

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2301 Strojní inženýrství
Studijní zaměření: Průmyslové inženýrství a management

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Porovnání softwarových nástrojů pro tvorbu layoutu

Autor: **David Šulák**

Vedoucí práce: **Doc. Ing. Jana Kleinová, CSc.**

Akademický rok 2011/2012

Prohlášení o autorství

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

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne:

.....

podpis autora

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Šulák	Jméno David	
STUDIJNÍ OBOR	2301R016 „Průmyslové inženýrství a management“		
VEDOUcí PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Kleinová, CSc.	Jméno Jana	
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - KPV		
DRUH PRÁCE	DIPLLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Porovnání softwarových nástrojů pro tvorbu layoutu		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODE- VZD.	2012
----------------	---------	----------------	-----	--------------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	51	TEXTOVÁ ČÁST	51	GRAFICKÁ ČÁST	
---------------	----	---------------------	----	--------------------------	--

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)	Bakalářská práce se zabývá porovnáním dvou softwarových nástrojů na pozadí vytvoření prostorového uspořádání výrobního systému pro konkrétní výrobní součást. Porovnávané softwary jsou Tecnomatix Process Designer a visTable. Porovnání je provedeno z několika různých hledisek dle uživatele a možností které softwary nabízejí pro danou součást.
KLÍČOVÁ SLOVA	Layout, visTable, Tecnomatix Process Designer

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Šulák	Name David	
FIELD OF STUDY	2301R016 "Department of Industrial Engineering and Management"		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Kleinová, CSc.	Name Jana	
INSTITUTION	ZČU - FST - KPV		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Comparison of software tools for creating layout		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Industrial Engineering and Management	SUBMITTED IN	2012
----------------	------------------------	-------------------	---------------------------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	51	TEXT PART	51	GRAPHICAL PART	0
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION	This bachelor thesis deals with comparison of two software tools during creating layout of the production system for a specific product. There are compared two softwares, Tecnomatix Process Designer and visTable. Comparison is made from several different perspectives according to the user and options that softwares provide for the specific product.
KEY WORDS	Layout, visTable, Tecnomatix Process Designer

Obsah

ÚVOD	13
1 VÝROBNÍ SYSTÉMY	14
2 CHARAKTERISTIKA LAYOUTU	15
2.1 Možnosti prostorového uspořádání výrobního systému	16
2.1.1 Rozdělení druhů layoutů dle výrobního uspořádání [2]:	16
2.1.2 Technologické uspořádání	17
2.1.3 Předmětné uspořádání	18
2.1.4 Pevné uspořádání	21
2.2 Navrhování výrobního layoutu	22
3 SOFTWARE NÁSTROJE	23
3.1 VISTABLE	23
3.2 TECNOMATIX	25
3.2.1 TECNOMATIX PROCESS DESIGNER	25
3.2.2 TECNOMATIX PROCESS SIMULATE	26
4 NÁVRH VÝROBNÍHO POSTUPU SOUČÁSTI	27
4.1 Popis součásti	27
4.2 Výrobní postup součásti	27
5 ANALYTICKÁ ČÁST	29
5.1 Počty strojů a dělníků [3]	29
5.2 Zaměstnanci v administrativě [3]	29
5.3 Přiřazení ploch jednotlivým pracovištím [3]	30
6 REALIZACE NÁVRHU LAYOUTU POMOCÍ SOFTWARE VISTABLE	31
6.1 Umístění pracovišť a popis layoutu	31
6.2 Vytvoření přepravní sítě a nadefinování materiálových toků	32
6.3 Výstupy, které nám poskytuje visTable	33
6.3.1 Ověření vzdáleností	33
6.3.2 Transportní matice	34
6.3.3 Ověření rozložení	34
6.3.4 D-I Chart	35
7 REALIZACE NÁVRHU LAYOUTU POMOCÍ SOFTWARE TECNOMATIX PROCESS DESIGNER	36
7.1 Vytvoření RESOURCE TREE	36
7.2 PRODUCT TREE	38

7.3	Tvorba OPERATION TREE	38
7.4	Pert Viewer	39
7.5	Relations Viewer	43
7.6	Zobrazení layoutu	44
8	POROVNÁNÍ SOFTWARE Z RŮZNÝCH HLEDISEK.....	45
8.1	Grafické rozhraní (Interface), ovládání	45
8.2	Grafické zpracování a knihovny zdrojů.....	46
8.3	Zpracovávaná data a funkce	47
8.4	Náročnost zvládnutí systémů pro uživatele	48
8.5	Požizovací cena, hardwarové požadavky a stabilita systémů	48
8.6	Vhodnost použití jednotlivých programů	49
ZÁVĚR.....		50
POUŽITÁ LITERATURA.....		51

Seznam obrázků

Obrázek 1-1 Výrobní systém [1].....	14
Obrázek 2-1 Zobrazení výrobního layoutu s materiálovými toky (program visTable)	15
Obrázek 2-2 Druhy layoutů v závislosti na vyráběném množství a variantnosti produktů [2]	16
Obrázek 2-3 Technologické (dílenské) uspořádání výroby [1].....	17
Obrázek 2-4 Layout předmětného uspořádání výroby [1]	18
Obrázek 2-5 Layout buňkového uspořádání [1].....	19
Obrázek 2-6 Layout pevného uspořádání.....	21
Obrázek 3-1 visTable - výrobní layout + 3D pohled [7].....	23
Obrázek 3-2 visTable - 3D pohled do výroby [6]	24
Obrázek 3-3 Tecnomatix Process Designer [4].....	25
Obrázek 3-4 Tecnomatix Process Simulate [8].....	26
Obrázek 4-1 Výrobní výkres testované součásti	27
Obrázek 4-2 Výrobní postup testované součásti	28
Obrázek 6-1 Schéma layoutu vytvořeného ve visTablu.....	31
Obrázek 6-2 Přepravní síť	32
Obrázek 6-3 Tabulka "Flow relations" vztahy materiálových toků	32
Obrázek 6-4 Vizualizace intenzity materiálových toků	33
Obrázek 6-5 Vyhodnocení kontroly kolizí.....	33
Obrázek 6-6 Transportní matice materiálových toků.....	34
Obrázek 6-7 Platnost layoutu	34
Obrázek 6-8 D-I Chart - graf závislosti vzdálenosti a intenzity materiálových toků.....	35
Obrázek 7-1 Postupný rozpad v stromu zdrojů, na jednotlivé objekty	36
Obrázek 7-2 Vlastnosti – pořizovací náklady	37
Obrázek 7-3 Vlastnosti - náklady, pracoviště Pásová Pila.....	37
Obrázek 7-4 Zobrazení stromu produktů	38
Obrázek 7-5 Strom operací a jeho rozpad	38
Obrázek 7-6 Nastavení ceny a času ve vlastnostech operace pro celou výrobní dílnu	39
Obrázek 7-7 Zobrazení operace řezání v PERT VIEWER	39
Obrázek 7-8 Zobrazení výrobní dílny v PERT VIEWER.....	40
Obrázek 7-9 Rozložená operace č. 2 na úkony	41
Obrázek 7-10 Použití MTM metod	42
Obrázek 7-11 Zobrazení vztahů k operaci	43
Obrázek 7-12 Zobrazení operací k produktu.....	43

Obrázek 7-13 Schéma layoutu v TECNOMATIX PROCESS DESIGNER.....	44
Obrázek 7-14 Pohled na layout v Process Designeru	44
Obrázek 8-1 Pracovní prostředí visTable.....	45
Obrázek 8-2 Pracovní prostředí Process Designer	45
Obrázek 8-3 Zobrazení pracoviště v softwarech, zleva visTable, Process Designer	46
Obrázek 8-4 Důkaz shodnosti layoutů, zleva visTable, Process Designer	46
Obrázek 8-5 3D zobrazení výrobního podniku, zleva visTable, Process Designer	47

Seznam tabulek

Tabulka 1 Počet dělníků na příslušných pracovištích	29
Tabulka 2 Počet pracovníků na administrativních pozicích.....	29
Tabulka 3 Doporučené minimální podlahové plochy odvozené od počtu pracovníků	30
Tabulka 4 Souhrnné vlastnosti	49

Přehled použitých zkratk

2D	2-Dimension
3D	3-Dimension
CAD	Computer Aided Design
CATIA	Computer Aided Three-dimensional Interactive Application – Název CAD produktu softwarové firmy Dassault Systemes
ČSN	Česká státní norma
GB	Gigabit
KPV	Katedra průmyslového inženýrství a managementu
MB	Megabit
MTM	Methods-Time Measurement
PLM	Product Lifecycle Managment
RAM	Random Access Memory
T_c	Celkový výrobní čas daného množství výrobků
t_D	Čas na jednu výrobní dávku
THP	Technicko Hospodářský Pracovník
t_k	Čas kusový
t_{pz}	Čas přípravný na výrobní dávku
t_s	Čas strojní
UAS	Universal Analysing Systém
VR	Virtual Reality
ZČU	Západočeská univerzita v Plzni

Přehled použitých pojmů

Assign	Připojit
Cost	Náklady
D-I Chart	Distance Intensity graf
drag and drop	Uchop a polož
Flow relations	Vztahy mezi jednotlivými vstupy výstupy (mat. tok)
Get and Place	Získat a umístit
Interface	Vstupní rozhraní
Operation Tree	Strom operací
Pert Viewer	Smělý prohlížeč
Product Tree	Strom produktů
Properties	Vlastnosti
Relations Viewer	Prohlížeč vztahů, propojení
Resource Tree	Strom zdrojů
Sankeyho diagram	Typ schematu, ve kterém šířka šipky proporcionálně odpovídá průtočnému objemu
Times	Časy
Total effort	Aktuální imaginární náklady
Total transportation length	Celková trantsportní vzdálenost
Validate layout	Platnost layoutu

ÚVOD

V současném konkurenčním prostředí s globálním dosahem je nezbytné pro přežití či rozvoj každého podniku nalezení konkurenční výhody, díky kterým se může uplatnit na trhu. Není žádnou novinkou, že výrobní čas a náklady jsou alfou a omegou každého výrobního procesu. Ke zkrácení jak výrobních, tak manipulačních časů a tím i snížení nákladů ve výrobě může mimo jiné přispět optimalizace prostorového uspořádání systémů v podniku, tedy výrobního layoutu. Ve větších podnicích, či při stavbě nových hal se již rozmístění strojů nenavrhuje s papírem v jedné a tužkou v ruce druhé, nýbrž jako dnes již v každé významnější lidské činnosti se využívá moderní výpočetní technika za pomoci sofistikovaných softwarů. Na trhu existuje řada softwarových produktů specializujících se na tvorbu layoutu a právě jejich porovnáním, jak již sám název napovídá, bude tato práce věnovaná.

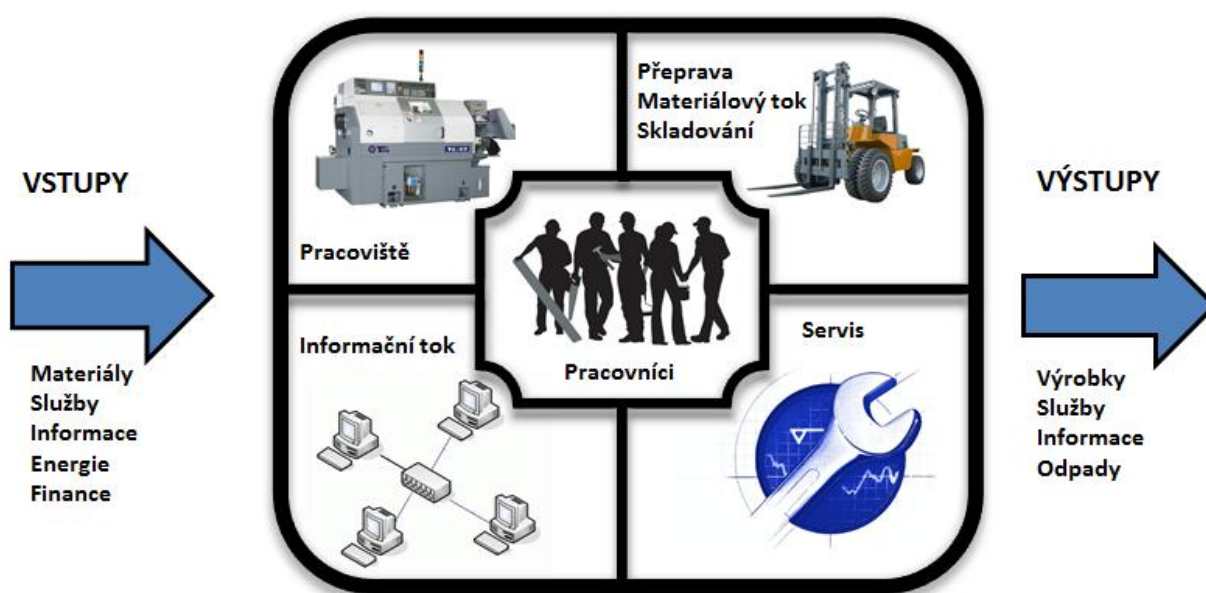
První část Bakalářské práce bude obsahovat shrnutí obecné teorie o layoutu, co vše obsahuje, zásady pro jeho správnou tvorbu, význam jeho využití v optimalizaci a racionalizaci podniku, rozčlenění různých druhů prostorových řešení, jejich výhody a nevýhody. Následně budou podrobně představeny dva konkurenční softwarové nástroje, prvním je Tecnomatix Process Designer od společnosti Siemens a druhým visTable. Budou popsány z hlediska jejich základních užitných funkcí, jazykových mutací, softwarové náročnosti, specifik a konkurenčních výhod, či rozšířenosti v určitých segmentech trhu.

V další části bude zvolena ukázková součást, s předem stanoveným počtem vyráběných kusů, pro kterou bude zhotoven kompletní výrobní postup s výkresovou dokumentací. Sled operací musí obsahovat několik rozličných způsobů obrábění, výrobek tedy bude postupovat přes různá výrobní zařízení. Čímž by měly vyniknout rozdíly mezi zmiňovanými softwary, ve kterých posléze, dle výrobního postupu, budou zhotoveny paralelně dva stejné layouty. Tedy bude navrženo prostorové rozmístění strojů pro určený tvar a množství výrobků.

Poslední část bude obsahovat porovnání zhotovených návrhů, a to jak jejich přehlednost, či správnost, tak úplnost informací, které nám nástroje poskytují. Zaměřena bude především na odlišnosti výstupů z obou softwarů. Dále budou celkově zhodnoceny oba softwarové nástroje, dle uživatelské vlivnosti, jednoduchosti či složitosti jejich ovládání, míry intuitivnosti, včetně grafického pojetí celého interface. Budou shrnuty jejich klady a zápory dle mého subjektivního pohledu.

1 VÝROBNÍ SYSTÉMY

Realizace výrobního procesu se uskutečňuje podnikovými výrobními systémy. Za výrobní systém považujeme takové uspořádání, které se skládá ze základních podsystémů, zobrazených na obrázku 2-1. Výrobní systém můžeme obecně charakterizovat jako věcné, technologicky, časově, prostorově a organizačně jednotné seskupení hmotných zdrojů (materiálů, energií, výrobních a pracovních prostředků) a pracovních sil určených pro výrobu vybraného sortimentu výrobků. Výrobní systém tedy přeměňuje vstupy na výstupy (výrobky) tím, že k nim přidává hodnotu. [1,2]



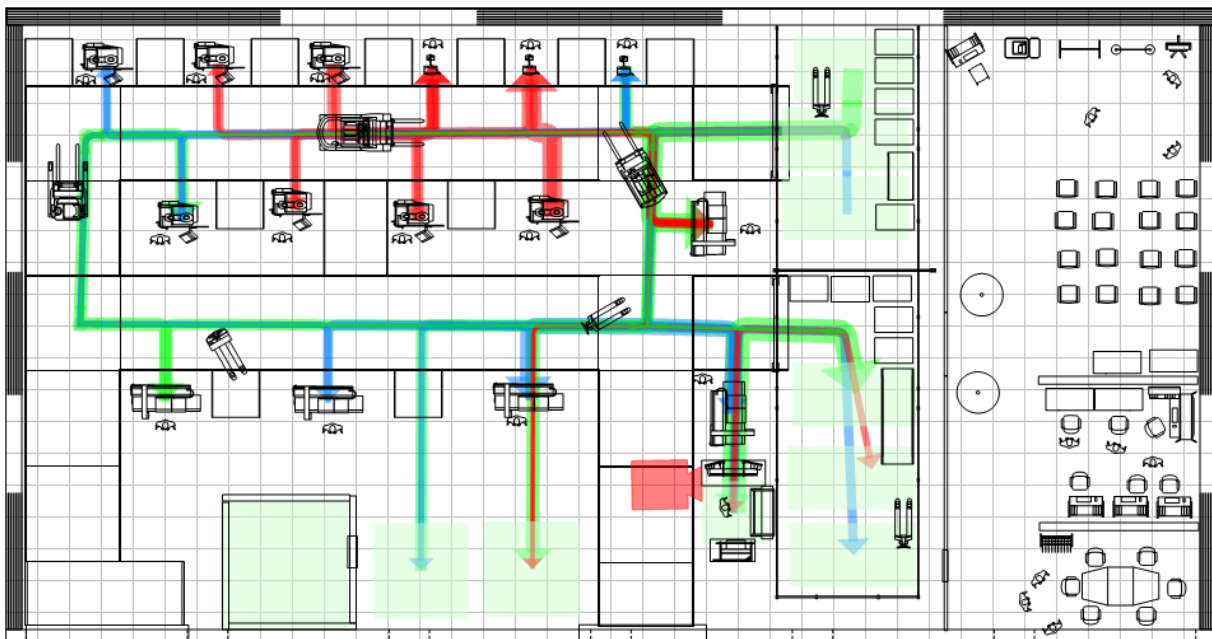
Obrázek 1-1 Výrobní systém [1]

Základní požadavky na výrobní systém

- **KVALITA**
Výrobní systém by měl být vyprojektovaný tak, že kvalita už je jeho součástí od samého počátku. Aby nebyly potřebné dodatečné úpravy pro kontrolu kvality či její udržení, které si vyžadují další náklady
- **PRUŽNOST**
Pružnost výrobního systému nám rozšiřuje sortiment výrobků, které v daném systému můžeme vyrábět, současně můžeme variovat vyráběné množství, případně měnit pořadí prováděných operací.
- **PRODUKTIVITA**
Produktivita výrobního systému je v přímém rozporu s jeho pružností. Zvyšování produktivity znamená zvyšovat výstupy a snižovat vstupy do systému. To znamená víc produktivních činností, které přidávají hodnotu.[1]

2 CHARAKTERISTIKA LAYOUTU

Výrobní systém můžeme znázornit pomocí layoutu, jelikož výrobní layout je zobrazení prostorového uspořádání výrobního systému jako celku. Pod čímž si můžeme představit komplexní rozvržení výrobního závodu, obsahující všechny části podniku od výrobních strojů, manipulačního zařízení, skladovacích prostor, administrativních oddělení, až po sociální zázemí pro dělníky. Layout rovněž znázorňuje délku a tvar jednotlivých materiálových toků mezi všemi pracovišti, kde se dané výrobky či polotovary pohybují a to i s ohledem na jejich množství (viz obrázek 2-1). [6]



Obrázek 2-1 Zobrazení výrobního layoutu s materiálovými toky (program visTable)

- Zelená** - tok materiálu pro výrobek 1.
- Červená** - tok materiálu pro výrobek 2.
- Modrá** - tok materiálu pro výrobek 3.

Nevhodné řešení prostorového uspořádání výrobních systémů především znehledňuje materiálové toky v podniku, vede k plýtvání výrobními plochami a zbytečným manipulacím s materiálem, čímž zaměstnává i více pracovníků, kteří by za jiných okolností mohli vykonávat efektivní činnosti přidávající výrobkům hodnotu. Ekonomická nevhodnost spjatá s nesprávně rozvrženým layoutem, je tedy zřejmá na první pohled a projevuje se jak v prodlužování výrobních časů, tak ve zvýšení celkových výrobních nákladů. [4]

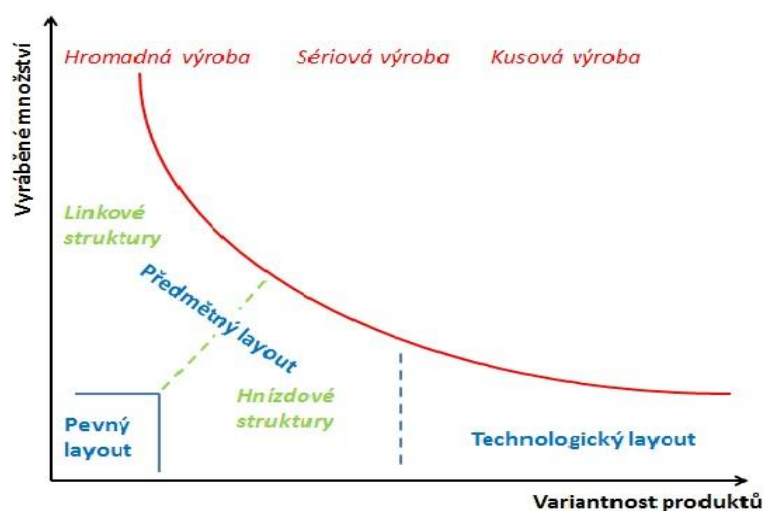
2.1 Možnosti prostorového uspořádání výrobního systému

Prostorové uspořádání se dělí do několika skupin a je závislé na typu výroby viz obrázek 2-2. Zde jsou uvedeny ty nejnázornější příklady, v praxi se mohou a také vyskytují převážně jejich kombinace či různé mutace dle potřeb dané výroby. Zásadní členění prostorového uspořádání výroby probíhá na předmětné, technologické a pevné. Rozhodujícími faktory pro zařazení do určité skupiny jsou především následující:

- Sériovost a opakovatelnost výroby.
- Rozsah vyráběných produktů.
- Velikost a hmotnost součástí.
- Technologická podobnost součástí.
- Časová náročnost výroby.
- Počet operací na daném výrobku.
- Zaměnitelnost technologií.

2.1.1 Rozdělení druhů layoutů dle výrobního uspořádání [2]:

- ⚙️ TECHNOLOGICKÉ USPOŘÁDÁNÍ
 - Struktura jednotlivých pracovišť
 - Struktura dílenského uspořádání
- ⚙️ PŘEDMĚTNÉ USPOŘÁDÁNÍ
 - Struktury hnízdové
 - Volně rozptýlené
 - Buňkové (různých tvarů)
 - Řadové
 - Struktury linkové
 - Pružné linky
 - Proudové linky
 - Synchronizované
 - Nesynchronizované
- ⚙️ PEVNÉ USPOŘÁDÁNÍ



Obrázek 2-2 Druhy layoutů v závislosti na vyráběném množství a variantnosti produktů [2]

2.1.2 Technologické uspořádání

2.1.2.1 Struktura dílenského uspořádání

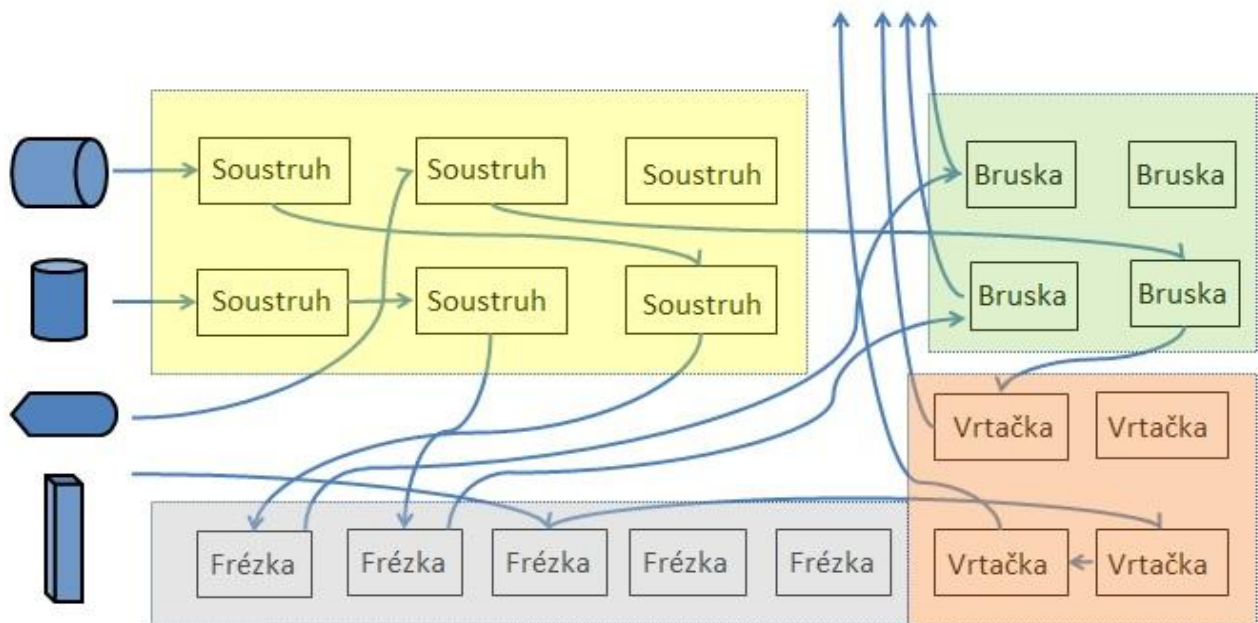
Tento druh layoutu je typickým představitelem technologického uspořádání výroby. Najdeme ho především v obrobkách, kde jsou části haly určeny pouze pro daný typ stroje, například vrtačky, frézky, soustruhy atp. Průchod výrobků systémem není neměnný, dle vytíženosti strojů se výroba mezi stroji může v závislosti na rozměrech polotovaru a vlastností výrobního zařízení libovolně přesouvat, z čehož plyne vysoká flexibilita na straně vyráběného množství různých výrobků. Z vysoké univerzálnosti strojů vyplývá i adaptabilita na změnu výrobního programu. [2]

Výhody:

- Výrobní flexibilita, široká škála výrobků
- Univerzální zařízení, nižší náklady na údržbu i pořízení strojů
- Vyšší odolnost proti poruchám
- Vyšší využití strojních kapacit
- Levné zavedení nového výrobku

Nevýhody:

- Vyšší rozpracovaná výroba
- Náročnější organizace práce, řízení výroby
- Delší výrobní časy způsobené převážně manipulací
- Vyšší náklady na kvalifikované pracovníky



Obrázek 2-3 Technologické (dílenské) uspořádání výroby [1]

2.1.2.2 Struktura jednotlivých pracovišť

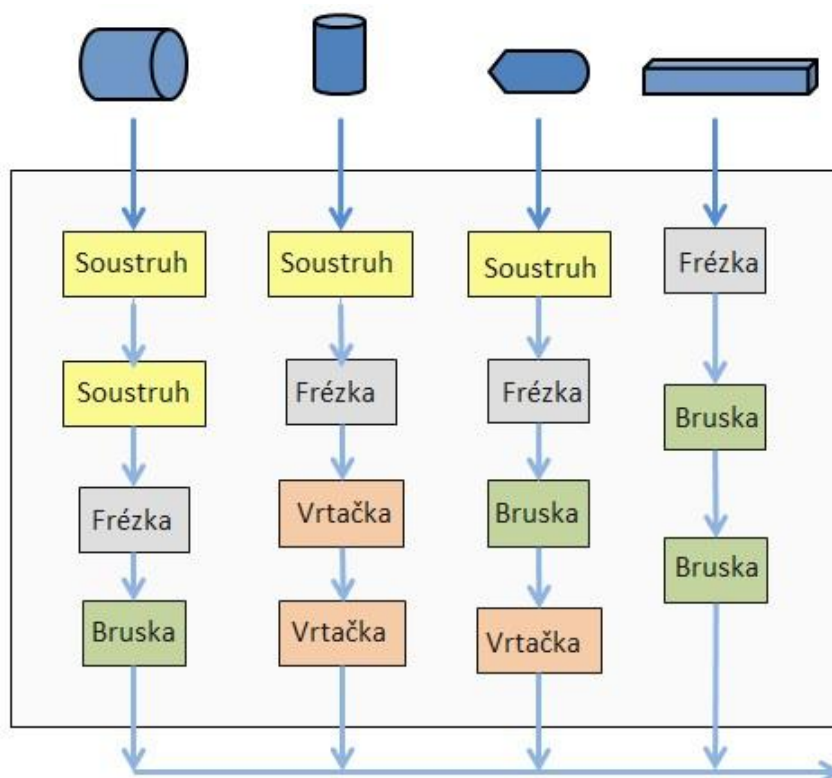
Strukturu jednotlivých pracovišť definují pan M. Král a pan A. Zelenka v knize: Projektování výrobních systémů, následovně: „V tomto případě se jedná o profesně shodná výrobní zařízení, ale každé výrobní zařízení v daném výrobním systému není kooperačně (prostorově) vázáno s jiným výrobním zařízením v témže výrobním systému. Každý stroj tvoří samostatnou výrobní jednotku.

Tento typ technologické struktury se vyskytuje např. tam, kde je obrobek na jedno upnutí hotově opracován (zpravidla více nástroji na jedno, nebo vícevřetenovém stroji, např. soustružnické automaty.)

Jde tedy o koncentraci operací na jednom pracovišti. Klasickým příkladem je dílna soustružnických automatů, kde je umístěno více strojů, na kterých jsou hotově opracovány drobné součásti. Uspořádání takových automatů se pak optimalizuje podle prostorových spojení těchto automatů s vnějšími objekty (sklady, úpravnou třísek apod.), protože vnitřní kooperační vztahy neexistují.“ [2]

2.1.3 Předmětné uspořádání

V předmětném uspořádání se usiluje o to, aby rozmístění jednotlivých strojů či pracovišť odpovídalo posloupnosti prováděných operací na daném výrobku. Což bývá nevhodné pro větší množství výrobků a jejich variantnost. Hlavní výhodou tohoto prostorového uspořádání je v celkovém zkrácení výrobního času na jeden díl. Výrobek nemusí čekat na zhotovení celé dávky, ale může pokračovat na další operaci. Další časová úspora plyne z krátkých manipulačních vzdáleností mezi stroji. Předmětné uspořádání se dále může členit na hnízdové a linkové struktury. [2]



Obrázek 2-4 Layout předmětného uspořádání výroby [1]

2.1.3.1 Struktury hnízdové

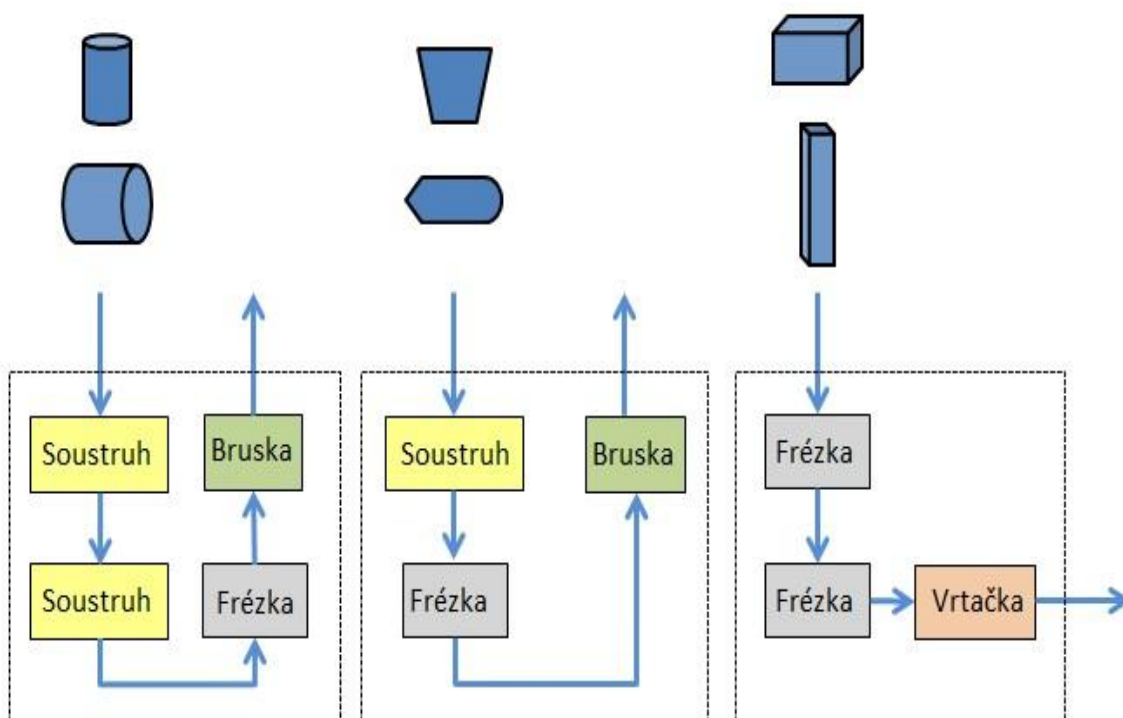
Jsou tak uspořádaná pracoviště, kde výrobní stroje různých typů (frézky, brusky, vrtačky, soustruhy...) jsou seřazené dle požadavků předem určené skupiny součástí, které se v daném hnízdě budou vyrábět. Hnízdová struktura realizuje zejména dílčí výrobní proces pro skupiny podobných součástí a to v závislosti na technologické či konstrukční podobnosti. To jest, že hnízdo nevytváří finální výrobek, nýbrž pouze jeho části, které se ve výrobě opakují na větším sortimentu výrobků. Výroba v tomto typu předemného uspořádání se provádí zpravidla ve volné časové návaznosti jednotlivých operací. Hnízda proto včetně strojů obsahují rovněž zásobníky obrobků, čímž je částečně odstraněn problém s mezioperačními sklady. Hnízdové struktury se ještě dále mohou rozlišovat na řadové, volně rozptýlené a buňkové. Nejběžnější tvary hnízd buňkového typu vyskytující se v praxi jsou názorně zobrazeny na následujícím obrázku.[2]

Výhody:

- Minimální vzdálenosti mezi navazujícími technologiemi
- Přehledné materiálové toky (jednosměrné)
- Dobrá komunikace v hnízdě, jasně definované kompetence
- Nízké zásoby a krátké průběžné časy
- Vysoká přizpůsobivost hnízd
- Dobré využití ploch

Nevýhody:

- Různá časová náročnost na rozdílných strojích => zásobníky obrobků
- Při vynechání jedné technologie v hnízdě, je stroj nevytížen



Obrázek 2-5 Layout buňkového uspořádání [1]

2.1.3.2 *Struktury linkové*

Layouty linkového uspořádání se využívají pro výrobu menšího počtu druhů produktů, ale za to ve vyšším množství. Především tedy v sériové a hromadné výrobě. Tato skupina se dále dělí na linky pružné a proudové.

2.1.3.2.1 Pružné linky

Jsou používány zejména ve středně sériové až malosériové výrobě, jedná se o uspořádání strojů převážně univerzálního charakteru, které mohou pružně reagovat na změnu či variantnost produktu. Linka tedy umožňuje výrobu určité skupiny součástí, v závislosti na podobnosti tvaru, technologií a výrobní dávky. Technologie jsou spojeny volně pomocí dopravníků a manipulátoru, zároveň linka obsahuje mezioperační zásobníky. Výsledkem je pružnost v rámci daného sortimentu produktů, a to ať v dávkovém množství, či v sledu prováděných operací, které mohou volně měnit své pořadí. [2]

Výhody:

- Širší sortiment produktů
- Možnost změny pořadí prováděných operací
- Snadná změna výrobní dávky
- Krátký čas jednoho cyklu

Nevýhody:

- Nevytíženost vynechané technologie

2.1.3.2.2 Proudové linky

Proudové linky se používají pro malé množství variant produktů avšak o velkých objemech výroby, uplatňují se tedy převážně ve velkosériové a hromadné výrobě. Používají se speciální stroje zhotovené pro konkrétní výrobní proces a na určitý typ produktu. Z čehož plyne vyšší pořizovací cena stroje a nízká až nemožná variabilita produktu. Stavba proudové výrobní linky je tedy v porovnání s jinými uspořádáními finančně nákladná a vyplatí se pro zajištěný vysoký odbyt produktu. Linky se vyznačují pevným spojením jednotlivých strojů či pracovišť, které vykonávají předem určitý počet operací v neměnném se pořadí za stejný čas. Z časového hlediska můžeme ještě dále rozdělit proudové linky na synchronní a nesynchronní.

Synchronní jsou takové linky, jejichž jednotlivá pracoviště či stroje pracují na produktu přibližně stejné časové rozpětí a dají se tedy sladit do jednoho neměnného taktu pro celou výrobní linku.

Nesynchronní proudové linky jsou ty, u kterých každé výrobní pracoviště má svůj vlastní takt, který se nedá sladit s celkovým taktům linky. Problémy se tedy řeší předzásobením některých pracovišť polotovary, které se pak průběžně zapracovávají do výroby. [2]

Výhody:

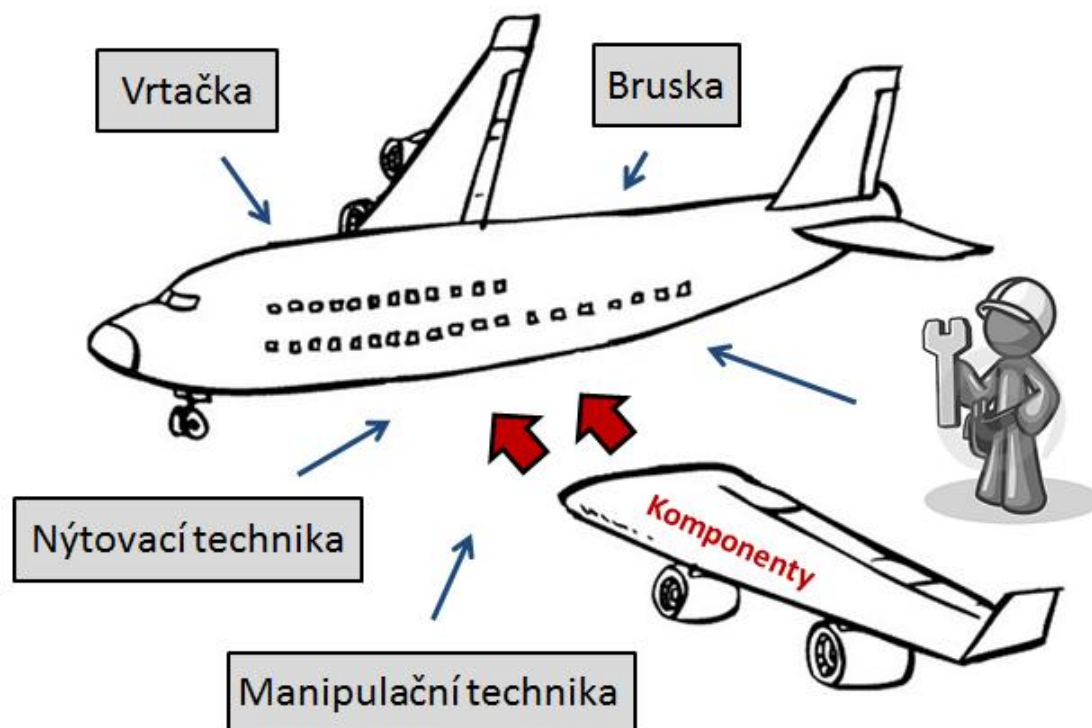
- Se zvyšující se opakovaností výroby, klesají náklady na produkt
- Krátký čas na výrobní cyklus
- Nízké mzdové náklady (nekvalifikovaná práce)
- Vysoká propracovanost výroby
- Zaručená kvalita, nízká zmetkovitost

Nevýhody:

- Vysoké pořizovací náklady na linku
- Nutnost velkého a pravidelného odbytu
- Velmi složitá změna sortimentu
- Nemožnost jiného využití strojů

2.1.4 Pevné uspořádání

Někdy také označované jako uspořádání pohyblivé. Jedná se o nestandardní výrobu, kde především z důvodu rozměrových není možné, aby produkt cestoval mezi stroji od technologie k technologii, případně ani z haly do haly. Názorným příkladem může být výroba velkých dopravních letadel, či zaoceánských lodí. Výroba se provádí na jednom nepohyblivém místě, kde se nachází výrobní základna. Na tuto základnu směřují veškeré potřebné technologie, materiálové a informační toky spolu s lidskými zdroji. Tento druh výroby je náročný zejména na výrobní logistiku, tedy co, kdy, kde a kdo má zhotovit.



Obrázek 2-6 Layout pevného uspořádání

2.2 Navrhování výrobního layoutu

Při navrhování výrobní struktury systému pro daný prostor se snažíme zohlednit především budoucí náklady spojené s provozováním vytvářeného layoutu, a to zejména náklady spojené s velikostí provozovaných prostor a náklady na přepravu. Materiál se snažíme přemísťovat za pomoci progresivních manipulačních prostředků, a to na co možná nejkratší vzdálenosti. Naším úsilím je tedy pokusit se v rámci zadaných kritérií o co nejefektivnější a nejšetrnější průběh výrobního procesu. Vhodným návrhem výrobního layoutu dosáhneme lepší materiálový tok a následné snížení jak nákladů, tak i času manipulace, potažmo celého průběžného času výroby. Do navrhovací fáze nám samozřejmě zasahuje i spousta norem, jak již bezpečnostních tak hygienických, s kterými bychom měli pracovat a pomocí nich vytvářet optimální pracovní prostředí pro dělníky, kam spadá i správné rozvržení pracoviště z ergonomického hlediska. Nesmíme však ani zapomínat na možnou variabilitu výrobního procesu, každá výroba se vyvíjí, modernizuje, mění se výrobní technologie, expanduje či omezuje a i s těmito eventualitami by mělo být počítáno již při prvotním návrhu layoutu. V prostorovém uspořádání se zaměřujeme především na následující základní oblasti:

- ⚙ Analýza materiálových, personálních i informačních toků.
- ⚙ Návrh prostorového uspořádání výrobních i nevýrobních pracovišť (hala, sklady, kanceláře, sociální zázemí, atd.).
- ⚙ Optimalizace velikosti jak výrobních, tak skladovacích prostor.
- ⚙ Racionalizace dopravních cest s ohledem na materiálové i personální toky. [4]

V těchto výše uvedených oblastech lze stanovit konkrétnější úkoly pro komplexní zefektivnění výrobního systému, pomocí optimalizovaného prostorového uspořádání výroby následovně:

- ⚙ Minimalizovat náklady na manipulaci s materiálem, výrobky a polotovary.
- ⚙ Efektivněji využívat veškeré pracovní i neprovozní prostory.
- ⚙ Eliminovat neúčinné uličky, či jejich vhodnou úpravou docílit jejich využití manipulační technikou či personálními toky.
- ⚙ Eliminovat nadbytečné pohyby pracovníků.
- ⚙ Redukovat výrobní časy cyklu.
- ⚙ Usnadnit komunikaci mezi pracovníky a jejich nadřízenými, případně mezi pracovníky a zákazníky.
- ⚙ Usnadnit vstupy a výstupy materiálu do procesu.
- ⚙ Usnadnit zapojení pracovníků do výrobního systému.
- ⚙ Implementovat pojistné prvky na podporu kvality.
- ⚙ Implementovat ochranné a bezpečnostní opatření.
- ⚙ Podpořit vizuální kontrolu nad pracovišti.
- ⚙ Zlepšit podmínky pro řádnou údržbu všech systémů.
- ⚙ Umožnit flexibilitu výrobního systému měnícím se požadavkům.[4]

3 SOFTWAREVÉ NÁSTROJE

Abychom při návrhu výrobního layoutu docílili výše zmíněných úkolů, můžeme v současné době používat celou řadu softwarových produktů, které umožňují namodelování a nasimulování celého výrobního procesu. Což přináší především výhodu včasného rozpoznání veškerých rizik, odvíjejících se od nevhodně zvoleného výrobního layoutu, tedy především nesprávného rozmístění pracovišť a s tím spjatých materiálových toků. Největší předností softwarových nástrojů je odstranění těchto rizik již při počátečních fázích plánování výrobního systému a to bez jakéhokoli dopadu do reálné výroby, spuštění takového systému tedy bývá daleko plynulejší. [4]

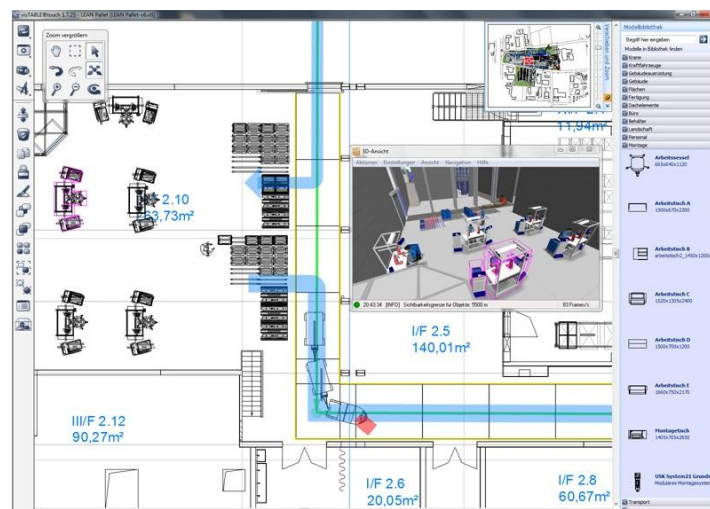
Ze škály, na dnešním trhu dostupných softwarových produktů pro tvorbu výrobního layoutu byly pro porovnání zvoleny následující dva, používané na Katedře průmyslového inženýrství (KPV) Západočeské univerzity v Plzni, a to Tecnomatix Process Designer a visTable. Tyto softwary budou v následujících kapitolách charakterizovány a prakticky otestovány.

3.1 VISTABLE

VisTable je software od německé firmy Plavis GmbH, který je úzce zaměřen na oblast výrobních layoutů. Tato firma má kořeny ve vědecko-výzkumných a informačních katedrách Technické univerzity Chemnitz. Firma poskytuje komplexní profesionální podporu v oblasti projektování výrobního podniku, tudíž poskytuje nejen software, ale i hardwarovou podporu.[5,7]

Tento softwarový nástroj slouží jako podpůrná aplikace pro statický návrh výrobních systémů. Uspadňuje projektantovi práci a rozhodování při návrhu dispozičního řešení pracovišť, potažmo celého výrobního layoutu, jakožto i všech okolních prostor vyskytujících se v podniku, jako kancelářské, sociální místnosti atd. Software vytváří rámec pro neustálé zlepšování výrobního systému a pomáhá pro:

- Plánování a rozvržení továrny
- Analyzování materiálových toků
- Plánování montáže
- Tvorbě scénářů
- Optimalizaci transportních cest
- Implementaci výsledků mapování toku hodnot [4, 7]



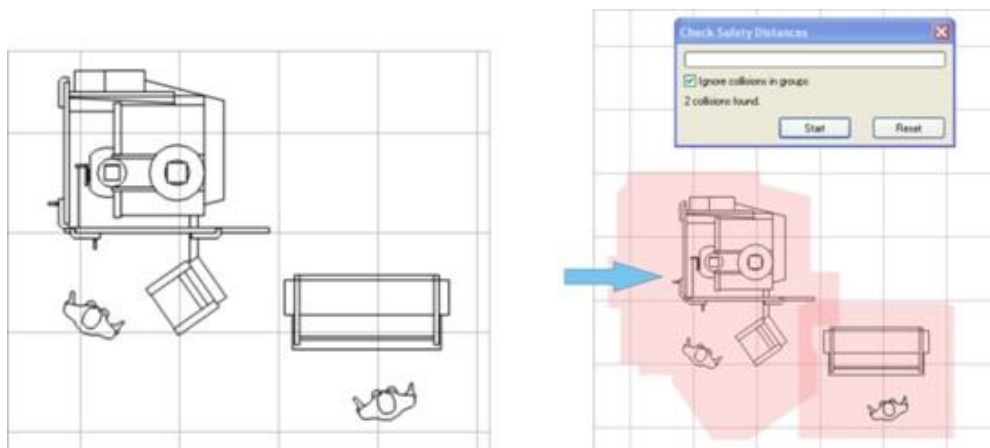
Obrázek 3-1 visTable - výrobní layout + 3D pohled [7]

VisTable obsahuje škálovatelné knihovny modelů z oblasti stavebnictví, skladování, montáže, výroby, osobní dopravy, včetně zařízení jako roboty, jeřáby a vybavení venkovních prostor. Současně umožňuje import uživatelských modelů z různých CAD a 3D programů, jako jsou například SolidWorks, 3ds Max, CATIA a další. [7]



Obrázek 3-2 visTable - 3D pohled do výroby [6]

Kontrola kolizí probíhá ve visTablu za pomoci bezpečnostních směrnic. Každý objekt má předem nadefinovanou bezpečnostní vzdálenost, která nesmí být překročena. Software obsahuje kontrolní funkci, kterou spustíme po vytvoření výrobního layoutu, tato funkce nahlásí případné kolize bezpečnostních vzdáleností tím, že v kritickém místě červeně indikuje daný problém (viz Obrázek 4-3). [7]



Obrázek 3-3 visTable - funkce kontrola kolizí [5]

Software na první pohled nabízí:

- Intuitivní koncepci ovládání
- Vztahy materiálu a transportních sítí
- Sankeyho diagram
- Analýzu a optimalizaci materiálových toků
- Optimalizaci rozvržení
- 3D vizualizaci
- Dimenzování funkčních opatření
- Kontrolu kolizí
- Škálovatelnou a otevřenou knihovnu modelů [7]

3.2 TECNOMATIX

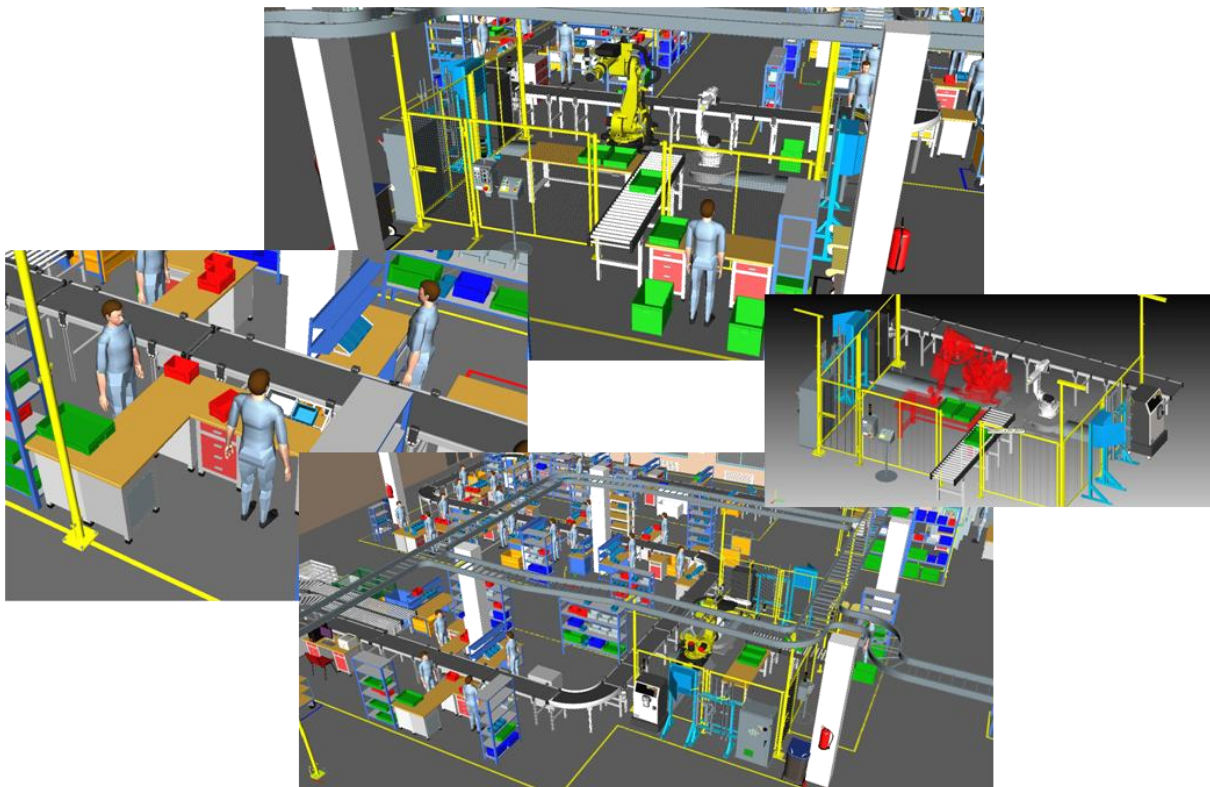
Tecnomatix je kompletní portfolio řešení digitální výroby od společnosti Siemens PLM Software, která je softwarovou společností specializující se na 3D a Product Lifecycle Management softwaru. Společnost je předním světovým poskytovatelem PLM softwaru a služeb, chlubí se více než 63 tisíci zákazníků a celosvětovou instalací na téměř 6,7 milionů pracovišť. [8]

3.2.1 TECNOMATIX PROCESS DESIGNER

Je součástí balíku Tecnomatix, který je určen pro plánování či optimalizaci výrobního procesu a tvorbu prostorového uspořádání výrobních systémů. Je používán ke standardizaci a zkrácení procesního plánování. Jsou v něm vytvářeny montážní procesy v rámci 3D prostředí. Tento modul je zaměřen na definování posloupností při montáži. Dle nichž se následně navrhne dispozice závodu a výrobní linka. [4, 8]

Funkce a přínosy Tecnomatix Process Designeru:

- Modelování montážních procesů a linek s použitím kompletní sady vzájemně spolupracujících nástrojů
- Analýza a správa variant operací, zdrojů výrobků a procesů
- Přizpůsobitelné uživatelské prostředí pro asistované plánovací kroky
- Hlášení a vizualizace informací o montáži přes internet
- Podrobná analýza metod-měření času (MTM)
- Otevřené aplikační programové rozhraní pro uživatelský vývoj plánovacích a konstrukčních aplikací [8]



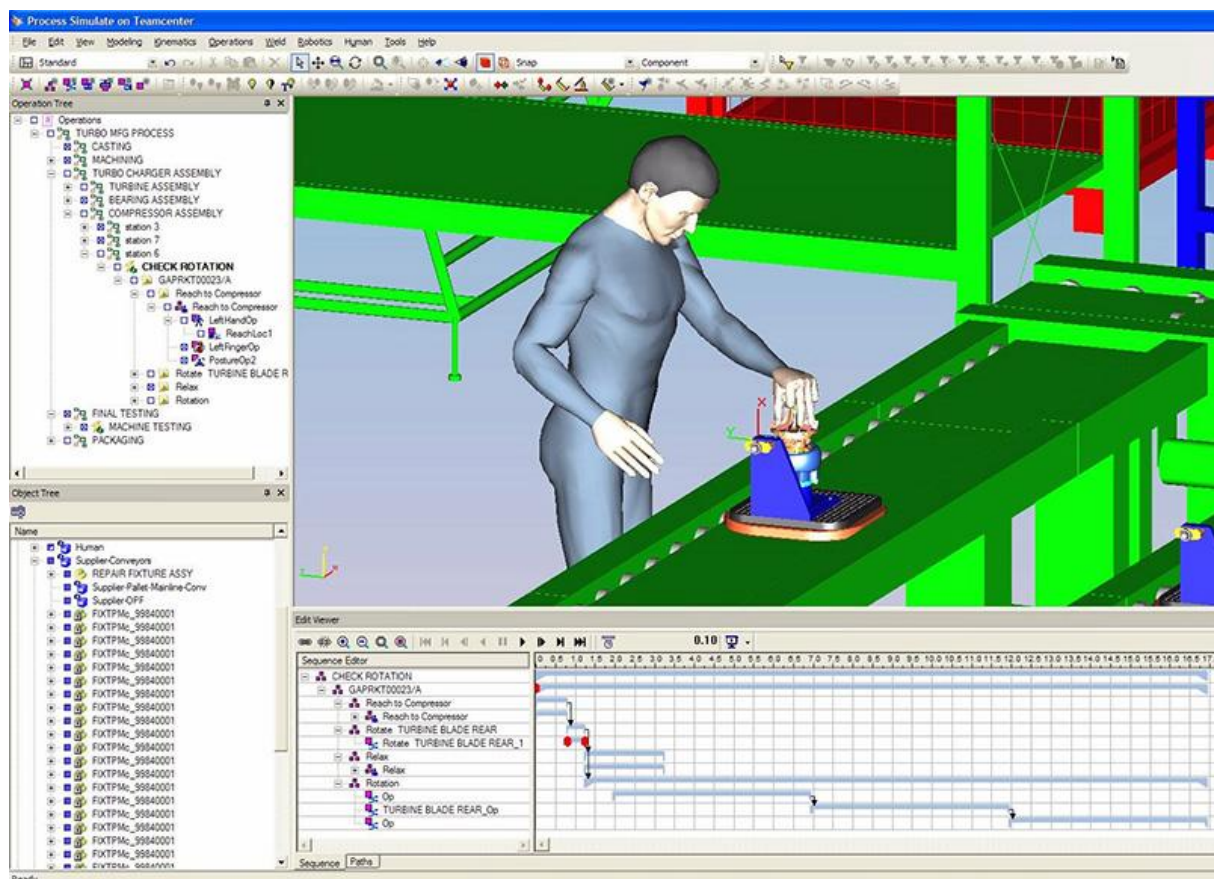
Obrázek 3-3 Tecnomatix Process Designer [4]

3.2.2 TECNOMATIX PROCESS SIMULATE

Je dalším z mnoha modulů řešení Tecnomatix, pomocí tohoto nástroje můžeme ověřit realizovatelnost montážního procesu kontrolou dosažitelnosti a odstraněním možných kolizí. To se provádí společnou simulací celého montážního postupu výrobku. Nástroj dále slouží k ověření a zpřesnění definovaných časů. Tento proces nazýváme jemné plánování. [4, 8]

Funkce a přínosy Tecnomatix Process Simulate

- 3D kinematická simulace
- Statická a dynamická detekce kolizí
- 2D a 3D řezy
- 3D měření
- Řazení operací
- Automatické plánování trasy montáže
- Modelování zdrojů
- Navrhování linky a pracoviště
- 3D interaktivní dokumentace, jako jsou pracovní pokyny
- Pokročilá filtrace a zobrazení informací o produktu a výrobě [7]



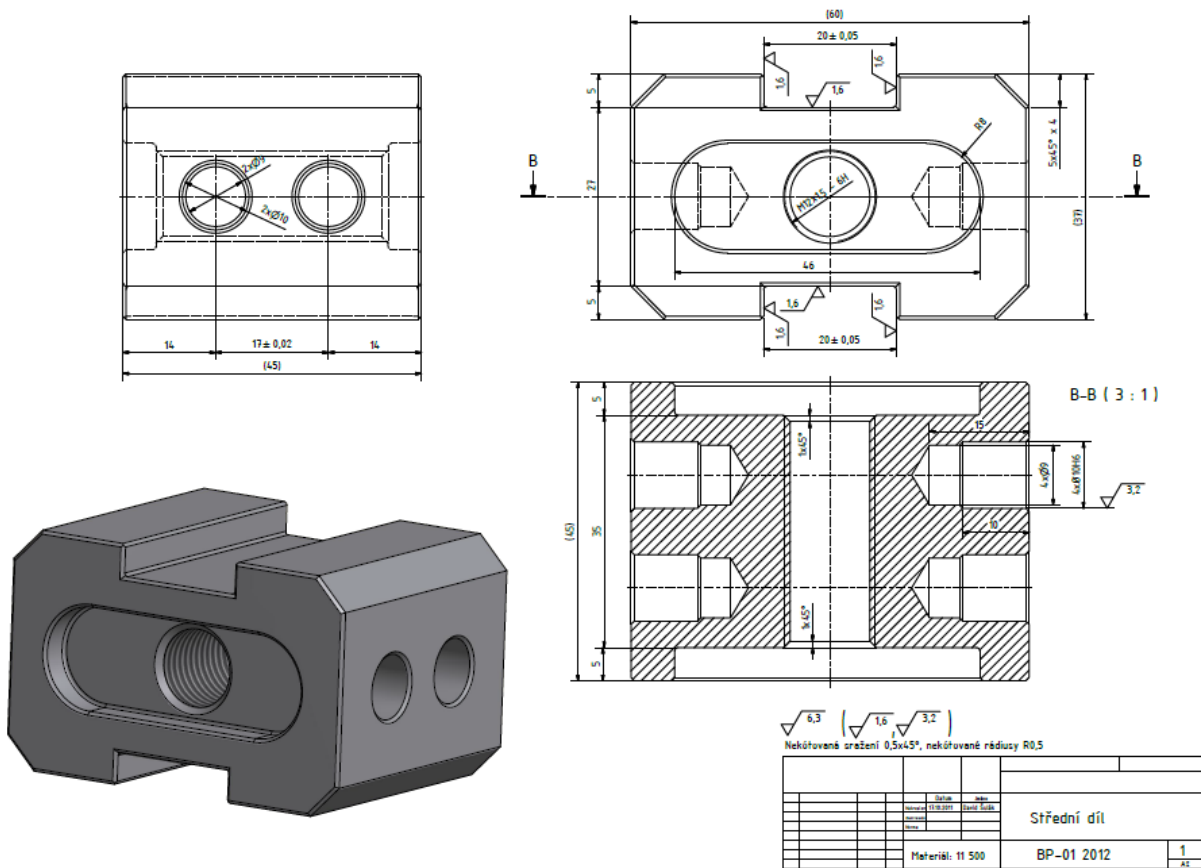
Obrázek 3-4 Tecnomatix Process Simulate [8]

4 NÁVRH VÝROBNÍHO POSTUPU SOUČÁSTI

Porovnání softwarových nástrojů může být provedeno relevantně pouze v případě, když do obou budou vložena shodná data. Z tohoto důvodu bude zhotoven ukázkový produkt, pro který následně bude vytvořen výrobní postup. Ten bude posléze zpracováván jak v programu Tecnomatix Process Desinger, tak v programu visTable. Jako vyráběný produkt byla zvolena nenáročná obráběná součást z posuvného mechanismu.

4.1 Popis součásti


Součást je vyrobena z jednoho kusu, viz obrázek 4-1. Má z čela tvar velkého tiskacího písmene H. Vychází z malého hranolu o rozměrech 60 mm × 37 mm × 45 mm. Na horní i spodní straně je vystředěná symetrická podélná drážka o hloubce 5 mm a šířce 20 mm. Všechny 4 boční rohy jsou sražené 5 × 45°. V přední i zadní stěně umístěno souměrné vystředěné vybrání se zaoblenými konci o hloubce 5 mm, délce 46 mm a šířce 16 mm. Uprostřed vybrání je skrz provrtaná díra se závitem M12. V bocích součásti jsou vždy dvě díry o $\phi 9$ mm do hloubky 20 mm, díry mají válcové zahloubení o průměru $\phi 10$ H6 mm do hloubky 10 mm. Součást je odjehlena na $0,5 \times 45^\circ$.



Obrázek 4-1 Výrobní výkres testované součásti

4.2 Výrobní postup součásti

Obrobek bude postupně procházet přes sedm různých pracovišť a bude opracován několika odlišnými způsoby. Pro jednotlivé operace byly vypočteny strojní časy a dle současně platných norem přiřazeny pracovní časy na jednotlivých pracovištích (viz Obrázek 4-2).

		FAKULTA STROJNÍ Katedra průmyslového inženýrství		VÝROBNÍ POSTUP		Číslo výkresu: BP-01 2012					
						Hmotnost: Ks/rok: 14000					
Čís. oper.		Číslo pracoviště		Typ stroje		Popis operace		Spec.nástroje, měřidla, přípravky			
								ts [min]	tk [min]	tpz [min]	to [min]
				Název součásti: Materiál:11500.0		čistá : hrubá :		Ks/dávka: 36			
				Sřediní díl Polotovár: 40x50-2000		0,574kg 0,986kg		Dávka/rok : 389			
1	5961	Pásová pila PPS 170-TH	Do svěráku upnout Délku L=64 řezat					0,1	1,2	14,9	58,1
2	5143	Frézka FC 50 H	Za plochu 50x40 upnout Plochu 64x50 načisto na rozměr 38,5 Přepnout, protilehlou plochu načisto na rozměr 37					0,27 0,27	3,1	33,7	145,3
3	5143	Frézka FC 50 H	Za plochu 64x50 upnout Plochu 37x50 hrubovat na rozměr 62 Přepnout, protilehlou plochu hrubovat na rozměr 60 Za plochu 60x50 upnout Plochu 60x37 hrubovat na rozměr 47,5 Přepnout, protilehlou plochu hrubovat na rozměr 45					0,4 0,4 0,49 0,49		6,2 34,2	257,4
4	5134	Frézka FB 40 V	Za plochu 45x37 upnout Drážku 20x5 ubrat na čisto na ploše 60x55 po celé šířce Srazit hrany na stěnách dlouhých 45, sražení 5x45° Přepnout, sražení 5x45° Drážku 20x5 na ploše 60x55 po celé šířce Za plochu 45x37 upnout Vybrání 30x20 do plochy 60x37 do hloubky 5 oboustranně					1,0 1,36 1,36 0,25 0,25		9,2 37,5	368,7
5	4615	Vřtačka VS 16	Za plochu 45x37 upnout Díru Ø 10,8 (pro závit M12x1,5) Rezat závit M12x1,5 4 x Ø10H6 / Ø9					0,7 0,2 1,3 0,4	5,6	39,3	240,9
6	9421	Zámečnick	Srazit hrany						1,9	5,2	73,6
7	9860	Kontrola	Kontrola provedení						1,5	5,0	59,0
Varianta 1										list I/II	

Obrázek 4-2 Výrobní postup testované součásti

5 ANALYTICKÁ ČÁST

Před zhotovením layoutu musíme nejprve zjistit počty všech strojů a dělníků, kteří budou pro výrobu daného produktu zapotřebí. Z nich následně odvodíme počty zaměstnanců v administrativní sféře, potřebných pro chod podniku. Dle počtu lidí v celém závodu, přiřadíme každému pracovišti příslušný podlahový prostor, pomocí něhož bude dále možno sestavit výrobní layout celého podniku.

5.1 Počty strojů a dělníků [3]

Pro počty strojů, vycházíme z časového fondu stroje pro jednosměnný provoz, jedná se o počet pracovních dní v kalendářním roce, snížený o počet dní na plánované a neplánované opravy příslušného stroje, vynásobený počtem hodin za směnu. Pro všechny stroje uvažujeme stejný počet čtyř plánovaných a dvou neplánovaných oprav do roka, délku směny standardních osm hodin, při 251 pracovním dni v roce. Časový fond stroje pro jednosměnný provoz tedy činí 1960 hod/rok.

Počet strojů tedy zjistíme z T_c , což je celkový výrobní čas daného výrobku, který dostaneme, když počtem dávek přenásobíme součet t_{pz} (čas dávkový přípravný) a úhrn časů t_k (čas potřebný na jeden kus) v dávce. Příslušný T_c pro každý stroj tedy podělíme efektivním časovým fondem stroje (dosazeno v minutách), čímž dostaneme počet strojů (po zaokrouhlení na celá čísla nahoru) potřebných pro výrobu součástí.

Obdobně je postupováno pro počet dělníků, s tím rozdílem že T_c , je místo efektivním časovým fondem stroje podělen efektivním časovým fondem dělníka.

Pracoviště	Pásová pila	Frézka FC 50H	Frézka FC 50H	Frézka FB 40V	Vrtačka VS 20	Zámečnick	Kontrola
Počet pracovišť	1	1	1	2	1	1	1
Počet Dělníků	1	1	1	2	1	1	1

Tabulka 1 Počet dělníků na příslušných pracovištích

5.2 Zaměstnanci v administrativě [3]

Výpočet zaměstnanců pro administrativní část podniku vychází ze součtu výrobních a pomocných dělníků, kterých je v tomto případě 12, tedy z toho 8 výrobních a 4 pomocní, jelikož počet pomocných pracovníků se má rovnat polovičce počtu výrobních. Přenásobením celkového počtu pracovníků příslušným koeficientem pro daný typ administrativy tedy dostaneme počty kancelářských pracovníků. Pro THP pracovníky je onen koeficient 0,16, pro administrativu 0,09.

Pozice	Počet úředníků
THP	1
Administrativní pracovník	1
Střední manažer	2
Vrcholový manažer	1
Celkový počet úředníků	5

Tabulka 2 Počet pracovníků na administrativních pozicích

5.3 Přiřazení ploch jednotlivým pracovištím [3]

Každé pracoviště bude nutně zabírat nějaký podlahový prostor, se kterým musíme dopředu počítat. U výrobního pracoviště vycházíme ze základních rozměrů stroje, respektive z jeho šířky a délky, které mezi sebou vynásobíme, a následně připočteme 0,5 až 1× tolik jako pomocnou plochu. To celé ještě přenásobíme koeficientem, v rozmezí od 1 do 10, pro nutný pohyb příslušného pracovníka, či případné technické zázemí jako skříňky na nářadí, nebo dopravní obslužnost, což je prostor pro příchozí materiál a odchozí obrobky, většinou ve formě prostoru pro palety. Jelikož je velikost většiny strojů obdobná, a tolerance velmi vysoká, byla zvolena pro výrobní dílnu i s manipulačními uličky velikost 160 m², což odpovídá 20m² na jedno výrobní pracoviště. Sklady volím vzhledem k výrobě 80 m².

Plochy v administrativní části podniku se přiřazují dle zažitého doporučení podle jednotlivých pozic, například na jednoho THP pracovníka či středního manažera připadá 15 m², na úředníka 7 m², zatím co na vrcholového manažera připadne 25 m² podlahové prostoru. Tímto jednoduchým způsobem se realizují i ostatní společné plochy podniku, počet uživatelů se přenásobí příslušným koeficientem. Koeficient pro umývárny je 1,4, pro šatny je roven 3. Pro zasedací místnost se běžně používá 15 m². U kantýny se koeficient pohybuje ve velkých rozmezích, proto volím dostatečných 25 m².

Sociální zázemí	Sklady	Dílna	Vrcholový manažer	Střední manažeři
17 m ²	80 m ²	160 m ²	25 m ²	30 m ²
Zasedací místnost	Kantýna	THP	Administra-tiva	Šatny
15 m ²	25 m ²	15 m ²	7 m ²	36 m ²

Tabulka 3 Doporučené minimální podlahové plochy odvozené od počtu pracovníků

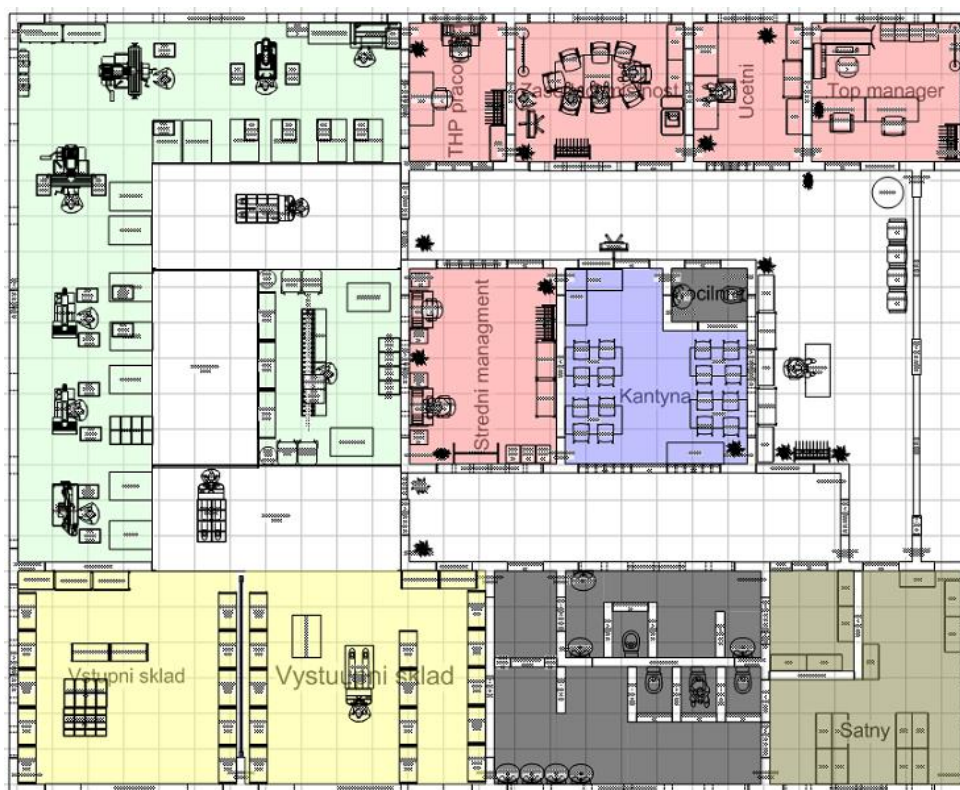
Se znalostí příslušných podlahových ploch všech pracovišť, již nic nebrání navrhnutí předběžného rozložení layoutu výrobního podniku. To bude konkrétně realizováno pomocí obou odlišných softwarových nástrojů co nejvěrněji tak, aby vznikly pokud možno dva totožné layouty. Samozřejmostí je různé grafické ztvárnění objektů, či odlišné naplnění knihoven, v daných softwarech, avšak podstata prostorového uspořádání by měla být v obou případech shodná.

6 REALIZACE NÁVRHU LAYOUTU POMOCÍ SOFTWARE VISTABLE

Tato kapitola se zabývá vypracováním konkrétního výrobního layoutu v softwaru visTable a využitím dalších možností, které tento software nabízí, jako je tvorba materiálových toků a příslušných výstupů.

6.1 Umístění pracovišť a popis layoutu

Pomocí jednoduchého systému „drag and drop“ se ve visTablu vkládají objekty přímo do pracovní plochy. Nejprve tedy byly vytvořeny obvodové a vnitřní stěny podniku, které byly následně zaplněny všemi nutnými objekty, jako jsou stroje, pracovníci, nábytek atd. Výrobní pracoviště jsou uspořádány chronologicky za sebou dle výrobního postupu a to do tvaru písmene L, přičemž výrobní proces začíná na pile, která je umístěna v sousedství skladu se vstupním materiálem, s ohledem na snahu o minimální manipulaci s materiálem. Jediným pracovištěm, které přímo nesousedí s místem předchozí operace, je výstupní kontrola. Ta je umístěna samostatně, avšak na logické spojnici mezi poslední operací a výstupním skladem hotových výrobků. Pracoviště výstupní kontroly, vzhledem ke své důležitosti, je navíc pod vizuálním dohledem středního managementu, pomocí oken umístěných mezi kontrolou a kanceláří manažerů. Podél výrobních pracovišť je umístěna manipulační cesta, v dostatečné šíři pro obousměrný provoz, přestože bude docházet k manipulaci s materiálem především v jednom směru. Odděleně od výrobních prostor je administrativní část podniku a sociální zázemí. Pro přehlednost jsou různá oddělení podniku barevně odlišena, například výrobní část je značena zeleně, zatímco sklady žlutě, či administrativa červeně (viz Obrázek 6-1).



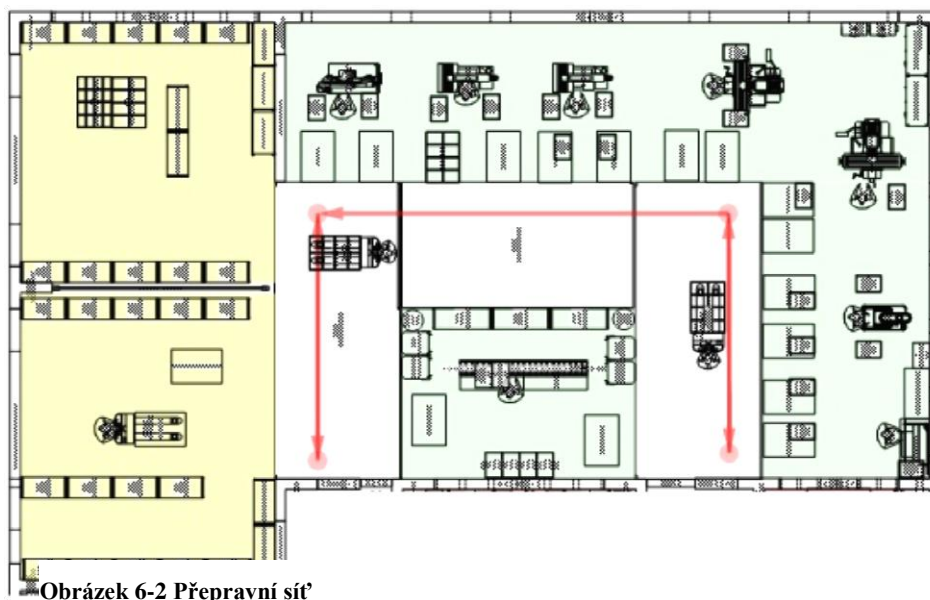
Obrázek 6-1 Schéma layoutu vytvořeného ve visTablu

Zelená – výrobní prostory
Žlutá – vstupní/výstupní sklady
Tmavá – sociální zázemí

Červená – Administrativa (kanceláře)
Modrá – Kantýna
Šedivá – Šatny

6.2 Vytvoření přepravní sítě a nadefinování materiálových toků

Z důvodu nadefinování materiálových toků bylo nejprve nutné ustavit přepravní síť. Ta byla vytvořena ve výrobní části, kopírující manipulační uličky, pomocí několika uzlových bodů. Přepravní síť je obousměrně prostupná, má název „Uličky“ a tvar ležícího písmene C, na obrázku značeno červenou barvou (viz Obrázek 6-2).



Obrázek 6-2 Přepravní síť

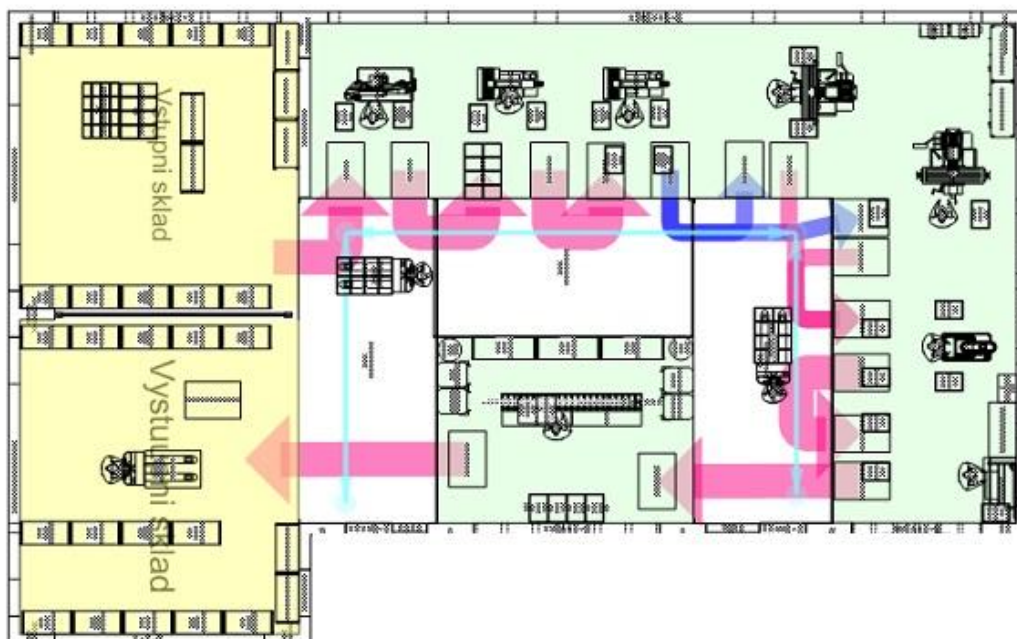
Každá paleta na pracovištích byla pojmenována dle toho, zdali se jedná o umístění palety ve vstupním, či výstupním prostoru z pohledu stroje na manipulaci s materiálem. Následně v sekci „Flow relations“ byly vytvořeny vazby, mezi jednotlivými vstupy a výstupy, v odpovídajícím pořadí dle pracovního postupu. Těm byly dále zadány příslušné intenzity materiálového toku mezi odpovídajícími pracovišti a přiřazena přepravní síť, po které se má materiál dopravovat (viz Obrázek 6-3). Pro větší přehlednost v obrázku, je modře odlišeno místo, kde se materiál dělí a pokračuje paralelně na zdvojené pracoviště s poloviční intenzitou.

Flow relations (Count: 10)

Source	Sink	Intensity	Network
Vstupni sklad	Pila vstup	14000	Ulicky
Pila vystup	FC H vstup1	14000	Ulicky
FC H Vystup.1	FC H vstup.2	14000	Ulicky
FC H vystup2	FB V vstup1	7000	Ulicky
FC H vystup2	FC V vstup 2	7000	Ulicky
FB V vystup1	Vitacka vstup	7000	Ulicky
FC V vystup2	Vitacka vstup	7000	Ulicky
Vitacka vystup	Zamecnik vstup	14000	Ulicky
Zamecnik vystup	Kontrola vstup	14000	Ulicky
Kontrola vystup	Vystupni sklad	14000	Ulicky

Obrázek 6-3 Tabulka "Flow relations" vztahy materiálových toků

Následnou vizualizaci materiálových toků můžeme vidět na Obrázku 6-4. Materiálový tok zobrazují šipky směřující z palety na paletu, tloušťka šipek odpovídá počtu přepravovaných součástek, tedy intenzitě. V našem případě máme pouze dvě intenzity a to 7000 ks a 14000 ks. Jedná se o celkový materiálový tok přes daná pracoviště za rok.



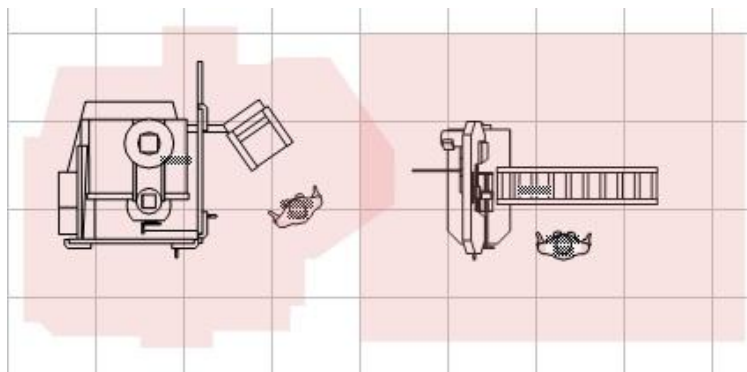
Obrázek 6-4 Vizualizace intenzity materiálových toků

6.3 Výstupy, které nám poskytuje visTable

Po vytvoření samotného rozložení výrobních strojů, nadefinování materiálových toků a vztahů mezi jednotlivými stroji přicházejí na řadu výstupy a ověřovací funkce, které visTable nabízí.

6.3.1 Ověření vzdáleností

Je grafický výstup, který nám zobrazuje kolizi objektů jako takových mezi sebou, pakliže bychom jeden objekt překryli druhým. Tak především kolize bezpečnostních zón v bezprostředním okolí objektů. Každý stroj má stanovenou ať již od výrobce, či dle ČSN norem určitou bezpečnostní vzdálenost, která by měla zůstat volná. Tuto vzdálenost můžeme zadat do vlastností objektu při vkládání do visTablu, který s ní pak bude nadále pracovat a případně nás při kontrole kolizí upozorní na nedovolenou vzdálenost mezi objekty. Což se projeví zčervenáním překrývajících se oblastí (viz Obrázek 6-5).



Obrázek 6-5 Vyhodnocení kontroly kolizí

6.3.2 Transportní matice

VisTable nám vedle vizualizace řešení nabízí ještě zobrazení materiálových toků, a to v podobě Transportní matice, ve které máme v řádku i sloupci očíslované všechny vstupy a výstupy použité v „Flow relations“. Na spojnicích řádků a sloupců se nachází hodnota, odpovídající množství polotovarů, či obrobků přepravených mezi těmito body (viz Obrázek 6-6). Přičemž ve sloupci je označeno místo, odkud materiál putuje a v řádku kam.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
FB V vstup1																7000		
FC H Vstup.1										14000								
FC H vstup2									7000			7000						
FC V vstup2															7000			
Kontrola vstup																	14000	
Pila vstup												14000						
Vitacka vstup																		14000
Vstupni sklad															14000			
Zamecnik vstup													14000					
FB V vstup1																		
FC H vstup.2																		
FC H vstup1																		
FC V vstup 2																		
Kontrola vstup																		
Pila vstup																		
Vitacka vstup																		
Vstupni sklad																		
Zamecnik vstup																		

Obrázek 6-6 Transportní matice materiálových toků

6.3.3 Ověření rozložení

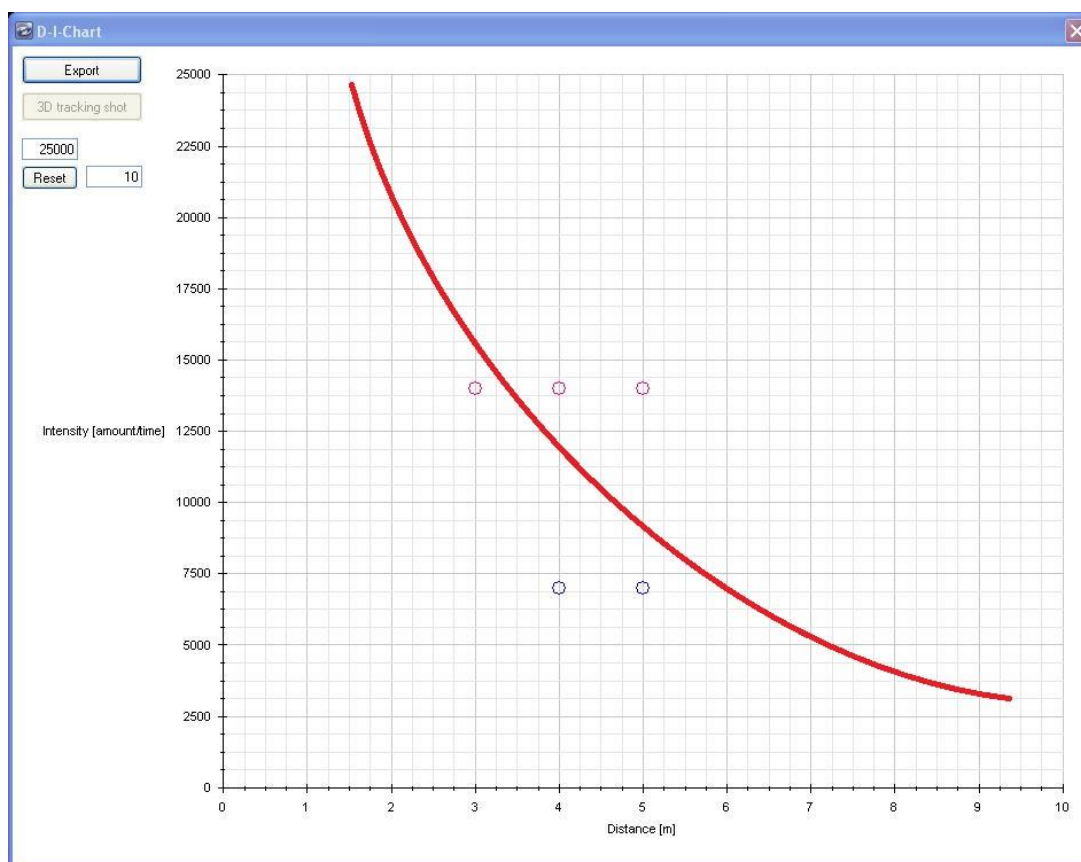
„Validate layout“ je výstup, který nám dle zvolené přepravní sítě, umožní hodnocení několika variant rozložení prvků v příslušném layoutu dle nákladů na dopravu. „Total transportation length“ zobrazuje délku materiálového toku v metrech, kterou materiálový tok využívá zvolenou přepravní síť. „Total effort“ vyjadřuje hodnotu někdy označovanou jako imaginární náklady, jedná se o absolutní veličinu spojenou s přepravou materiálu. Číselnou hodnotu „Total effort“ dostaneme vynásobením intenzity materiálového toku a přepravní vzdálenosti. „Basic“ představuje počáteční hodnotu pro náklady spojené s dopravou, ke které je vztahována případná změna v „Total effort“. Pakliže změníme prostorové uspořádání některých objektů zasahujících do přepravy, rázem se změní aktuální přepravní výkon. S ním i procentuální vyjádření vztahené k základní, tedy „Basic“ hodnotě, které je zeleně zobrazeno ve sloupci (viz Obrázek 6-7).

Validate layout	
Network A:	>> Ulicky
Total transportation length	43,62 m
Total effort (intensity x length)	479696,3 100 %
Basis	479696,3

Obrázek 6-7 Platnost layoutu

6.3.4 D-I Chart

Dalším výstupem, který se rovněž týká materiálových toků, je D-I Chart, zobrazen na Obrázku 6-8. Jak již název napovídá, jedná se o graf závislosti, udávající na horizontální ose „Distance“, tedy vzdálenost v metrech. Na vertikální ose se nachází „Intensity“, tedy množství v kusech za čas. Daný bodový graf zobrazuje, počet kusů, který je přepravován na příslušnou vzdálenost. Body jsou barevně odlišeny, každý transport si drží barvu, která mu byla přiřazena v tabulce „Flow relations“ (viz Obrázek 6-3). Na základě tohoto vyhodnocení je možné dělat určité optimalizace ohledně umístění jednotlivých pracovišť. Místa s největším transportním výkonem, respektive místa s největší intenzitou přepravy se snažíme umístit co možná nejbližně k sobě, kdežto místa s malou intenzitou můžeme umístit do větších vzdáleností. V nejlepším případě by přepravní body měly kopírovat nějakou ideální křivku, která je zobrazená D-I grafu červenou barvou.



Obrázek 6-8 D-I Chart - graf závislosti vzdálenosti a intenzity materiálových toků

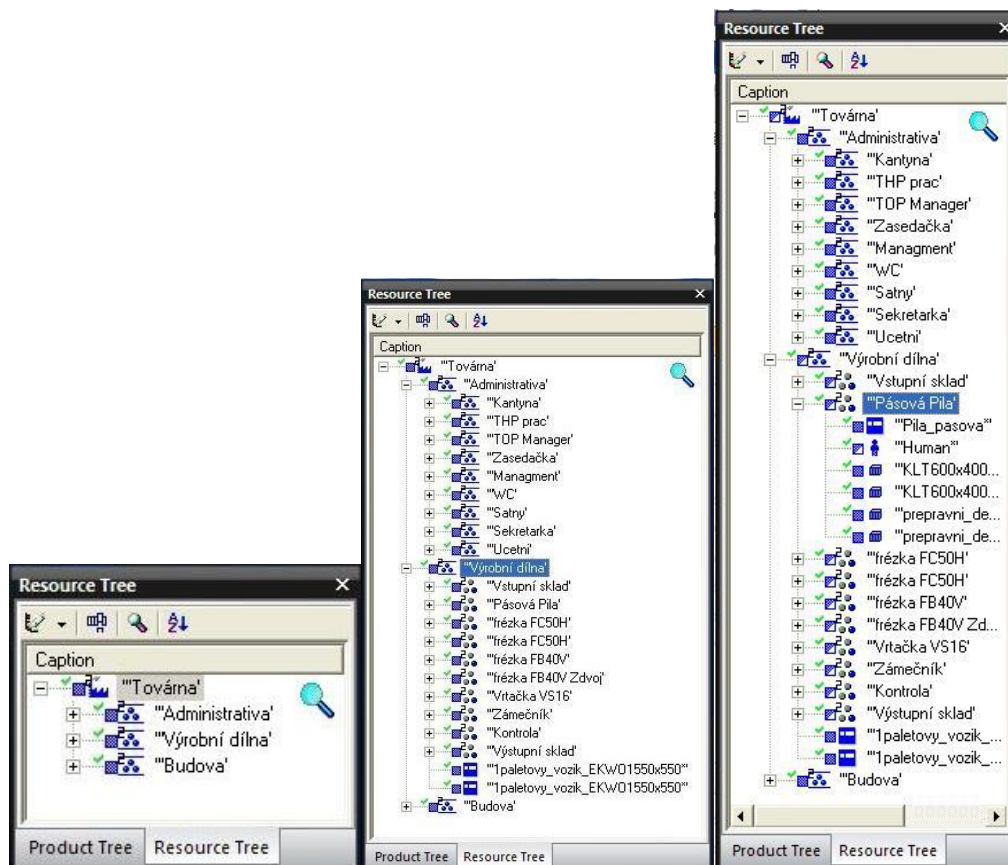
7 REALIZACE NÁVRHU LAYOUTU POMOCÍ SOFTWAREM TECNOMATICX PROCESS DESIGNER

Při snaze o co možná největší podobnost obou vytvářených layoutů bylo nutné vymodelovat stěny výrobní haly, které TECNOMATICX PROCESS DESIGNER, ani v něm integrované knihovny ZČU neobsahují. Pomocí CAD softwaru *Autodesk Inventor Professional 2012 3D* byl vytvořen model obvodových i vnitřních stěn celého podniku, dle vzoru pocházejícího z layoutu vytvořeného ve visTablu. Tento model byl nahrán přímo do knihoven Process Designeru, který tuto funkci umožňuje, ostatně stejně jako visTable.

V TECNOMATICX PROCESS DESIGNERU se zvlášť vytváří strom procesní, zdrojový a produktový, ačkoliv se v různých chvílích prolínají a změna v jednom, se při správném nastavení projevuje i v ostatních. Do každého stromu se dají vkládat pouze objekty z jemu příslušných knihoven.

7.1 Vytvoření RESOURCE TREE

„Resource Tree“, tedy strom zdrojů se vytváří vkládáním objektů, jako jsou stroje, lidé, palety, regály atd. do stromové struktury. K odstupňování důležitosti ve struktuře se používají speciální složky, které se člení na menší a menší útvary. Do každého útvaru si vložíme objekty, které se nám následně zobrazí v 3D modelu pracovní plochy, kde si je dále umísťujeme na příslušné pozice. Jako nejvyšší útvar byla použita Továrna, která je dále členěna na Administrativu, Výrobní dílnu a Budovu, (viz Obrázek 7-1). Administrativa a Výrobní dílna je dále dělena na jednotlivá pracoviště, kterým jsou přiřazeny příslušné objekty, na pracovištích se vyskytující.



Obrázek 7-1 Postupný rozpad v stromu zdrojů, na jednotlivé objekty

Při vkládání každého objektu si můžeme nadefinovat různé jeho vlastnosti. Samozřejmostí jsou základní vlastnosti, jako například název, umístění, či typ daného objektu atd. Zajímavější je ovšem záložka „Cost“, tedy náklady na daný objekt. Kde je mimo jiné možné nastavit si pro každý objekt různé pořizovací náklady, a to ať již pro nákup a instalaci hotového zařízení, tak i pro případnou výrobu zařízení přímo v podniku. Jak můžeme vidět na obrázku 7-2, zde jsou plánované náklady na materiál, jako i plánované hodiny strávené konstruováním, výrobou, či instalací zařízení. Stejně tak můžeme následně zadat skutečné náklady na spotřebovaný materiál a odpracované výrobní hodiny a zjistit tak rozdíl mezi těmito hodnotami. Na názorném příkladu je vidět, že materiál byl o 1000 Kč levnější, zatímco hodin potřebných na konstruování a instalaci zařízení bylo potřeba o 10 více. (vložená data jsou pouze ukázková)

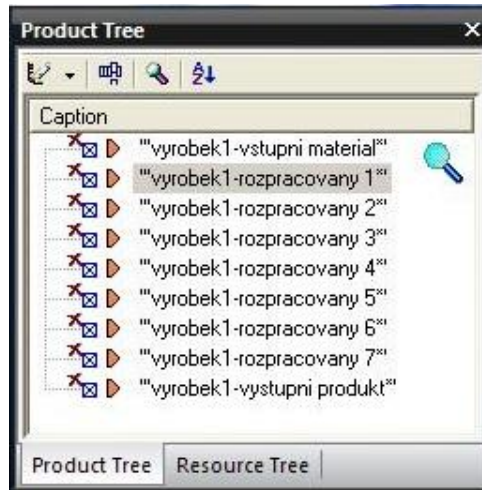
Obrázek 7-2 Vlastnosti – pořizovací náklady

Na Obrázku 7-2 byly náklady za jeden objekt, konkrétně „Pila pasova“, náklady však můžeme zobrazit i pro celé pracoviště, skládající se z několika takovýchto objektů. Tecnomatix Process Designer automaticky sčítá jednotlivé náklady za všechny objekty, které jsou podřízeny příslušnému pracovišti, jak můžeme vidět na Obrázku 7-3, kde se jedná o pracoviště „Pásová Pila“.

Obrázek 7-3 Vlastnosti - náklady, pracoviště Pásová Pila

7.2 PRODUCT TREE

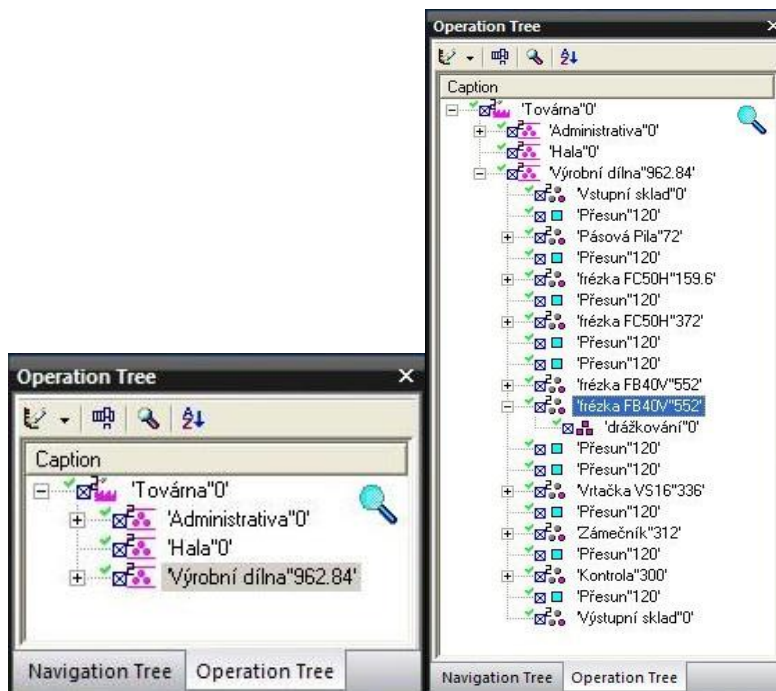
Vytvoření stromu produktů probíhá stejně jako vytváření stromu zdrojů tím, že se nahrají potřebné produkty, z příslušné knihovny produktů. Tento strom nám slouží v podstatě jenom jako seznam obrobků odstupňovaných podle počtu na nich již provedených operací (viz Obrázek 7-4). Produkty pak dále vkládáme na vhodná místa do stromu procesů, tam kde dochází na polotovaru, či materiálu k nějaké změně.



Obrázek 7-4 Zobrazení stromu produktů

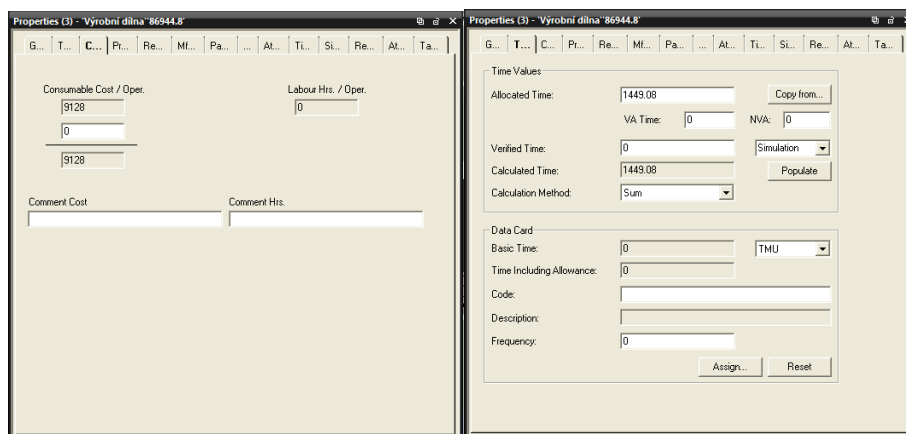
7.3 Tvorba OPERATION TREE

Operation Tree je určen především k procesním operacím s materiálem, při správném vytvoření stromu zdrojů, se jeho základní rozdělení včetně pracovišť projeví i v stromu operací a jsou spolu propojeny. Máme tedy vytvořeno sedm stejných pracovišť jako ve stromu zdrojů. (viz Obrázek 7-5). Každému pracovišti pak můžeme přiřadit příslušný počet operací, které s tímto pracovištěm souvisí. Toto je možné vytvořit i v „Pert Viewer“, který nám však nabízí více možností.



Obrázek 7-5 Strom operací a jeho rozpad

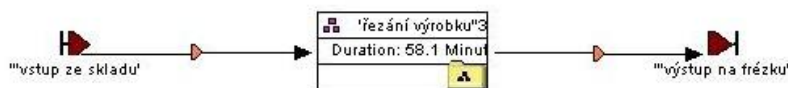
Ve vlastnostech vkládané operace, můžeme krom názvu a času potřebného na danou operaci vkládat i spoustu sofistikovanějších údajů. Mezi ty zajímavější patří cena za operaci (viz Obrázek 7-6). V případě, že se operace skládá z několika dalších podoperací, je v ní možno jak automaticky počítat časy dílčích operací, tak sumarizovat náklady za jednotlivé podoperace. Tato možnost je užitečná, zejména pro celou výrobní linku, či v našem případě dílnu. Pro výpočet ceny operací byla použita jednotná hodinová sazba na stroj i s pracovníkem 400 Kč/hod.



Obrázek 7-6 Nastavení ceny a času ve vlastnostech operace pro celou výrobní dílnu

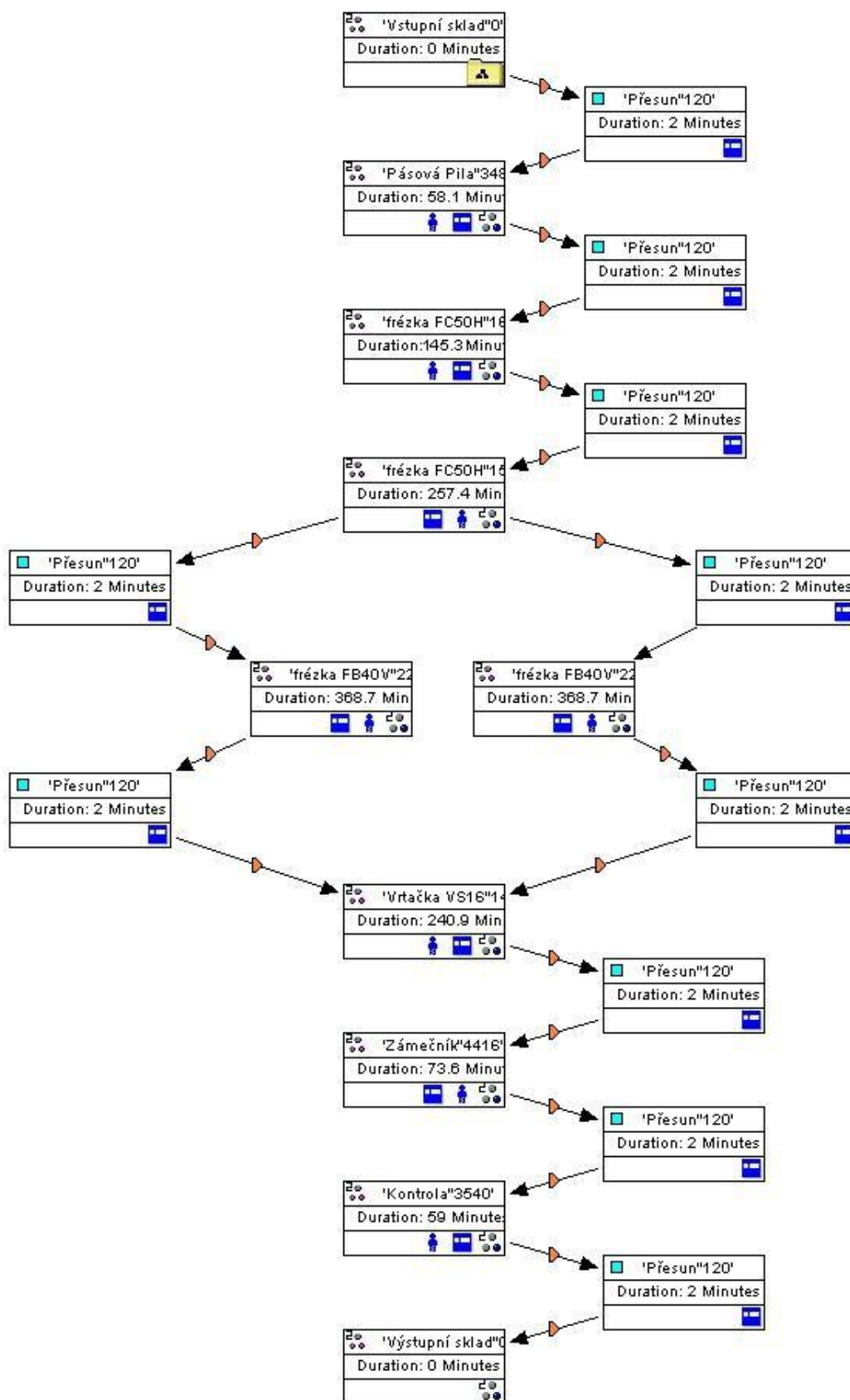
7.4 Pert Viewer

V „Pert Viewer“, což je grafická struktura zobrazení, byla každému pracovišti přiřazena minimálně jedna operace, která se na něm provádí (viz Obrázek 7-7). Na Obrázku 7-7 je operace „řezání výrobku“ na pracovišti „Pásová Pila“. Do a z operace směřují šipky od vstupu, respektive k výstupu. Na oněch šípkách je přiřazen materiál z produktového stromu, ve formě malého žlutého trojúhelníku. V tomto případě se jedná o produkt „výrobek1-vstupní materiál“, který do operace vstupuje a „výrobek1-rozpracovaný“, který z operace vystupuje. Operace, jak je patrné má přiřazený čas trvání 58,1 minuty, což je výrobní čas celé dávky dle výrobního postupu z Obrázku 4-2. Současně je do operace vložen jak stroj, na kterém se bude operace provádět, tak i příslušný pracovník, včetně palet a všech objektů nacházejících se na daném pracovišti Řezání. Z důvodu velkého počtu přiřazených objektů, nejsou zobrazeny jednotlivé ikonky objektů, nýbrž pouze celá složka, která se nachází pod časem trvání operace.



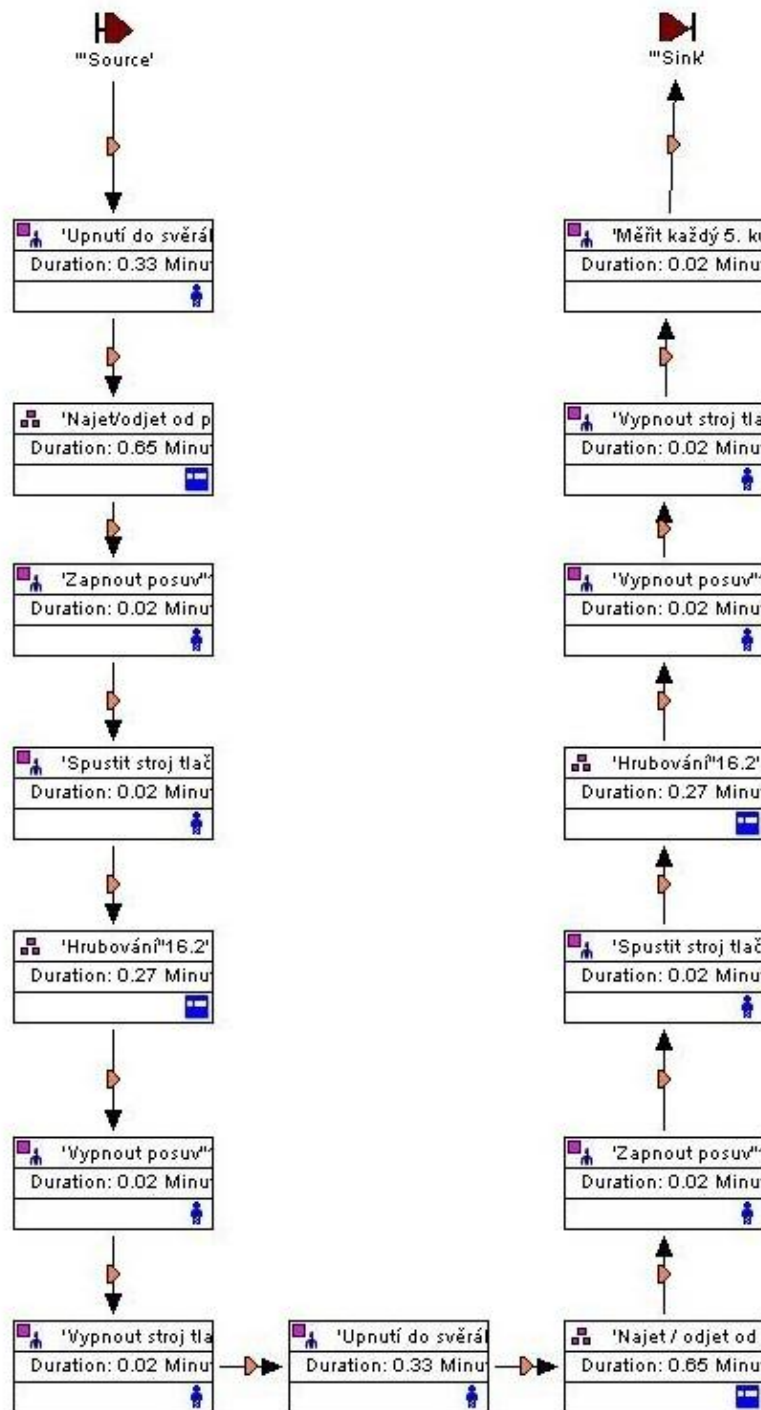
Obrázek 7-7 Zobrazení operace řezání v PERT VIEWER

Při pohledu o úroveň výš, tedy na úroveň výrobní dílny, jsou v „Pert Vieweru“ vidět všechny pracoviště, ve stromové struktuře zařazeny pod výrobní dílnou, jako jsou vstupní sklad, pásová pila a další. Mezi tyto pracoviště byla vložena vždy jedna transportní operace s délkou trvání dvou minut. Všem pracovištím byly dále přiřazeny seznamy objektů, které se na pracovišti vyskytují, a tedy onu operaci vykonávají, včetně operacím transportním, kterým byly přiřazeny manipulátory. Pracoviště byly seřazeny a pospojovány za sebou dle platného výrobního postupu a na dané spojnice, tedy šipky, byl přiřazen příslušný obrobek z produktového stromu. Produkt vždy odpovídá aktuálnímu stavu rozpracování výroby, před či po operaci. Takto ucelený výrobní postup, tedy vlastně vzhled do procesů na celé výrobní dílně, zaměřen na „produkt1“, je zobrazen na Obrázku 7-8.



Obrázek 7-8 Zobrazení výrobní dílny v PERT VIEWER

Jako názorná ukázka dalšího členění operací na úkony slouží následný Obrázek 7-9, který zobrazuje rozpad operace hrubování na pracovišti č.2 na jednotlivé úkony. Rozdělení, i časy odpovídají již dříve zmiňovanému výrobnímu postupu. Na obrázku jsou použity různé druhy úkonů, rozlišují se dle toho, zdali je provádí přímo člověk či stroj. Operace jako upínání obrobku, či zapínání stroje, jsou tvořeny pomocí tzv. „human operation“, tedy operace prováděné člověkem. Zatímco hrubování, či najetí na plochu, jsou tzv. „countet operation“, tedy pouze sčítací operace. Sčítání výrobních časů a případných nákladů na jednotlivé operace probíhá jako v předešlých případech o úroveň výše.



Obrázek 7-9 Rozložená operace č. 2 na úkony

Každý úkon se dá však ještě dále rozložit, a to do těch nejmenších pohybů. Čas se každému pohybu může opět prostě zadat, jako hodnota změřená, či odečtená z normativů. Nebo přímo v Tecnomatix Process Designeru můžeme každému pohybu čas přiřadit dle používané MTM metody, tedy metody měření času. Program obsahuje jak je vidět z obrázku 7-10 hned několik MTM metod například UAS (Universal Analising System). U každého pohybu stačí kliknout v Properties-Times, na tlačítko Assign, tedy přiřadit, a pouhým naklikáním dle zvolené metody nadefinovat příslušný pohyb. Na obrázku můžeme vidět pohyb Get and Place, tedy uchopit a položit. Členění času probíhá dle vzdálenosti předmětu v centimetrech a hmotnosti předmětu v kilogramech, snadnosti uchopení a dle toho, zda do uchopení zapojíme obě, či jen jednu ruku.

DataCard Times

SBW [F-SBW]
 UAS [F-UAS]
 MEK [F-MEK]
 MOS [F-MOS]

Get and Place General data/body movem. & R.

Movement length in cm	0 to < 3	>= 3 to <= 9	> 9 to <= 22	> 22 to <= 37	> 37 to <= 52	> 52 to <= 67	> 67 to <= 82
Distance (DT)	02	05	15	30	45	60	75

Get										
DT	Contact		Easy		Average		Difficult		Handfull	
	1 hand	2 hands	1 hand	2 hands	1 hand	2 hands	1 hand	2 hands	stacked	mixed
	AKE	AKZ	ALE	ALZ	AME	AMZ	ASE	ASZ	AHG	AHV
02	2	2	6	6	8	11	13	27	16	33
05	4	4	8	8	10	13	17	31	18	35
15	9	9	13	13	14	18	21	35	23	40
30	13	13	17	17	18	22	25	39	27	44
45	17	17	21	21	23	26	29	44	31	48
60	21	21	25	25	27	30	33	48	35	53
75	26	26	30	30	31	35	38	52	40	57

Place							
DT	Other	aprox. pos.		loose		tight	
	hand	1 hand	2 hands	1 point	2 points	1 point	2 points
	PAE	PUE	PUZ	PLE	PLZ	PEE	PEZ
02	4	2	2	8	13	18	34
05	7	5	5	11	16	21	38
15	11	9	9	16	21	28	43
30	15	13	13	21	26	31	48
45	19	17	17	26	31	36	53
60	22	20	20	31	36	41	58
75	26	24	24	36	42	47	63

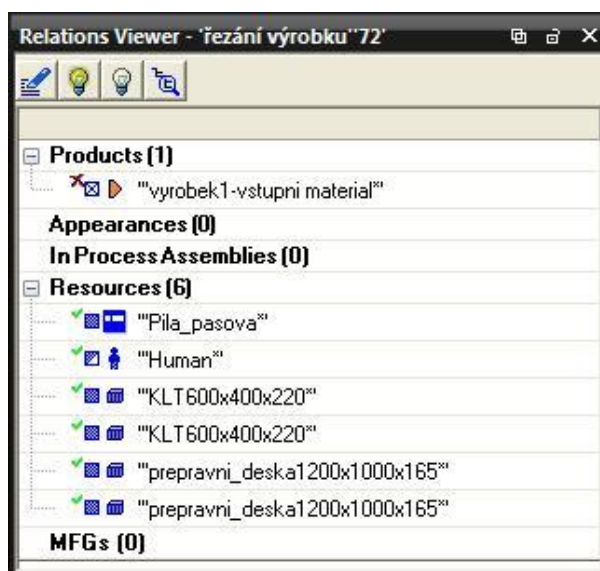
Caution: Allowances for weight, fitting class, symmetry, difficult handling and eye travel

Obrázek 7-10 Použití MTM metod

7.5 Relations Viewer

Dalším z možných výstupů je Relations Viewer, tedy prohlížeč spojitostí, při kliknutí na objekt, jak již v stromě zdrojů, operací či produktů, nám Relations Viewer zobrazí vztahy daného objektu k ostatním prvkům. To můžeme vidět na Obrázku 7-11, při jehož screenování byla zaškrtnuta operace „řezání výrobku“ v stromu operací. Jak je zde patrné, k operaci je přiřazen jak produkt „výrobek1-vstupni materiál“ ze stromu produktů, který bude na pracovišti zpracováván, tak i Pila pásová a další objekty z příslušného pracoviště, ze stromu zdrojů, které budou onu operaci provádět.

Na dalším Obrázku 7-12 byl při screenování zaškrtnut ve stromu produktů „výrobek1-rozpracovaný materiál“, kterému je přiřazeno sedm odlišných operací, jenž budou na produktu prováděny. Následně se již nebude jednat o „výrobek1-rozpracovaný1“, nýbrž půjde o „výrobek1-rozpracovaný2“.



Obrázek 7-11 Zobrazení vztahů k operaci



Obrázek 7-12 Zobrazení operací k produktu

7.6 Zobrazení layoutu

TECNOMATIX PROCESS DESIGNER je zaměřen, spíše na grafickou 3D vizualizaci layoutu, tudíž schematické 2D zobrazení ani neobsahuje. Pro potřebu doložení totožnosti s předcházejícím schématem, vytvořeném ve visTablu, byl použit černobílý pohled svrchu (viz Obrázek 7-13). Proto byly jednotlivé oddělení dodatečně ve schématu podniku rozlišeny příslušnými barvami. Přesto je zde poměrně dobře patrné rozmístění jednotlivých strojů na výrobní dílně, jako i umístění například stolů v administrativní sféře, a prostorové uspořádání vizuálně odpovídá návrhu v předchozím softwaru.

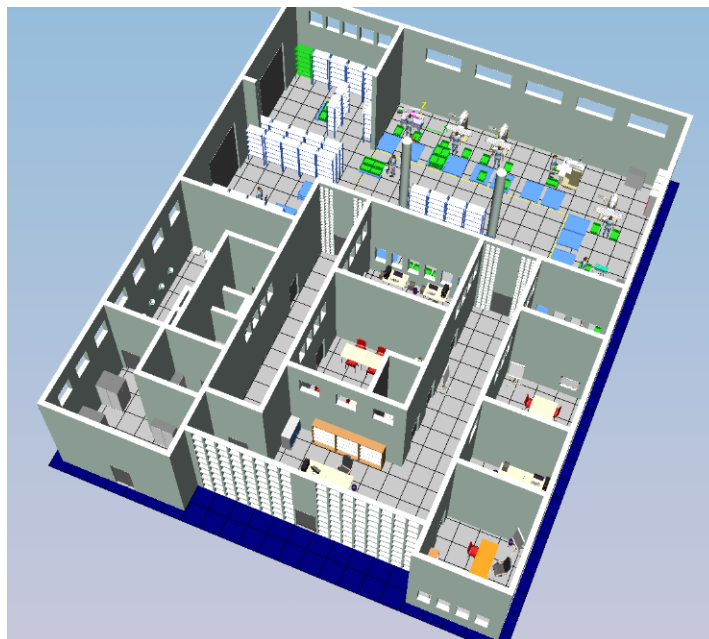


Obrázek 7-13 Schéma layoutu v TECNOMATIX PROCESS DESIGNER

Zelená – výrobní prostory
Žlutá – vstupní/výstupní sklady
Šedá – sociální zázemí

Červená – Administrativa (kanceláře)
Modrá – Kantýna
Černá – Šatny

Mnohem přirozenější grafické zobrazení pro onen nástroj, poskytuje 3D pohled, který ukazuje celý závod (viz Obrázek 7-14).



Obrázek 7-14 Pohled na layout v Process Designeru

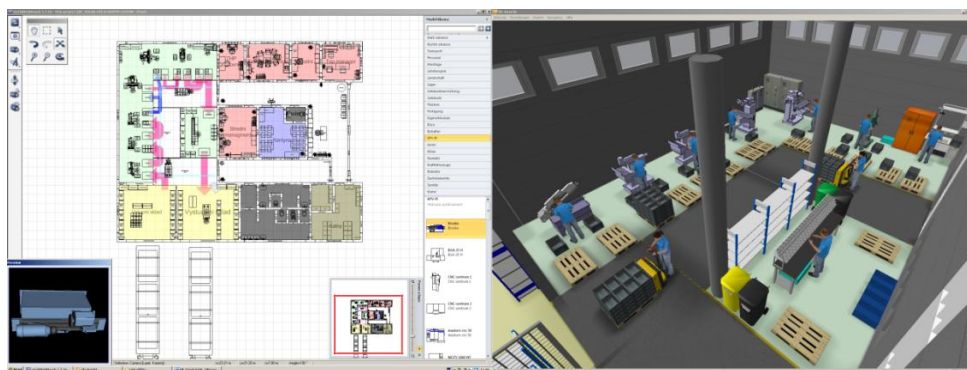
8 POROVNÁNÍ SOFTWAREŮ Z RŮZNÝCH HLEDISEK

Tato kapitola nahlíží na oba softwary z několika odlišných hledisek a shrnuje zkušenosti a poznatky získané vytvářením výrobního layoutu pro konkrétní součást a možnosti, které oba softwary nabízejí.

8.1 Grafické rozhraní (Interface), ovládání

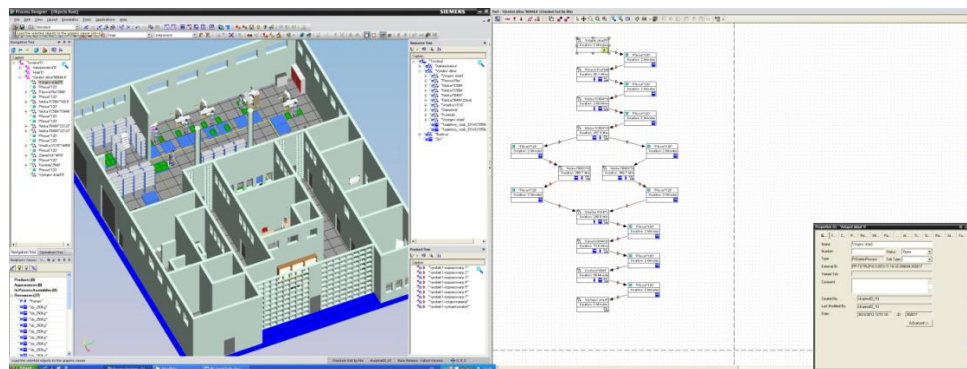
Dle grafického rozhraní si uživatel vytváří první dojem z daného softwaru.

Software visTable nabízí na první pohled velmi jednoduchý interface skládající se z malého panelu s devíti základními ovládacími prvky. Pracovní lišta obsahuje pouze čtyři ikony, zbylé operativní možnosti se zobrazí až po kliknutí na příslušný objekt, s kterým chceme pracovat. Knihovna zdrojů je stále aktivní a práce probíhá přetahováním objektů do 2D plochy, změna se však okamžitě projeví v 3D modelu. Při pohybu v knihovnách objektů se rovnou zobrazují příslušné 3D modely, což značně usnadňuje práci. Nevhodná je nutnost mačkat speciální ikonu pro uchopení a posunutí celé 2D plochy, namísto využití stisknutí rolovacího kolečka na myši, jako tomu bývá u jiných programů.



Obrázek 8-1 Pracovní prostředí visTable

Naproti tomu Tecnomatix se ovládá přes rozsáhlou lištu plnou funkčních tlačítek. Process designer rozděluje procesy, zdroje a produkty do svých vlastních stromových struktur, čímž činí celou tvorbu složitější, avšak z jiného pohledu se jedná o daleko komplexnější pojetí celé problematiky nastavující jasný řád mezi příslušné atributy. V Tecnomatixu se vkládají objekty rovnou v 3D podobě, avšak při výběru z knihovny objektů až do momentu vložení, není patrné, jak daný objekt reálně vypadá, uživatel se tedy musí řídit názvem objektu, který nemusí být plně vypovídající. Z uživatelského hlediska je velkou nepříjemností absence tlačítka „zpět“, které by umožnilo vrátit se o krok zpátky, po případném provedení nechtěné operace.



Obrázek 8-2 Pracovní prostředí Process Designer



Obrázek 8-5 3D zobrazení výrobního podniku, zleva visTable, Process Designer

8.3 Zpracovávaná data a funkce

Tato část obsahuje shrnutí vlastností, potažmo funkcí, které oba softwarové nástroje nabízejí z hlediska práce s daty. Druhem zpracovávaných vstupních dat, respektive z nich tvořených výstupů, jimiž jsou pracovní plochy, materiálové toky, výrobní časy a výrobní a pořizovací náklady.

Práce s pracovními plochami

Zatímco práce ve visTablu se odvíjí od potřebných a použitých výrobních ploch pro dané zařízení či pracoviště a graficky je odlišuje od okolních ploch. V Tecnomatix Process Designeru tato možnost v podstatě chybí. Prakticky se nezabývá velikostí uliček mezi jednotlivými pracovišti.

Materiálové toky

VisTable na rozdíl od Tecnomatixu pracuje s materiálovými toky, lze v něm nastavit intenzitu materiálových toků přes jednotlivé stroje, barevně odlišit různé produkty přes stroje plynoucí, přiřadit produkt k různým přepravním sítím a tím i spočítat přepravní vzdálenost, kterou materiál ve výrobním procesu vykoná. Zobrazuje vzdálenost mezi jednotlivými stroji v přehledném grafu spolu s přepravní intenzitou, z kteréž se dále vychází při úpravách přepravních vzdáleností. Materiálové toky přes jednotlivé stroje však nejsou nikterak omezeny, žádným maximálním průtočným množstvím, to plyne z nemožnosti nastavení výrobního času pro daný výrobek a maximální strojní kapacity v hodinách či kusech pro stroj.

Výrobní časy

Naproti tomu Tecnomatix Process designer pracuje s výrobními časy, a to jak celých výrobních operací, tak dílčích úkonů, dokonce i jednotlivých pohybů. Časové hodnoty se dají zadávat ručně, či mohou být přiřazeny na základě jedné z několika MTM metod, které jsou součástí softwaru. Časy jsou automaticky sumarizovány, na všech operačních úrovních, až do celkového výrobního času daného produktu. Do výrobního času se započítávají i transportní časy, kteréžto se však dají rovněž sčítat i samostatně, jako čas spotřebovaný na konkrétní přepravní řetězec.

Výrobní a pořizovací náklady

S náklady, opět jako s výrobními časy pracuje pouze Tecnomatix Process Designer. Software počítá, jak prosté pořizovací náklady na zařízení, tak náklady na přepravu i na práci. U pořizovacích nákladů na zařízení, dokonce Tecnomatix umožňuje variantu vyrobení zařízení ve vlastním podniku. Počítá tedy s plánovanou cenou materiálu, a hodinami strávenými konstrukcí, instalováním a ostatními přípravnými činnostmi. Následně je porovná se skutečnými hodnotami, a to i v libovolné fázi rozpracovanosti, kterou je možné zadat v procentech. Výsledné nákladové odchylky plánovaného a skutečného stavu automaticky zobrazí v nákladovém okně barevně odlišené (viz Obrázek 7-2 a Obrázek 7-3). U nákladů na operace je situace podstatně jednodušší, zadává se pouze cena příslušné operace. Samozřejmostí je automatické sčítání dílčích nákladů při přechodu o úroveň výš.

8.4 Náročnost zvládnutí systémů pro uživatele

Základní znalosti ohledně systémů, se dají vstřebat v případě visTablu během dvou vyučovacích hodin, zatímco Process Designer zabere přibližně dvojnásobnou dobu, tedy okolo čtyř hodin. V případě visTablu je to zásluha převážně velké přehlednosti a intuitivnosti ovládání. Následná práce na tomto konkrétním layoutu se v obou nástrojích nelišila až tolik významně, pracovní čas strávený ve visTablu se pohybuje okolo 25 hodin, zatímco v Tecnomatixu kolem 30, což je zapříčiněno větším množstvím dat, které se do softwaru dají zadávat. Do práce není započten čas strávený tvorbou obrázkových výstupů z daných softwarů, jakožto ani čas strávený tvorbou 3D modelu výrobní haly pro software Tecnomatix.

Oba softwarové nástroje pocházejí z Německa, tudíž je základním jazykem němčina, přičemž oba obsahují anglickou lokalizaci. To však neplatí v případě knihoven u visTablu, jelikož ty mají svůj název v němčině a software překládá pouze nastavení a ovládání, nikoli názvy zdrojů v knihovnách, což může německy nemluvícím uživatelům způsobovat jisté obtíže. Tyto problémy však kompenzuje fakt, že na rozdíl od Tecnomatixu vůbec nějaké základní knihovny visTable obsahuje.

8.5 Pořizovací cena, hardwarové požadavky a stabilita systémů

Pořizovací cena za oba softwary je nesrovnatelná, jelikož cena za visTable se pohybuje okolo 120 tis. Kč, zatímco Tecnomatix stojí přibližně 2 miliony Kč. Nutno podotknout, že v případě Tecnomatixu se jedná o cenu za program Process Designer a Process Simulate dohromady. Tento fakt však nic nemění na tom, že Process Designer se pohybuje v cenových hladinách o řád výše.

VisTable nemá žádné zvláštní požadavky na hardware, co se týče softwaru je nutná předchozí instalace produktu Microsoft Visio 2003 (SP3), 2007 nebo 2010 32 bitové verze, na disku zabere řádově desítky MB. Oproti tomu Tecnomatix má doporučené hardwarové požadavky 4 GB RAM, čtyřjádrový procesor o frekvenci 3 GHz a velikost místa na disku 5 GB, nároky na grafiku splňují všechny řady NVIDIA Guatro. Jako předinstalovaný software vyžaduje databázový systém ORACLE.

Stabilita systému je značnou hodnotou, kterou může uživateli nabídnout. Během zpracování této práce nenastal s Process Designerem jediný problém co by se stability týkal. Naproti tomu, při práci s visTablem byl pád celého systému až příliš častým jevem. Jediným účinným opatřením proti tomuto je nezvykle velmi časté a pravidelné ukládání dosavadní práce.

8.6 Vhodnost použití jednotlivých programů

Přestože jsou oba softwarové nástroje vhodné pro tvorbu výrobního layoutu, který dokáží oba softwary po vizuální stránce vytvořit téměř totožně, jejich vedlejší a doplňkové funkce se značně liší. Nelze tedy jednoznačně určit, který z oněch softwarů je lepší či horší, poněvač jejich pole působnosti je velmi rozdílné. To vychází především z konceptu obou programů. Zatímco visTable je samostatný software, od relativně malé společnosti *Plavis GmbH*, zaměřující se především na využití ploch a zobrazení materiálových toků. Tecnomatix Process Designer je pouze segmentem z mnohem většího uskupení od společnosti Siemens, zabývající se řízením životního cyklu produktu. Proto do něj lze zadávat daleko větší množství dat, které následně mezi sebou jednotlivé softwary sdílejí. Process Designer je tedy vhodný pro opravdu velké a silné podniky, zabývající se sériovou, linkovou či vysoce náročnou výrobou. Pro jiné podniky nabízí tento produkt funkce, které by ani nemusely využít a to za poměrně vysokou cenu. Naproti tomu visTable se hodí pro všechny typy výroby a cenově je daleko dostupnější. Nenabízí sice tolik funkcí jako Process Designer, jeho použití při plánování materiálových toků je však velmi nápomocné.

Následující tabulka obsahuje souhrnný seznam již zmíněných vlastností a funkcí obou softwarových nástrojů v přehledné formě, přičemž rozděluje funkce na vizuální, funkční a ostatní.

Vlastnosti / funkce		Process Designer	VisTable
Vizuální	3D zobrazení výrobního layoutu	✓	✓
	2D zobrazení výrobního layoutu	✗	✓
	2D schéma výrobního layoutu	✓	✗
	Otevřené knihovny zdrojů	✓	✓
	Základní knihovny zdrojů	✗	✓
Funkční	Výrobní časy	✓	✗
	Přepavní časy	✓	✗
	MTM metody	✓	✗
	Požizovací náklady zdrojů	✓	✗
	Náklady na operace	✓	✗
	Materiálové toky	✗	✓
	Přepavní vzdálenost	✗	✓
	Členění výrobních ploch	✗	✓
	Progrese u polotovaru	✓	✗
	Kontrola kolizí	✓	✓
Ostatní	Intuitivní ovládání	✗	✓
	Stabilní systém	✓	✗
	Nízké hardwarové požadavky	✗	✓
	Nízké pořizovací náklady na software	✗	✓
	Možnost uživatelského členění výstupů	✓	✗
Možnost vytvořit makra	✓	✗	

Tabulka 4 Souhrnné vlastnosti

ZÁVĚR

Tvorba výrobního layoutu pomocí softwarových nástrojů, se ukazuje jako velmi efektivní cesta k získání funkčně promyšleného rozložení výrobních strojů. Velkou výhodou je možnost zkoušení různých variant výrobního uspořádání, bez nutnosti jakékoli změny ve výrobě, čímž vzniká značná úspora nákladů. Příslušná linka tedy může být v provozu během celého procesu návrhu přeměny, dokud nebude dosaženo optimální varianty.

Na trhu dostupné softwary se liší především v dostupnosti, náročnosti na uživatele a množství dalších nabízených funkcí, krom tvorby výrobního layoutu. Firma jako zákazník si tedy nejprve musí vyjasnit, jaké další funkce po softwaru vlastně požaduje a dle toho si zvolit vhodný produkt. Softwary se mohou lišit v používaných vstupních a výstupních datech, používání výrobních časů, zobrazování materiálových toků, počítáním s náklady na operace a mnoha dalšími navazujícími funkcemi. Důležitou roli hraje také možnost využití oněch výstupů, či přímé napojení na jiné softwary v rámci celého digitálního podniku.

Tato práce porovnává dva konkrétní softwarové nástroje, kterými jsou Tecnomatix Process Designer a visTable. Výstupem není jednoznačné určení, který z těchto softwarových produktů je lepší či horší, nýbrž popis jejich odlišností z různých hledisek a přehledná tabulka funkcí, které nabízejí či nikoli. Srovnávání bylo prováděno na základě vytváření výrobního layoutu pro zvolenou výrobní součást.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Gregor, M., Košturiak, J., Mičieta, B.: *Projektovanie výrobných systémov pre 21. Sto-ročie*, Žilinská univerzita v Žilíně v EDIS, Žilina, 2000. ISBN 80-7100-553-3.
- [2] Král, M., Zelenka, A.: *Projektování výrobních systémů*, ČVUT, ISBN 80-01-01302-, Praha, 1995.
- [3] Němejc, J., Cibulka, M.: *Projektování a výstavba strojírenských podniků*, VŠSE v Plzni – ediční středisko, Plzeň, 1986

ELEKTRONICKÉ ZDROJE

- [4] *Digital factory* [online]. 2011 [cit. 2011-12-06]. Digital factory. Dostupné z WWW: <<http://digipod.zcu.cz/>>.
- [5] E-learning: *Plánování výrobního layoutu s pomocí nástroje visTable*, Černý, Z.
- [6] E-learning: *Projektování výrobních systémů a DP*, Bureš, M.Šrajer, V.
- [7] *VisTable* [online]. 2010 - 2012 [cit. 2011-12-06]. VisTable. Dostupné z WWW: <<http://www.vistable.de/>>.
- [8] *Siemens* [online]. 2011 [cit. 2011-12-06]. Siemens. Dostupné z WWW: <http://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/products/t-tecnomatix/index.shtml>.