude k dopravě a manipulaci využit VZV triplex, jehož maximální dosah do výšky je 6 m. Ve všech skladech je proto počítáno s maximální výškou 6 m, aby vozík dosáhl. Je zde také požadavek na šířku uliček a to nejméně 2,6 m. Výjimkou je pouze sklad polotovarů, který zůstává stejný, jako v současné době:

- regál d: 3600 mm x š: 1100 mm x v: 8816 mm (plocha 4 m²)
- regál d: 3300 mm x š: 1100 mm x v: 8816 mm (plocha 3,6 m²)

V tomto skladu slouží pro manipulaci VNA (vysokozdvíhací boční vozík „very narrow aisle“), jak je uvedeno v kapitole 2.2. V ostatních skladech jsou použity regály a bloky o velikosti:

- velikost regálu: d: 3930 mm x š: 1101 mm x v: 6000 mm (plocha = 4,3 m²) → kapacita regálu je 15 paletových pozic
- velikost bloku: d: 1200 mm x š: 1000 mm (plocha = 1,2 m²) → stohování do bloků po 5 kusech na sebe

Pro zatím se jedná pouze o návrh uliček, KDK chce jen odhad uliček, proto zatím není známo, zda uličky budou i pro pěší, obousměrné atd.

5.1 Interní cesty

Nejdůležitější logistická cesta, tedy páteřní síť je široká 6 m a prochází skrze pracoviště expedice, výroby a montáže. Na obrázku *Obr. 41* je označena zeleně a její šířka činí 6000 mm. Další důležité propojovací cesty z jednotlivých úseků jsou:

- výroba – sklad polotovarů (modrá) → šířka uličky 2850 mm
- malý sklad obalů – montáž (žlutá) → šířka uličky 5000 mm
- montáž – výroba (hnědá) → šířka uličky 6000 mm

Páteřní síť představuje propojení jednotlivých budov. Podle analýzy toků v současné hale byly identifikovány právě tyto pracoviště jako nejfrekventovanější co se týče převozu palet mezi sektory.

Ostatní cesty jsou na obrázku vyznačeny červeně. Kromě expedice a skladu polotovarů, kde je jiný manipulační prostředek, mají všechny skladové prostory uličky o šířce 2600 mm. Ve skladu polotovarů jsou cesty mezi regály a bloky užší, mají šířku 2000 mm. V prostoru expedice mají uličky šířku 3500 mm. Vzhledem k délce haly jsou cesty rozděleny tak, aby byl zajištěn lepší přístup k výrobkům ve všech částech expedice.



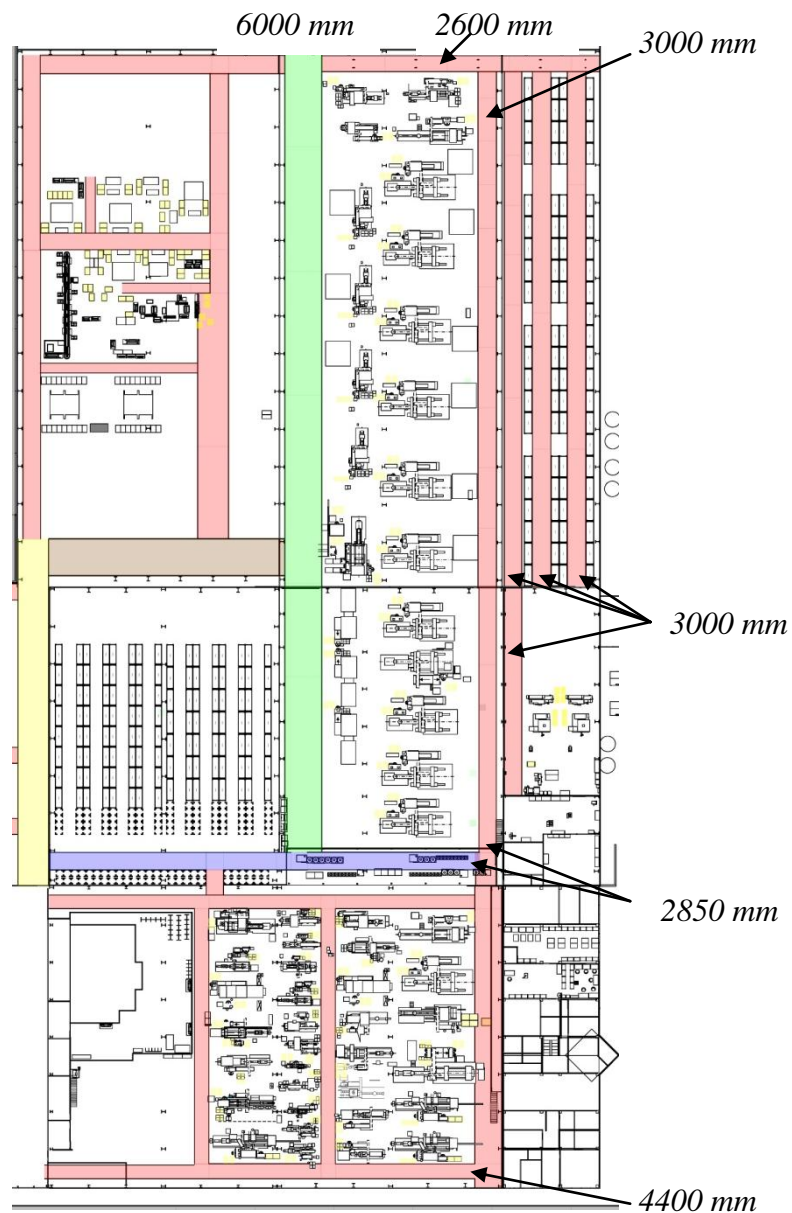
Obr. 41 Externí a interní logistika

Cesty v části současné vstříkovny (1) mezi kancelářemi a lakovnou jsou široké 2300 mm. Výjimkou je ulička na pravé straně vstříkovny přímo u kanceláří, která má šíři 4400 mm. Tyto rozměry jsou zachovány ze současné haly.

V další vstříkovně (2) umístěné mezi nástrojárnou a skladem polotovarů jsou uličky 3, jednu je páteřní síť (6000 mm), druhá je spojovací a propojuje vstříkovnu se skladem polotovarů (2850 mm). Třetí ulička spojuje vstříkovnu po pravé straně a má šířku také 2850 mm.

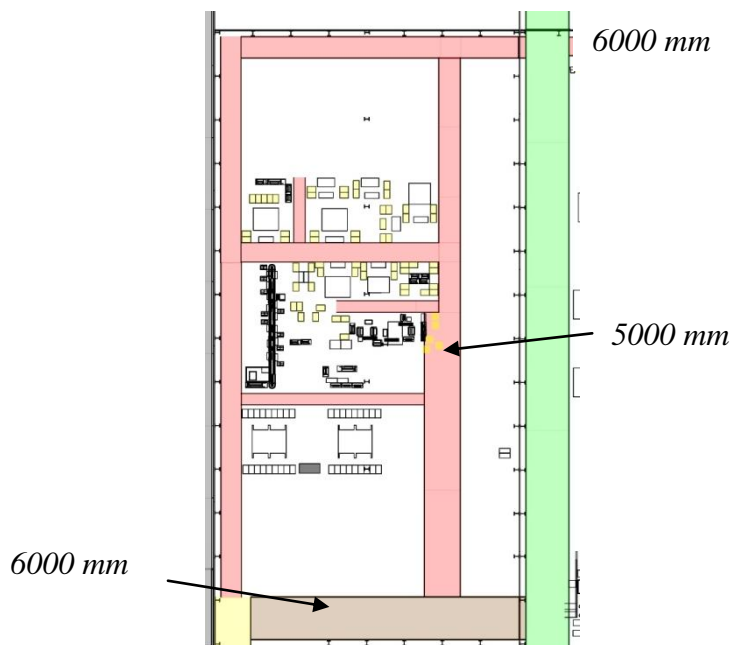
V třetí části vstříkovny se nachází páteřní síť, po pravé straně u nástrojárny ulička o 3000 mm a v horní části ulička o 2600 mm.

V nástrojárně a skladu forem jsou všechny uličky široké 3000 mm.



Obr. 42 Cesty ve výrobě

V montáži je cesta po pravé straně, která vede kolem zázemí zaměstnanců, široká 5000 mm. Ulička je širší z důvodu očekávaného většího materiálového toku mezi montáží, skladem polotovarů a vstříkovnou. Je zde umístěna spojovací cesta o 6000 mm a navazuje na páteřní síť. Zbytek cest zůstává zachován dle původního rozvržení montáže.



Obr. 43 Cesty v montáži

5.2 Externí cesty

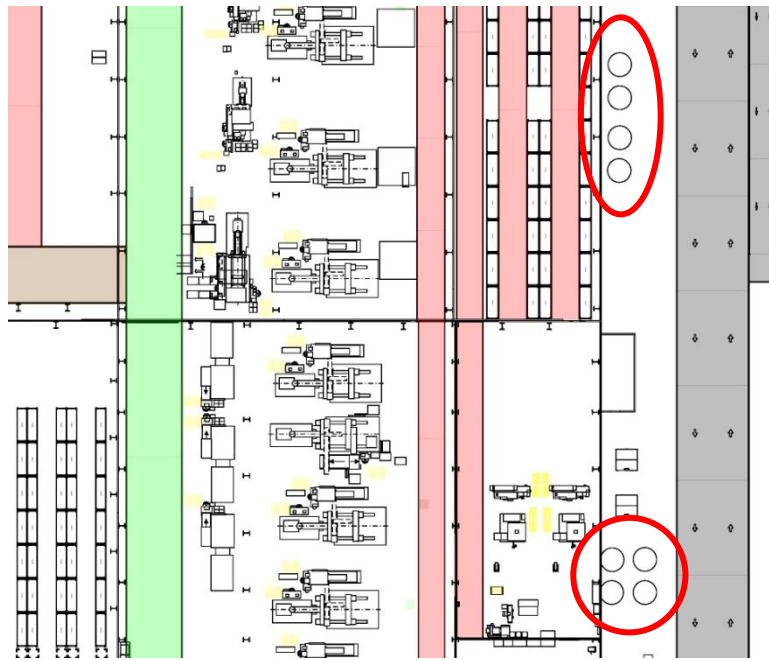
Externí cestu je možné vidět na obrázku *Obr. 41* vyznačenou šedou barvou.

Zaskladnění obalů v malém skladu obalů bude probíhat shora, kde je šířka silnice 11 m a to pouze z jednoho kamionu. Kvůli kontejnerům a skladu zmetků není možné provádět zaskladňování z levé strany.

Ve velkém skladu obalů bude probíhat zaskladnění z levé strany. Šířka silnice je také 11 m, délka skladu 85 m. Je možné zde umístit až 3 kamiony za sebe, tedy vzniknou tři přístupová místa pro nakládku/ vykládku obalů. Zaskladňování lze provádět i přes horní část haly.

Nakládka v expedici je řešena pomocí 4 docků pro kamiony umístěných ve vzdálenosti 24 m od sebe pro zajištění dostatečného prostoru pro přípravu nakládky. Naložené kamiony budou objíždět halu z pravé strany až k výjezdu, který je řešen pomocí řízené dopravy, tedy vrátnice. Prostor nakládky je zastřešený.

Ze skladu forem je nakládka/ vykládka řešena pomocí sil, kde je komunikace rozšířena o 3 m, tzn. na celkem 10,8 m, viz *Obr. 44*.



Obr. 44 Sila

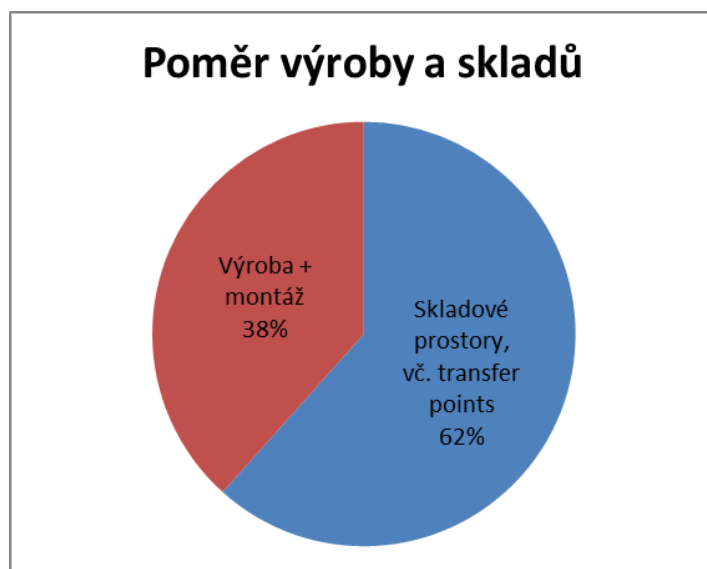
Vstupní sklad bude obsluhován z levé strany pomocí 3 průmyslových vrat. Ve skladu je nakládka vytvořena třemi místy, které jsou zobrazené na obrázku *Obr. 34*.

Celá externí doprava by byla řízena pomocí dvou vrátnic. K současné vrátnici, která je umístěna při vjezdu na parkoviště pro zaměstnance a zákazníky, by přibyla druhá jako vjezdové a výjezdové místo pro kamiony. Byla by umístěna u haly expedice jak je znázorněno v obrázku *Obr. 30*.

6 Návrhy na zlepšení

V dnešní době se všude hovoří o konceptu Industry 4.0 nebo-li čtvrté průmyslové revoluci. KDK má a pro budoucí novou halu i požaduje „zastaralý“ způsob logistiky a skladování. Pro odvážení palet a KTP boxů využívají stále VZV, které budou jezdit i v nové hale. VZV by bylo možné nahradit například vláčky Milk run, které by místo dvou palet odvážely pět. K tomu by bylo třeba naměřit, v jaké frekvenci by vláček jezdil, tzn. stanovit mu jízdní řád. V případě high-tech řešení by mohlo být zaveden systém AGV, což by zcela eliminovalo lidského činitele.

Výroba je nepružná, protože se vyrábí na sklad. Skladové hospodářství není úplně vhodné, skladovací plochy totiž tvoří více než 60% a výroba je pouze na necelých 40% celkové plochy, viz *Graf 1*. Proto by bylo dobré zamyslet se, zda je možnost sklady alespoň z části zredukovat a ušetřit místo na jiné potřeby. Například zavést do skladů tzv. Radio Shuttle.



Graf 3 Poměr výroby a skladové plochy

6.1 Industry 4.0

Tento pojem má mnoho názvů, ale znamená stále to samé. Ať se hovoří o Industry 4.0, Průmyslu 4.0 nebo čtvrté průmyslové revoluci, je tím myšlena digitalizace a s ní související automatizace výroby. Revoluce znamená nejen změnu technologií, ale i změnu myšlení.

V 18. století se odehrávala první průmyslová revoluce, která používala energii vody a páry. Druhá průmyslová revoluce odstartovala na počátku 20. století, kdy výroby byly pásové a začaly se používat spalovací motory a elektřina. Třetí revoluce proběhla v 70. letech minulého

století. Charakterizoval ji příchod mikroprocesorů, využívání počítačů a automatizace jednotlivých výrobních linek. [10]

Čtvrtou průmyslovou revoluci představují kyberneticko-fyzikální systémy, díky kterým vzniknou "chytré továrny". Inteligentní zařízení převezmou některé činnosti, které dosud vykonávali lidé. Počítá se s metodami strojového vnímání, autokonfigurace a autodiagnostiky, a s počítačovým spojením strojů a dílů. [10]

Čtvrtá průmyslová revoluce také představuje kompletní propojení celého výrobního procesu a to včetně vývoje a následného servisu. Závody se budou do jisté míry řídit samy a to prostřednictvím senzorů, kamer, vysílačů, čteček kódů a kyberneticko – fyzikálním systémům. Automatické sklady budou schopny samy včas zaslat objednávku, díly a polotovary budou vybaveny mikročipy a samy si budou určovat, jak mají být zpracovány. Stroje se samy přihlásí o údržbu. Přání jednotlivých zákazníků poputují po internetu přímo na výrobní linku, takže individuální zakázky bude možné zpracovat v ceně velkosériové produkce. Díky digitalizaci a robotizaci bude možné zvýšit produktivitu až o 30 procent.

Průmysl 4.0 není jen futuristická vize, protože revoluce již začala. Společnost Siemens již provozuje „chytrou továrnu“ v Amberku, vyrábí programovatelné automaty Simatic, které se uplatňují třeba při řízení lyžařských vleků či řízení výrobních procesů. [10]



Obr. 45 Průmysl 4.0

Do průmyslu 4.0 spadá také tzv. Internet věcí, pod anglickou zkratkou IoT (Internet of Things), Internet služeb (Cloud computing) nebo digitální ekonomika.

Zjednodušeně bychom mohli tento systém popsat jako propojení jednotlivých zařízení prostřednictvím internetu bez účasti člověka. Principem je sběr dat z různých senzorů a čidel a sdílení těchto dat prostřednictvím internetu za účelem dalšího zpracování a vyhodnocování.

[11]

Nejčastějšího uplatnění se IoT dočká především tam, kde je potřeba sbírat data z velkého počtu lokalit, tato data vyhodnotit a na základě výsledku vyhodnocení provést v daných lokalitách nějaké případné korekce. IoT tak najde uplatnění ve všech oblastech našeho života jako je maloobchod, zdravotnictví, průmyslu, energetice, i logistika. [11]

V podniku KDK není viditelný jediný prvek Průmyslu 4.0 a podle jednání nejspíš ani nechtějí. Dle mého názoru ale v několika následujících letech bude KDK nuceno se přizpůsobovat okolí. Čím dál více českých firem si uvědomuje, že tato revoluce přináší enormní šance, ale také rizika a pokud se firmy nepřizpůsobí, může jim hrozit i zánik.

6.2 AGV systém

Firma KDK využívá VZV pro odvážení KTP boxů a palet od strojů do skladů a zavážení prázdných boxů zpět ke strojům. V dřívějších kapitolách byl uveden problém z hlediska nejen bezpečnosti, ale i malého místa v hale. Při zavedení systému AGV by byly podchyceny oba problémy. Jednalo by se o high-tech řešení pro firmu, ale došlo by i k redukci lidského faktoru v závozu od strojů do skladu a opačně.

AGV systém automatizuje tahání vagonů s materiálem podle nadefinované dráhy za pomoci logistických tahačů v průmyslových halách. Systém jako celek zvyšuje automatizaci a produktivitu logistiky a současně snižuje logistické náklady. [12]

Tento systém představuje vylepšený Milk run. Tahač nepotřebuje žádný lidský zásah. Ke svému pohybu potřebuje pouze nadefinovanou dráhu magnetickou páskou, která je k podlaze přilepena nebo zafrézovaná. Proto, aby tahač mohl číst příkazy, je na podlaze nalepena značka tzv. RFID tag, která říká tahači, co má dělat. Tahač je vybaven baterií pro fungování a sám si určí, kdy je třeba zajet do dokovacích stanic a baterie dobít. AGV obsahuje i detekci kolize. Scannerem sleduje své okolí pod úhlem 270° a v případě překážky provede bezpečnostní zastavení.



Obr. 46 AGV tahače [12]

Vagóny, které tahač tahá za sebou, přesně kopírují jeho dráhu. Jedná se o běžné modely vagónů nebo dopravníků a překladačů, případně jejich upravené verze. Jejich výhodou je, že mohou být dopraveny přímo až k lince, provedou automatickou nakládku a vykládku. Také se minimalizují chyby způsobené člověkem, jako je dodávka špatné palety apod. [12]

Systém nezapomíná ani na monitorování a kontrolu. Je vybaven softwarovým nástrojem určeným pro monitorování, automatické řízení tahače a vagonů, sběr, vyhodnocování a reportování. Monitorování probíhá 24 hodin denně. Je možné ho propojit se speciálním softwarem pro vyhodnocení ukazatele OEE, tedy hodnocení efektivity výroby. Komunikace mezi jednotlivými logistickými prostředky a softwarem je zajištěn bezdrátovým radio nebo wifi signálem. [12]



Obr. 47 AGV systém [12]

6.3 Radio Shuttle

Pro zefektivnění skladování, ušetření peněz, času, ale i místa by mohl být do skladů KDK zaveden systém Radio shuttle.

Jedná se o systém poloautomatizovaných vjezdových paletových systémů, ve kterých jsou použity vozíky pro nezávislé přemísťování v oblasti regálů, bez nutnosti použití vysokozdvížných vozíků uvnitř skladovacích uliček. [13]

Radio shuttle je rádiově řízený kyvadlový vozík, který umožňuje paletové skladování ve skladech s vysokou hustotou zaskladnění. Vysokozdvížné vozíky umísťují náklad na počátek regálové instalace. Radio shuttle, který se pohybuje po kolejnicích, ukládá náklad na první volnou pozici. Pohyb skladovaného nákladu ovládá sada čidel. Operátor vysokozdvížného vozíku velmi jednoduše ovládá pohyby při uskladnění a vyskladnění zboží pomocí dálkového ovladače. [13]



Obr. 48 Shuttle - kyvadlový vozík [14]

Každý regál obsahuje vodící lištu, po které vozík dopravuje palety s materiálem.



Obr. 49 Vodící lišta pro vozík [14]

Při zavedení Radio shuffle dojde ke zkrácení času při vyskladňování palet, zvýšení množství skladovaného zboží, snížení rizika nehod a poškození regálu a ke zvýšení oběhu přijímaného a vydávaného zboží. [13]

Radio Shuttle je možné zavést pro skladový systém FIFO (Firts In First Out), LIFO (First In Last Out), Pick Tunnel nebo Mezzanine. Při zavedení AGV i Radio Shuttle do prostoru KDK by byl nejvýhodnější systém FIFO. To znamená, že z jedné strany by AGV přivezlo materiál k zaskladnění a z druhé strany regálu by docházelo k vyskladňování a odvezení materiálu zase pomocí AGV.



Obr. 50 Radio Shuttle FIFO [14]

Závěr

Podle požadavků společnosti KDK Automotive Czech s.r.o. byl vytvořen návrh nového uspořádání výrobních prostorů, a to nového i stávajícího. Návrh byl proveden v softwaru VisTable. KDK si nejprve samo vytvořilo tři nové možné varianty, jak by mohla nová hala vypadat. Nicméně varianty také zamítli, především z důvodu překážející skály. Proto vznikla nová, čtvrtá varianta, ve které nová hala přímo navazuje na současnou.

Do nového prostoru bude přestěhována montáž a část výroby. Největší vstříkolisy budou přestěhovány do nové haly, kam přibudou i nové stroje. Montáž bude rozšířena o další tři pracoviště. Rozšíření a vytvoření nových skladu bylo provedeno na základě rozhodnutí vedení společnosti, protože očekávají tři nové zakázky. Jedná se o návrh nejen uspořádání strojů, ale i regálů a bloků ve skladech, jejich počet. Návrh uliček a cest jak interních, tak externích také nechybí. Protože se jedná pouze o hrubý návrh, který společnost požadovala, jsou cesty pouze odhadované a není zatím známo, kde by měl být obousměrný nebo jednosměrný provoz, prostor pro pěší apod.

Protože společnost požadovala do návrhu spousty skladovacích ploch, kterých je v poměru s výrobními plochami více, provedla jsem na závěr možné návrhy na zlepšení skladového hospodářství, jako je radio shuttle, ale i návrh na interní logistiku jako AGV.

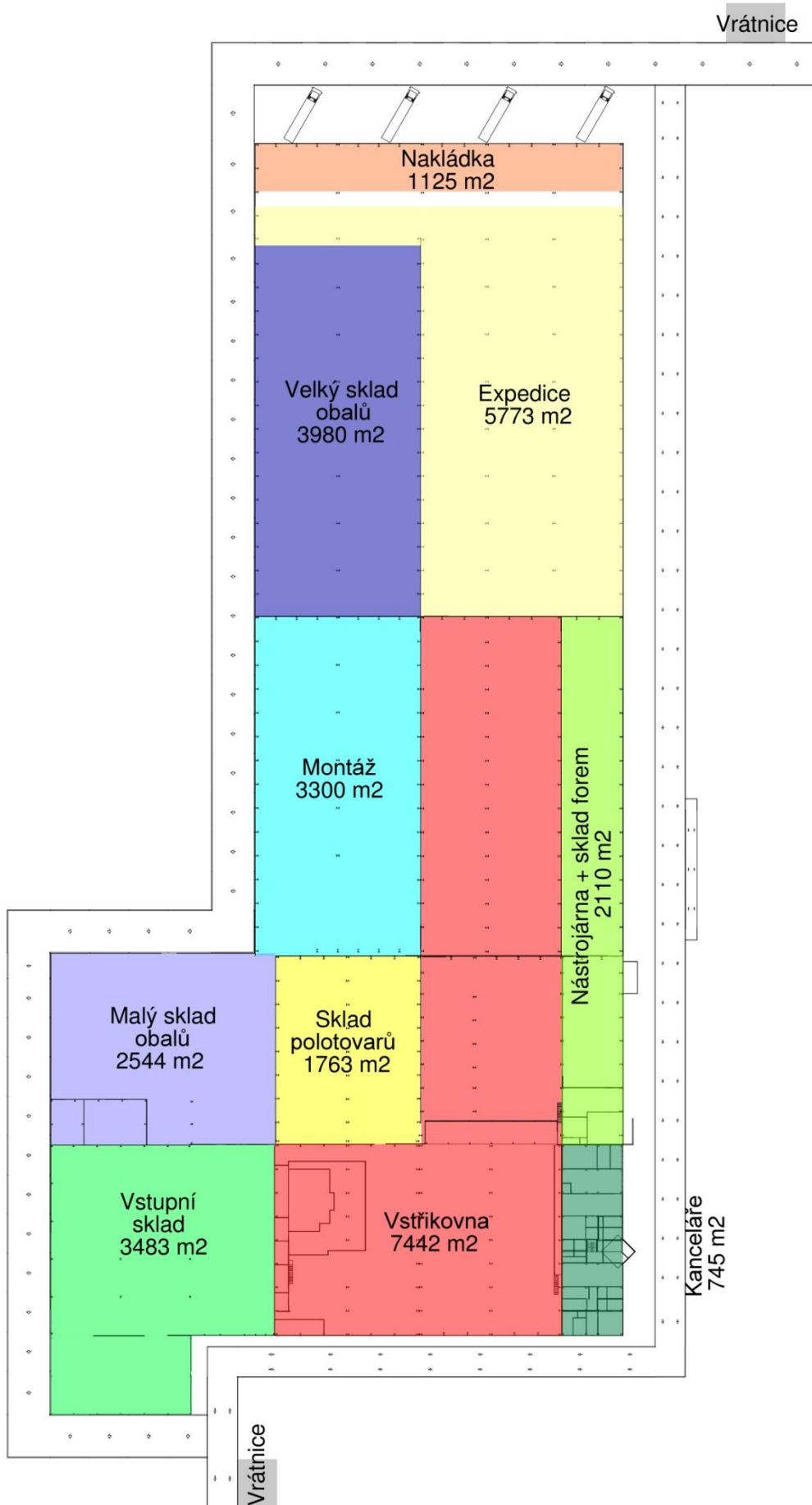
Seznam použité literatury a zdrojů

- [1] A. MILLER, BUREŠ, M., KURKIN, O. a PEŠL, J., „Projektování výrobní základny - praktická část,“ Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň, 2013.
- [2] Model materiálového toku procesu úpravy a spracovania nerastnej, [cit. 2016-11-17]. [Online]. Available: Dostupné z: <http://www.logistickymonitor.sk/en/images/prispevky/tukosice-4-2012-2.pdf>. [Přístup získán Listopad 2016].
- [3] Technické procesy, [cit. 2016-11-20]. [Online]. Available: Dostupné z: http://www.kip.zcu.cz/kursy/svt/svt_www/5_soubory/5_3.html. [Přístup získán Listopad 2016].
- [4] A. P. V. ZELENKA, Racionalizace výroby, Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004.
- [5] Prostorové uspořádání pracovišť, [cit. 2016-11-18]. [Online]. Available: Dostupné z: http://www.utb.cz/file/35242_1_1. [Přístup získán Listopad 2016].
- [6] Systém plně integrované automatizace v závodě Zora Olomouc, [cit. 2016-11-17]. [Online]. Available: Dostupné z: <http://www.prumyslovaautomatizace.com/system-plne-integrované-automatizace-v-zavode-zora-olomouc>. [Přístup získán Listopad 2016].
- [7] V. DUCHEK, *Prezentace z předmětu: Projektování výrobních systémů*, Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni.
- [8] M. BUREŠ, *Prezentace: Manipulační komunikace*, Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni.
- [9] visTABLE innovative Fabrikplanungswerkzeuge, [cit. 2017-05-03]. [Online]. Available: Dostupné z: <http://www.vistable.de/>. [Přístup získán Květen 2017].
- [10] „Hospodářské noviny,“ [cit. 2017-05-15]. [Online]. Available: <https://byznys.ihned.cz/c1-64009970-prumyslova-revoluce-4-0-za-10-let-se-tovarny-budou-ridit-samy-a-produktivita-vzroste-o-tretinu>. [Přístup získán květen 2017].
- [11] „Kodys,“ [cit. 2017-05-15]. [Online]. Available: <http://www.kodys.cz/internet-of-things.html>. [Přístup získán Květen 2017].
- [12] „CEIT technical innovation,“ [cit. 2017-05-15]. [Online]. Available: <http://ceitechinnovation.eu/index.php/sk/>. [Přístup získán Květen 2017].

- [13] „macaluxcz,“ [cit. 2017-05-15]. [Online]. Available: <https://mecaluxcz.cdnwm.com/katalogy/radiove-ovladany.1.0.pdf>. [Přístup získán Květen 2017].
- [14] „Radioshuttle,“ [cit. 2017-05-15]. [Online]. Available: <http://www.radioshuttle.co/overview/>. [Přístup získán Květen 2017].
- [15] Uspořádání výrobního procesu, [cit. 2016-11-17]. [Online]. Available: Dostupné z: <http://www.podnikator.cz/provoz-firmy/management/rizeni-podniku/n:16646/Usporadani-vyrobniho-procesu>. [Přístup získán Listopad 2016].
- [16] A. MILLER, BUREŠ, M., KURKIN, O. a PEŠL, J., „Projektování výrobní základny - teoretická část,“ Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň, 2013.

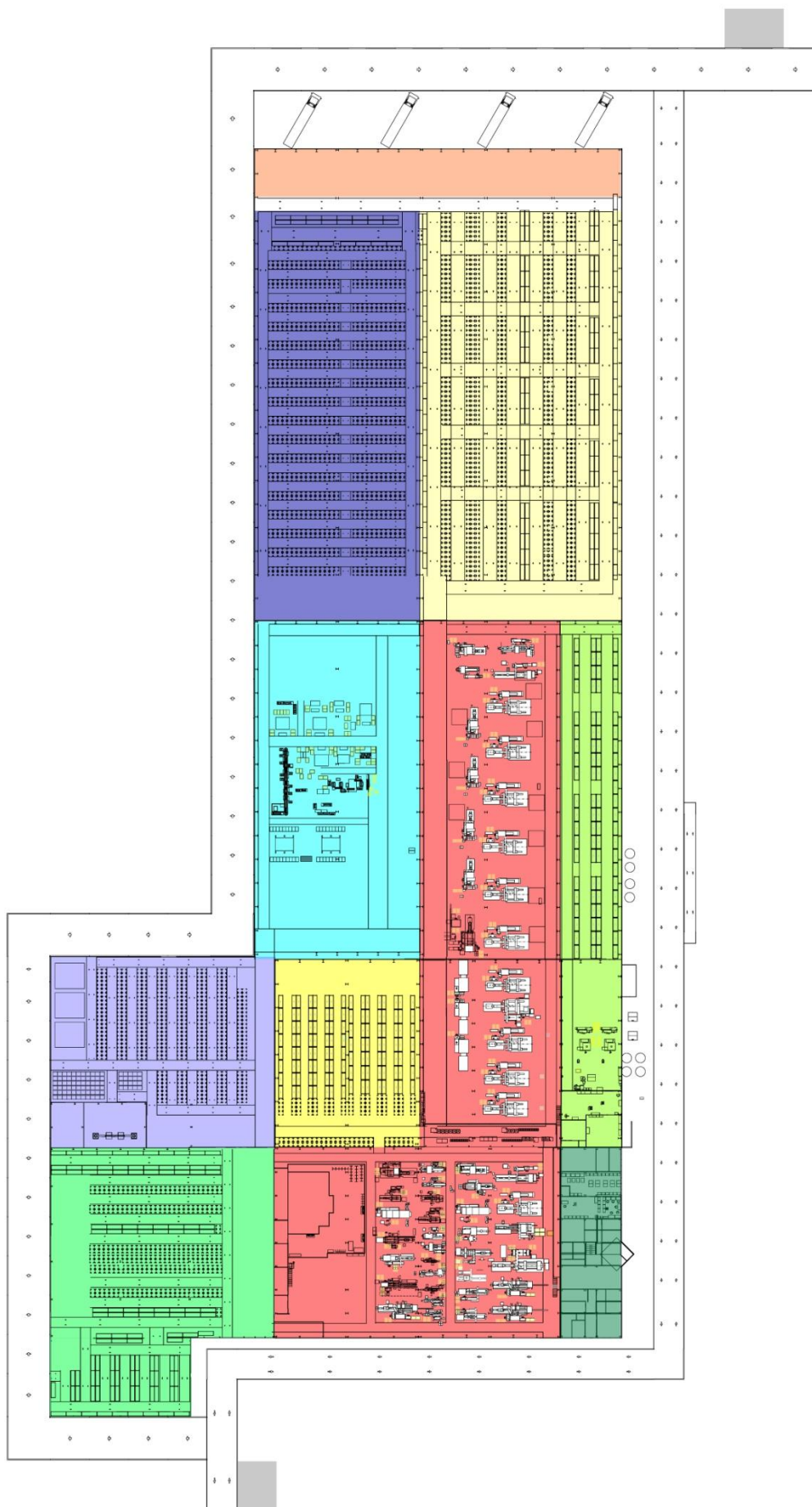
PŘÍLOHA č. 1

Blokový layout návrhu nového uspořádání výrobního prostoru



PŘÍLOHA č. 2

Layout návrhu nového uspořádání výrobního prostoru s objekty



PŘÍLOHA č. 3

**Layout návrhu nového uspořádání výrobního prostoru s interními a
externími cesta**

