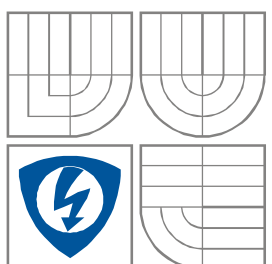


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV ELEKTROTECHNOLOGIE

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC TECHNOLOGY

VÝROBNÍ LOGISTIKA PRODUCTION LOGISTICS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

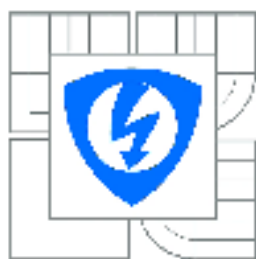
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

PETR SUSKO

VEDOUČÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ ŠPINKA

BRNO 2010



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav elektrotechnologie

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor
Mikroelektronika a technologie

Student: Petr Susko

ID: 70039

Ročník: 3

Akademický rok: 2010/2011

NÁZEV TÉMATU:

Výrobní logistika

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Seznamte se s problematikou organizace výroby v elektrotechnickém podniku a jejího řízení pomocí počítačových programů. Pro konkrétní výrobu navrhněte racionalizaci uspořádání (layout) pracovišť a navrženou změnu vyhodnoďte.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Podle doporučení vedoucího práce.

Termín zadání: 7.2.2011

Termín odevzdání: 2.6.2011

Vedoucí práce: Ing. Jiří Špinka

doc. Ing. Jiří Háze, Ph.D.

Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou výrobní logistiky, organizací výroby v podniku a jejího řízení i za pomoci softwarových nástrojů. Práce začíná teoretickou studií zadaného tématu, která obsahuje popis základních cílů a úkolů výrobní logistiky, zásady technologického projektování, popis způsobů plánování a řízení výroby a v poslední části teoretické studie se pojednává o aplikaci různých softwarových nástrojů. Druhá část se již týká praktické části bakalářské práce a obsahuje kompletní popis a nasbíraná data z aktuální výroby, jejich vyhodnocení a shrnutí. Ve třetí části se práce zabývá již přímo diagnostikou chyb výroby, její racionalizací a optimalizací procesů ve výrobě probíhajících. V poslední části je potom celkové porovnání současného a navrhovaného rozložení výroby.

Abstract

This thesis deals with the production logistics, organization of production in the company and its management as well as using software tools to control it. The work begins with a theoretical study of a given topic, which contains a description of the basic goals and tasks of a production logistics, technology design principles, a description of production planning and control. In the last part of theoretical study deals with the application of various software tools to a logistics control and planning. The second part focuses on the practical concerns of the thesis and includes a complete description and data collected from current production, evaluation and summary. In the third part of the bachelor's thesis we deal with manufacturing errors, the redeployment and optimization of production processes. In the last part is the overall comparison of current layout and proposed production layout.

Klíčová slova

výrobní logistika, plánování, řízení, rozmístování objektů, uspořádání výroby, stroje, zařízení, softwarové nástroje, výroba, PPC, materiálový tok, racionalizace výroby, rozložení výroby

Keywords

production logistics, planning, management, placement of objects, the organization of production, machinery, equipment, software tools, production, PPC, material flow, redeployment, plant layout

Bibliografická citace díla:

SUSKO, P. *Výrobní logistika*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2011. 66 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jiří Špinka.

Prohlášení autora o původnosti díla:

Prohlašuji, že jsem tuto vysokoškolskou kvalifikační práci vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce, s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V Brně dne

.....

Poděkování:

Děkuji vedoucímu diplomové práce Ing. Jiřímu Špinkovi, za metodické a cíleně orientované vedení při plnění úkolů realizovaných v návaznosti na bakalářskou práci. Dále děkuji spolupracující firmě ICSC Brno a.s., za poskytnutí prostoru k získání potřebných dat pro bakalářskou práci a také panu Davidu Bezděkovi, za jeho pomoc, poskytnuté rady a zkušenosti.

Obsah

Úvod.....	10
1 TEORETICKÁ ČÁST.....	11
1.2 Cíle a úkoly výrobní logistiky	11
1.2.1 Cíle výrobní logistiky	11
1.2.2 Úkoly výrobní logistiky.....	12
1.3 Technologické projektování	13
1.3.1 Postup při sestavování návrhů.....	13
1.3.1.1 Diagnostika.....	13
1.3.1.2 Sběr informací	13
1.3.1.3 Návrh	14
1.3.2 Kapacitní propočty	15
1.3.3 Způsoby uspořádání výroby	17
1.3.4 Volba uspořádání výroby	19
1.3.5 Rozmístění strojů a zařízení v provozu.....	20
1.3.6 Rozmístování strojů a pracovišť	23
1.4 Plánování a řízení výroby.....	24
1.4.1 Plánování výrobního programu	24
1.4.2 Plánování potřeby.....	25
1.4.3 Systémy používané pro plánování a řízení výroby.....	26
1.4.5 Řízení a rozbor materiálového toku	28
1.5 Výrobní logistika v systémech aplikačního softwaru.....	31
1.5.1 Plánování pomocí PPC.....	31
1.5.2 Softwarové návrhové systémy používané v praxi	33
2 ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU.....	34
2.1 Představení společnosti ICSC Brno a.s.....	34
2.2 Zhodnocení současné výroby a sběr informací	35
2.2.1 Rozložení prostor výroby ICSC.....	35
2.2.2 Současný stav výroby	36
2.2.2.1 Výrobní plochy.....	36
2.2.2.2 Přehled základních údajů o výrobních prostředcích a počtu pracovníků	37
2.2.2.3 Aktuální vytížení jednotlivých strojů	39
2.2.2.4 Aktuální rozmístění výroby	41
2.2.2.5 Senkeyevův diagram současného rozložení výroby.....	42
2.2.2.6 Způsoby dopravy materiálu.....	44
2.2.2.7 Časová náročnost dopravy.....	45
2.2.2.8 Průběžné doby jednotlivých dávek výrobků	47
2.2.2.9 Propočty zaměstnanců a stanovení jejich úloh v námi uvažované výrobě.....	47
2.2.2.10 Údržba provozu	49
3 NÁVRH RACIONALIZACE VÝROBY.....	50

3.1	Projektové omezení a specifikace požadavků	50
3.2	Identifikace problémů.....	50
3.3	Návrh řešení	51
3.3.1	Změny ploch pracovišť.....	51
3.3.2	Popis změn pracovišť	53
3.3.3	Množství výroby na jednotlivých strojích v nově sestavené výrobě.....	54
3.3.4	Vytížení strojů nově sestavené výroby	55
3.3.5	Schéma materiálových toků nově sestavené výroby výroby	56
3.3.6	Výpočet časů dopravy mezi pracovišti nově navrženého rozložení výroby.....	58
3.3.8	Sankeyův diagram navrhovaného uspořádání výroby.....	59
4	SROVNÁNÍ SOUČASNÉHO A NAVRHOVANÉHO USPOŘÁDÁNÍ VÝROBY	60
4.1	Srovnání množství výroby na jednotlivých strojích	60
4.2	Srovnání procentuelního využití jednotlivých strojů.....	61
4.3	Srovnání celkových průběžných dob jednotlivých výrobků a vzdáleností mezioperační dopravy	62
4.4	Srovnání průměrných hodnot průběžné výroby adoby a vzdáleností mezioperační dopravy	63
5	ZÁVĚR.....	64
6	LITERATURA.....	66

Úvod

V dnešní době konkurenčního a ekonomického prostředí, kdy se požadavky zákazníků stále častěji a rychleji mění, vyvstává potřeba flexibilní reakce na tyto podněty. Pozornost je více věnována rozvoji a využívání moderního řízení ve společnosti. Nutností se stává dokonale pružný systém, který musí být schopen bezproblémově reagovat na potřeby vnějšího okolí.

Klíčovým úkolem podniku, který chce být úspěšný a chce efektivně alokovat své zdroje, aby jeho výrobky či služby byly z hlediska ceny i kvality konkurenceschopné, je především umění zvyšovat produktivitu a svou výkonnost při využití synchronizace stěžejních podnikových zdrojů. Ideální by samozřejmě bylo, kdyby podnik využíval svých zdrojů na 100 %. Potom lze namítnout, že by přece šlo o nějaké neuskutečnitelné „perpetuum mobile“. Ale i přesto se musí podnik, který chce být úspěšný a na světové úrovni, neustále snažit maximálně se přibližovat tomuto ideálnímu 100 % standardu. Jedno z řešení, které může pomoci přiblížit se k tomuto stavu představuje výrobní logistika.

Problematika zavádění různých metod a druhů výrobní logistiky do výroby a služeb dnes představuje velmi aktuální téma, které je vhodné řešit. Zavádění vhodných přístupů a poznatků a zkušeností, které sdružuje obor výrobní logistika, je známé především z oblastí hromadné a velkosériové průmyslové výroby, kde doznalo prokazatelné výsledky ve zvyšování produktivity a konkurenceschopnosti.

Tato práce se zabývá popisem základních pojmů z oblasti výrobní logistiky, jejího plánování, kontrolování, vylepšování, konkretizací cílů logistiky, jejími úkoly a možnostmi použití v praxi. Dalším důležitým bodem je technologické projektování, které má na výrobní logistiku přímou návaznost a funguje jako jeden z prostředků, jak aplikovat principy výrobní logistiky na vlastní výrobu a jak ji co nejlépe využít. V práci je popsáno jak se získávají data, jak se diagnostikují, a jak se s nimi nakládá. Tyto poznatky jsou dále použity v praktické části, která má za hlavní úkol zracionalizovat současnou výrobu v námi vybraném podniku za pomoci prostředků. Které byly popsány v teoretické části bakalářské práce. V praktické části se zaměříme především na získávání dat z výroby, jejich interpretaci, diagnostiku chyb výroby a jejich napravování či minimalizování.

Výstupem této práce by měla být zracionalizovaná podoba existující výroby, porovnání návrhu se současným stavem a vyhodnocení zlepšení, která vznikla racionalizací výroby.

1 TEORETICKÁ ČÁST

1.2 Cíle a úkoly výrobní logistiky

1.2.1 Cíle výrobní logistiky

Nejvyšším cílem logistického řízení je přemístování zboží, informací, energie, osob a financí v žádaném okamžiku na požadované místo, při optimálních podmínkách, nákladech a s úrovní služeb vyhovujících nárokům odběratele.

Logistická koordinace a synchronizace průtoku materiálu a informací napříč podnikem, je nesnadnou záležitostí, neboť obsahuje určité dílčí cíle, které sledují jednotlivé útvary a tyto cíle jsou často velmi rozmanité a leckdy až protichůdné.

Podle [4] je potřeba si uvědomit:

- pro nákup jsou výhodné velké dávky nakupované od stálých, osvědčených dodavatelů, neboť tak lze dosáhnout výhodné nákupní podmínky i nákladové vztahy,
- výroba potřebuje pracovat ve velkých výrobních dávkách a s malým počtem variant výrobků a pokud možno s co nejmenšími změnami ve výrobním planu tak, aby byly pokud možno rovnoměrně vytíženy kapacity výrobních zařízení,
- prodej naopak vyžaduje co největší pružnost výroby, maximální rychlost reakce na změny poptávky, rychlé zpracování zakázek, výrobu velkého počtu variant výrobků a vůbec široký sortiment výrobků, možnost vyrobit takovou dávku, jakou požaduje odběratel.

Rozdílné požadavky nákupu, výroby a prodeje se střetávají např. ve skladovém hospodářství. Pro něj jsou výhodné nízké stavy zásob, jednoduchost sortimentu, plynulost v doplňování zásob i v odběru. Financování preferuje minimalizaci prostředků, jež jsou vázány v zásobách, usiluje o nízké výrobní náklady a o malé ztráty.

Obzvláště těžkým úkolem pro logistiku je stanovit správnou velikost a rozmístění zásob hotových výrobků, protože požadavek prodeje na vysokou pohotovost dodávek je v rozporu s požadavkem udržet jen minimální zásoby hotových výrobků.

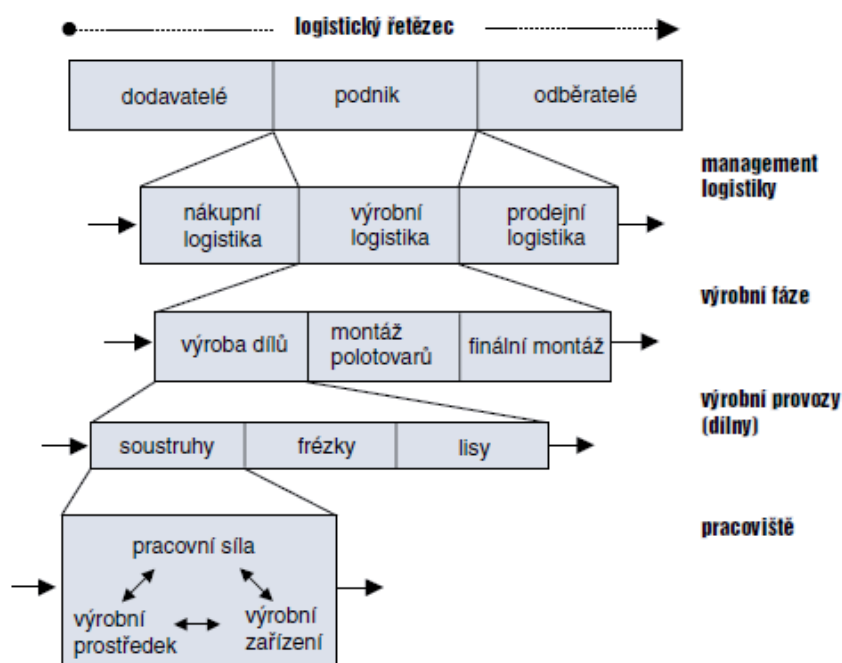
Podobně je obtížné vyhovět požadavku s minimalizací zásob nakupovaného materiálu, jestliže jistota a dodávat láce jsou podmíněny nákupem velkého množství materiálu. Jiné střety zájmu vznikají, chceme-li zkrátit průběžnou dobu výroby a zároveň dosáhnout nízkých nákladů na přípravu výroby, jestliže chceme výrobu přizpůsobit kolísající poptávce a přitom optimálně využívat výrobní kapacity, nebo chceme-li vyrábět široký sortiment výrobků s mnoha individuálními variantami výrobků a zachovat výhody hromadného charakteru výroby. [2]

Harmonizace těchto dílčích cílů v podstatě není možná, dosažitelné jsou pouze určité kompromisy. Posláním logistiky však není zprostředkovávat kompromisy mezi dílčími cíli dvojic či trojic podnikových útvarů. Úloha logistiky spočívá především v nahrazení této tříšťe dílčích cílů jedním společným, kooperativním cílem pro všechny útvary podniku, a tím je úplné uspokojení potřeb zákazníka, dosažitelném při splnění výkonového cíle a ekonomického cíle.

Výkonový cíl spočívá ve schopnosti pohotově dodávat. Klíčovým momentem z hlediska tohoto cíle je tedy rychlost.

Podstatou ekonomického cíle je zajistit tuto rychlost dodání zboží zákazníkům při přiměřených nákladech, resp. při udržení likvidity podniku. Ekonomický cíl nelze přímočaře spojit s minimalizací nákladů, neboť platí, že o minimální výši nákladů je možno usilovat jedině v případě, že je zajištěna vysoká úroveň logistických služeb a náklady se stávají nástrojem v konkurenčním boji. Je-li třeba tímto nástrojem učinit zvyšování úrovně logistických služeb, pak nemá smysl usilovat o minimální náklady, ale o náklady optimální.

Stále většího významu nabývají logistické služby. Rozumíme jimi komplex služeb dodavatele nabízených zákazníkům. Tyto služby „obalují“ nabízený výrobek. Jsou to: spolehlivost dodání, úplnost dodávek, krátké dodací lhůty a předprodejní a prodejní služby. K těmto nejvíce ceněným složkám přistupují ještě: kvalita distribuce a poskytování informací zákazníkům, např. o místě, kde se výrobek na cestě právě nachází a o přesné době jejího dodání. [4]



Obr.1: Řetězec výrobní logistiky

1.2.2 Úkoly výrobní logistiky

Základním úkolem výrobní logistiky je tvorba výrobní struktury podniku založené na účelném system hmotných toků (výrobní plánování podniku).

Obecným úkolem je vytvoření podmínek pro zajištění technicky bezporuchového, hospodárného průběhu výrobního procesu při současném zabezpečení příznivých pracovních podmínek. Jeho předmětem může rovněž být rozvojové plánování výrobních pracovišť, jakož i plánování obnovy, přestavby a rozvoje již existujících provozů. [2]

Z obecného vymezení úkolů podnikového výrobního plánování lze stanovit všeobecně platné hlavní cíle:

- plánování předvýrobního skladování materiálů a polotovarů
- manipulaci s materiálem v různých stupních fáze výroby
- mezioperační a operační dopravu
- mezioperační skladování
- manipulaci při montáži celků
- manipulaci s hotovými výrobky
- pracovní podmínky příznivé pro pracovní sílu

1.3 Technologické projektování

Tato oblast zahrnuje plánování výrobních kapacit a organizace pracovišť v souladu s materiálovým tokem. Hlavní cíle této oblasti jsou:

- Optimální výrobní a materiálové toky
- Příznivé pracovní podmínky
- Příznivé vytížení ploch a prostorů, strojů a zařízení
- Vysoká flexibilita – pružnost při využití budov, staveb a zařízení

Plánování výrobní struktury také zahrnuje projektování nových výrobních systémů (dílen, pružných výrob, typových pracovišť) či rekonstrukci nebo rozvoj již existujících výrobních systémů. [1]

1.3.1 Postup při sestavování návrhů

Metodický postup je důležitým předpokladem pro sestavení dobrého návrhu. Příprava návrhu je cyklická činnost a probíhá v těchto etapách. 6

- Diagnostikace (orientační průzkum),
- Sběr informací (shromáždění podkladů),
- Rozbor stávajícího stavu (současného stavu),
- Návrh.

1.3.1.1 Diagnostika

V této etapě se jedná o prvotní, rychlé seznámení s objektem řešení, specifikování hlavních a podstatných problémů, možných projekčních a racionálních přístupů. Diagnostiku obvykle provádí nejzkušenější pracovníci, znalí vzájemných závislostí, jevů a jejich možných řešení.

1.3.1.2 Sběr informací

Sběr informací je potřeba organizovat, aby mohlo dojít k efektivnímu zkrácení průběžné doby. Pokud tak neučiníme, bude to mít za následek značné nevyužití tvůrčích pracovníků, kteří ztratí mnoho času sháněním potřebných podkladů. Existují dvě skupiny informací – informace z evidence a

informace z pozorování.

Informace z evidence - jsou jednoznačné, ale mnohdy se musí přepočítávat přivádět nebo dále členit do skupin, které jsou vázány na řešený problém.

Informace z pozorování - tyto informace se sice získávají obtížně, ale za to jsou aktuální, konkrétně zaměřené a objektivně zobrazují realitu.

1.3.1.3 Návrh

Při návrhu by měl řešitel postupovat samostatně, uplatnit vlastní tvůrčí talent a vhodně využívat dílčích a vzorových řešení, aby by byl řešitel schopen, za pomoci nejnovějších poznatků vědy a techniky, rozpracovat jednotlivé směry řešení a vybrat nejvhodnější variantu.

Další součástí projektu je ekonomické zhodnocení návrhů, kde provádíme porovnání nákladů a přínosů. [13],[14]

Metody sestavování návrhů:

V dnešní době existuje řada metod, které projektantovi pomohou sestavit optimální dispozici. V průběhu projektování se kombinuje řada metod, návodů, technik a zvyklostí.

Pro návrh dispozic se nejčastěji používají metody:

- metoda využívající schématu vícepředmětného sledu činností,
- trojúhelníková metoda,
- kruhová metoda,
- prostá trojúhelníková metoda,
- metoda těžiště,
- metoda S.L.P. („ Systematic Layout Planning “),
- metoda souřadnic,
- metoda k posouzení možností vytváření specializovaných dílen,
- metoda posloupnosti operací,
- metoda vyhodnocování mezidílenských vztahů,
- metoda CRAFT („ Computer Relative Allocation of Facilities Technique “),
- experimentální a simulační metoda.

1.3.2 Kapacitní propočty

Aby se zabezpečilo plnění plánované výroby v jednotlivých dílnách, provozech a závodech, je potřeba zpracovat kapacitní výpočet.

Kapacitním výpočtem lze stanovit teoretickou potřebu:

- prostředků pro manipulaci,
- strojů a zařízení,
- pracovníků,
- ploch,
- energií dle jednotlivých druhů.

V naší práci se budeme zabývat hlavně manipulací se stroji a zařízeními, pracovníky a prostředky manipulace.

Pomocí kapacitních propočtů lze porovnat vzájemné vztahy mezi požadavky a současnými možnostmi, zjišťujeme nedostatek strojů a zařízení, popřípadě nedostatečné využití strojů. Také je kapacitní propočet podkladem pro určování investičních a provozních nákladů.

Podle podrobnosti zpracování se dá kapacitní propočet rozlišit na:

- **orientační:** - není potřeba mít přesné údaje o počtu a druhů strojů, stačí základní podklady o potřebě ploch, pracovníků, orientační potřebě energie.
- **podrobné:** - pro zpracování kapacitního propočtu se vychází z konkrétních údajů.

Časové fondy:

Pro určení potřebné množství pracovišť, strojů, zařízení a dělníků je nutno znát, kolik hodin v roce mohou pracovat – tzv. efektivní časové fondy. Při výpočtech přitom vycházíme z kalendářního roku a počtu pracovních dnů. [10]

E_r – Roční fond ručního pracoviště v jedné směně je stejný jako celkový roční počet pracovních hodin ve směně. U ručního pracoviště se nepočítá s odstavením na opravy.

E_s – Efektivní časový fond stroje [h/rok] při jedné směně. Z celkového počtu pracovních dnů bývá stroj průměrně 12 dnů odstaven z důvodu plánovaných oprav, údržby a 3 dny z důvodu neplánované opravy (poruchy). Z celkového počtu pracovních dnů to činí asi 6%. U velkých strojů pak 10%. [10]

$$E_s = E_r - (0,04 \div 0,08) \cdot E_r \quad (1)$$

Výpočet strojů a zařízení:

$$P_{th} = \frac{t_k \cdot N}{60 \cdot E_s \cdot S_s} \quad (2)$$

kde: P_{th} ... teoretický počet strojů [ks]
 t_k ... kusový čas na danou operaci [Nmin]
 E_s ... efektivní fond stroje v jedné směně [h/rok]
 N ... počet vyráběných kusů [ks]
 S_s ... směnnost strojních pracovišť

Pro zajištění možných přesunů a jiná opatření a hodnocení nám slouží rozbor využití operace:

$$\eta_{op} = \frac{P_{th}}{P_{sk}} \quad (3)$$

kde: η_{op} ... využití strojů dané operace [%]
 P_{th} ... teoreticky vypočtený počet strojů [ks]
 P_{sk} ... skutečný počet strojů [ks]

Tento výpočet se velice často převádí do grafického znázornění, kdy za pomoci např. sloupcových grafů získáme přehled o časovém využití strojů. [10]

Výpočet dělníků:

A) Strojní:
$$D_{vs1} = \frac{t_k \cdot N}{60 \cdot E_s \cdot S_s \cdot k_{pns}} \quad (4)$$

$$D_{vs2} = (S_s - 1) \cdot D_{vs1} \quad (5)$$

B) Ruční:
$$D_{vr1} = \frac{t_k \cdot N}{60 \cdot E_r \cdot S_r \cdot k_{pnr}} \quad (6)$$

Rozdělení do směn:
$$D_{vs2} = D_{vr1} + D_{vr2} \quad (7)$$

 Sem zadejte rovnici.

Celkový počet výrobních dělníků:
$$D_v = D_{vs} + D_{vr} \quad (8)$$

kde: D_{vs1}, D_{vs2} ... počet výrobních strojních dělníků v 1. a 2. směně
 S_s, S_r ... směnnost strojních a ručních dělníků
 D_{vr1}, D_{vr2} ... počet výrobních dělníků ručních v 1. a 2. směně
 D_v ... celkový počet výrobních dělníků

Výpočet ploch:

Plocha výrobní:
$$F_v = F_s + F_r \quad (9)$$

$$F_s = f_s \cdot P_{sk} \quad (10)$$

$$F_r = f_r \cdot P_r \quad (11)$$

kde: F_v ... výrobní plocha [m²]
 F_s ... výrobní plocha strojních pracovišť [m²]
 F_r ... výrobní plocha ručních pracovišť [m²]
 f_r ... měrná plocha ručního pracoviště [m² / ruční pracoviště]
 f_s ... měrná plocha strojního pracoviště [m² / stroj]

Plocha pomocná: $F_r = F_{phn} + F_{pú} + F_{pskl} + F_{pdc} + F_{pk} = (0,4 \div 0,6)F_v$ (12)

Strukturální rozložení je následující:

$F_{phn} = (14 \div 16)\% \cdot F_p$...pomocná plocha pro hospodaření s náradím
(13)

$F_{pú} = (14 \div 16)\% \cdot F_p$...pomocná plocha údržby
(14)

$F_{pskl} = (27 \div 30)\% \cdot F_p$...pomocná plocha skladová
(15)

$F_{pdc} = (32 \div 35)\% \cdot F_p$...pomocná plocha vnitřních dopravních cest
(16)

$F_{pk} = (7 \div 9)\% \cdot F_p$...pomocná plocha kontroly
(17)

1.3.3 Způsoby uspořádání výroby

Základní systémy uspořádání výroby můžeme rozdělit takto do dvou skupin:

- A) s pohybem výrobku nebo bez pohybu výrobku
- B) s dělením na operace nebo bez dělení na operace

Tyto systémy můžeme pak dale kombinovat a vytvářet z nich nám vyhovující uspořádání a to následovně:

- **Systém bez pohybu výrobku a bez dělení na operace** – Celý výrobek je zhotoven na jednom místě jedním pracovníkem, vhodné pro malosériovou výrobu s vysokým podílem ruční práce.
- **Systém bez pohybu výrobku s dělením na operace** – Celý výrobek je zhotoven na jednom místě tak, že na něm skupiny pracovníků provádějí různé operace. Nejčastěji se tento systém používá při výrobě rozměrných a těžkých výrobků, jako např. lodě či letadla.
- **Systém s pohybem výrobku a dělením na operace** – Jednotlivé operace na výrobku se provádějí na různých stanovištích na která je materiál přisouván a výrobky odebírány. Vhodný systém pro hromadnou výrobu ve velkých sériích.

Podle zvoleného systému výroby je poté také potřeba zvolit i uspořádání do příslušných pracovišť na která je materiál a součásti přisouvány. Pokud je to vhodné, můžeme samozřejmě použít i různé kombinace technologických uspořádání za účelem omezení nevýhod jednotlivých uspořádání, takovým uspořádáním se říká **kombinovaná**. [1]

Nejčastěji používaná jednotlivá uspořádání jsou tato:

A) Dílenské uspořádání - vhodné pro systém výroby bez pohybu součástí a bez dělení na operace. V dílně jsou umístěny nástroje i všechny stroje potřebné pro výrobu, ruční pracoviště pro jednotlivé pracovníky. Takovéto uspořádání je vhodné pro podniky s kusovou výrobou nebo pro prototypové dílny či opravy. Výhodou je nízká pořizovací cena a maximální pružnost výroby, ale toto uspořádání není vhodné pro masovější výrobu a také je potřeba vysoce kvalifikovaných pracovníků.

B) Technologické uspořádání (Proces layout)- Při tomto uspořádání jsou všechny stroje stejné nebo příbuzné profese uspořádány do jednoho technologického souboru (dílny, provozu). Seskupení do dílen záleží na počtu jednotlivých strojů. Při dostatečném počtu se vytváří dílny jednotypově, např. dílna automatických pil, středních soustruhů, při menším počtu strojů vytváříme dílny jedné profese (dílna soustruhu), či obdobné profese (dílna obráběcích strojů). Výhodou tohoto uspořádání je maximální využití strojů, velká pružnost, jednoduché odstraňování odpadu, hospodaření s nářadím a údržba. Nevýhodou je maximální objem dopravy, větší plochy meziskladu a složitější řízení výroby.

C) Předmětné uspořádání (Product layout) - Při předmětném uspořádání jsou stroje a pracoviště seřazeny podle sledu operací výrobku. Výhodami tohoto uspořádání jsou menší objem mezioperační dopravy, malé plochy meziskladu, jednosušší řízení výroby. Nevýhodami jsou nižší využití strojů, složitější odborné řízení mistrem a údržba, možnost vzájemného ovlivňování pracovišť, menší pružnost souboru.

D) Výrobní linky - Výrobní linky jsou vyšším stupněm předmětného uspořádání. Výrobní linka vznikne spojíme-li předmětně uspořádaný soubor dopravním systémem. Hlavními výhodami jsou hlavně vysoká produktivita práce a jednoduché řízení. Nevýhodami jsou vysoké pořizovací náklady, minimální pružnost výroby, vysoké náklady na přestavbu linky při změně výrobního sortimentu

E) Modulární uspořádání (Modular layout) - Uvedený typ uspořádání pracovišť je prakticky nejnovějším typem uspořádání, které se rozšířilo se vznikem a projekčním včleňováním NC techniky. Charakteristickým příkladem modulárního uspořádání je skupinové nasazení NC strojů v klasicky řízené dílně, nebo soustředění více obráběcích nebo tvářecích center. Modulárně uspořádané pracoviště mají vyšší produktivitu práce a proto mají v dílně prioritní postavení jak z hlediska obsluhy strojů nářadím, materiálem, výkresovou dokumentací, tak z hlediska systému plánování a řízení přípravy zakázek. S ohledem na vyšší produktivitu práce je nutno takové typy pracovišť využívat ve dvou- i třisměnném provozu a z tohoto důvodu je mnohdy nutno v technologické projekci často přeorganizovat i ostatní navazující pracoviště. Hlavní výhodou tohoto uspořádání je tedy vysoká produktivita práce, zkrácení operačních i mezioperačních časů, průběžné doby a manipulačních drah a lepší organizace. Za nevýhody můžeme považovat vyšší nároky na technickou přípravu a vysokou cenu strojů a zařízení

F) Buňkové a hnízdové uspořádání (Cellular manufacturing) - Uvedené typy uspořádání jsou dalšími z nově vzniklých způsobů uspořádání pracovišť a svým způsobem jsou dalšími z nově vzniklých způsobů uspořádání modulárního. V technologiích, souvisejících s tvářením známe tyto typy např. v kovárnách, kde je pak pracoviště nazýváno „kovací buňka“ a hlavně při montážích (montážní hnízdo). Buňku obvykle tvoří vysoce produktivní stroj s mechanizovaným nebo automatizovaným okolím (robotem, zásobníky, zařízením na obracení a polohování polotovarů, speciální palety atd.).

V takovém systému je obvykle více než jedno výrobní zařízení, je zde dokonale vyřešena operační i mezioperační manipulace i vlastní řídicí systém, který je často ovládán řídicím systémem nadřízeným. Výhody jsou obdobné jako u modulárního uspořádání, vysoká produktivita, minimalizovaná manipulace s materiálem a navíc zvýšení kvality práce omezením zmetkovitosti v důsledku přesného dodržování technologické kázně. Nevýhody jsou potom totožné s modulárním uspořádáním, vysoká cena strojů a zařízení a vyšší nároky na technickou přípravu.[1],[10]

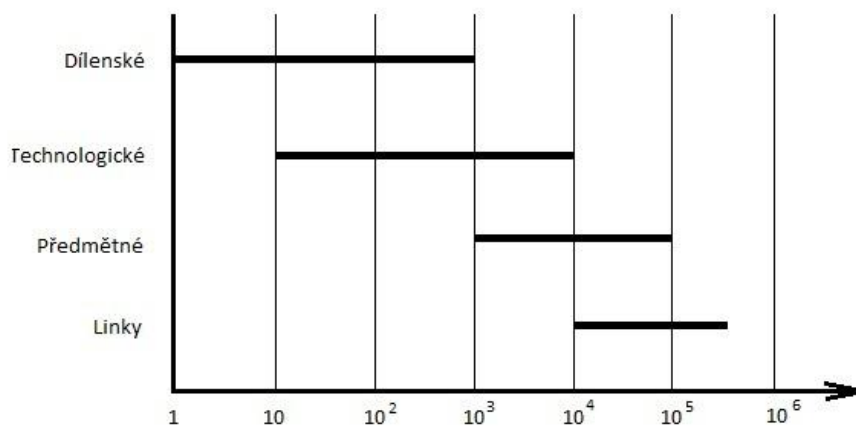
1.3.4 Volba uspořádání výroby

Při volbě uspořádání výroby je našim úkolem navrhnout uspořádání technologických souborů tak, aby se zajistilo:

- Maximální využití kapacity strojů
- Minimální škodlivé vzájemné ovlivňování jednotlivých pracovišť
- Minimální objem i náklady na dopravu

Rozhodnutí o volbě uspořádání výroby závisí také na sériovosti výroby a délce trvání jednotlivých technologických operací. Pokud jednotlivé operace trvají desítky hodin až hodiny, tvoří manipulace s materiálem jen zlomek času výrobního a je vhodné využít výhod technologického uspořádání. U operací trvajících desítky minut roste už význam dopravy materiálu a orijevují se výrazně výhody uspořádání předmětného. Výrobní linky jsou typické pro výroby s časy jednotlivých technologických operací kratších než pět minut.

Je obvyklé, že se uspořádání výroby v široké míře kombinuje, některé skupiny strojů a zařízení jsou uspořádány předmětně nebo do výrobních linek, jiné do technologických dílen. Před definitivním rozhodnutím o uspořádání výroby je také nutné ověřit, jak je splněn požadavek na minimální vzájemné škodlivé ovlivňování jednotlivých pracovišť.



Obr.2: Orientační rozsah použití jednotlivých uspořádání v závislosti na počtu vyráběných kusů [1]

1.3.5 Rozmístění strojů a zařízení v provozu

Důležitým úkolem při rekonstrukci a modernizaci výroby v existujících budovách a při rozšiřování či nové výstavbě je správně stanovit vhodné rozmístění strojů a zařízení. Stanovíme-li si správně rozmístění, můžeme minimalizovat materiálové toky a tako odstarnit vzájemné rušení mezi jednotlivými pracovišti.

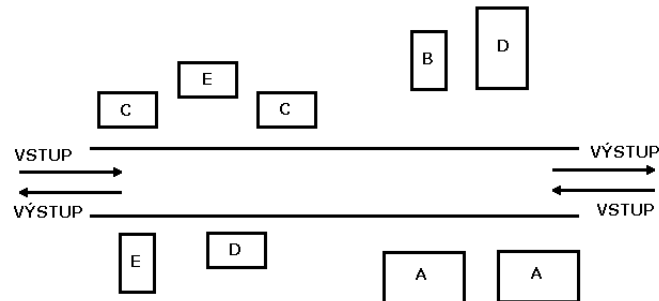
Obecné požadavky na rozmístění pracovišť:

- Musí zajišťovat dobré využití celkové plochy při minimálním vzájemném rušení
- dopravní plochy musí navazovat na dopravní systém závodu a umožňovat dopravní styk se všemi stroji bez vzájemného rušení
- vzájemná poloha zařízení musí umožnit řády a bezpečný provoz, údržbu, seřizování a opravy
- ke strojům je vhodné umístit jejich energetické příslušenství
- celková dispozice má vytvořit dobré pracovní prostředí

Rozmístění strojů v dílnách také závisí na dopravním řešení a uspořádání výroby. Doprava může být řešena buďto s jedním místem příjmu materiálů a předáváním výrobků nebo s místem příjmu materiálu na jedné straně a s předáváním výrobků na druhé straně dílny. [1]

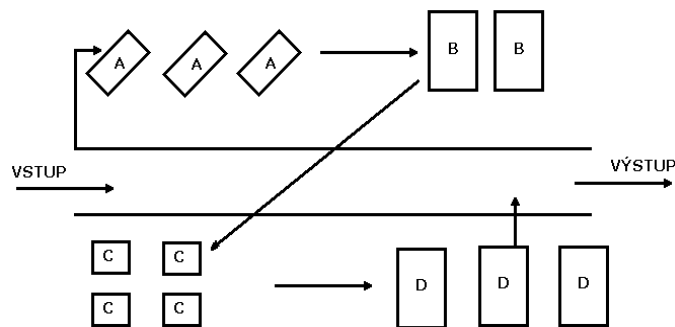
Pro jednotlivá uspořádání výroby se obvykle používají následující rozmístění strojů:

A) Dílenské uspořádání - jedno místo příjmu i předávání, Ruční pracoviště se umísťuje v řadách s jedním až třemi pracovními stoly vedle sebe do místa s nejlepším osvětlením.



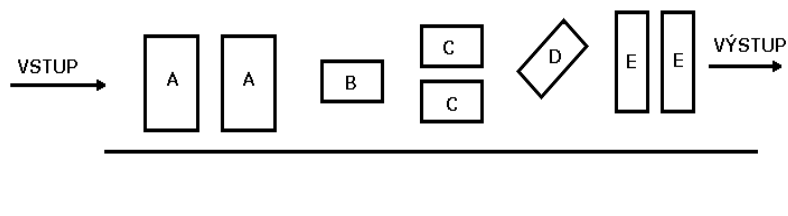
Obr.3: Schéma dílenského uspořádání s řešením dopravy [1]

B) Technologické uspořádání - v technologicky uspořádaných souborech se stejnými stroji se stroje umísťují podle počtu do dvou nebo čtyř řad podél dopravních cest podle konkrétního půdorysu haly.



Obr.4: Schéma technologického uspořádání s řešením dopravy [1]

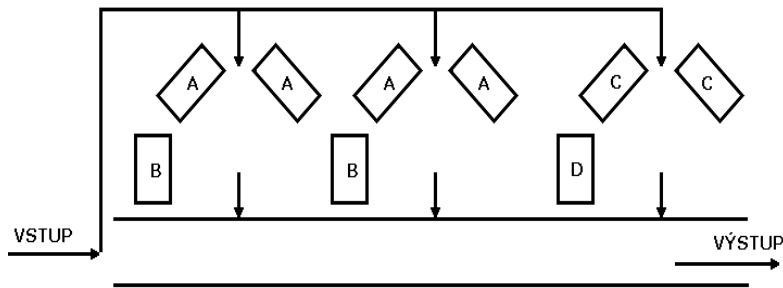
C) Předmětné uspořádání - Při tomto uspořádání je obvyklý průběžný systém dopravy. Stroje se staví do řad ve sledu podle výrobních operací.



Obr.5: Schéma předmětného uspořádání s řešením dopravy [1]

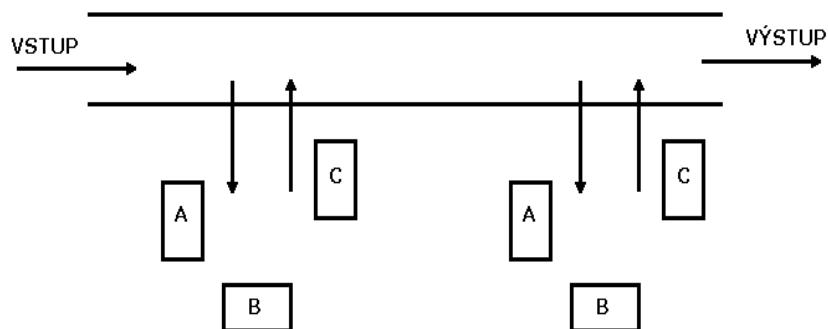
D) Výrobní linky - Tvar a uspořádání výrobních linek je vždy velmi specifické pro jednotlivé provozy a jsou dány její konstrukcí a potřebami výroby. Předpokládá se tu průběžný dopravní systém v návaznosti na další operace.

E) Modulární uspořádání (Modular layout) - Toto uspořádání je charakteristické seskupováním stejných technologických bloků, z nichž každý plní více technologických funkcí. Celý provoz se tak skládá ze stejných nebo podobných skupin pracovišť – modulů.



Obr.6: Schéma modulárního uspořádání pracovišť a řešení dopravy [1]

F) Buňkové a hnízdové uspořádání (Cellular manufacturing) - Příkladem buňkového uspořádání pracovišť může být plně automatizované nebo robotizované pracoviště, nebo pracoviště plně mechanizované. Souhrnným názvem je takové pracoviště označováno jako AVS – automatizovaný výrobní systém.

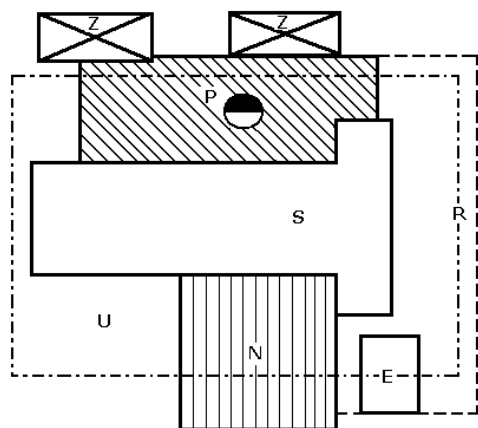


Obr.7: Schéma buňkového (hnízdového) uspořádání pracovišť a řešení dopravy [1]

1.3.6 Rozmístování strojů a pracovišť

Výrobní plochy

Při umístění stroje do výroby je také nutné znát jeho jednotlivé plochy pro operace, které se na stroji musí průběžně provádět. Podle toho poté musíme volit jeho umístění vzhledem k ostatním strojům ve výrobě, aby nedošlo k jejich vzájemnému nežádoucímu rušení, či překrývání pracovních ploch. Typové rozdělení pracovních ploch stroje je uvedeno na obrázku níže (obr.7).



Plochu potřebnou pro stroj lze rozdělit na plochy:

- S – půdorys stroje
- P – pracovní plocha dělníka
- R – plocha nutná pro opravy
- U – plocha nutná pro údržbu
- Z – odkládací a manipulační plocha pro polotovary a hotové výrobky, příp. nářadí
- N – nebezpečná plocha (odletující třísky apod.)

Obr. 8: Možné pracovní plochy stroje [1]

Z obrázku je patrné, že některé z těchto ploch se pro daný stroj překrývají, protože jednotlivé činnosti, pro které jsou nutné, neprobíhají současně (doprava, provoz, údržba). Umístění strojů v daném půdorysu objektu se obvykle provádí tak, že se na plánu rozmisťují podle daných zásad dvojrozměrné nebo plastické makety zařízení a hledá se optimum.

Optimální rozmístění strojů, zařízení a pracovišť je nejdůležitější činností technologického projektování. [1]

Správné uspořádání pracoviště by mělo zabezpečovat:

- efektivnost výroby,
- minimální mezioperační přepravu,
- jednoduché řízení,
- bezpečnostní předpisy,
- šetření výrobní plochy,
- kulturu a hygienu pracovního prostředí.

Pracoviště základní a pomocné výroby dělíme na:

- **strojní pracoviště** – zahrnuje plochu stroje, plochu pro obsluhu stroje a plochu potřebnou pro skládku hotových výrobků a materiálu.
- **ruční pracoviště** – plocha, kterou potřebuje dělník, aby mohl vykonávat svoji práci.

Při rozmisťování jednotlivých strojů je nutno dodržet základní projektanské zvyklosti a normy, které jsou stanoveny na základě bezpečnosti a hygieny práce. Podle těchto zvyklostí je dobré rozmístit jednotlivé stroje tak, aby zabraly co možná nejmenší plochu. Pokud se budou na stroji upínat těžké předměty, je potřeba ke stroji situovat sloupový jeřáb, balancér, atd. Kromě samotných strojů se do dispozice zakreslují taktéž příslušenství jako rozváděcí skříně, skříňky na nářadí, odkládací prostory, regály a pracoviště dělníka.

Podle počtu dělníků, kteří na stroji pracují, se může strojní pracoviště dále dělit na:

- A) **normální** – jeden pracovník obsluhuje jeden stroj
- B) **s víceobsluhou** - jeden pracovník obsluhuje několik strojů.
- C) **s méněobsluhou** – několik pracovníků obsluhuje jeden stroj nebo pracoviště

1.4 Plánování a řízení výroby

1.4.1 Plánování výrobního programu

Plánování výrobního programu je výchozí krok pro každé plánování průběhu výroby. Zde se stanovuje jak druh a množství materiálů či polotovarů, které budou potřeba k výrobě, tak i termín výroby. Všechno toto plánování musí probíhat v těsném kontaktu s oddělením odbytu.

Prognóza předpokládaných zakázek je založena na:

- odhadu prodeje
- prodejních prognózách
- extrapolaci z minulých období

Pro minimalizaci prodejního rizika musí skutečné dispozice probíhat tak pozdě, jak jen je možné, pokud možno na základě skutečného přijetí zakázek. Tímto se minimalizuje odbytové riziko a vázaný kapitál.

Při dlouhodobém a střednědobém plánování se podnik perspektivně rozhoduje o dalším ekonomicko-technickém rozvoji, o základní struktuře výrobního a odbytového programu včetně vývoje nových výrobků, jakož i o výrobních postupech, které je nutno použít, o druhu a rozsahu hmotného majetku, o potřebě a stavu pracovních sil. Krátkodobé plánování výrobního programu vychází z dostupného hmotného majetku a pracovních sil. Základní struktura sortimentu podniku je již určena dlouhodobým plánováním rozšíření výrobního programu o zcela nové druhy výrobků.

1.4.2 Plánování potřeby

Plánování potřeby má jako hlavní úkol určit, jaká bude materiálová potřeba na výrobu potřebného počtu výrobků, které si objednal zadavatel. Materiálovou potřebu zjišťujeme např. podle:

- A) Dokumentace a výrobního stupně** - využívá se např. kusovník. Zde rozlišujeme:
- Primární potřebu - očekávaná potřeba finálních výrobků
 - Sekundární potřebu - potřeba surovin, součástí, polotovarů k výrobě primárních potřeb
 - Terciální potřebu - potřeba provozních a pomocných materiálů
- B) Stavů zásob ve skladech** - zjišťuje se brutto a netto potřeba, zde se používají různé metody zjišťování potřeb:
- Programově orientované - analytické, např. s využitím kusovníku
 - Spotřebně orientované - stálá potřeba, trendová, sezónní
 - Subjektivně orientované - znalecké hodnocení, intuitivní

Kusovník - seznam všech surovin, dílů a sestav, které jsou potřeba pro výrobu jedné jednotky výrobku. V závislosti na výstavbě se kusovník rozlišuje na několik typů:

A) Souhrnný kusovník - jinak také kusovník s přehledem množství, je nejjednodušší forma znázornění kusovníků. Obsahuje všechny materiály, které vstupují do výrobku, přičemž u všech výrobních stupňů jsou uvedeny údaje o množství. Nedostatkem je chybějící struktura přehledu množství tj. není patrné jak vstupují jednotlivé komponenty do finálního výrobku.

Na základě souhrnných kusovníků se stanovuje brutto potřeba sestav a jednotlivých dílů pro určité období a to tak, že vynásobíme data o množství, které je uvedeno v kusovníku pro primární potřebu finálních výrobků. Tímto získáme sekundární potřebu materiálů.

Souhrnné kusovníky ovšem neberou v úvahu časové lhůty.

B) Strukturní kusovník - obsahuje materiály nutné pro výrobek ve strukturním uspořádání. Tím je vyjasněna skladba výrobků. Vyskytuje se ve formě:

- Kusovník podle výrobních stupňů - ukazuje skladbu ze všech jeho dílů, surovin, sestav všech výrobních stupňů. Odpovídá technickému postupu výrobků.
- Dispoziční kusovník - každý díl uveden vždy na tom stupni, kde poprvé do výrobku vstupuje.
- Stavebnicový kusovník - obsahuje suroviny, díly, sestavy, které vstupují přímo do vyšší nadřazené sestavy.

1.4.3 Systémy používané pro plánování a řízení výroby

Aby se v podniku daly dodržet všechny naplánované procedury a operace ve stanovených časech a množstvích, je dnes již v podstatě nutné zavést určitý systém pro plánování a řízení výroby. Průkopníkem v používání těchto systémů a jejich neustálého vylepšování se stalo Japonsko, které začalo ve svých podnicích (nejvíce v automobilovém průmyslu, odkud jej začali poté přejímat ostatní) tyto systémy zavádět.

Tab.1: Úrovně úkolů řízení výroby [7]

Úroveň	Úkoly
strategické plánování výroby (hledání konkurenční výhody)	koncepce výrobek - trh
	koncepce zdrojů
	konkurenční pozice
taktické plánování výroby (obsah koncepce)	výrobní program
	kapacity (stroje, lidé)
	organizace
operativní plánování výroby (realizace)	zajištění zdrojů
	lhůty a kapacity
	sledování a evidence

Pro toto plánování a řízení můžeme využít celou řadu systémů, které využívají softwarové programy pod názvem PPC (Product planning and control). O propojení PPC a výrobní logistiky bude pojednávat samostatná kapitola dále v této práci, zde si uvedeme hlavní charakteristiky nejpoužívanějších systémů pro plánování a řízení výroby.

Dnes nejpoužívanějšími systémy jsou:

- MRP - Manufacturing Resource Planning
- JIT - Just In Time
- KANBAN
- OPT - Optimized Production Technology
- TCM - Total Capacity Management
- APS - Advanced Planning and Scheduling
- BOA - Belastungsorientierte Auftragsfreigabe - uvolňování zakázek podle vytížení
- OPT - Optimized Production Technology - řízení úzkých míst

Dále bych rád podrobněji rozebral hlavní tři, a to jsou MRP, JIT a KANBAN.

A) MRP - Informační systém pro řízení výroby založený na řízení zakázek a rozvrhování zásob svázaných s výrobou. Jeho zakladatelem je Joseph Orlicky a byl založen v roce 1975.

Prvotními vstupy pro MRP jsou:

- Plán materiálových požadavků (tzv. BOM - Bill Of Material), což je seznam všech použitých materiálů, dílů, skupin a podobně, které tvoří finální produkt.
- Hlavní plán výroby (tzv. MPS - Master Production Schedule), což je rozvrh, který nám říká, kolik výrobků je požadováno a kdy. Tento plán vzniká na základě požadavků zákazníků, předpovědi poptávky nebo přijatých objednávek, určuje položky výroby, čas dokončení či množství materiálu. Hlavní plán nám také zavádí termín **Celková průběžná doba výroby**, což je součet průběžných dob následných fází výroby od objednání surovin po komplekci konečného produktu.
- Stav zásob (IR - Inventory Records), což je rozsah skladových zásob. Ten poskytuje informace o každé položce výrobního sortimentu v čase. [3]

Výstupy systému MRP - zadání všech potřebných vstupů a aktualizací na základě potřeb výroby nám MRP systém dá výstupy, podle kterých budeme naši výrobu řídit. Těmito výstupy jsou:

- Pracovní příkazy - indikují načasování zakázek
- Přejímky příkazů - autorizují vykonání plánovaných příkazů
- Změny plánovaných příkazů - týkají se změn dat
- Výrobní přehledy - měří odchylky od plánů
- Plánovací přehledy - využívají se pro prognózování materiálových požadavků
- Přehledy výjimek - zaměřeny na neočekávané disproporce (zdržení, přebytky, závady atd.)

MRP II - Manufacturing resource planning - je koncepce, která definuje jednotlivé úrovně plánování nejen ve výrobě, ale v podniku jako celku. Je výhodnější pro použití s nástroji PPC. [3]

B) KANBAN - Koncepce Kanban byla vypracována v Japonsku v polovině 20. století. Kanban v překladu znamená list papíru. Základní princip je založen na vizualizaci materiálového toku v podnicích. Důležité je tedy řízení zásob, v důsledku čehož lze dosáhnout celkového vyskladnění zásob. S ohledem na to, že materiál je dodáván na čas, dochází ke zkrácení takových kroků jako předvýrobní, mezioperační a povýrobní uskladnění na minimum. Je založen na principu "vzít si" místo "přines". Hlavními cíli jsou tedy minimalizace zásob ve výrobě, zjednodušené řízení a plnění termínů.

Existují dva typy "kanbanových" karet:

- Pohybové (přesunové) karty - avizují začátek spotřeby kontejneru
- Výrobní karty - avizují výrobcí (pracovníkovi) zahájit výrobu dílů

Princip fungování je takový, že začne-li používat díly z kontejneru, pohybová karta připojená ke kontejneru se odebere a pošle do střediska které zabezpečuje dodávku dílů. To je signál, že se má poslat další kontejner. Nový kontejner má připojenou „Výrobní kartu“, která se před odesláním nahradí „pohybovou kartou“. Výrobní karta se odešle výrobními středisku. Tím se avizuje zahájení výroby nového kontejneru

Oblasti použití tohoto systému zahrnují jak sériovou a velkosériovou výrobu, tak dílenskou nebo linkovou výrobu. Je taktéž použitelný pro výrobu s jednoduchou strukturou výrobků. [3]

C) **JIT** - propojuje nákup, výrobu a logistiku. JIT můžeme definovat jako strategii spočívající v tom, že se má vyrábět v co největším časovém souladu s poptávkou prostřednictvím synchronizace zásobování s výrobou a zjednodušením vnitropodnikových a mimopodnikových oběhových procesů. Primárními cíli jsou minimalizovat zásoby, zlepšit kvalitu výrobků, maximalizovat efektivnost výroby a poskytovat optimální úroveň zákaznického servisu. Hlavními přínosy zavedení je potom snížení stavu materiálu a hotových výrobků, zkrácení doby cyklu výroby, zlepšení produktivity práce, zlepšení obratu zásob a možnost pružně reagovat na změny výroby. [3]

Aby bylo možno systém JIT použít, musíme splňovat určité předpoklady:

- Vysoká úroveň kvality – surovin hotových výrobků
- Jednosměrné a hladké materiálové toky
- Nízké zásoby
- Malé výrobní dávky-snižují vázanost kapitálů
- Integrace všech logistických činností
- Rychlé a pružné seřizování strojů
- Preventivní opravy a údržby strojů
- Výpadek nespolehlivých dodavatelů
- Tažný systém výrobního toku je zboží

1.4.5 Řízení a rozbor materiálového toku

A) **Řízení materiálového toku** - je velmi důležitou částí výrobní logistiky, Zahrnuje správu surovin, součástek, vyrobených dílů, balicích materiálů a zásob ve výrobě. Pokud se nezabezpečí efektivní a účinné řízení toku vstupních materiálů, výrobní proces nebude schopen vyrábět produkty za požadovanou cenu, a v době, kdy jsou tyto produkty požadovány pro distribuci zákazníkům.

Nedostatek správných materiálů ve správné době má za následek zpomalení výroby či dokonce jejího výpadku, vyčerpání hotových výrobků u producenta nebo vyčerpání zásob u zákazníka. Jendou z nejdůležitějších činností v oblasti řízení toku materiálu je řízení ve spolupráci s logistickou funkcí dopravy materiálu směrem do podniku a v rámci podniku.

Abychom mohli efektivně řídit materiálový tok ve výrobě je nutné provést tzv. rozbor materiálového toku. [6]

B) Rozbor materiálového toku - Rozbor toku materiálu je důležitý především tam, kde náklady na dopravu a manipulaci s materiálem jsou vysoké ve srovnání s náklady na výrobní operace, skladování a kontrolu. Rozboru toku materiálu zkoumá nejefektivnější sled materiálu různými fázemi výrobního procesu a intenzitu těchto pohybů. Efektivní tok vyžaduje, aby materiál postupoval výrobním procesem progresivně bez zbytečných oklik a protisměrných pohybů.

Dopravní vzdálenosti pohybu materiálu jsou předem dány v souladu s navrhováním manipulace s materiálem. Uspořádání je vhodné změnit ukáže-li se, že to bude mít pozitivní vliv na úsporu prostředků pro manipulaci. Při zpracování projektů manipulace materiálem je potřeba tudíž znát:

- místo nakládky a vykládky,
- trasy, popř. již používané metody na těchto trasách,
- velikosti předpokládané plochy pro jednotlivé činnosti (zatížení, resp. podlahový tlak, modul sloupů, výška podlaží a podobně).

Modifikace těchto tří druhů dispozičního uspořádání závodů je pak kruhový, resp. klikatý tok materiálu. Nejcharakterističtější dominantní veličinou dispozičního uspořádání je

- intenzita toku materiálu Q_m , Q_v , Q_z na trase
- manipulační výkon C_m , C_v , C_z .

Typické jednotky měření intenzity toku materiálu nebývají srovnatelné (například váha značného množství sypkého materiálu není z hlediska přepravitelnosti srovnatelná s tuhým materiálem stejné hmoty, karoserie vozu s jeho motorem) Proto při řešení obtížných manipulačních problémů používáme veličinového počtu **MAG**.

MAG udává základní hodnotu velikosti předmětu A, kterou zvyšujeme nebo snižujeme s přihlédnutím k následujícím činitelům ovlivňující přepravitelnost:

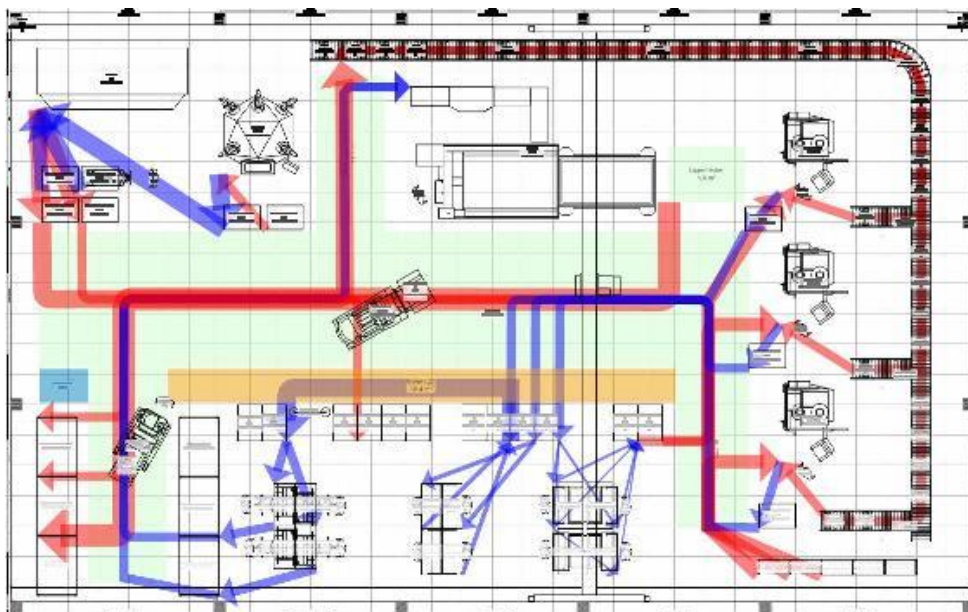
- A-rozměry,
- B-hmotnost,
- C-tvar,
- D-nebezpečí poškození,
- E-stav materiálu,
- F-hodnota (cena) materiálu.

Hodnota 1 MAG odpovídá materiálu, který lze pohodlně držet v ruce, je dostatečně pevný, má kompaktní tvar, dá se stohovat, nepodléhá poškození, je dostatečně čistý, tuhý a stálý (typickým příkladem je kostka suchého dřeva s objemem 10 palců kubických (16,4 cm³)). Hodnota přepravitelnosti se vypočítá z rovnice udávající velikosti činitelů přepravitelnosti B, C, D, E, F.

$$MAG = A + [0,25 \cdot A \cdot (B + C + D + E + F)] \quad (18)$$

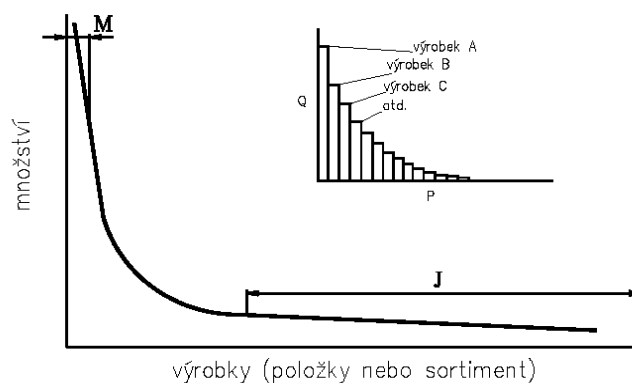
MAG tedy umožňuje porovnávat intenzitu toků různých druhů materiálu nebo intenzitu toku materiálu po různých trasách

Materiálové toky se obvykle a znázorňují materiálového do **Sankeyova diagramu**, kde intenzita materiálového toku se přímo zakresluje do situačního plánu. Šířka jednotlivých proudů je úměrná intenzitě materiálového toku.



Obr.9: Příklad grafického znázornění materiálových toků v podniku (Sankeyův diagram) [6]

P-Q graf - Pro analýzu a optimalizaci materiálových toků je důležitý rozbor různých druhů výrobků (nebo materiálu či součástí) ve srovnání s vyráběným množstvím každého jednotlivého druhu. Z tohoto rozboru vychází většina projektů manipulace s materiálem a dopravy, skladování nebo plánování výroby. Tento rozbor má charakter grafického rozdělení různých výrobků či položek nebo výpočtu množství každého seskupení nebo každého výrobku.



Obr.10: P-Q graf výrobků [6]

Graf P-Q ukazuje typické druhy výrobků s velkým obrátem a s malým obrátem.

Položky v oblasti M jsou často vhodné pro metody hromadné výroby (velká množství poměrně malého počtu výrobků nebo modifikací), kdežto položky v oblasti J se musí vyrábět individuálně (zakázková nebo kusová výroba velkého množství různých výrobků v malých množstvích-objemech). U výrob s pestrým sortimentem je možné dosáhnout efektivního řešení rozdělením výrobků a jejich výrob do dvou odlišných dispozic. Jednotlivé řešení dispozice, stejné pro všechny výrobky by mohlo být méně efektivním kompromisem.

Pro „mělkou“ křivku P-Q je vhodné použít univerzálního systému manipulace a jednotného typu dispozičního uspořádání pro všechny výrobky. Pro „hlubokou“ křivku je potřeba rozdělit výrobky resp. výrobní plochy do dvou odlišných dispozic a systémů manipulace i dopravy.

1.5 Výrobní logistika v systémech aplikačního softwaru

1.5.1 Plánování pomocí PPC

Chceme-li dnes provozovat výrobu ve větších objemech tak, aby byla efektivní je již téměř bez výhrady nutné řídit ji pomocí softwarových nástrojů. Zvláště dnes, na začátku 21. století již není problém s pořízením počítačového a elektronického kontrolního vybavení do výroby. Aby jsem mohl popsat podrobněji systémy softwarového řízení, vrátím se zpět k úkolům logistiky. Jak již bylo popsáno na začátku práce, úkolem logistiky je kromě mnoha úkonů spojených s přepravou a skladováním také výrobní podnikové plánování a plánování a řízení výroby.

Úkolem výrobního podnikového plánování je vytvořit účelnou výrobní strukturu podniku, která při optimálních nákladech na výrobu, manipulaci a zařízení zajistila požadovaný výstup v podobě reálně poptávaného zboží. A právě tady se pro plnění úkolů plánování a řízení výroby využívají nástroje označované jako PPC (Production Planning and Control), v německy mluvících zemích jako PPS (Produktionsplanung und Steuerung). Systémy PPC tvoří jednu z komponent koncepce CIM (Computer integrated Manufacturing), která vzájemně integruje různé dílčí aplikace výpočetní techniky v oblasti výrobní logistiky. Systémy pro plánování a řízení výroby představují sadu dílčích nástrojů podporujících některou obecnou koncepci (metodiku) řízení výroby.

Na trhu informačních technologií jsou dostupné různé balíky aplikačního softwaru, které tyto koncepce podporují implementací jednotlivých nástrojů. Jednotlivé druhy těchto balíčků mohou být rozlišovány na základě podporovaných koncepcí (MRP, KANBAN apod.). Je nutno říci, že některé z těchto koncepcí jsou určeny pro využití výpočetní techniky (MRP), jiné (KANBAN) lze úspěšně uplatnit i bez jejich využití. [7]

Plánování pomocí PPC podle [7] u většiny metod zahrnuje:

- Hlavní výrobní plánování
- Plánování množství
- Kapacitní plánování
- Uvolňování zakázek
- Dílenské řízení výroby
- Sběr dat ve výrobním provozu

Mezi funkce, které nejsou výhradně v kompetenci plánování a řízení výroby, ale jsou do systému PPC alespoň z části zaintegrovány, dále patří:

- Nákup
- Řízení kvality
- Logistický controlling

Na tabulce níže můžeme vidět pokrytí funkcí PPC koncepcemi. Je zde vidět, do jaké míry plní jednotlivé dříve vymezené funkce plánování a řízení výroby.

Tab.2: Pokrytí funkcí PPC koncepcemi [7]

■ *plné pokrytí*, □ *částečné pokrytí*

Funkce/koncepce	MRP II	JIT	KANBAN	BOA	OPT
hlavní plán výroby (MPS)	■				■
plánování množství	■	■			
kapacitní plánování	■	■	□		□
uvolňování zakázek	■	■	■	■	■
dílečné řízení výroby	□	□	■	□	■
sběr dat o výrobě	■	■	□	■	■
nákup	■	■	□		□
řízení kvality	□	■			
controlling	□		□		

V dnešní době se nejčastěji využívají dvě koncepce plánování a to MRP II a JIT. Proto bych se rád nyní na ně zaměřil z pohledu vhodnosti pro využití coby nástroje PPC. V následující tabulce je přehledné porovnání charakteristik MRP II a JIT.

Tab.3: Srovnání koncepcí MRP II a JIT [7]

Charakteristika	MRP II	JIT
zásoby	žádoucí; ochrana před chybami předpovědí, výpadkem výroby, pozdními dodávkami; větší zásoba znamená bezpečí	nežádoucí; snahou je zásoby nemít
velikost dávky	optimalizace fixních nákladů a nákladů na přepravu	malá dávka; vyrábí se jen to, co bude okamžitě odebráno
fixní náklady	nejsou tak důležité, protože jsou rozpuštěny ve velkém objemu výstupu	neustálý tlak na jejich minimalizaci, protože se vyrábí v malých dávkách
dodavatel	„druhá strana“, více vzájemně si konkurujících dodavatelů	partner, součást týmu
kvalita	zaměřeno na stanovenou toleranci	neustále řízení jakosti, protože zhoršená jakost může ochromit celou výrobu
průběžná doba	nákupčí a obchodní agenti působí na prodloužení doby	krátká - rychlost odezvy na požadavek odběratele je klíčová
pracovníci	direktivní hierarchická struktura řízení	kolektivní řízení na základě konsensu
nástroje	hlavní plán výroby (MPS), kusovníky (BOM), stav zásob na skladě	hlavní plán výroby (MPS), KANBAN
přístup ke změně	pasivní - konzervuje výchozí stav	aktivní - motivuje k neustálému zdokonalování, vyloučení plýtvání a zásob
zaměření	plánování a řízení	odstranění plýtvání, neustálé zdokonalování
požadovaná data	detaillní a přesná	nižší požadavky, preferuje vizuální ověření
provozování	s využitím IS/IT	jednoduché řízení např. kartami KANBAN (i bez IT)

Směřováním koncepce JIT je neustále odstraňovat plýtvání, čímž se rozumí vše, co nepřidává hodnotu vyráběnému produktu. Průzkumy v USA ukázaly, že mimořádných úspěchů v tomto směru dosahují společnosti, které současně s JIT využívají MRP II. Společným cílem těchto koncepcí je stát se konkourenceschným podnikem a tuto konkourenceschnost si udržet. U koncepcpe MRP II může být problém, že sama o sobě netlačí na omezování plýtvání a zlepšování výrobních procesů. Na druhou stranu je velice komplexní a zahrnuje širokou škálu činností v rámci celé organizace a umožňuje využívat široké množství aplikací. Z tohoto vyolývá, že ideální by bylo využívat od obou koncepcí jen část, což ale může zase vytvářet jisté problémy při jejich slučování. Podle [7] je řešením využití některých balíků typového aplikačního softwaru typu ERP (Enterprise Resource Planning), které jsou postaveny na koncepci MRP II, ale zároveň poskytují funkce k realizaci prostředí JIT.

1.5.2 Softwarové návrhové systémy používané v praxi

používá jiné systémy řízení a kontroly výroby, má jiné prostory, počty zaměstnanců atp. Proto většina návrhových systémů a systémů PPC bývá dosti individuální a v podstatě neexistuje jeden univerzální program pro všechny výroby. Pro ukázkou alespoň uvedu některé, které používají známé firmy ve světě.

A) Fabrikplanung Software visTABLE - slouží jako podpůrná aplikace pro statický návrh



výrobních systémů. Zahrnuje aplikace, které projektantovi usnadní práci a rozhodování při návrhu dispozice pracovišť a celého výrobního layoutu, ale i při návrhu ostatních prostor, jako například kancelářské, veřejné atd. Tento software se používá převážně v německy mluvících zemích, pro některé své výroby jej používá i firma Siemens.

B) Delmia Process Engineer - Modul DPE je nástroj, jehož funkce lze využít pro statické



plánování, či optimalizaci výrobního layoutu podniku. Umožňuje modelovat celkový layout podniku. Ve chvíli, kdy je potřeba získat informace o správném objemu výroby za určitou dobu, či informace o procesech spojenou s přímou vizualizací. Tento software používá např. Francouzská firma Dassault Systemes, která vyrábí mimo jiné stíhací letadla Dassault Rafale a

Dassault Mirage, v současnosti používané francouzskou armádou.

C) Tecnomatix Process Designer - je určen pro plánování či optimalizaci výrobního procesu a



tvorbu prostorového uspořádání výrobního systému. Oproti předchozím dvěma programům, je tento určen pro rozsáhlejší výroby a více se soustředí na plánování výroby v komplikovaných stavbách (velké množství lodí, vícepatrové budovy, velká meziprostorová doprava)

D) ModulSOFT – je program českého výrobce, který není přímo určen pro správu výroby a



plánování výrobních procesů, ale je to komplexní informační systém umožňující přidávání nástaveb podle žádostí zákazníka. Tento software používá firma ICSC, o které pojednává praktická část bakalářské práce. Byla speciálně pro ni vyvinuta nástavba tohoto systému, která umožňuje správu a ukládání dat přímo z výroby pomocí přenosných čtecích zařízení, kterými disponuje ICSC.

2 ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU

2.1 Představení společnosti 1CSC Brno a.s

Společnost 1CSC se sídlem v Brně na ulici Tovární 1a se z velké části zabývá výrobou a následným zpracováním svařovaných kalibrovaných trubek, které se z velké části dále používají na výrobu vlnodů. Dále se zabývá dělením a další úpravou ocelových sviteků, které se buď dále distribují nebo používají v samotné výrobě na výrobu plechů, ze kterých se dále vyrábí speciální kryty na různé stroje podle současných zakázek. Často to bývají kryty na elektrické motory. V roce 2009 zde bylo vybudováno také samostatné Laser centrum, které navazuje na hlavní výrobu. V Laser centru, které disponuje novými stroji na laserové svařování nepravidelných a speciálních profilů, multifunkčními CNC stroji na vytváření speciálních a nepravidelných tvarů plechů na speciální aplikace (speciální kryty různých aplikací nejen v elektrotechnice) a automatickým strojem na vysekávání libovolných tvarů otvorů do plechů různých tloušťek.

Vzhledem k rozrůstající se výrobě a přibývání zakázek se ukázalo, že stávající uspořádání výroby není vhodné a efektivní, vzhledem k dlouhým a zbytečně složitým transportním cestám mezioperační dopravy, které vznikly, když byly nakupovány nové stroje, kvůli uspokojení množství zakázek, a byly umístovány přednostně spíše podle volného místa než podle vhodného postavení vůči materiálovému toku. Spolu s tímto také došlo k výraznému nárůstu průběžně skladovaných zásob pro další zpracování a také ke značnému roztrpení jednotlivých skladů. S narůstající výrobou tedy již bylo jasné, že je potřeba výrobu zracionalizovat a usměrnit materiálové toky, aby se zefektivnila výroba a vytížení strojů.



Obr. 11: Ukázka prostor a výrobních prostředků společnosti 1CSC

2.2 Zhodnocení současné výroby a sběr informací

2.2.1 Rozložení prostor výroby 1CSC



Obr. 12: Schematické schéma rozložení prostor výroby 1CSC s fotografickým podkladem

Popis obr.12: 1...1 CSC Precision Tubes Center

1.1...první loď hlavní výrobní haly

1.2...druhá loď hlavní výrobní haly

1.3...třetí loď hlavní výrobní haly

1.4...čtvrtá loď hlavní výrobní haly

2...1CSC Laser Center

2.1...Hlavní výroba Laser centra

2.2...Příjem a skladování surovin a hotových výrobků

3...Administrativní budova

4...Nezastřešené prostory, příjezdová cesta pro kamiony

Z obr.17 je patrné, že výrobní prostory jsou rozděleny na několik částí v jednopatrové budově. Prostory ohraničené červenou barvou jsou hlavními prostory výroby celého podniku. V těchto prostorách jsou umístěny veškeré stroje a zařízení, které se podílejí na výrobě, kanceláře mistrů, sociální zařízení a prostory pro zaměstnance. Hlavní výroba v červeně ohraničené oblasti je dále rozdělena na čtyři lodě, přičemž pouze lodě 1.1 a 1.2 jsou odděleny pevnou stěnou a průchod materiálu je zajišťován přes dvoje vrata, což je patrné z přílohy č.1. Mezi loděmi 1.2, 1.3 a 1.4 jsou pouze betonové sloupy, jejichž průřez a rozměry jsou uvedeny dále v textu a jejich pozice je v příloze 1. Prostory ohraničené modře jsou Laser Centrum, přičemž prostor označený jako 2.1 je samotná výroba, kde jsou umístěny všechny stroje a prostory 2.2 slouží převážně jako vykládací a nakládací mezisklad, ale také jsou zde umístěny dílny zámečnické ruční výroby. Prostory ohraničené zelenou barvou a značené číslem 3 jsou jako jediné dvoupatrové. Ve spodním patře se nachází sociální zařízení

a šatny pro zaměstnance výroby a zbylé patro je vyhrazeno pro administrativu. Prostory žlutě ohraničené s číslem 4 jsou nezastřešené a slouží jako parkoviště kamionů a příjezdová cesta do nakládacího prostoru Laser Centrum a hlavní výroby.

Kompletní aktuální rozmístění strojů, skladů a pomocných pracovišť, rozvržení budov a jejich rozměry můžeme vidět z přílohy č.1.

2.2.2 Současný stav výroby

2.2.2.1 Výrobní plochy

V současné době se hlavní výroba nachází v lodích 1.1 až 1.4. Loď 1.1 je dlouhá 117m a široká 28m a tvoří plochu 3276m². Nachází se zde svařovací linka VAI SEUTHE RS50 a RS60 a podélně dělicí linka Novastilmec SL 1650/3. Loď 1.2 a loď 1.3 jsou shodné. Jejich rozměry jsou 146m na délku a 20m na šířku. Každá loď zabírá plochu 2920m². Dohromady tedy tyto dvě lodě zabírají plochu 5840m² a nachází se zde převážná většina výroby a skladů, jako třeba podélně dělicí linka Urbano Pensotti SL 1500/4, příčně dělicí linky UNGERE/SCHLEICHER CTL 2000 a AMADA ATF 2023, automatické pily Adige ST660, ruční řezačky a brusky, balící stanoviště a příjem a výdej materiálu a konečných výrobků. Loď 1.4 je dlouhá 72m a široká 20m. Zabírá tedy plochu 1440m² a nachází se zde pouze sklad šrotu a dílna na zpracování dřeva a palet. Loď 2.1 již patří Laser centru a nachází se zde hlavní výroba, jsou zde umístěny nově nakoupené automatické stroje pro speciální aplikace a pro výrobu speciálních výrobků a jsou to stroje TruPunch 5000, TruLaser 5060, TruLaser Tube 5000 a ohraňovací lisy Bystronic a má rozměry 80m na délku a 18m na šířku a zabírá plochu 1116m². Loď 2.2 také patří k Laser centru a nachází se zde sklady polotovarů a zároveň sklady hotových výrobků, ale také zámečnická výroba. V bodově s číslem 3, která má společnou jednu zeď s budovou 1 se nachází administrativní a je 12m dlouhá a 22m široká, zabírá plochu 264m², ale jako jediná má dvě patra, tudíž její užitná plocha je 528m². Poslední částí je plocha s číslem 4, která má celkovou plochu 3060m². Z výše uvedeného vyplývá, že celková plocha, kterou podnik zabírá je 14996m², z čehož zastřešené části výroby bez administrativy zabírají 11672 m².

2.2.2.2 Přehled základních údajů o výrobních prostředcích a počtu pracovníků

Tab. 4: Přehled pracovišť a pracovníků

Pracoviště	Počet pracovišť	Počet dělníků	Plocha pracoviště
-	-	-	[m ²]
Zpracování plechů	-	-	-
SL 1650/3	1	4	134,85
SL1500/4	1	5	127,72
CTL 2000	1	3	37,2
ATF 2023	1	2	28,83
Výroba profilů	-	-	-
RS50	1	6	1007,5
RS60	1	6	1007,5
Adige ST660	3	3	62,775
Adige ST720	2	2	41,85
Pilous TMJ	3	3	3,348
Laser Center	-	-	-
TruPunch 5000	1	2	82,46
Trulaser 5060	1	2	96,6425
Bystronic	1	1	41,85
Trulaser Tube 5000	1	2	61,9845
Zámečnická výroba	-	-	-
Zámečnická výroba	3	3	116,25
Celkem	21	44	2850,76

Celková plocha, kterou zabírají pracovní plochy strojů tedy činí 2850,76 m². Do této plochy jsou již započítány manipulační, bezpečnostní plochy a plochy pro přístup k údržbě strojů. Ostatní prostory zabírají sklady, manipulační dráhy, cesty a administrativní prostory. Celkový počet obslužných pracovníků je 44, z čehož 41 je pracovníků strojní výroby a 3 výroby ruční. Strojní výroba tedy velmi převládá. Ovšem nejsou zde započítáni mistři jednotlivých pracovišť, pracovníci údržby, kontrolori kvality, operátoři jeřábů a vysokozdvizných vozíků. Počet se týká čistě pracovníků, kteří obsluhují stroje samotné.

Tab. 5: Přehled výroby na jednotlivých strojích

Pracoviště	Hmotnost výroby za měsíc	Počet kusů za měsíc	Výrobní doba jedné dávky	Hmotnost jedné dávky	Počet kusů v jedné dávce
-	[t]	[ks]	[min]	[t]	[ks]
Zpracování plechů	-	-	-	-	-
SL 1650/3	-	-	-	-	-
SL1500/4	1518	506	42,0	3,00	1
CTL 2000	1100	22000	48,3	2,50	50
ATF 2023	990	210870	42,9	2,00	426
Výroba profilů	-	-	-	-	-
RS50	1320	49500	128,8	8,00	300
RS60	1320	49500	128,8	8,00	300
Adige ST660	369	108548	64,4	1,20	353
Adige ST660	369	108548	64,4	1,20	353
Adige ST660	369	108548	64,4	1,20	353
Adige ST720	396	51480	64,4	1,20	156
Adige ST720	396	51480	64,4	1,20	156
Pilous TMJ	66	41580	161,0	0,50	315
Pilous TMJ	66	41580	161,0	0,50	315
Pilous TMJ	66	41580	161,0	0,50	315
Laser Center	-	-	-	-	-
TruPunch 5000	550	66000	48,3	1,25	150
Trulaser 5060	440	28160	72,5	1,50	96
Bystronic	440	27343	67,6	1,40	87
Trulaser Tube 5000	638	52741	50,0	1,50	124
Zámečnická výroba	-	-	-	-	-
Zámečnická výroba	0	0	0,0	0,00	0

V tabulce nejsou uvedeny hodnoty pro podélně dělicí linku SL 1650/3, protože její výroba se nerozděluje na dávky. Tato linka je přímo napojena na zásobník pro svařovací linky RS50 a RS60, kam průběžně dodává potřebné množství materiálu., nedochází zde tedy k vytváření jednotlivých dávek, které by bylo nutno balit a přemísťovat.

U zámečnické výroby jsou uvedeny nuly, protože na nich momentálně neprobíhá výroba a ani není žádná plánována. Pracovníci, kteří by měli obsluhovat tyto pracoviště, jsou využiti u jiných pracovišť a také jako pomocná síla pro pracovníky údržby.

2.2.2.3 Aktuální vytížení jednotlivých strojů

Tab.6: Aktuální procentuální vytížení strojů

Stroj	Teoretický počet strojů	Skutečný počet strojů	Procentuální vytížení jednoho stroje
-	[ks]	[ks]	%
SL1500/4	0,91	1	91
CTL 2000	0,99	1	99
ATF 2023	0,89	1	89
Výroba profilů			
RS50	0,98	1	98
RS60	0,98	1	98
Adige ST660	1,6	3	53
Adige ST720	1,06	2	53
Pilous TMJ	0,91	3	30
Laser Center			
TruPunch 5000	0,72	1	72
Trulaser 5060	0,75	1	75
Bystronic	0,72	1	72
Trulaser Tube 5000	0,82	1	82
Zaměčnická výroba			
Zámečnická výroba	0	3	0

Při výpočtech počítáme s časovým fondem 2909 h/rok, který je vypočten z oficiálních údajů pro rok 2011, a uvažujeme, že jedna směna má 11.5 hodin. Dále počítáme s 22 pracovními dny za měsíc. Výroba funguje na dvě směny, tudíž směnnost je 2.

V čase výrobní doby jedné dávky je již započtena doba pro seřízení a nastavení strojů a čas možné odstávky vypočtený podle vzorce

$$T_c = T_d + T_{pz} \text{ [min]} \quad (19)$$

, kde T_c označuje celkový čas výroby jedné dávky, T_d je čas výroby samotné dávky a T_{pz} je čas přípravy a zakončení, který byl na základě pozorování a měření stanoven jako

$$T_{pz} = 0,3 * T_d \text{ [min]} \quad (20)$$

Jednotlivé hodnoty vytížení strojů byly vypočítány ze vzorců pro výpočet teoretického počtu strojů

$$Pth = \frac{tk \cdot N}{60 \cdot Es \cdot Ss} \quad [ks] \quad (21)$$

kde N ... počet kusů vyráběných za rok [ks]

tk ... čas potřebný pro provedení dané operace na daném stroji

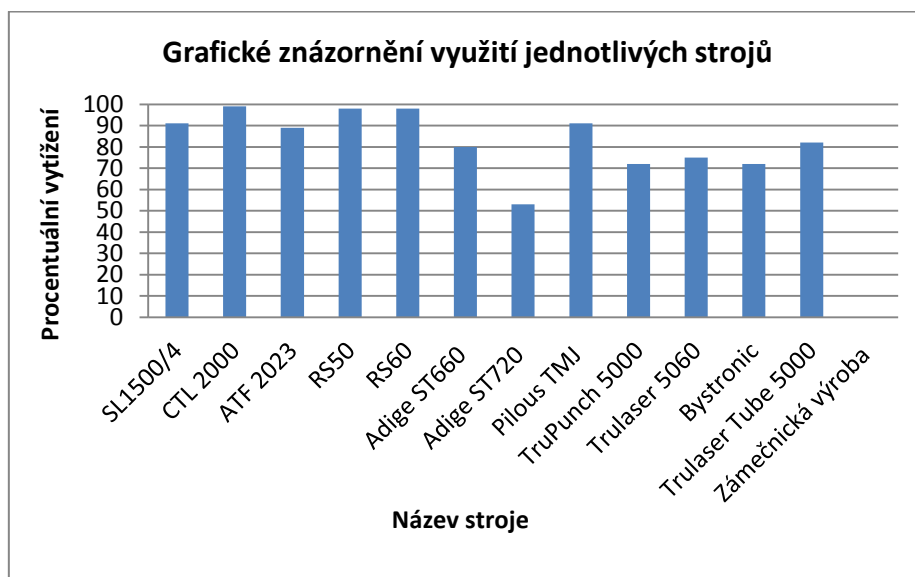
Er ... průměrný čas za rok při jedné směně, kdy je použito strojní zařízení v chodu [h]

Ss ... počet směn v plánovanem provoz

a vzorce pro výpočet využití strojů $\eta = \frac{Pth}{Psk} \cdot 100 \quad [\%]$ (22)

kde η ... procentualni využití, stroje, skupiny strojů)

Psk ... počet strojů daného typu, či pro danou operaci



Obr.13: Grafické znázornění využití jednotlivých strojů

Z obr.18 můžeme přehledně vidět, jaké je aktuální zatížení jednotlivých strojů. Je patrné, že vytížení je u většiny na dobré úrovni. Nejzatíženější jsou svařovací linky RS50 a RS60 a příčné dělicí linka CTL2000, což je pochopitelné, protože svařovací linky zpracovávají svitky na polotovary, které dále zpracovávají pily Adige a Pilous, a kterých je značné množství. Příčné dělicí linka CTL2000 potom zpracovává svitky na plechy, které zase zpracovává Laser center. Naopak velmi málo jsou vytížené pily Adige I Pilous, což je zapříčiněno jejich zbytečně velkým počtem. A nakonec zámečnická výroba neprobíhá, tudíž její využití je pochopitelně nulové.

2.2.2.4 Aktuální rozmístění výroby

Aktuální výroba není rozdělena do technologických souborů. Je to zapříčiněno tím, že stroje, které by mohly být sdruženy do technologických souborů byly zakupovány postupně a vždy umístěny tam, kde bylo místo, bez ohledu na ostatní podobné stroje nabo materiálový tok. Následující tabulka nám udává dobrý přehled prostředků výroby a skladů a budeme ji potřebovat pro následné znázornění a zpřehlednění materiálových toků.

Tab.7: Přehled všech ploch výroby, skladů a pomocných provozů

Číslo	Pracoviště	Plocha
-	[typ]	[m ²]
1	SL 1650/3	134,8
2	SL1500/4	127,7
3	CTL 2000	37,2
4	ATF 2023	28,8
5	RS50	1007,5
6	RS60	1007,5
7	Adige ST660	20,9
8	Adige ST660	20,9
9	Adige ST660	20,9
10	Adige ST720	20,9
11	Adige ST720	20,9
12	Pilous TMJ	3,3
13	Pilous TMJ	3,3
14	Pilous TMJ	3,3
15	TruPunch 5000	82,4
16	Trulaser 5060	96,6
17	Bystronic	41,8
18	Trulaser Tube 5000	61,9
19	Zámečnická výroba	38,8
20	Zámečnická výroba	38,8
21	Zámečnická výroba	38,8
22	Sklad Laser Center	125,0
23	Sklad vlnovody,svitky,plechy	252,2
24	Sklad zmetky, šrot	351,4
25	Sklad vlnovody	940,1
26	Sklad svitky	160,0
27	Sklad svitky	713,0
28	Sklad šrot	275,7
29	Sklad svitky	290,0
30	Sklad vlnovody	85,0
31	Zpracování dřeva	31,5
32	Administrativa	252,0
33	Kanceláře mistrů	245,9
Celkem		6578,8

2.2.2.5 Senkeyův diagram současného rozložení výroby

Senkeyův diagram výroby nám dává komplexní přehled o materiálových tocích výroby pomocí grafického znázornění toků, které spojují jednotlivé bloky výroby. Jeho výhoda spočívá v jasném a přehledném uspořádání a možnosti znázornit materiálové toky pomocí šipek, které mají tloušťku úměrnou množství materiálů, který danou cestou prochází. Senkeyův diagram pro současné rozmístění výroby najdeme v příloze č.5.

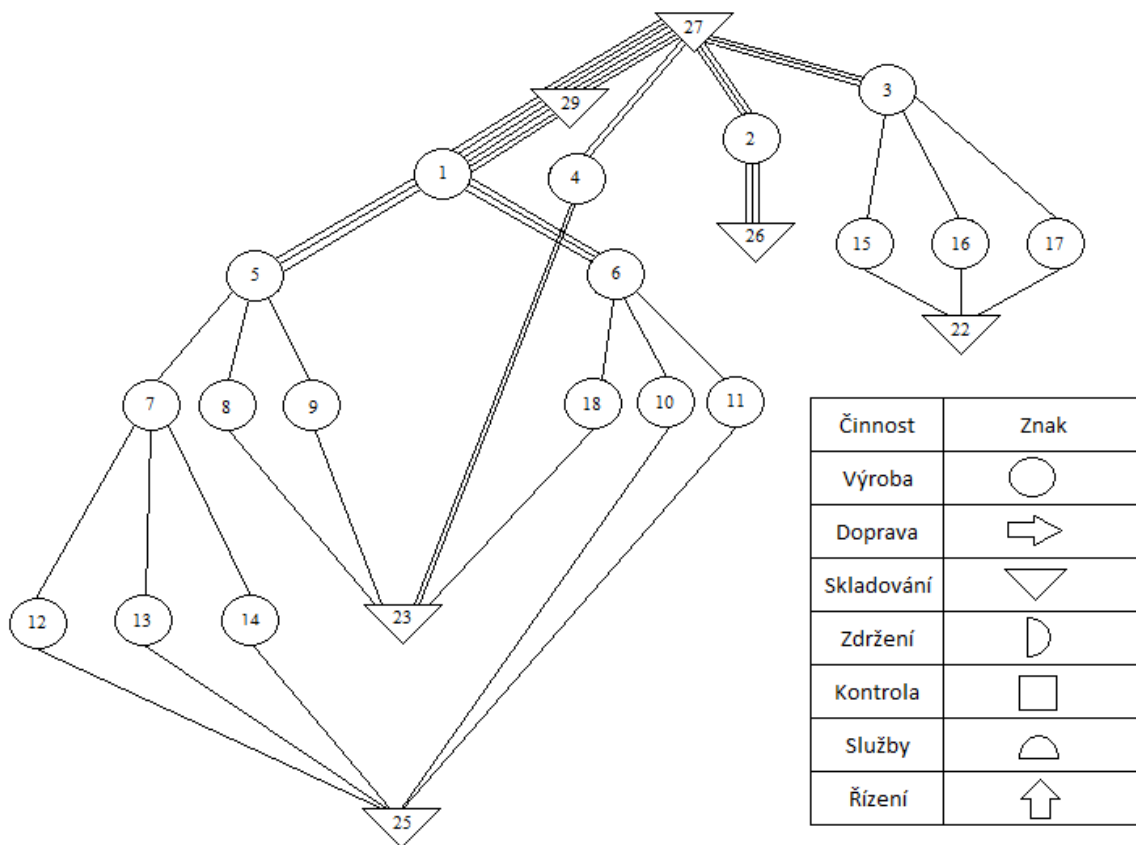
Ze sankeyova diagramu pro současné rozvržení výroby je patrné, že materiálové toky vedou podnikem v podstatě chaoticky na velmi plynule, což je vážný nedostatek.

Šachovnicová tabulka

Šachovnicová tabulka je důležitou součástí znázorňování pohybu materiálu ve výrobě. Dává nám dobrý přehled o materiálovém toku a jeho velikosti mezi jednotlivými pracovišti. Můžeme z ní vysledovat odkud a kam materiálový tok směřuje a v jakém množství. V našem případě je značně rozsáhlá, což je zapříčiněno velkým množstvím stanovišť ve výrobě, ale také tím, že výroba není sdružena do technologických souborů. Šachovnicová tabulka pro současné rozvržení výroby je v příloze č.3

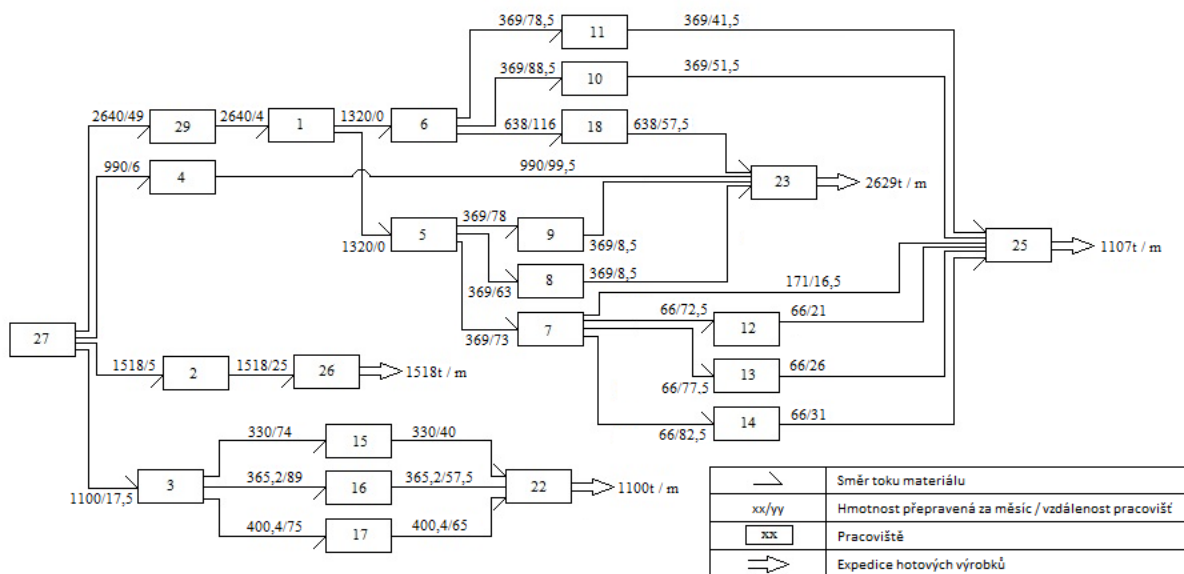
Schéma materiálových toků

Dalším krokem bude sestavení schématu materiálových toků, které je na obr.18. Jedná se o grafické znázornění údajů z tab.6, kde jedna čára reprezentuje materiálový tok 440t. Ze schématu je jasné, že veškerý materiál, který se dále zpracovává se distribuje ze skladu č.27, do kterého je vykládán veškerý materiál, který se do výroby přiveze, proto je vrchní část schématu velmi hustá a bude nutné se zaměřit hlavně na její optimalizaci.



Obr.14: Schéma toku materiálu mezi pracovišti ve výrobě ICSC Brno a.s.

Dále je potřeba zpracovat schéma pracovišť a dopravních cest. První číselný údaj u manipulační dráhy udává množství materiálu, které projde dopravní cestou za měsíc v tunách a číslo za lomítkem délku dopravní cesty v metrech. Toto schéma nám dává již podrobnější pohled na vlastní podobu výroby narozdíl od schématu toku materiálu, kde nejsou znázorněny vlastní vzdálenosti, které materiál musí urazit.



Obr.15: Schéma aktuálních vzdáleností pracovišť a dopravních cest

Posledním důležitým krokem v analýze stávající výroby bude sestavení časové náročnosti manipulace s materiálem. Tato část bývá vždy velmi individuální podle výroby a způsobu přepravy. Proto si nejdříve ukážeme, jaké způsoby dopravy se v naší výrobě používají.

2.2.2.6 Způsoby dopravy materiálu

V naší výrobě je hlavním dopravním prostředkem materiálu mostový jeřáb. Jmenovitě mostové jednonosníkové a dvounosníkové jeřáby německé firmy DEMAG Cranes & Components s.r.o. ovládané příslušnými vyškolenými pracovníky. Jeřáby jsou různé nosnosti, v části 1.1 jsou dva jednonosníkové s maximální nosností 8t, v části 1.2 a 1.3 jsou jeden jednonosníkový s nosností 8t a jeden dvounosníkový s maximální nosností 12t. V části 1.4 je jeden jednonosníkový o nosnosti 8t. Každý jeřáb obsluhují dva pracovníci, kdy jeden má na starost vlastní ovládání jeřábu a druhý zodpovídá za bezpečné uchycení popruhů a bezpečnost ostatních pracovníků v okolí zvedaného břemena.

Dohromady tedy jeřáby obsluhuje 14 pracovníků. Vlastní jeřáby operují na kolejnicích připevněných na sloupech podpírajících střechu a mají tedy šířku téměř shodnou se šířkou vlastní lodě výrobní haly. Jeřáby operují ve výšce 5500mm.



Obr.16: Dvounosníkový a jednonosníkový mostový jeřáb používaný ve výrobě ICSC a.s.

Prostředkem manipulace s materiálem do váhy 1,5t jsou vysokozdvizné vozíky Belet B.SEM 1.5/3 s maximální nosností 1,6t, standardním zdvihem 3300mm, rychlostí jízdy 15km/hod. Vozíky jsou poháněny elektrickou energií. Tento dopravní prostředek je přidělen pouze jeden na všechny výrobní haly hlavní výroby, což jak, jsem z praxe zjistil, je při současném rozmístění výroby velmi nedostatečné. Další dva jsou alokovány pro Laser Center, kde obstarávají téměř veškerou materiálovou dopravu, jelikož zde nejsou žádné jeřáby, ani jiné manipulační prostředky.

Dalším prostředkem dopravy je paletový vozík. Dohromady je ve výrobě 5 paletových vozíků. Což se ukázalo jako dostatečné. Obstarávají vedlejší přepravu, jako je nepravidelná manipulace s odpadem, ale hlavně se spolu s vysokozdvizným vozíkem používají na přemístění materiálu z jedné lodě do druhé, aby bylo možno s nimi dále manipulovat mostovými jeřáby.

Posledním prostředkem dopravy jsou otevřené vozíky na kolejnicích mezi částmi haly 1 a to mezi částmi 1.1 a 1.2. Jejich umístění je patrné z příložené dokumentace č.1. Tento způsob dopravy mezi jednotlivými loděmi výroby se zdá být nejefektivnějším.

Materiál se ve výrobě přepravuje ve formě svazků o různých velikostech a hmotnostech podle patřičné výrobní dávky, zpravidla však ne delších než 8m, na dřevěných paletách různých velikostí a tvarů podle patřičné hmotnosti výrobní dávky nebo ve formách svázaných a zabalených svitků (zpravidla přijímané polotovary, tak jak je přivezou kamiony, v samotné výrobě se s nimi v této formě příliš nemanipuluje, zpravidla jen z přijímacího skladu, který my máme značený pod číslem 27 na následující výrobu, dále již pouze jako svitky na dřevěných paletách).



Obr.17: Různé formy materiálu připravených na přepravu (zleva: svazek polotovarů vlnovodů, svitky na dřevěné paletě, zabalené a svázané svitky plechů zrovna přijaté do výroby)

2.2.2.7 Časová náročnost dopravy

Jak již bylo řečeno výše, stanovit jednotlivé časové náročnosti doravy bývají u každé výroby dosti individuální. Po dohodě s vedoucím výroby a provedení měření jsem čas potřebný na přepravu určil individuálně pro naši výrobu. Rychlost jeřábu je téměř shodná v obou směrech pohybu a to 20 m/min a odpovídá specifikacím, které udává výrobce. V přepočtu je tedy rychlost 0,33 m/s. Tato rychlost ovšem neuvažuje dobu pro upevnění popruhů, vyzvednutí do pracovní výšky a případné korekce pohybu nákladu. Proto jej bylo nutno vynásobit koeficientem, který by tyto úkony vzal v potaz. Po několika měřeních a pozorování jsem tento koeficient stanovil na 0,54. Výslednou rychlost přesunu tedy dostáváme ze vztahu $v_m = v_j \cdot 0,54 = 0,33 \cdot 0,54 = 0,178 \text{ m/s}$ (23) Kde v_m je souhrnná rychlost pohybu materiálu na jeřábu a v_j výrobcem udaná rychlost samotného jeřábu. U dopravy vysokozdvizným vozíkem již není velké korekce potřeba, jelikož zde neprobíhá žádné upevňování materiálů popruhy a vyzdvihování materiálu. Rychlost pohybu s materiálem je tedy v podstatě shodná se samotnou rychlostí vysokozdvizného vozíku, která je při manipulaci s materiálem stanovena na 4km/h, což je 1,111 m/s.

Dále je potřeba připočítat čas nutný pro přesun materiálu z jedné lodě do druhé v oblasti výroby 1.1 až 1.4, tak, aby mohl být materiál stále přesunován pomocí mostových jeřábů. Tyto časy jsem stanovil na základě měření přímo ve výrobě a to tak, že přesun materiálu z jedné lodě do druhé pomocí kolejnicového vozíku trvá přibližně 3 minuty i s přehozením popruhů z jeřábů a vyzvednutí do pracovní výšky a 7 minut při přemístění pomocí vysokozdvizného vozíku a paletového vozíku.

Tab.8: Jednotlivé průměrné časy dopravy mezi pracovišti

Trasa materiálu	Čas potřebný pro přesun	Mezilodní koeficient
Doprava pomocí jeřábů		
-	[min]	-
27 -> 29	14,59	v,p
29 -> 1	2,36	-
1 -> 6	0,00	-
6 -> 11	17,35	v,p
6 -> 10	18,29	v,p
11 -> 25	10,89	p
10 -> 25	11,82	p
1 -> 5	0,00	-
5 -> 7	13,84	p
5 -> 8	12,90	p
5 -> 9	14,30	p
7 -> 12	16,79	v,p
7 -> 13	17,26	v,p
7 -> 14	17,72	v,p
7 -> 25	8,54	p
9 -> 23	7,80	p
8 -> 23	7,80	p
12 -> 25	4,97	v
13 -> 25	5,43	v
14 -> 25	5,90	v
27 -> 2	7,47	p
2 -> 26	2,34	-
27 -> 3	1,64	-
Doprava pomocí vysokozdvížných vozíků		
3 -> 15	2,22	-
3 -> 16	2,67	-
3 -> 17	2,25	-
15 -> 22	1,20	-
16 -> 22	1,73	-
17 -> 22	1,95	-
18 -> 25	10,70	-
Kombinovaná doprava		
6 ->18	18,03	v,p

V tabulce 8 můžeme vidět skutečné časy dopravy materiálu a výrobků mezi jednotlivými pracovišti. Časy jsou pro přehlednost udávány v minutách. Mezilodní koeficient jsem zavedl pro přehlednost, aby bylo z tabulky jasné, které trasy vedou mezi jednotlivými loděmi a je k nim tudíž připočten čas na přeložení nákladu z jednoho jeřábu na druhý. Trasy s koeficientem “p” jsou mezi loděmi 1.2, 1.3 a 1.4 a překládání je tedy realizováno vysokozdvížným vozíkem a paletovým vozíkem. Trasy s koeficientem “v” jsou mezi loděmi 1.1 a 1.2 a jsou realizovány pomocí vozíku na kolejnicích.

Z tabulky můžeme vidět, že velmi mnoho cest vede přes několik lodí a je tak nutné náklad několikrát překládat ať už pomocí kolejnicového vozíku nebo pomocí paletového a vysokozdvížného vozíku, což velmi prodlužuje mezioperační dopravu a prodlužuje průběžnou dobu výroby.

2.2.2.8 Průběžné doby jednotlivých dávek výrobků

V tabulce, která se nachází v příloze 7 máme vypočteny celkové průběžné doby jednotlivých finálních výrobků, včetně celkového součtu tras, které výrobek musí urazit během všech operací výroby. Pole s označením "x -> y" znamenají přepravu mezi pracovišti x a y, a je u nic udáno jak dlouho trvá doprava mezi pracovišti a její vzdálenost. Pole ve formátu "y" značí výrobu na stroji a je u ní udáno pouze jak dlouho trvá výroba jedné dávky. Celkovým součtem časů dopravy a časů výroby dostáváme celkovou průběžnou dobu výroby. Součtem vzdáleností dopravy dostáváme celkovou vzdálenost, kterou musí výrobek urazit.

2.2.2.9 Propočty zaměstnanců a stanovení jejich úloh v námi uvažované výrobě

Již u tabulky 4, která udávala počet pracovníků na jednotlivá pracoviště jsme zjistili, že celkový počet pracovníků výroby je 44, z nichž 41 je pracovníků strojní výroby. Aby jsme ale měli celkový přehled o počtu pracovníků, musíme k nim také připočítat pomocné pracovníky, obslužný personál, kontrolory kvality atp. Provedeme proto teoretické kapacitní propočty a porovnáme je s aktuálním stavem ve výrobě.

Teoretický počet nevýrobního personálu stanovíme jako procentuální podíl z počtu výrobních dělníků a patřičně rozdělíme. Všechny výpočty budeme provádět pro jednu směnu, jelikož poměr budeme počítat také z počtu pracovníků jedné směny.

$$\text{Pomocní dělníci: } D_p = 0,35 \cdot D_v$$

(24)

$D_p = 0,35 \cdot 44 = 15,4$, počty pracovníků zaokrouhlujeme směrem nahoru, tudíž nám vyjde, že doporučený počet pomocných dělníků je $D_p = 16$. V námi uvažované výrobě jako pomocné dělníky označujeme ty dělníky, kteří se starají převážně o dopravu materiálu. S ohledem na plánovanou absenci, jako je dovolená nebo průměrná nemocnost, zavádí se tzv. Počet evidenčních dělníků D_{vev} , který je o 10% vyšší, než počet vypočtený. $D_{pev} = 1,1 \cdot D_p$

(25)

$D_{pev} = 1,1 \cdot 15,4 = 16,94 \Rightarrow$ evidenční počet pomocných dělníků je $D_{pev} = 17$.

$$\text{Pomocný personál: } D_{pop} = 0,2 \cdot D_v \quad (26)$$

$D_{pop} = 0,2 \cdot 44 = 8,8$ po zaokrouhlení $D_{pop} = 9$. Jelikož se v námi uvažované výrobě nenachází kantýna či jiné starvovací zařízení, tvoří pomocný personál výhradně uklízečky. Opět provedem propočet na evidenční hodnotu. $D_{pop ev} = 1,1 \cdot D_{pop}$ (27)

$D_{pop ev} = 1,1 \cdot 8,8 = 9,86 \Rightarrow$ evidenční počet pomocného personálu by měl být $D_{pop ev} = 10$.

$$\text{Pracovníci kontroly: } D_k = 0,06 \cdot D_v \quad (28)$$

$D_k = 0,06 \cdot 44 = 2,64$. Po zaokrouhlení dostaneme $D_k = 3$. Kontrolní pracovníci mají na starost kontrolu a evidenci dat o kvalitě výroby, prevenci proti vytváření zmetků a v případě jejich vzniku je včas odhalit a provést patřičné kroky pro nápravu chyb ve výrobě. Evidenční hodnota pomocného personálu potom bude $D_{kev} = 1,1 \cdot D_k$ (29)

$D_{kev} = 1,1 \cdot 2,64 = 2,904 \Rightarrow$ evidenční počet kontrolních dělníků by měl být $D_{kev} = 3$.

$$\text{THP pracovníci: } D_{\text{THP}} = 0,25 \cdot (D_v + D_{\text{popev}}) \quad (30)$$

$D_{\text{THP}} = 0,25 \cdot (44 + 10) = 13,5$. Zaokrouhleno se dostáváme na hodnotu $D_{\text{THP}} = 14$. Mezi THP pracovníky řadíme administrativní pracovníky konstruktéry a tzv. operativní řízení (mistři a technologové. Z celkového počtu THP pracovníků pak 30% tvoří administrativa, 20% konstruktéři a 50% operativní řízení.

$$\text{Dopočítáme ještě Evidenční počet THP pracovníků } D_{\text{THPeV}} = 1,1 \cdot D_{\text{THP}} \quad (31)$$

$D_{\text{THPeV}} = 1,1 \cdot 13,5 = 14,85 \Rightarrow$ evidenční počet pracovníků THP bude $D_{\text{THPeV}} = 15$.

Procentuelně potom nám vyjde, že administrativa by měla mít 5 pracovníků, konstruktéři by měli mít 3 pracovníky a operativní řízení 7 pracovníků.

Celkový počet pracovníků se poté určí jednoduchým součtem všech pracovníků jednotlivých skupin. $D_c = D_{\text{vev}} + D_{\text{pev}} + D_{\text{popev}} + D_{\text{kev}} + D_{\text{THPeV}} \quad (32)$

$D_c = 49 + 17 + 10 + 3 + 15 = 94$. Ve výrobě by jsme tedy měli mít celkem 94 dělníků.

Srovnání vypočtených hodnot s aktuálním stavem ve výrobě

Tab. 9: Srovnání vypočtených a skutečných počtů pracovníků

Typ dělníků	Teoretický počet pomocných pracovníků ve výrobě	Aktuální stav ve výrobě	Procentuální plnění
-	[osob]	[osob]	%
Pomocní dělníci	17	18	106
Pomocný personál:	10	3	30
Pracovníci kontroly	3	1	33
THP pracovníci	15	10	67
Celkem	45	32	71

Z uvedené tabulky můžeme vidět, že většina skupin je nedostatečně obsazena, pouze skupina pomocných dělníků má dostatečný počet, který tvoří 14 dělníků obsluhující jeřáby a 3 řidiči vysokozdvížných vozíků. Což je počet dostatečný.

Pomocný personál ve skutečné výrobě tvoří pouze dvě uklízečky a jeden pracovník bezpečnostní služby, což je velmi nevyhovující vzhledem k rozsáhlosti výrobních prostor není v jejich možnostech dostatečně rychle uklízet všechny prostory. Hrozí tak riziko vzniku nevyhovujících hygienických podmínek v šatnách, jídelně a prostorách sociálního zařízení, což z pozorování mohou potvrdit.

Doporučením by tedy bylo tento počet navýšit na vypočtený, který je uvedený výše v tabulce.

Pracovníci kontroly jsou také nedostatečně obsazeni, v aktuální výrobě je pouze jeden kontrolor kvality pro celou výrobu, což je velmi nedostatečné a může se projevit sníženou kvalitou výroby a hlavně větším nebezpečím vzniku zmetků a chyb ve výrobě. Z praxe mohou uvést příklad, kdy kontrolor provedl pravidelnou kontrolu výroby a než došlo k další kontrole vznikla ve výrobě chyba

na svařovací lince RS50, a polotovar, který linka produkovala, měl odchylku v šířce o 2mm, což bylo samozřejmě mimo normy, ale nebylo vidět pouhým okem na první pohled. Takto se vyrobilo 30t polotovarů, které po zjištění chyby musely jít do šrotu. Proto by bylo velmi vhodné zvýšit počet pracovníků kontroly na doporučené 3 pracovníky.

THP pracovníci jsou podle výpočtů také nedostatečně obsazení. Jedná se především o mistry ve výrobě, kteří mají na starosti příliš mnoho strojů a tím se protahuje jejich seřizování a nastavení při změně výroby, také mohou snadněji přehlédnout závadu na strojích, které patří pod jejich kontrolu a mohou vzniknout škody nebo zbytečná odstaávka výroby.

2.2.2.10 Údržba provozu

Údržba provozu je realizována systém PPO, tedy pravidelnými plánovanými opravami, kdy údržbářská skupina má 5 členů, kteří ve stanovených časech, většinou po uplynutí určité doby provozu stroje, stroj zastaví, a podrobí kompletní prohlídce, provedou drobné opravy, stroj renovují (nový nátěr, výměna provozních kapalin, výměna opotřebovaných částí atp.). Po vykonání této opravy obvykle postupují na další stroj, kde celou proceduru opakují. Jakmile dokončí prohlídky všech strojů obvykle ihned začínají odznova, na prvním stroji výroby. Jedinou výjimkou jsou svařovací linky RS50 a RS60, které jsou úzce spojeny, musí se odstavovat současně a jejich odstavení by způsobilo odstavení velké části výroby. Jejich pravidelné opravy a prohlídky jsou tedy prováděny ve státní svátky nebo o víkendech, což je finančně náročnější vzhledem k příplatkům za práci o víkendech a svátcích, ale stále levnější, než odstavení výroby,. Dalším řešením, které se uvažovalo bylo vytvoření dostatečných skladových zásob tak, aby výroba mohla pokračovat i v době odstávky linek, ale toto řešení bylo zamítnuto vzhledem k nedostatečným skladovacím kapacitám.

Další neobvyklou skutečností je, že údržba nemá vlastní dílnu, kde by prováděla opravy. Při větší závadě na jakémkoliv stroji, která se nedá opravit na místě je povolána smluvní firma, která vyřizuje složité opravy a to většinou tím způsobem, že přijedou její technici, zjistí chybu, opatří náhradní součást a na místě ji vymění, popřípadě vyjmou vadnou součást a odvezou ji na opravu do vlastní dílny. Výhodou tohoto systému je, že se ušetří místo, které by zabraly prostory dílny údržby a nezatěžují samotné pracovníky údržby, kteří se tak mohou věnovat dalším kontrolám a také menší zatížení administrativy. Nevýhodami ovšem jsou vyšší náklady a také nutnost volat smluvní firmu pokaždé, když dojde k jakékoliv závadě na stroji, i když by byli samotní údržbáři schopni ji opravit, kdyby měli patřičné prostředky.

3 NÁVRH RACIONALIZACE VÝROBY

3.1 Projektové omezení a specifikace požadavků

Základní požadavky

Základní požadavky, které vedení firmy ICSC s.ro. zadalo, byly provést racionalizaci stávající výroby, zjistit chyby v rozmístění strojů a provést návrh korekce těchto chyb. Jde tedy především o optimalizaci materiálových toků, zlepšení kontroly kvality a kontrolu využití strojů při zachování, popřípadě zvýšení stávající výroby. Problémy v těchto oblastech byly totiž ve firmě zaznamenány a bylo rozhodnuto, že je potřeba je řešit.

Hlavním úkolem tedy je zjistit problémy ve stávající výrobě sběrem dat a jejich vyhodnocením, zjistit jak by se chyby daly odstranit popřípadě minimalizovat a navrhnout a zpracovat návrh řešení.

Prostorové omezení

Prostorové omezení je dáno stávajícími rozměry a propozicemi výroby. Není možné objekt nijak rozšiřovat, popřípadě upravovat ve smyslu bourání zdí, zastřešování nezastřešených oblastí, zasahování do administrativních budov. Jediné možné stavební úpravy jsou možné bude-li to vyžadovat přesunutí strojů (vybetonování rovné základny, nastřelování kotev strojů atp.). Dále jsem se domluvil s vedoucím výroby, že by bylo také možné protáhnout transportní koleje uvnitř výroby, což by si také vyžádalo stavební úpravy, ale akceptovatelné a nebylo by narušeno stávající rozvržení budov.

Strojní vybavení

Požadavek vedení firmy zněl pouze provést racionalizaci bez nakupování nových strojů, čili použít stroje a zařízení, které jsou momentálně k dispozici.

3.2 Identifikace problémů

Po zhodnocení současného stavu výroby a specifikace požadavků od vedení je nyní třeba identifikovat problémy ve výrobě a jejich řešení.

Jako hlavní problém momentálního uspořádání výroby jsou zbytečně dlouhé dráhy, které materiál musí urazit a tím i časy mezioperační dopravy. Tím se nám prodlužují jednotlivé průběžné doby výroby výrobků, náklady na energii a zbytečně se opotřebovávají se dopravní prostředky. Dalším problémem je zbytečná roztroušenost, velikost a nevhodné umístění některých skladů. Ze zjištěných dat také bylo zjištěno, že některé stroje (jmenovitě pily Adige 660 a 720) nejsou využity na plnou kapacitu a vznikají na nich tedy zbytečné prostoje a tím pádem i finanční ztráty. Posledním hlavním problémem je nedostatek dělníků pomocných činností. V našem návrhu racionalizace výroby se budeme snažit navrhnout optimální řešení nebo minimalizaci těchto nedostatků

3.3 Návrh řešení

Jak již bylo řečeno výše, hlavním problémem výroby jsou dlouhé časy mezioperační dopravy, zapříčiněné dlouhými vzdálenostmi mezi jednotlivými pracovišti. Proto se na tento problém zaměříme jako první. Pro určení nových pozic jsem nejdříve vyzkoušel trojúhelníkovou a souřadnicovou metodu rozmístování, ale výsledky nebyly uspokojivé vzhledem k členitosti výroby a rozdělení do několika budov. Metody nám sice určily které stroje a sklady by měly být nejblíže u sebe či přímo navazovat, ale jejich rozmístění podle vypočtených hodnot a grafů bylo velmi komplikované. Nejlepších výsledků bylo dosaženo úvahou, která vycházela přímo z pozorování materiálových toků na pracovišti a také z diskuze s vedoucím výroby. Jako konečné uspořádání bylo vybráno to, které je v příloze č.2.

Při sestavování tohoto rozmístění jsem se nejvíce soustředil na zkrácení mezioperační dopravy mezi jednotlivými výrobami a sklady tak, aby byl tok materiálu co nejkratší a nejplynulejší a pokud možno minimalizoval přesun materiálu mezi jednotlivými loděmi výrobní haly, jelikož toto zbytečně zvyšuje čas potřebný na přesun materiálu a váže na sebe dva jeřáby místo jednoho. Dále také došlo ke snížení počtu Pil značky Adige o jeden stroj a pol značky Pilous jelikož jejich vytížení bylo zbytečně malé a docházelo tak ke zbytečným ekonomickým ztrátám.

V následujících kapitolách si popíšeme jak se změnila výroba a jakých výsledků se touto změnou dosáhlo.

3.3.1 Změny ploch pracovišť

Pracovní plochy výroby zůstaly v podstatě nezměny, jen se změnila jejich poloha v závodě a tři stanoviště strojní výroby a dvě stanoviště ruční výroby byly zrušeny úplně. Hlavní změny ploch proběhly u skladů, kde některé byly sloučeny, změnilo se jejich určení nebo byly zcela zrušeny. Soupis strojů a skladů pro navrhovanou změnu výroby je vidět v následující tabulce. Pro jednoduchost jsem se snažil zachovat číslování z původní výroby.

Tab.10: Přehled všech ploch výroby, skladů a pomocných provozů nového rozvržení výroby

Číslo	Pracoviště	Plocha
-	[typ]	[m ²]
1	SL 1650/3	134,8
2	SL1500/4	127,7
3	CTL 2000	37,2
4	ATF 2023	28,8
5	RS50	1007,5
6	RS60	1007,5
7	Adige ST660	20,9
8	Adige ST660	20,9
9	Adige ST720	20,9
10	Adige ST720	20,9
11	Pilous TMJ	3,3
12	TruPunch 5000	82,4
13	Trulaser 5060	96,6
14	Bystronic	41,8
15	Trulaser Tube 5000	61,9
16	Zámečnická výroba	38,8
17	Sklad Laser Centr.	125
18	Sklad vlnovody,svitky,plechy	827,7
19	Sklad svitky	140
20	Sklad vlnovody	537,9
21	Sklad svitky	160
22	Sklad svitky	386,32
23	Sklad šrot	453
24	Sklad svitky	290
25	Sklad svitky	50
26	Zpracování dřeva	31,5
27	Administrativa	252
28	Kanceláře mistrů	245,9
Celkem		6251,22

Z tabulky je vidět, že celkový počet pracovišť se nám snížil z původních 33 na 28. Je to dáno zrušením některých strojů a zrušením a sloučením některých skladů. Dále je také patrné, že celková plocha zastavěná pracovišti se nám snížila z 6578,8m² na 6251,22m², za což může zmenšení skladu 27, který byl zbytečně veliký a jeho plocha nevyužitá.

3.3.2 Popis změn pracovišť

V tabulce č.11 níže můžeme vidět změny, oproti minulé výrobě. Vidíme, která pracoviště byla zrušena a která změněna. Jak je z tabulky vidět byly zrušeny tři strojní výroby a dvě ruční. Všechny z nadbytečnosti, protože jejich vytížení bylo příliš nízké a tudíž byl jejich provoz neekonomický a zbytečný. U jednotlivých změn je také udáno, jak se změnila plocha a v případě výroby také počet pracovníků. Vidíme, že se zrušením pěti pracovišť výroby se nám také zmenší počet zaměstnanců o 5 pracovníků. Tudíž z původních 44 na 39. Změny ploch jsou značeny tak, že se zrušením nebo zmenšením zmenší plocha pracovišť, proto jsou značeny mínus a se zvětšením skladu se nám plocha zvětší, proto plus. Zmenšení jednotlivých skladů bylo vykompenzováno zvětšením skladu vlnovodů, svitků a plechů současného čísla 18.

Tab.11: Popis změn pracovišť

Původní číslo	Současné číslo	Název pracoviště	Popis změny	Změna plochy	Změna počtu pracovníků
9	-	Adige ST660	Zrušeno	20,9	-1
12	-	Pilous TMJ	Zrušeno	3,3	-1
13	-	Pilous TMJ	Zrušeno	3,3	-1
20	-	Zámečnická výroba	Zrušeno	38,8	-1
21	-	Zámečnická výroba	Zrušeno	38,8	-1
23	18	Sklad vlnovody,svitky,plechy	Zvětšeno	575,5	-
24	19	Sklad zmetky,šrot	Změna určení - Sklad svitky, zmenšeno	-211,4	-
25	20	Sklad vlnovody	Zmenšeno	-402,2	-
27	22	Sklad svitky	Zmenšeno	-191	-
28	23	Sklad šrot	Zvětšeno	177,3	-
30	25	Sklad vlnovody	Změna určení - Sklad svitky, zmenšeno	-35	-

3.3.3 Množství výroby na jednotlivých strojích v nově sestavené výrobě

Změnou počtu strojů strojní výroby se zákonitě musí změnit také počty kusů a celková hmotnost výroby za určitý čas na zbývajících strojích. V následující tabulce č.12 můžeme vidět jak vypadá výroba na zbývajících strojích.

Tab.12: Přehled výroby na jednotlivých strojích navrhované výroby

Pracoviště	Hmotnost výroby za měsíc	Počet kusů za měsíc	Výrobní doba jedné dávky	Hmotnost jedné dávky	Počet kusů v jedné dávce
-	[t]	[ks]	[min]	[t]	[ks]
Zpracování plechů	-	-	-	-	-
SL 1650/3	-	-	-	-	-
SL1500/4	1518	506	42,0	3,00	1
CTL 2000	1100	22000	48,3	2,50	50
ATF 2023	990	210870	42,9	2,00	426
Výroba profilů	-	-	-	-	-
RS50	1320	49500	128,8	8,00	300
RS60	1320	49500	128,8	8,00	300
Adige ST660	553,5	162821	64,4	1,20	353
Adige ST660	553,5	162821	64,4	1,20	353
Adige ST720	396	51480	64,4	1,20	156
Adige ST720	396	51480	64,4	1,20	156
Pilous TMJ	198	124740	161,0	0,50	315
Laser Center	-	-	-	-	-
TruPunch 5000	550	66000	48,3	1,25	150
Trulaser 5060	440	28160	72,5	1,50	96
Bystronic	440	27343	67,6	1,40	87
Trulaser Tube 5000	638	52741	50,0	1,50	124
Zámečnická výroba	-	-	-	-	-
Zámečnická výroba	0	0	0,0	0,00	0

Z tabulky je patrné, že většina pracovišť svoji produkci nezměnila, což je pochopitelné, protože jejich počty se neměnily a jejich vytížení zůstává stejné. Ovšem u pi Adige ST660 můžeme vidět nárůst hmotnosti a počtu výrobků zpracovaných za měsíc, což je způsobeno snížením počtu těchto pil toho typu a přechodu výroby ze zrušeného pracoviště na zbývajících dvě. Totéž můžeme pozorovat u jediné zbývajících pily Pilous, na kterou se přenesla výroba zrušených dvou pracovišť.

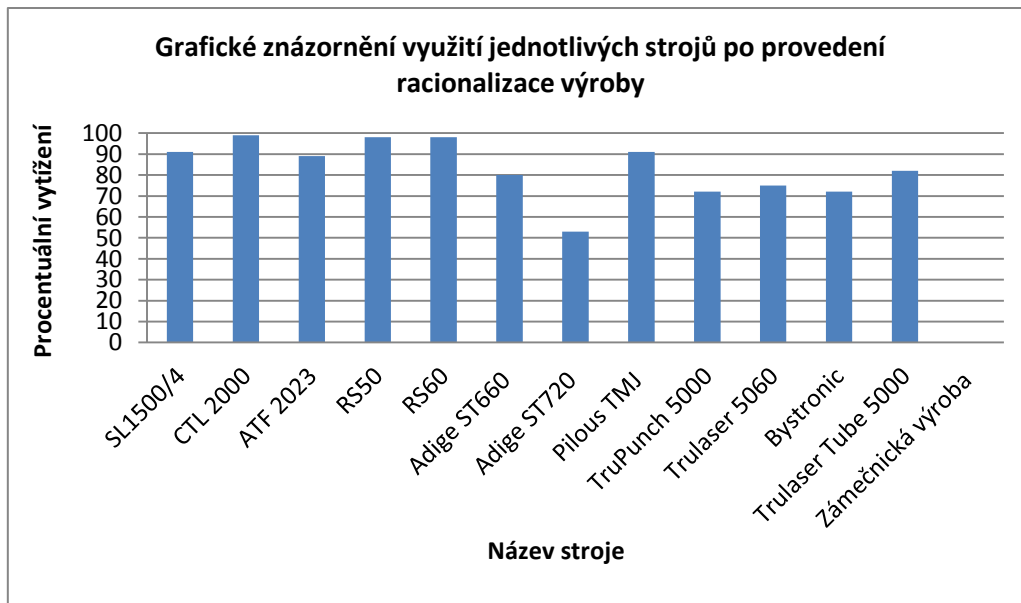
3.3.4 Vytížení strojů nově sestavené výroby

Zrušením strojní výroby pracovišť pil Adige a Pilous došlo k nárustu vytížení ostatních pracovišť tohoto typu, což bylo žádoucí. V následující tabulce č.13 můžeme vidět vytížení strojů po redukci jejich počtů.

Tab.13: Vytížení strojů v návrhu výroby

Stroj	Teoretický počet strojů	Skutečný počet strojů	Procentuální vytížení jednoho stroje
-	[ks]	[ks]	%
SL1500/4	0,91	1	91
CTL 2000	0,99	1	99
ATF 2023	0,89	1	89
Výroba profilů			
RS50	0,98	1	98
RS60	0,98	1	98
Adige ST660	1,6	2	80
Adige ST720	1,06	2	53
Pilous TMJ	0,91	1	91
Laser Center			
TruPunch 5000	0,72	1	72
Trulaser 5060	0,75	1	75
Bystronic	0,72	1	72
Trulaser Tube 5000	0,82	1	82
Zaměčnická výroba			
Zámečnická výroba	0	1	0

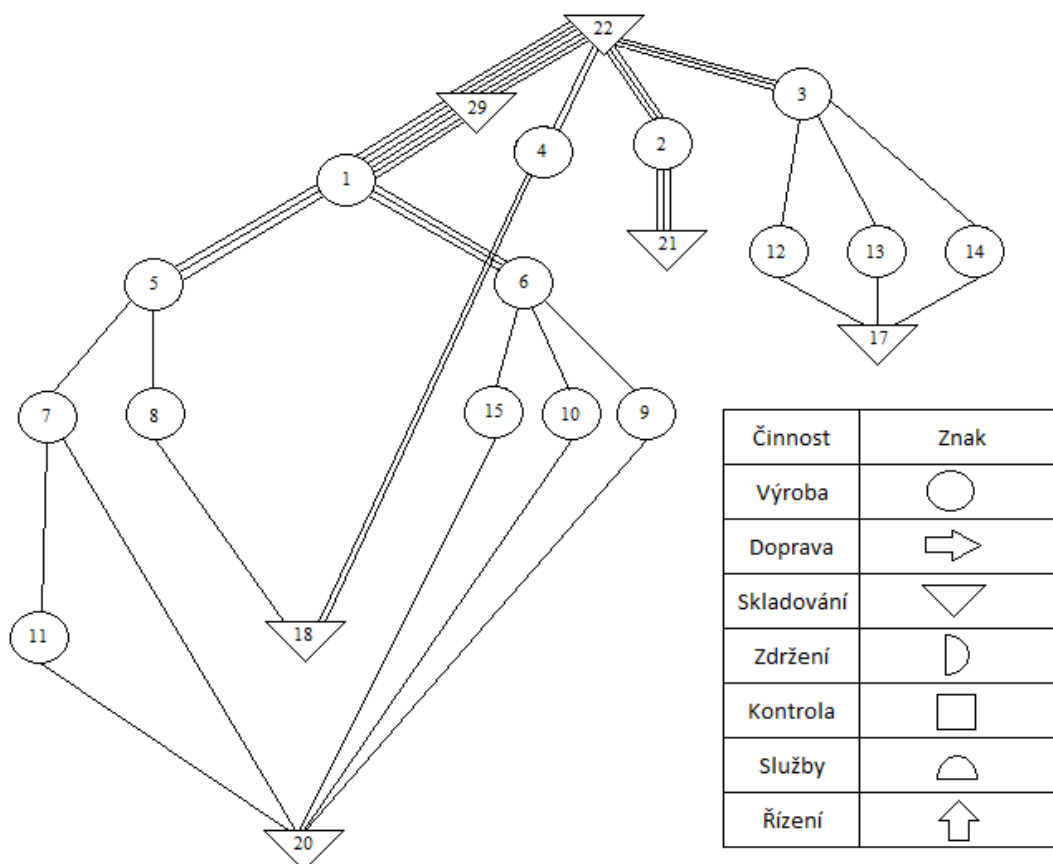
Z tabulky vidíme, že oproti předchozímu vytížení strojů, které je v tabulce č.5, se zvýšila vytíženost Adige ST660 z 53% na 80%, což je významné zvýšení a vyhovující vytížení strojů tohoto typu a je vidět, že výroba nebude narušena. Taktéž zrušením dvou stanovišť výroby pil Pilous se vytížení zbývajících staroje zvedlo na 91%, tudíž je taktéž vyhovující. Stále nízké vytížení ovšem zůstává u pil typu Adige ST720, kde by ovšem zrušení jednoho stanoviště znamenalo vytížení zbývajících stroje na 106% což je nepřijatelné, protože by zbývajícím strojem nestíhal plnit požadované množství dávek, které je požadováno. Dále byly zrušeny dvě ruční zámečnické výroby, jelikož na nich již dlouhodobě neprobíhá žádná výroba a ani není žádná plánována, nicméně po konzultaci s vedoucím výroby bylo rozhodnuto jedno stanoviště zatím nechat v pohotovosti pro případ možné menší zakázky, která by potřebovala toto pracoviště. Pracovník této výroby bude zatím přidělen k jinému stanovišti nebo pro potřeby údržby, dle aktuální potřeby. Jednotlivé hodnoty byly vypočteny podle stejných vzorců jako pro tabulku č.6.



Obr. 18: Grafické znázornění využití jednotlivých strojů navrhované výroby

3.3.5 Schéma materiálových toků nově sestavené výroby výroby

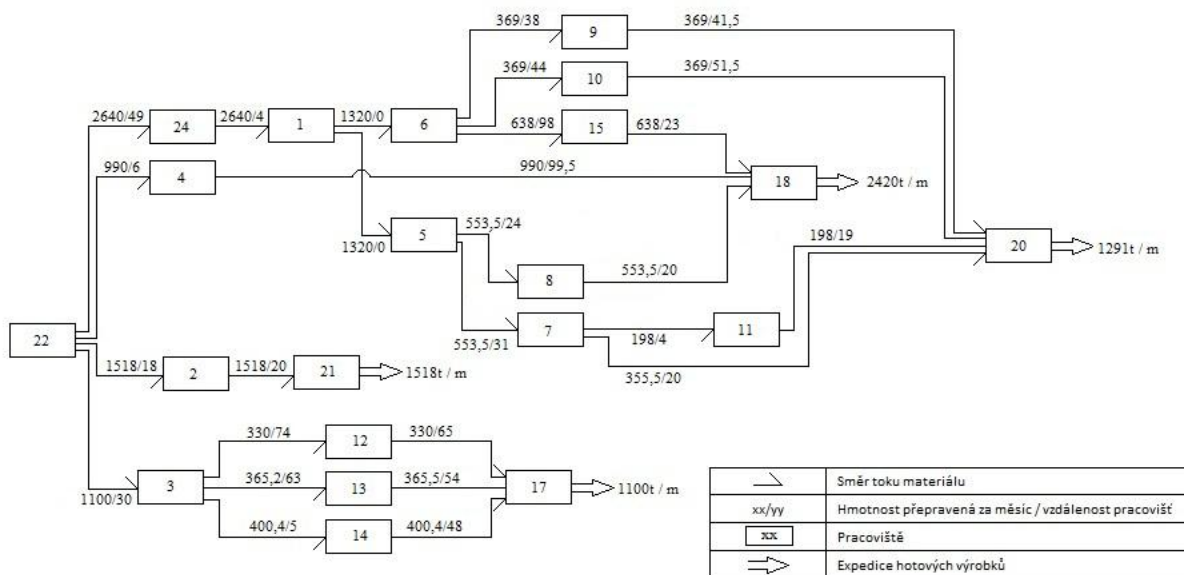
Po provedení racionalizace je potřeba si znovu znázornit materiálové toky, proto vypracujeme schéma materiálových toků nově sestavené výroby. Schéma opět vychází ze **šachovnicové tabulky** nového rozvržení výroby, která je v příloze č.4.



Obr.19: Schéma materiálového toku pro nové uspořádání výroby

Ze schématu materiálového toku vidíme, že samotný tok mezi pracovišti se příliš nezměnil, ubyly pouze některá stanoviště výroby a některé toky směřují do jiných skladů a to tak, aby se zkrátila jejich cesta, to ale je patrné až z dalšího schématu, kde můžeme vidět I vzdálenosti mezi pracovišti.

Další znázornění navrhované výroby tedy provedeme pomocí schématu pracovišť a dopravních cest, kde jako v případě na obr.15 první číslo udává množství materiálu, které cestou projde za měsíc a druhé číslo vzdálenost mezi jednotlivými pracovišti.



Obr.20: Schéma pracovišť a dopravních cest navrhovaného rozvržení výroby

Zde je již na první pohled patrné, že při porovnání se schématem původního rozvržení výroby na obr.15 se většina vzdáleností mezi pracovišti se velmi zkrátila, což bylo hlavním cílem nového rozmístění výroby. V důsledku se zkrátí průběžné časy výroby, zmenší se opotřebení manipulačních zařízení a sníží náklady spojené s energiemi.

3.3.6 Výpočet časů dopravy mezi pracovišti nově navrženého rozložení výroby

V poslední tabulce, která je níže máme souhrn jednotlivých časů dopravy mezi pracovišti u kterých probíhá výměna materiálu. Časy jsou opět vypočteny stejně jako v případě výpočtu časů dopravy u současného rozvržení výroby, které je v tabulce č. A způsob výpočtu popsán v kapitole 2.2.2.6.

Tab.14: Časy dopravy mezi jednotlivými pracovišti nově rozvržené výroby

Trasa materiálu	Čas potřebný pro přesun	Mezilodní koeficient
Doprava pomocí jeřábů		
-	[min]	-
22 -> 24	7,59	v v
24 -> 1	2,30	-
1 -> 6	0	-
6 -> 9	6,56	v
6 -> 10	7,12	v
9 -> 20	2,03	-
10 -> 20	2,03	-
5 -> 8	5,25	v
5 -> 7	5,90	v
8 -> 18	1,87	-
7 -> 11	2,30	-
11 -> 20	1,78	
7 -> 20	1,87	-
22 -> 2	1,69	-
2 -> 21	1,87	-
22 -> 3	3,46	-
22 -> 4	2,72	-
4 -> 18	4,40	-
Doprava pomocí vysokozdvížných vozíků		
3 -> 12	1,98	-
3 -> 13	2,11	-
3 -> 14	2,98	-
12 -> 17	2,64	-
13 -> 17	2,75	-
14 -> 17	1,89	-
15 -> 18	1,23	-
Kombinovaná doprava		
6 -> 15	9,06	v v

Z porovnání hodnot z tabulky č. Je patrné, že časy dopravy mezi pracovišti u nichž dochází k výměně materiálu se značně zkrátily, což dokazuje, že nové rozvržení výroby je efektivnější, než to původní. Také si můžeme všimnout, že již téměř nedochází k přemístování materiálu mezi loděmi výrobní haly a když už, je realizováno pouze za pomoci kolejnicového vozíku. Značení “v” v tabulce znamená, že cesta materiálu prochází z jedné lodě do druhé. Značení “v v” potom indikuje, že materiál prochází přes dvě lodě, nicméně díky použití kolejnicových vozíků dochází pouze k jednomu překládání. Podrobnější srovnání je uvedeno v poslední kapitole bakalářské práce.

3.3.7 Celkové průběžné doby jednotlivých výrobků při novém uspořádání výroby

V příloze č.8 je tabulka s celkovými průběžnými dobami konečných výrobků při navrženém uspořádání výroby. Lehenda a způsob zápisu je stejný jako je uveden v kapitole 2.2.2.8. Oproti tabulce v příloze 7 se nám počet konečných výrobků snížil o tři, ale to je pouze způsobeno odebráním tří strojů z výroby, které měly nedostatečné využití. Množství nevyrobené na těchto strojích vykompenzuje větší množství vyrobené na zbývajících strojích stejného typu, které vyrábí stejný výrobek.

3.3.8 Sankeyův diagram navrhovaného uspořádání výroby

Sankeyův pro navrhované uspořádání výroby najdeme v příloze č.6. Při srovnání s diagramem v příloze č.5 je patrné, že se nám materiálové toky zpřehlednily a jejich síť už není tak hustá. Také je vidět, že většina materiálových toků se velmi zkrátila.

4 SROVNÁNÍ SOUČASNÉHO A NAVRHOVANÉHO USPOŘÁDÁNÍ VÝROBY

4.1 Srovnání množství výroby na jednotlivých strojích

Tab.15: Srovnání množství vyrobených kusů za měsíc

	Současné uspořádání výroby	Navrhované uspořádání výroby
Pracoviště	Počet vyrobených kusů za měsíc	Počet vyrobených kusů za měsíc
-	[ks]	[ks]
Zpracování plechů	-	-
SL 1650/3	-	-
SL1500/4	506	506
CTL 2000	22000	22000
ATF 2023	210870	210870
Výroba profilů	-	-
RS50	49500	49500
RS60	49500	49500
Adige ST660	108547,5	162821,25
Adige ST660	108547,5	162821,25
Adige ST660	108547,5	-
Adige ST720	51480	51480
Adige ST720	51480	51480
Pilous TMJ	86328	258984
Pilous TMJ	86328	-
Pilous TMJ	86328	-
Laser Center	-	-
TruPunch 5000	66000	66000
Trulaser 5060	28160	28160
Bystronic	27343	27343
Trulaser Tube 5000	52741	52741
Zámečnická výroba	-	-
Zámečnická výroba	0	0
Zámečnická výroba	0	0
Zámečnická výroba	0	0

V tabulce 15 vidíme porovnání vyrobených kusů za měsíční časový úsek na jednotlivých pracovištích. Můžeme z ní zjistit, jak ovlivnilo počet vyrobených kusů odebrání jedné pily Adige ST660 a dvou pil Pilous TMJ. Z hodnot je zřejmé, že výroba na zbývajících strojích musela stoupnout, aby pokryla chybějící výrobu odebraných strojů. Vzhledem k malé předchozí procentuelní

využitelnosti však toto neovlivní výrobu, jak si ukážeme v další tabulce, zbývající stroje tuto potřebu vykompenzují a zvýší se jejich využití. Odtraněním přebytečných strojů snížíme náklady na jejich energii, pracovníky a údržbu.

4.2 Srovnání procentuelního využití jednotlivých strojů

V následující tabulce č.16 máme srovnání procentuelního využití strojů při současném stavu a při navrhovaném uspořádání výroby.

Tab.16: Srovnání procentuelního využití jednotlivých strojů

	Současný stav	Navrhovaný stav	
Stroj	Procentuální vytížení jednoho stroje	Procentuální vytížení jednoho stroje	Navýšení využití
-	%	%	%
SL1500/4	91	91	0
CTL 2000	99	99	0
ATF 2023	89	89	0
Výroba profilů			
RS50	98	98	0
RS60	98	98	0
Adige ST660	53	80	27
Adige ST720	53	53	0
Pilous TMJ	30	91	61
Laser Center			
TruPunch 5000	72	72	0
Trulaser 5060	75	75	0
Bystronic	72	72	0
Trulaser Tube 5000	82	82	0
Zámečnická výroba			
Zámečnická výroba	0	0	0

V tabulce 16 vidíme, že se nám navýšilo využití pouze u pil Adige ST660 a Pilous TMJ. Je to dáno tím, že ostatní pracoviště jsou dostatečně vytížená nebo jejich úprava není možná, jako třeba u pil Adige ST720, kde by odebráním jedné pily došlo k navýšení vytížení na 106%, což je nepřipustné, a ani není možné, aby jejich výrobu převzal jiný stroj, proto jejich vytížení musí zůstat na 53%. Podařilo se také zvednout vytížení pil Pilous TMJ odebráním dvou strojů tohoto typu a vytížení tak vzrostlo na 91%, což je vyhovující.

4.3 Srovnání celkových průběžných dob jednotlivých výrobků a vzdáleností mezioperační dopravy

V následující tabulce je udáno, o kolik se zmenšily celkové průběžné doby jednotlivých výrobků. Také udává pro lepší přehlednost, jak se zmenšily časy mezioperační dopravy přemístěním jednotlivých strojů a vzdáleností mezioperační dopravy.

Tab.17: Srovnání celkových průběžných dob jednotlivých výrobků a vzdáleností mezioperační dopravy

		Současné rozvržení	Navrhované rozvržení	Procentuální rozdíl
Vlnovod 50x40x3000 - 1,8	T_{cpd} [min]	53,2	21,3	40,0
	T_{cmd} [min]	285,0	204,1	71,6
	l_c [m]	134,0	45,0	33,6
Vlnovod 50x40x3000 - 1,8	T_{cpd} [min]	47,1	21,8	46,4
	T_{cmd} [min]	272,7	226,5	83,0
	l_c [m]	144,0	59,0	41,0
Speciální profil	T_{cpd} [min]	45,7	23,0	50,3
	T_{cmd} [min]	255,6	214,4	83,9
	l_c [m]	32,7	121,0	370,0
Vlnovod 50x40x2000 - 1,8	T_{cpd} [min]	39,3	19,8	50,3
	T_{cmd} [min]	257,3	222,4	86,5
	l_c [m]	93,5	48,0	51,3
Vlnovod 50x40x2000 - 1,8	T_{cpd} [min]	37,7	20,4	54,3
	T_{cmd} [min]	253,9	221,7	87,3
	l_c [m]	75,5	55,0	72,8
Vlnovod 50x40x1250 - 1,8	T_{cpd} [min]	54,4	22,7	41,6
	T_{cmd} [min]	448,4	389,1	86,8
	l_c [m]	190,5	58,0	30,4
Svitek Ø1630mm, tl. 1,8, šíř. 1200mm	T_{cpd} [min]	9,8	3,6	36,3
	T_{cmd} [min]	54,2	47,4	87,6
	l_c [m]	25,0	20,0	80,0
Plech 750x1500mm, tl.1,8	T_{cpd} [min]	23,9	7,1	29,8
	T_{cmd} [min]	82,8	54,4	65,7
	l_c [m]	90,0	47,0	52,2
Speciální plech	T_{cpd} [min]	8,1	8,1	100,2
	T_{cmd} [min]	109,8	109,3	99,5
	l_c [m]	114,0	139,0	121,9
Speciální tvar plechu	T_{cpd} [min]	21,9	8,3	38,0
	T_{cmd} [min]	147,1	134,0	91,1
	l_c [m]	146,5	117,0	79,9
Speciální profil	T_{cpd} [min]	7,8	7,8	99,2
	T_{cmd} [min]	127,9	127,8	99,9
	l_c [m]	140,0	100,0	71,4

Z tabulky 7, kde T_{cpd} je celková doba mezioperační dopravy, l_c celková vzdálenost mezioperační dopravy a T_{cmd} celková průběžná doba výrobku, můžeme vidět, že největší změny se udály v oblasti dob a vzdáleností mezioperační dopravy, kde zmenšení drah a dob mezioperační dopravy je patrné na první pohled a je jasným indikátorem, že navrhované uspořádání výroby je efektivnější, než to současné. Na druhou stranu celková průběžná doba jednotlivých výrobků se tolik

nezměnila, jelikož v porovnání s dobami zpracování výrobku na jednotlivých strojních pracovištích tvoří časy mezioperační dopravu menší část celkové průběžné doby, proto nemají až takový vliv. Nicméně i tak došlo k jistému snížení celkové průběžné doby, což je také velmi žádoucí.

Výrobky, které začínají slovem „speciální“ nejsou blíže popsány, jelikož smlouvy s odběrateli nedovolují poskytování přesných specifikací třetím stranám a jedná se o speciální tvary vyráběné pouze v Laser Center.

4.4 Srovnání průměrných hodnot průběžné výroby adoby a vzdáleností mezioperační dopravy

Tab.18 Srovnání průměrných hodnot průběžné výroby adoby a vzdáleností mezioperační dopravy

	Současné rozvržení	Navrhované rozvržení	Procentuální snížení
Průměrná doba mezioperační dopravy [min]	32	15	60%
Průměrná průběžná doba [min]	209	177	28%
Průměrná vzdálenost mezioperační dopravy [m]	116	74	66%

Tabulka 18 nám dává konečný a přesný pohled na celkové výsledky dosažené novým rozvržením výroby. Z tabulky vyplývá, že **celková průměrná doba mezioperační dopravy se snížila o 60%, což je výborný výsledek. Dále celková průběžná doba výrobku se snížila o 28% a průměrná vzdálenost mezioperační dopravy se snížila o 66%.**

5 ZÁVĚR

Cílem a snahou této bakalářské práce bylo bližší seznámení s principy a procesy výrobní logistiky, se základními úkoly, kterými se zabývá, se způsoby plánování a důvody zavádění systémů výrobní logistiky do skutečných provozů, ať nových nebo již fungujících. V praktické části bylo hlavním úkolem provést racionalizaci již fungující výroby a popsat výsledné změny ve výrobě.

První část bakalářské práce se zabývá hlavně teoretickými poznatky z oblasti výrobní logistiky, popisuje, jaké jsou její hlavní úkoly, co je cílem zavádění výrobní logistiky do výroby. Dále je v této části pojednáváno o principech technologického projektování, které s výrobní logistikou úzce souvisí a je jedním z jejích nástrojů při aplikaci do reálné výroby, zabývá se postupem při sestavování návrhů, kapacitními propočty, způsoby uspořádání výroby, volbami uspořádání výroby, zásadami rozmístování strojů a zařízení v provozu a také rozmístování pracovišť. Další důležitou částí je popis plánování a řízení výroby pomocí různých systémů a pomocí aplikačního softwaru a jaké systémy se hodí pro plánování pomocí sfotearových aplikací a jaké ne.

V druhé části, která se je již praktickou částí bakalářské práce se zabýváme zhodnocením současného stavu výroby v námi vybraném podniku, v našem případě ve společnosti ICSC Brno a.s., která se zabývá výrobou vlnovodů a polotovarů na výrobu vlnovodů, a také výrobou speciálních krytí pro aplikace silnoproudé elektrotechniky. Nejdůležitější informace udané v této části popisují množství výroby, hlavní materiálové toky, aktuální rozmístění výroby, popisuje způsoby dopravy materiálu v podniku, jejich způsoby balení, časovou náročnost dopravy a vytížení jednotlivých strojů. Také se zde pojednává o způsobech údržby ve výrobě a momentálních a doporučených počtech zaměstnanců všech složek výroby.

Ve třetí části již najdeme samotný návrh nového uspořádání výroby tak, aby se docílilo co největší plynulosti materiálových toků při co nejmenších drahách a dobách mezioperační dopravy. Jsou zde kompletní data nově navržené výroby, stejně tak, jako v druhé části, ale již pro zracionalizovanou výrobu. Popisy projektového omezení, specifikace základních požadavků vedení podniku a popisy změn oproti současnému rozvržení výroby.

V poslední části bakalářské práce je již samotné srovnání současného a navrhovaného uspořádání výroby, najdeme zde srovnání využití strojů, množství výroby na jednotlivých strojích, průběžných dob jednotlivých výrobků a konečné srovnání průměrných hodnot průběžné doby všech výrobků, průměrné vzdálenosti mezioperační doby a její průměrné doby.

Z celkového zpracování nám vyplynulo, že racionalizací výroby bez stavebních úprav budov či bez přidávání nových prostor lze snížit průměrnou průběžnou dobu výrobku o 28%, což je nezanedbatelné číslo. Dalším velmi důležitým faktorem je, že se podařilo snížit průměrný čas mezioperační dopravy o 60% a průměrnou vzdálenost o 66% což je velmi vysoké číslo. Snížením

mezioperační dopravy se nám velmi sníží náklady na veškerý provoz jeřábů a vysokozdvizných vozíků a jejich opotřebení a následné náklady na údržbu, sníží se možnost vysokého nárůstu meziskladových zásob. Celkovou racionalizací se nám také velmi zpřehlednila výroba, což je vidět při porovnání sankeyových diagramů současného uspořádání a navrhovaného uspořádání výroby. Stroje podobných operací byly seskupeny k sobě a dalo by se hovořit o vytvoření technologických souborů výroby, i když jejich vytvoření a popsání nebylo v požadavcích vedení. Další pozitivní věcí je, že se zjistily neostatečně využití stroje a jejich počet byl upraven tak, aby bylo vytížení ideální, čímž se také snížily prostroje nedostatečně využitých strojů a tím pádem také náklady na výrobu na těchto strojích. Dále bylo doporučeno upravení počtu zaměstnanců ve výrobě, aby byla zajištěna řádná kontrola kvality a plnění hygienických norem výroby. Jejich počty byly navrhnutý pro současnou výrobu, ale silně se doporučuje respektovat je i pro nové rozestavení výroby při redukováném počtu strojů.

Návrh na nové rozmístění výroby byl prezentován výrobnímu vedení, a kladně přijat. Bylo ale rozhodnuto, že vzhledem k časové náročnosti přestavění výrobního provozu nebudou současné změny realizovány, neboť není v současné době ani nejbližším časovém horizontu možné přerušit výrobu a přerušit plnění zakázek, které v současné době podnik má.

6 LITERATURA

- [1] ŠPINKA, Jiří ; ŠIMEK, J. *Technologické projektování*. Brno : Nakladatelství Vysokého učení technického v Brně, 1992. 80s
- [2] VLADIMÍR, Lukšů. *Logistika 1*. Praha : VŠE, Fakulta managementu, 2001. 102 s.
- [3] MATUSZEK, Stanislav; SMETANA, Marek. *Metody využívané ve výrobní logistice*. Ostrava : VŠB, 2004. 56 s.
- [4] DUBRAVCOVÁ, Jitka; DUBRAVEC, Petr. *Dubravec* [online]. 1998 [cit. 2010-12-09]. Výrobní Logistika. Dostupné z WWW: <<http://www.dubravec.cz/dubravcovi/cl000002.htm#a14>>
- [5] MIKULEC, Petr. *Metody průmyslového inženýrství a výrobní logistiky jako nástroje zvyšování výkonnosti v plastikářské výrobě*. Zlín, 2009. disertační práce (Ph.D.). Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta managementu a ekonomiky
- [6] PÁNEK, Pavel. *Výrobní Logistika* [online]. Praha : Provozně ekonomická fakulta, 2009. 53 s. Referát. ČZU. Dostupné z WWW: <pef.czu.cz/~panek/Logistika_09/Logistika_8.ppt>
- [7] ŠILER, Jiří. *Odbornecasopisy* [online]. 2001 [cit. 2010-12-09]. Výrobní logistika v systémech aplikačního softwaru. Dostupné z WWW: <<http://www.odbornecasopisy.cz/download/au040141.pdf>>
- [8] JUROVÁ, Marie. *Logistika*. Brno : VUT, 1998. 162 s.
- [9] JUROVÁ, Marie. *Řízení výroby*. Brno : VUT, 2001. 2005 s.
- [10] HLAVENKA, B. *Projektování výrobních systémů Technologické projekty I*. 3 vydání Brno PC-DIR Real s.r.o. 1999 197s ISBN 80-214-1472-3
- [11] HLAVENKA, B. *Technologické projekty, cvičení*. 3 vydání Brno PC-DIR Real s.r.o. 1999 41s ISBN 80-214-0928-2
- [12] RUMÍŠEK, Pavel. *Technologické projekty*. Brno: VUT – FSI.1991. 185 s. ISBN 80-214-0385-3
- [13] NEJEDLÝ, J. *Technologický projekt výrobní linky na výrobu plastových oken*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2009. 75 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Pavel Rumíšek, CSc.
- [14] HENZL, D. *Technologický projekt výroby nerotačních (deskových) součástí*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 90 s. Vedoucí práce. doc. Ing. Pavel Rumíšek, CSc.
- [15] SUSKO, P. *Výrobní logistika*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2011. 23s. Vedoucí semestrálního projektu Ing. Jiří Špinka.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Zkratka/Symbol	Jednotka	Popis
E_r	[h/ rok]	Roční fond ručního pracoviště v jedné směně
E_s	[h/ rok]	Efektivní časový fond stroje při jedné směně
P_{th}	[ks]	Teoretický počet strojů
t_k	[Nmin]	Kusový čas na danou operaci
N	[ks]	Počet vyráběných kusů
S_s	[-]	Směnnost strojních pracovišť
η_{op}	[%]	Využití strojů dané operace
P_{th}	[ks]	Teoreticky vypočtený počet strojů
P_{sk}	[ks]	Skutečný počet strojů
D_{vs1}	[-]	Počet výrobních strojních dělníků v 1. směně
D_{vs2}	[-]	Počet výrobních strojních dělníků v 2. směně
S_s	[-]	Směnnost strojních dělníků
S_r	[-]	Směnnost ručních dělníků
D_{vr1}	[-]	Počet výrobních dělníků ručních v 1. směně
D_{vr2}	[-]	Počet výrobních dělníků ručních v 2. směně
D_v	[-]	Celkový počet výrobních dělníků
F_v	[m ²]	Výrobní plocha
F_s	[m ²]	Výrobní plocha strojních pracovišť
F_r	[m ²]	Výrobní plocha ručních pracovišť
f_r	[m ²]	Měrná plocha ručního pracoviště
f_s	[m ²]	Měrná plocha strojního pracoviště
T_c	[min]	Celkový čas výroby jedné dávky
T_d	[min]	Čas výroby samotné dávky
T_{pz}	[min]	Čas přípravy a zakončení
N	[ks]	Počet kusů vyráběných za rok
t_k	[min]	Čas potřebný pro provedení dané operace na stroji
η	[%]	Procentualni využití, stroje, skupiny strojů)
v_m	[m/s]	Souhrnná rychlost pohybu materiálu na jeřábu
v_j	[m/s]	výrobcem udaná rychlost samotného jeřábu
D_p	[-]	Počet pomocných dělníků
D_{vev}	[-]	Evidenční počet výrobních dělníků
D_{pop}	[-]	Počet dělníků pomocného personálu
$D_{pop ev}$	[-]	Evidenční počet dělníků pomocného personálu
D_k	[-]	Počet pracovníků kontroly
D_{kev}	[-]	Evidenční počet pracovníků kontroly
D_{THP}	[-]	Počet THP pracovníků
$D_{THP ev}$	[-]	Evidenční počet THP pracovníků
D_c	[-]	Celkový počet pracovníků

