

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STROJNÍ

Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie

**Vliv P-Q a P-G diagramů pro návrh projektu
výrobního procesu**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor: Tomáš Picka

Studijní obor: Výroba a ekonomika ve strojírenství

Vedoucí práce: Ing. Jiří Kyncl

Praha 2015

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně, že jsem řádně citoval všechny použité prameny a literaturu a že práce nebyla využita v rámci jiného vysokoškolského studia či k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze dne

podpis

Abstrakt:

Tato práce se zabývá vlivem P-Q a P-G diagramů na projektování výrobních postupů a systémů. Její struktura nejdříve popisuje princip postupného modelování systémů, který spadá do systémového a komplexního přístupu k projektování. Dále se práce zabývá rozborem dat, které jsou diagramy zpracovávány a jejichž správné členění a zpracování má výrazný dopad na vypovídající hodnotu výstupních dat z diagramů. Nakonec práce rozebírá jednotlivé přínosy diagramů v jednotlivých fázích projektování výrobního procesu.

Práce dochází k závěru, že diagramy patří k nástrojům, díky kterým je možné získat užitečné informace o struktuře organizace podniku, jako jsou např. typ a struktura výroby, stupeň automatizace, způsoby manipulace s materiálem nebo o plánování a řízení výroby apod. Lze konstatovat, že diagramy jsou nástrojem, který by měl být použit všemi účastníky procesu plánování výroby. Jejich hlavním přínosem je významná pomoc při hledání ideálních cest při projektování efektivních výrobních procesů. Tím výrazně napomáhají ke zvýšení konkurenceschopnosti daného podniku na dynamických a globalizovaných trzích.

Klíčová slova:

P-Q diagram, P-G diagram, výrobní proces, projektování výrobních procesů, optimalizace podnikových procesů, efektivnost

Abstract:

This thesis deals with an influence of P-Q and P-G diagrams on production planning of industrial processes and systems. Firstly, its structure describes the principle of sequential system modelling, which belongs to the systematic and complex approach to the production planning. Secondly, the thesis is concerned with an analysis of data, which are processed by the diagrams. Correct structuring and processing of these data have significant impact on a plausibility of output data from diagrams. Finally, particular contributions of diagrams in their individual phases of production planning are discussed.

As a conclusion, it is drawn that the diagrams belong to the tools with which useful information about a structure of organisation in a company, such as a structure or a kind of production, a level of automation, manners of manipulation with material, planning or managing production, can be obtained. It is possible to say that the diagrams are tools which should be used by all the participants of the production planning process. Their main contribution is a distinct help in a searching of ideal ways of projecting efficient production processes. Therefore, they considerably aid competitiveness of a company within a current dynamic globalised market.

Keywords:

P-Q diagram, P-G diagram, production process, production process modelling, company processes optimization, efficiency

Seznam pojmů a zkratek

Výrobní proces – je dán souhrnem technologických, manipulačních, kontrolních a řídicích činností. Jeho cílem je měnit tvar, rozměry, složení, jakost spojení a výchozích materiálů a polotovarů z hlediska požadovaných technicko-organizačních podmínek jednotlivých výrobků.

Výrobek – je materiálově, konstrukčně a funkčně uzavřený celek, který může být sestaven z jednotlivých součástí nebo montážních celků rozebíratelným nebo nerozebíratelným spojením.

Součást – je základním prvkem výrobku. Je vyrobená zpravidla se stejnorodého materiálu tvářením, litím, apod.

Montážní celek – vzniká spojením dvou nebo více součástí.

Pracnost – je množství „práce“ vyjádřené normou času na jednotku (Nh/ks, Nmin/ks) potřebné za určitých technicko-organizačních podmínek ke zhotovení výrobku.

Průběžná doba výroby – je časové rozpětí od zahájení práce nutné pro zhotovení výrobku až po skončení výstupní kontroly, popřípadě odevzdání výrobku do expedice.

Just in Time – strategie umožňující minimalizovat velikost skladů a zásob.

Make or Buy - forma kooperace založená na principu udělej nebo nakup, kde finální výrobek je společný produkt finalisty a subdodavatelů vycházející z principu „specializace – kooperace – důvěra“ [13]

KPV – Konstrukční příprava výroby

TgPV – Technologická příprava výroby

PPV – Projektová příprava výroby

PŘV – Plánování řízení výroby [13]

Seznam použitých grafů a tabulek

- Graf 1. - Schéma projektování výrobních systémů
- Graf 2. - Schéma statické části projektu
- Graf 3. - Schéma dynamické části projektu
- Graf 4. - Schéma rámcové schéma technologického projektování
- Graf 5. - Soubor výrobního programu
- Graf 6. - Soubor zařazení výrobku v MC
- Graf 7. - Soubor charakterizující součást
- Graf 8. - Soubor charakterizující výrobní operaci
- Graf 9. - Soubor profesního zařazení
- Graf 10. - P-Q diagram s mělkou a hlubokou křivkou
- Graf 11. - Rozložení oblastí v P-Q diagramu
- Graf 12. - Využití P-Q diagramu v projektování manipulace s materiálem
- Graf 13. - Modifikace P-Q a P-G diagramu s jednotkovými náklady
- Graf 14. - Schéma podnikové struktury Just in time a Just in Case
- Graf 15. - Závislost kapacitních odchylek na podíl sortimentu při výběru reprezentanta
-
- Tabulka 1. - Hodnoty rozptylu četnosti a pracnosti rotačních součástí
- Tabulka 2. - Ukázka setřídění výrobních operací a součástek do výrobních struktur
- Tabulka 3. - Rozbor rotačních součástí z 10 vybraných oborů
- Tabulka 4. - Ukázka standardizace výrobní základny
- Tabulka 5. - Rozdělení relativních četností a podílů pro výroby dělené podle hmotnosti

Obsah

1.1.	Úvod.....	7
1.2.	Úvod do problematiky.....	7
2.	Metodika postupného modelování výrobních procesů a systémů.....	9
2.1.	Statická část výrobního projektu.....	9
2.2.	Dynamická část projektu.....	11
2.3.	Vzájemné vztahy mezi útvary podílejících se na projektování.....	12
3.	Způsoby třídění a rozborů dat vstupujících do návrhu technologického projektu.....	14
3.1.	Zdroje dat a jejich třídění.....	14
3.2.	Rozbor součástkové základny.....	17
3.3.	Princip P-Q diagramu.....	20
3.4.	Princip P-G diagramu.....	21
3.5.	Výběr vhodných dat pro P-Q a P-G diagramy.....	21
4.	Využití P-Q a P-G diagramů pro postupné modelování technologického projektu.....	23
4.1.	Využití P-Q a P-G diagramů projektování statické části projektu.....	23
4.2.	Využití P-Q a P-G diagramů projektování dynamické části projektu.....	26
5.	Přínos diagramů pro zvyšování technickoorganizační úrovně výrobních procesů.....	32
5.1.	Závěr.....	34
6.	Použitá literatura.....	35

1.1. Úvod

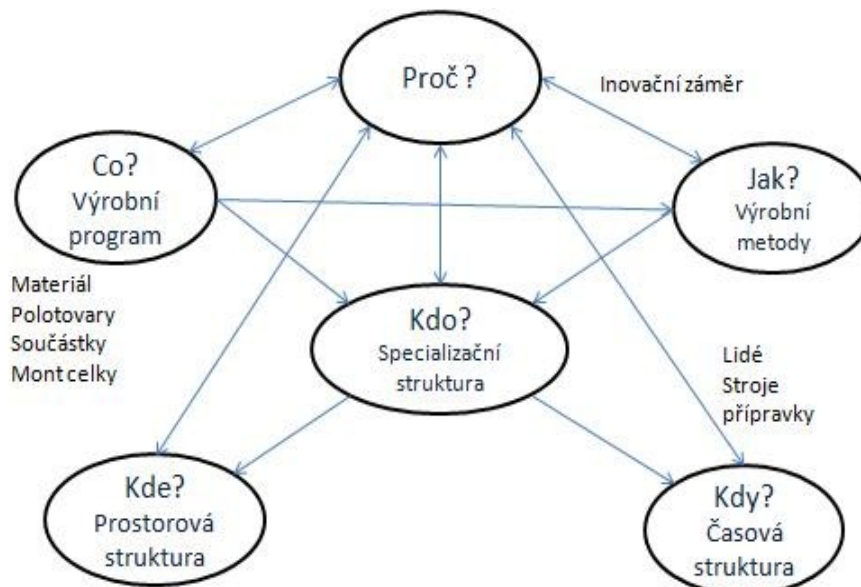
Tato práce se zabývá přínosem P-Q a P-G diagramů v těchto procesech. Diagramy patří ke klasickým nástrojům projektanta, které mu mohou poskytnout první užitečné informace o typu a organizaci výroby, stupni automatizace, manipulaci s materiálem, ale i způsobu plánování a řízení výroby [5]. Obecně lze o P-Q diagramu říci, že dává do souvislosti řadu výrobků, nebo představitelů výrobků (P) na jedné straně a vyráběné množství daného výrobku nebo představitelů výrobků (Q). P-G diagramy jsou svojí strukturou podobné, pouze výrobky či jejich představitelé se porovnávají na základě hmotnosti (G). P-Q a P-G diagramy vstupují do modelování jako jakýsi vyhodnocovací filtr souboru vstupních informací, podle použitého souboru dat a podle jeho zpracování příslušným diagramem může technolog volit vhodné postupy nebo prvky.

Struktura této práce je rozvržená do čtyř nosných kapitol. Ve druhé kapitole je popsán princip postupného modelování systémů, který spadá do systémového a komplexního přístupu k projektování. Ve třetí kapitole jsou rozebírána data, která vstupují do procesu modelování výrobních postupů, způsob, jakým jsou tato data tříděna a zpracovávána. Čtvrtá kapitola se zamýšlí na přínosem P-Q a P-G diagramů k jednotlivým fázím projektování výrobních postupů. Konečně pátá, poslední kapitola shrnuje závěry kapitol předešlých a měla by poskytnout úvahu nad přínosem diagramů na technickoorganizační úrovni a efektivnosti výrobních procesů.

1.2. Úvod do problematiky

V dnešní době globalizovaných trhů, kde je v silné konkurenci každý výrobce nahraditelný, se stále více stupňují snahy zapracovávat do podnikových strategií systémové a komplexní přístupy při projektování výrobních procesů a systémů. Tato snaha má za cíl zdokonalovat výrobní procesy a tím získávat kýžený náskok před konkurencí. Žádaným výsledkem těchto procesů jsou úspory nákladů (snižování materiálových nákladů, prostorových, energetických a časových požadavků) a zvyšování kvality konečného produktu. Všechny procesy v podniku musí být dopředu plánovány. Graf č. 1 vyobrazuje základní vztahy ve struktuře projektování výrobních procesů, využívající principy postupného

modelování. Jednotlivé otázky charakterizující cestu projektování jsou vzájemně provázané, systém je tedy celistvý a zároveň neustále podrobený kritickému přístupu při hledání optimálních cest, což je v grafu charakterizováno otázkou, která by měla být kladena v rámci celého procesu, tedy proč je volena zrovna ta která cesta realizace?



Graf 10. Schéma projektování výrobních systémů [1]

2. Metodika postupného modelování výrobních procesů a systémů

2.1. Statická část výrobního projektu

Při projektování výrobních procesů a systému je nutné vycházet ze značného množství informací, které se vztahují k velkému množství vzájemných vztahů uvnitř podnikových struktur. Při zavádění komplexního a systémového přístupu k projektování výrobních procesů a systémů, je potřeba nejdříve celou problematiku zjednodušit. Základním principem projektování je dělení úlohy na menší, lépe uchopitelné celky, které lze účinně modelovat a následně je zapracovávat do složitého systému vzájemných vztahů. Vytvořené modely jsou jen zjednodušenými obrazy skutečností a jako takové se nemusejí vždy ztotožňovat se skutečností. Tato diference může být dána např. špatným, nebo neúplným výběrem dat, či přílišným zjednodušením řešené problematiky. Pro maximalizaci efektivity modelování jsou dnes běžně využívány sofistikované počítačové programy. Ukázkou takového systému je možné uvést program Sysclass, který je nejvíce používaným systémem v České republice.

Jednotlivé etapy projektování procesů se dají rozdělit z hlediska vztahu mezi výrobkem a podnikovými procesy do dvou základních částí, na statickou a dynamickou část projektu. Následující tabulka ukazuje možnou strukturu statické části projektu.



Graf 11. Schéma statické části projektu [1]

Statická část se věnuje vztahu mezi věcnou a procesní stránkou vztahu výrobku. Věcné podmínky jsou dány charakteristikou výrobku samotného, tedy tvarem, rozměrem, materiálem, ale třeba i vyráběným množstvím, zatímco v rámci procesní stránky věci je řešen postup výroby, cena výroby, montážní postupy apod.

Konstrukce výrobku:

Do statické části vstupuje práce konstruktéra, který řeší optimální návrh vyráběné součásti. Součást musí být nejen funkční, ale z hlediska nároků na výrobu a na materiál co nejvíce hospodárná. To se týká nejen tvarového návrhu, ale i kontroly funkčních rozměrů, či dosahovaných funkčních ploch. Obecně se dá říct, že projektant by měl co nejvíce respektovat zaběhnuté podnikové výrobní standardy a měl by se snažit o co největší unifikaci podobných součástí s ohledem na možnosti inovace.

Návrh výrobního postupu:

Do statické části vstupuje také návrh technologa, který vytváří návrhy výrobních technologií pro daný produkt. Technolog samozřejmě musí respektovat podnikové možnosti a sám by měl vnášet (stejně jako konstruktér) do své práce inovace, jenž mají konečný pozitivní efekt na efektivitu výroby a kvalitu výsledného produktu. Technolog by měl zpracovat ideální návrh výroby součásti v rámci podnikových možností a s ohledem na co největší konkurenční schopnost.

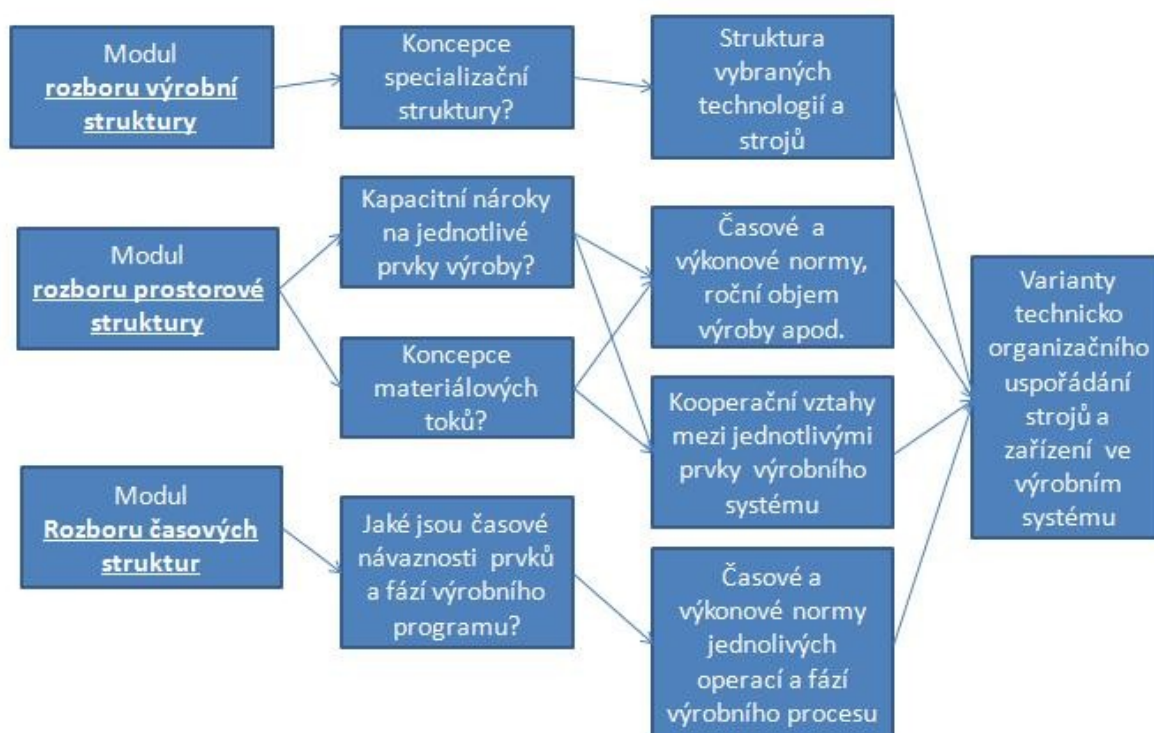
Dlouhodobá strategie výroby a výrobní specializace:

Dalším, kdo vstupuje do této části, je podnikový management, jenž svými krátkodobými a dlouhodobými rozhodnutími určuje směřování podniku. Sjednává obchodní smlouvy na výrobu výrobků, či vytváří marketingové analýzy, ze kterých plynou vyráběná a prodávaná množství jednotlivých výrobků. Rozhodnutí managementu o směřování výroby jsou následně určující pro rozhodování o investicích do výrobního či manipulačního zařízení nebo do prostorových struktur, tedy do jednotlivostí, které následně ovlivňují variabilitu možností jak a co vyrábět.

Jedna z cest, jak se stát více konkurenční schopným výrobcem, je cesta specializace výroby. Té se dá docílit např. výrobou variací na jeden druh výrobku (jako jsou motory, převodovky apod.). Další možností, jak se specializovat, je soustředit se na specifické strojní vybavení (stroje určené pro objemné výrobky, výrobní linky apod.).

2.2. Dynamická část projektu

Výsledkem statické části jsou návrhy výrobních a montážních postupů, ze kterých následně vychází dynamická část výrobního postupu. Její základní charakteristikou je, že si bere data získaná výstupem z první části a dává je do souvislosti s časovou a prostorovou strukturou podniku. De facto řeší, jak zabudovat výrobu daného výrobku do života strojírenského závodu. Inženýr výrobních procesů ve spolupráci s technologem musejí v podniku řešit vytváření výrobních struktur z několika hledisek.



Graf 12. Schéma dynamické části projektu [1]

Koncepce specializačních toků

V podnikové struktuře je účelné vytvářet jednotné postupy výroby, proto při zavádění nového výrobku do výroby musí být řešena výroba ve vztahu jak ke stávajícím výrobním strukturám, tak i k budoucím investicím. Tato úzká specializace je důležitá, neboť umožňuje úspory času, prostoru, energií a materiál a tedy i větší efektivitu a hospodárnost.

Kapacitní nároky

Kapacitní nároky na jednotlivé prvky výroby vycházejí z charakteristik výrobku a objemu výroby. Kapacitní propočty jsou důležité vzhledem k určení vytíženosti jednotlivých strojů a struktury výroby. V rámci statické části technolog navrhuje výrobní dávky, které nemusí vyhovovat struktuře výroby celé součásti. Je proto třeba nahlížet na výrobek jako na celek a optimalizovat výrobní objemy na dopravní dávky, jenž více odpovídají struktuře výroby, minimalizují výrobu na sklad a zbytečnou manipulaci s materiálem.

Kapacitní propočty také informují o nárocích na manipulaci, případně na uskladnění potřebného materiálu či výrobků.

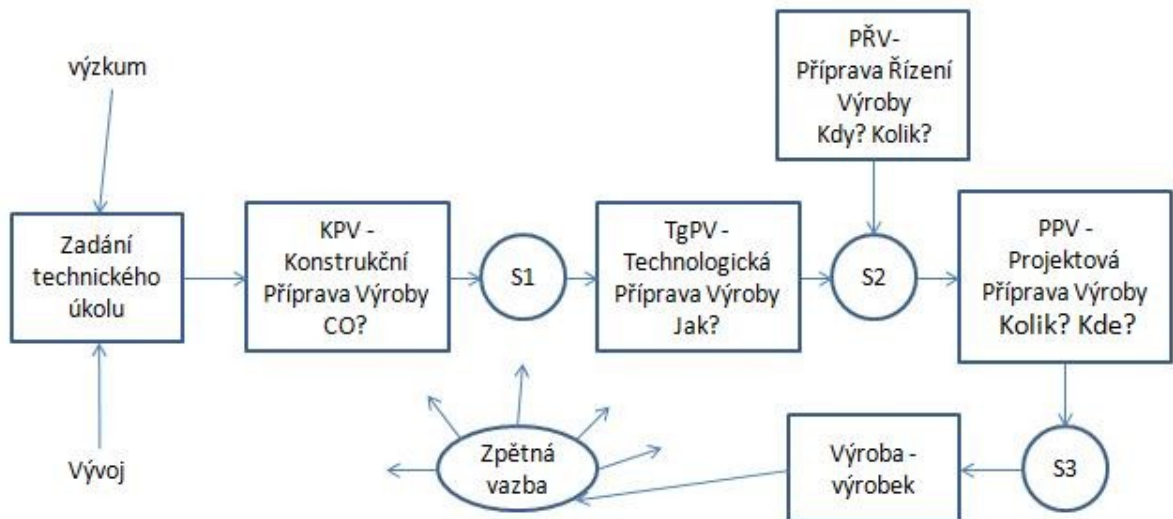
Materiálové toky a časová návaznost

Z logistického hlediska je především třeba určit toky materiálů. To znamená vyřešit otázku, jak bude materiál putovat výrobou od uskladnění polotovaru, manipulací polotvarů a výrobků, přes jejich montáž a expiraci. Dále je nutné zajistit efektivní provázanost toků materiálu mezi pracovišti, určit tedy, jaké série se budou vyrábět, jaký typ pracoviště bude použit (výrobní linka, stavebnicové stroje, či výrobní hnízdo).

Z hlediska logistiky je dále také třeba určit jednotlivé časové návaznosti prvků a fází výrobního programu, které jsou vzaty z časových a výkonových norem. Dle těchto dat je pak řízena logistika objednávek materiálu či nástrojů, jsou přiřazováni pracovníci ke strojům, či je dána zpětná vazba managementu podniku o časové náročnosti výroby.

2.3. Vzájemné vztahy mezi útvary podílejících se na projektování

Pro správné fungování všech složek podílejících se na projektování výrobních procesů je nezbytné, aby pro své potřeby mohly čerpat celistvé a aktuální informace ze všech podnikových útvarů. To vyžaduje vytvoření jednotného shromaždiště dat a vytvoření struktury informačních toků zajišťujících objektivitu a správnost dat. Vzájemná provázanost jednotlivých útvarů zajišťujících přípravu výroby je možné vidět na grafu č. 4



Graf 13. Schéma rámcové schéma technologického projektování [1]

Součástí uvedené struktury jsou kromě jednotlivých úseků přípravy výroby i tři důležité komunikační uzly, které jsou označeny jako S1 až S3. V rámci těchto uzlů je zajišťována primární a sekundární optimalizace výroby. Pro efektivní spolupráci je nutné zajistit, aby vzájemná spolupráce měla charakter společné koncepční práce. V uzlu S1 probíhá primární optimalizace, řeší se zde vzájemné působení věcných a procesních podmínek výroby. Uzel S2 je v systému významný tím, že vzájemně propojuje všechny úseky – KPV, TgPV, PŘV a PPV a jeho funkčnost tak má největší vliv na výsledné procesy. Probíhá v něm sekundární optimalizace, ve které se mimo jiné řeší, jaké jsou požadavky trhu, smlouvy se zákazníky a hledají se cesty v co největší konkurenční schopnosti. Uzel S3 již komunikuje s jednotlivými výrobními úseky. Pro zdokonalování procesů je také důležitá zpětná vazba přicházející od úseků výroby zpět do struktur přípravy výroby.

3. Způsoby třídění a rozborů dat vstupujících do návrhu technologického projektu

3.1. Zdroje dat a jejich třídění

Všechny informace o chodu podniku je třeba v rámci podniku jednotně shromažďovat, třídít a zpracovávat. Data lze obecně rozdělit na soubory informací proměnného charakteru a soubory informací trvalého charakteru. Data proměnného charakteru čerpají především z těchto zdrojů:

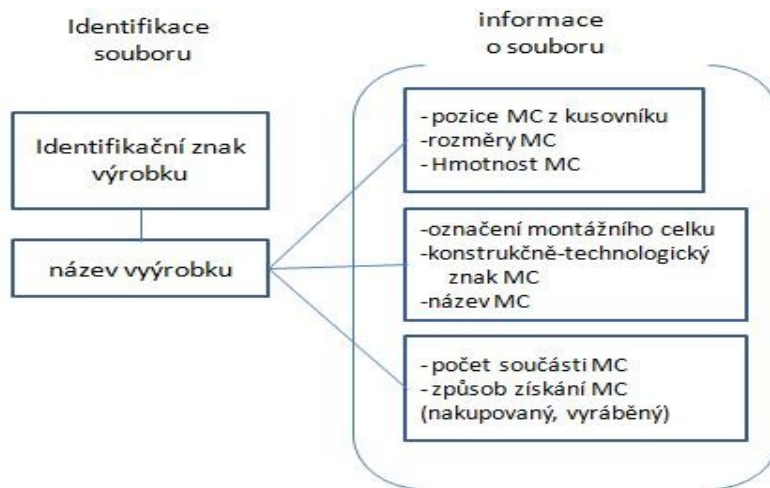
- Konstrukčních – výkresy sestav, podsestav, kusovníky apod.
- Technologických – výrobní a montážní postupy, operační návodky apod.
- Plánovacích – roční výrobní plány, velikost výrobních dávek apod.

Funkční metodika členění dat je dělit je pro praktické použití účelných souborů. Úkolem každého strojírenského závodu je tedy setřídít svá data do takových souborů, které jsou pro něj vhodné a přínosné. Následující dělení udává hierarchie členění dat do 4 stupňů podle specifikace na jednotlivé návaznosti na procesy v podniku. Graf č. 5 popisuje možnou podobou souboru dat výrobního programu. K jednotlivým programům následně přísluší jednotlivé specifikace výrobních programů, které jsou v grafu také uvedené. Z tohoto členění je možné dobře sledovat například stabilitu výrobního programu, která je vyjádřena v časové řadě a umožňuje tak roztřídit výrobky podle charakteristik výrobních programů na – útlumové, rozvojové nebo stabilní [2].



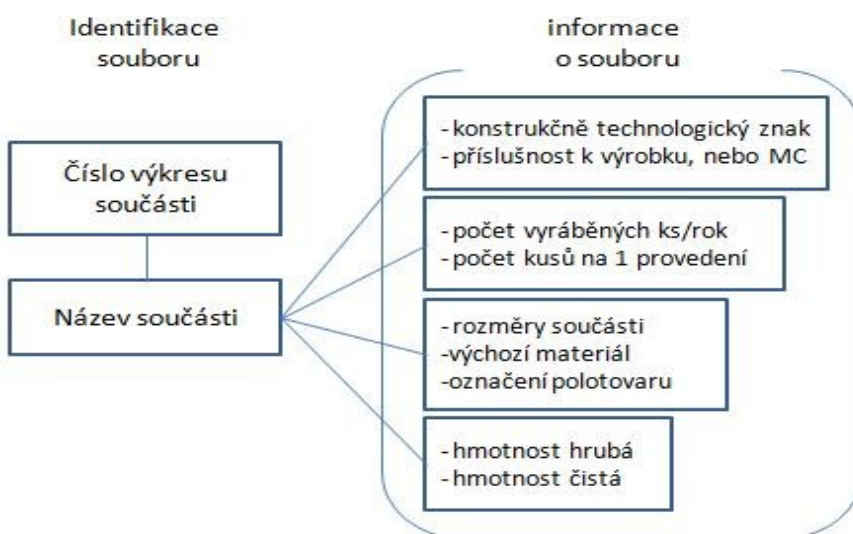
Graf 14. Soubor výrobního programu [2]

Druhý stupeň členění charakterizuje výrobek a jeho vztah k montážnímu celku. Specifikace tohoto členění jsou znázorněny na grafu č. 6. Toto členění je důležité pro stanovení náročnosti na prostorové a časové struktury, stejně jako k náročnosti na manipulaci s výrobky a v neposlední řadě i na optimalizaci výrobních cest montáží výrobku.



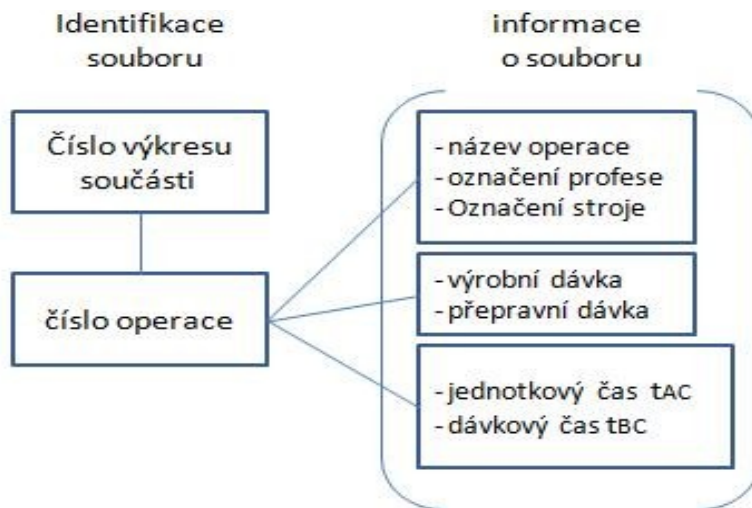
Graf 15. Soubor zařazení výrobku v MC [2]

Třetí členění rozebírá strukturu součástkové základny. Základním ukazatelem je číslo výkresu, ke kterému jsou přiřazené podstatné informace o součásti. Objevují se zde informace o typizaci a unifikaci součástí potřebné pro konstruktéry, nebo informace o objemech výroby potřebné pro technologii a další informace důležité pro stanovení výrobních postupů, způsobu manipulace se součástmi nebo stanovení optimálních výrobních struktur. Struktura souboru je uvedena na grafu č. 7.



Graf 16. Soubor charakterizující součást [2]

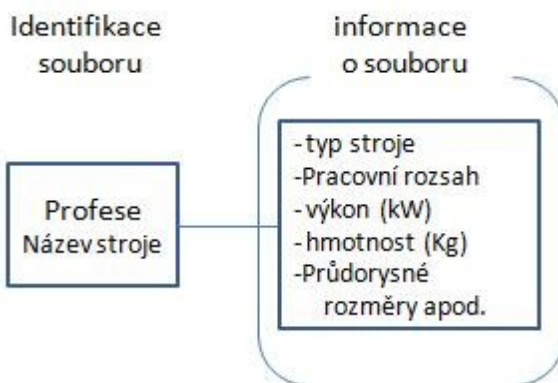
Čtvrtý stupeň členění dat dává do souvislosti čísla výkresu součástí a k němu náležející jednotlivé výrobní operace. K těmto identifikátorům přiřazuje jednotkový a dávkový čas, profesní příslušnost, nebo výrobní, či přepravní dávku, tedy informace potřebné pro stanovení technologie výroby, nebo pro stanovení kapacitních nároků. Jeho vyobrazení je na grafu č. 8. Všechny uvedené stupně souboru lze zpracovávat P-Q nebo P-G diagramy.



Graf 17. Soubor charakterizující výrobní operaci[2]

Data trvalého charakteru vycházejí z technologických a kvalitativních možností strojů a nářadí. Můžou jimi být:

- katalogy nástrojů – normativní a řezné podmínky
- Katalogy komunálního a speciálního zařízení
- Technické podmínky a požadavky pro bezpečnost práce a pracovního prostředí



Graf 18. Soubor profesního zařízení [2]

Je zřejmé, že informace trvalého charakteru mají přímou závislost na technologickém vývoji nástrojů, strojů a materiálů [2]. Na grafu č. 9 je vyzobrazen soubor rozebírající profesy a k ní příslušné specifikace stroje.

Rozbor dat je realizován v tzv. statické části technologického projektování a je zaměřen na otázky věcných a profesních podmínek. Výsledné informace jsou podkladem pro dynamickou část. Rozbor dat můžeme realizovat v rámci několika hledisek.

3.2. Rozbor součástkové základny

Rozbor součástkové základny lze realizovat ze čtyř hledisek: konstrukční, technologické, frekvenční nebo kapacitní.

1. stupeň - Konstrukční hledisko

V rámci tohoto přístupu je možné součástky členit např. podle následujících kritérií:

- Na základě četnosti výskytu dle daného parametru
 - štíhlostní poměr λ , který dává do poměru délku a průměr rotační součásti
$$\lambda = L/D \quad [-]$$
 - pro $\lambda \leq 1$ - kotouče
 - pro $1 \geq \lambda \geq 3$ čepy a pouzdra
 - pro $3 \leq \lambda$ hřídele
 - rozměrové charakteristiky
 - podle charakteristického nebo největšího rozměru součásti, např.:
$$A=200,400,600 \text{ [mm]}$$
 - podle tvaru (u nerotačních součástí) lze členit na:
 - rovinné součásti – desky lišty, páky, skříně
- Podle druhu materiálů a jeho jakosti
- Hmotnostní charakteristika, u které jsou data vyjadřována tzv. P-G diagramem

S výjimkou hmotnostní charakteristiky, kterou rozebírá přímo P-G diagram, jsou všechna ostatní charakteristiky dobře použitelné jako vstupní soubory dat pro P-Q diagram.

Výstupem takového členění může být například data podobná těm v tabulce č. 1, která dává do souvislosti rotační součásti, jejich výskyt ve výrobě a jejich pracnost.

Součástkový rozbor	Rozptyl četnosti (v %)	průměrná pracost v (v %)	Poznámka
kotouče	50 - 75	56,9	Rozbor deseti vybraných strojírenských oborů
čepy, pouzdra	10 - 25	16,8	
hřídele	10 - 30	26,3	

Tabulka 1. Hodnoty rozptylu četnosti a pracnosti rotačních součástí [1]

2. stupeň - Technologické hledisko

Informace o vyráběných součástkách a jednotlivých výrobních operacích lze setřídřit podle technologického hlediska a získat tak informace o profesní podobnosti, což je důležité především pro možnost vytváření specializačních struktur výrobního systému.

Příklad takového setřídění je uveden v tabulce č. 2, ve které jsou na ose x vypsány jednotlivé výrobky a na ose y jednotlivé operace. Setřídění probíhá tak, že jsou vytvořena pole, která sdružují výrobní postupy u jednotlivých výrobků, které jsou si podobné (v tabulce jsou to pole VS1 –VS4). Nově vytvořená zmapovaná struktura výroby umožňuje projektantovi zaměřit se na nosné prvky výroby. Pro pole VS1 –VS4 je možné navrhovat specializační struktury a velmi dobře tím optimalizovat výrobu. Naopak pro součásti a jejich operace, které vybočují z podobnostních polí, je zřejmé, že jejich výroba musí probíhat na pracovištích s velkou variabilitou výroby [1].

		Nesetříděná struktura																				Setříděná struktura																				
		Osa X - jednotlivé výrobky																				Osa X - jednotlivé výrobky																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	5	12	8	11	13	3	20	4	14	1	9	10	2	15	18	6	7	17	19	16	5
Osa y - výrobní operace	1																																									
	2																																									
	3																																									
	4																																									
	5																																									
	6																																									
	7																																									
	8																																									
	9																																									
	10																																									
	11																																									
	12																																									
	13																																									
	14																																									
	15																																									
	16																																									
	17																																									
	18																																									
	19																																									
	20																																									

Tabulka 2. Ukázka setřídění výrobních operací a součástek do výrobních struktur [1]

Pro správné vyhodnocení výstupů z takového rozboru je vhodné doplnit výstup o frekvenční údaje. Tyto doplňující informace například budou posuzovat důležitost oblastí VS5 a VS6, která stojí z hlediska specializace výroby mimo ideální výrobní cestu.

3. stupeň - Frekvenční hledisko

Základním vstupem do frekvenčního rozboru jsou informace o počtech vyráběných kusů či dávek. Rozebírána je sériovost a opakovatelnost součástkové základny. Pro analýzu je vhodné uplatnit P-Q diagramy. Informace získané tímto rozbohem mají především vliv na stanovení vhodných technologií výroby. Tato informace pak následovně slouží k optimálnímu hospodárnému řešení jak použitých strojů, tak i prostorových struktur, manipulačních prostředků a montážních celků. Více se o tomto hledisku rozepisuje následující kapitola 4.2.

4. stupeň - Kapacitní hledisko

Toto hledisko rozebírá jednotlivé kapacitní nároky jednotlivých výrobků vzhledem k celkové výrobkové základně a k možnostem jednotlivých pracovišť a skladišť apod. Tyto rozborů realizuje například na základě:

- procentního podílu pracnosti jednotlivých prvků k úhrnu pracnosti celkového souboru.
- výběr součástí na předem určený limit pracnosti.
- výběr součástí s ohledem na limit přípustných vnějších kooperačních vztahů
- setřídění profesí z hlediska jejich vlivu v celkové pracnosti výrobků

Příkladem takového členění může být třídění jako je tabulka č. 3. V tabulce jsou uvedeny průměrné hodnoty ukazatelů u rotačních součástí deseti vybraných oborů. Z údajů lze například vyčíst, že součásti, které mají malou četnost (hřídele), mají vysokou relativní pracnost na kus. Tyto údaje jsou důležité například pro správné stanovení výrobních dávek nebo při výpočtech potřeby časů pro jednotlivé stroje.

Charakteristika součástí	Průměr obrobku (mm)	Relativní četnosti (%)	Pracnost obrábění (v%)	Relativní pracnost (% na kus)	Kapacitní nároky na Fef (%)
1	2	3	4	5 = 4:3	6 = 3x4
kotouče	<50	71,8	42,83	5,56	67,78
čepy, pouzdra	50 - 320	27,5	53,07	17,99	32,17
hřídele	>320	0,5	4,1	76,45	0,05

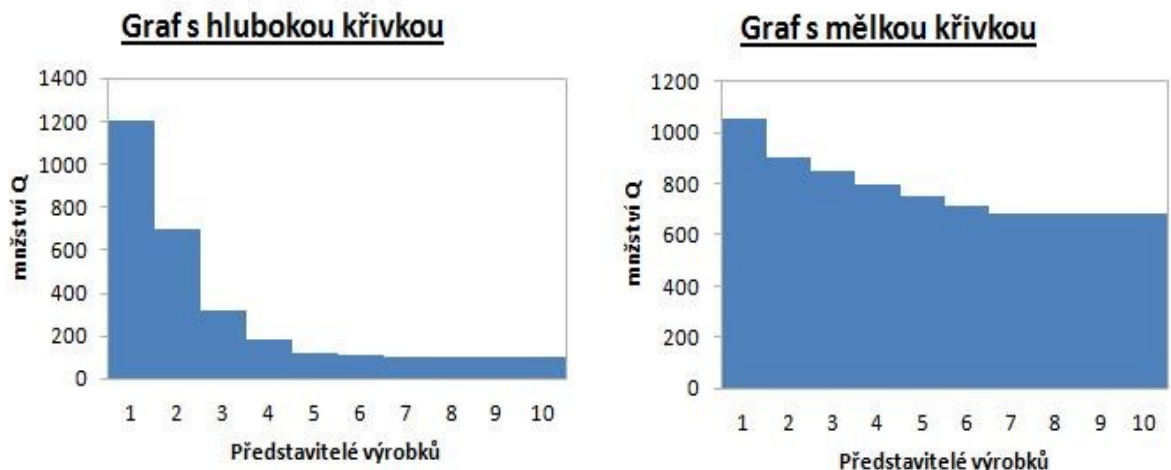
Tabulka 3. Rozbor rotačních součástí z 10 vybraných oborů [1]

3.3.Princip P-Q diagramu

P-Q diagram dává do souvislosti produkt množství vyráběného produktu. Porovnáním několika představitelů vzniká výsledná analýza dat. Účel zpracování informací diagramem je získat povědomí o struktuře vybraného souboru představitelů. Informační výstup diagramu především vypovídá o sériovosti a opakovatelnosti vstupních dat. Účelným stanovením vstupních dat se ale P-Q diagram stává ukazatelem pro projektanty kam a na co se mají zaměřit.

Diagram se obecně pohybuje ve dvou extrémech. Může nastat graf s mělkou křivkou a graf s hlubokou křivkou, jak je vidět na grafu č. 10.

U hluboké křivky existují výrazné rozdíly mezi vyráběným množstvím u jednotlivých představitelů a výroba je tak z toho hlediska diferenciována. Naopak u mělké křivky jsou rozdíly ve výrobním množství spíše zanedbatelné.



Graf 20. P-Q diagram s mělkou a hlubokou křivkou

3.4.Princip P-G diagramu

Porovnává výrobek, či představitele a jeho příslušnou hmotnost. Tento vztah podává jiný úhle pohledu o struktuře součástkové základny pro určení koncepce časové a prostorové struktury výrobního procesu [2].

Nejčastější dělení součástkové základny se v odborné literatuře udává na následující tři skupiny, které se od sebe liší váhově, rozměrově a časovou náročností:

- **Skupina A** má charakter základových a nosných prvků (skříně, stojany, lóže apod.). Tyto součásti jsou materiálově, technologicky a časově náročné, navíc jsou charakteristické větší náročností na kvalifikaci pracovníků. Díky složitosti těchto součástí je třeba zajistit co možná největší efektivitu v návaznosti s jejich nakládáním:

výroba polotovaru – výroba součástí – montáž

- **Skupina B** tvoří součástky všeobecného charakteru (hřídele, ozubená kola apod.). Nároky skupiny B jsou o poznání menší, než u skupiny A, což znamená, že lze v malém množství provozovat výrobu na sklad. Celkové časy výroby a velikost skladů jsou vázány na konstrukčně složitější součásti.
- **Skupina C** tvoří převážně součásti normalizované, unifikované a typizované (spojovací součásti, šrouby, čepy atd.). Tato skupina má ve srovnání se skupinou A a B nejmenší náročnost v uváděných faktorech a proto lze uplatňovat výrobu na sklad [2].

3.5.Výběr vhodných dat pro P-Q a P-G diagramy

Výběr představitelů musí splňovat několik základních předpokladů:

1) Je zaručena stabilita výrobního programu

Z dlouhodobého hlediska jde o výrobky, který jsou nosným prvkem výroby podniku a jejichž technologie výroby je ustálená. Jakákoliv změna způsobu výroby v podniku je většinou finančně náročná a to pokud jde o nákup nových strojů, či o změnu rozestavení strojů, linky apod. Jakýkoliv průtah ve výrobě je nežádoucí.

2) Je zaručena konstrukčně-technologická úroveň výrobku

To znamená, že je nutné vybrat takového představitele, který bude vhodně zastupovat

skupinu výrobků např. v otázkách standardizace, srovnatelnost, nebo parametrech užitečnosti konkurenčními výrobky. Musí být tvarově podobný a na výrobu z technologického hlediska podobně náročný.

3) Jsou ověřeny možnosti odbytu v množství a čase

Tento faktor poukazuje na rizikovost podnikání, protože v tomto případě především záleží na vnějších faktorech, které působí na strojírenský závod, a proto je riziko špatně ovlivnitelné vnitřními procesy v továrně. Pokud podnik investuje prostředky do výroby, která se následně nerealizuje třeba na základě vyhlášení sankcí na dovoz strojního vybavení do smlouvané země, pak se může dostat do zásadních existenčních problémů.

4) Jsou ověřeny možnosti rozšíření výroby, kooperace atd.

Tato podmínka souvisí s dynamikou trhu a vztahu výrobce a zákazníka. Podnik se ve svém vlastním zájmu snaží zákazníkovi co nevíce vyjít vstříc, a proto je nutné dbát na to, aby při rozhodování o strukturách výroby nebyla některé strukturální rozhodnutí limitní a tím pro podnik omezující.

4. Využití P-Q a P-G diagramů pro postupné modelování technologického projektu

4.1. Využití P-Q a P-G diagramů projektování statické části projektu

Konstrukční hledisko

Konstruktor by měl dbát na to, aby optimalizoval konstrukční návrh nejen vzhledem k požadavkům zákazníka, ale i na technologičnost výroby, nízké náklady výroby a na celkový životní cyklus výrobku. Jeho práce má široký dopad na technologickou přípravu výroby a ve vlastní výrobě se pak projevuje především:

- snížení pracnosti výroby
- zvýšení kvality výrobku a výroby
- zlepšení časového a výkonového využití stroje
- zkrácení průběžné doby výroby (specializace, kooperace)

Je tedy tendencí konstruovat co nejvíce unifikované a typizované součásti. Pro konstruktéra je v tomto případě důležité znát rozložení výrobní základny, aby mohl svůj návrh přizpůsobit výrobkům, na které je výroba zaměřená, a tím minimalizoval nutnost dodatečných investicí.

Cílem je **typizace a unifikace výrobního sortimentu**. Přínos diagramů spočívá především v tom, že konstruktor má přehled o rozložení jednotlivých konstrukčních typizací a unifikací v současné podnikovém portfoliu. Jakákoliv změna výrobních programů od zaběhnutých časově a finančně náročná, proto je třeba změny co nejvíce eliminovat. Správný konstrukční návrh a vývoj výrobku ovlivňuje 70 – 85% výrobních nákladů, přičemž tyto fáze přípravy výroby spotřebují méně než 10% nákladů na výrobek [6].

Podle průzkumu uskutečněném v USA až 40% součástek v nově konstruovaných zařízeních ve firmách již existuje, dalších 40% je možné získat modifikací některých ze stávajících součástek a jen u 20% je nutné nově navrhovat zcela nové koncepty [6].

Technologické hledisko

Způsob výroby je z velké části dán charakteristikou vyráběného výrobku a volbou

technologie zpracování. Pro technologa je užitečné vědět, jakými postupy se v podniku vyrábí součásti s podobnými charakteristikami jako má navrhovaná součást. Při plánování zavádění nového výrobku již může volit návrh technologií, které vhodně doplní již podnikem používané metody.

Cílem je - **typizace a unifikace výrobních postupů**. Přínos diagramů je, že technolog má přehled o sériovosti jednotlivých výrobních cest, ze kterých je schopen volit optimální cesty, které v ideálním případě přiřadí výrobek již k zaběhnutým cestám.

Struktura výroby v podniku – strategické rozhodování

Management podniku pravidelně vydává dlouhodobá a krátkodobá rozhodnutí o chodu podniku, týkající se především vyráběného sortimentu. K tomuto se úzce vážou nutná rozhodnutí o investicích do strojního vybavení, do prostorových struktur, nebo do personálního vybavení podniku. Často se stává, že sortiment výrobků roste rychleji než objem výroby, čímž se snižuje sériovost výroby a zvyšují se nároky strojní vybavenost a na struktury v podniku obecně. Ukazuje se, že 20 - 30 % sortimentu výroby tvoří cca 60 – 70 % objemu výroby [2].

Cílem je – **volba podnikového portfolia výrobků s co největším důrazem na konstrukčně-technologickou standardizaci**. Diagramy jsou jedním z důležitých ukazatelů podnikové analýzy. Vhodně vybraný soubor představitelů výroby podniku pomůže v ujasnění si základní podnikové koncepci výroby a k rozhodování o tom, které výrobky si podnik bude vyrábět sám a u kterých využije metodu MAKE and BUY .

Příkladem metody MAKE or BUY a podnikové výrobní specializace je situace v automobilovém průmyslu. Automobilky si nechávají vyrábět na zakázku velká množství komponentů. Tyto zakázky jsou sice pro podniky z hlediska sériovosti velmi lukrativní, ale často se stává, že součástí zakázky je výroba několika součástek, z nichž jen jedna může být pro podniky výnosná. Z toho je vidět, že management podniku musí mít dokonalý přehled o možnostech výroby, tak aby mohl dělat správná rozhodnutí, v tomto případě, zda se mu případná nabídka na výrobu sady součástí vyplatí vyrábět.

Příkladem podnikové standardizace může být příklad uvedený na tabulce č 5, na které lze vidět podniková specializace na výrobu unifikovaných převodovek. Výroba jednotlivých stupňů převodovek pro široké spektrum odběratelů je z hlediska výroby maximálně standardizovaná, což znamená, že je zde dosahováno v jednotlivých fázích výroby výrobku vysokých objemů výroby a tedy je možné zavádět vysokou specializaci na výrobu.

			Wandler	Neben- abtrieb	Wendegetriebe	4-Gang Schaltgetriebe	Stirtrieb	
					$i_V = 1,0 (1,51)$		$i_R = 0,98 (1,21)$	
i _{mech.} wahlweise		Schema			Anwendung			
I. 2,67 II. 1,64 III. 1,00 R.- 1,60								
I. 2,67 II. 1,64 III. 1,00 IV. 0,615 R.- 1,60								
I. 3,65 II. 1,83 III. 1,00	2,67 1,64 1,00							
I. 5,65 II. 2,33 III. 1,00 IV. 0,71	3,65 1,83 1,00 0,69	2,67 1,64 1,00 0,61						
I. 5,65 II. 2,33 III. 1,00 IV. 0,71	3,65 1,83 1,00 0,69	2,67 1,64 1,00 0,61						

Tabulka 4. Ukázka standardizace výrobkové základny [12]

Dalším důležitým faktorem, který přímo zasahuje do strategického rozhodování v podniku je nutnost usilovat o hladký a co nejrychlejší oběh peněžních prostředků podnikem. Tato problematika se váže k řízení pohledávek a má spojitosti se způsobem financování podniku, stejně tak jako se schopností podniku konkurovat v případném zákazníkém požadovaném odkladu plateb za zboží. Právě také v těchto případech je pro podnik výhodné zavádět do výroby metody štíhlé výroby (Lean Produktion), nebo principy postavené na Just in Time, tak aby minimalizoval množství oběžného kapitálu a tím zvýšil svou likviditu, respektive akce schopnost nabízet nadstandartní služby.

Je vidět, že zavádění komplexního a systémového přístupu projektování výrobních procesů má zcela měřitelné dopady na života schopnost podniku.

4.2. Využití P-Q a P-G diagramů projektování dynamické části projektu

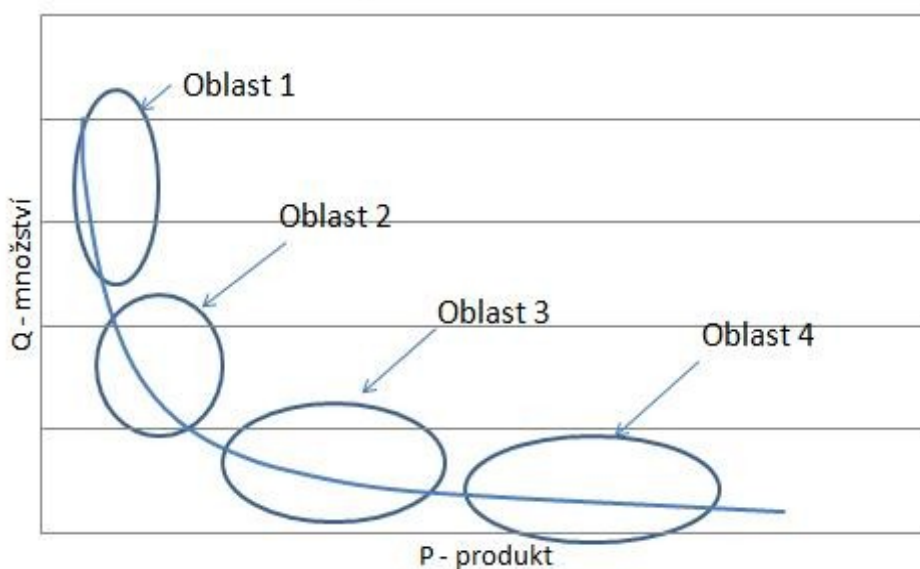
Analýza sériovosti a opakovatelnosti výroby

Jedním z klíčových použití P-Q diagramu, uváděný v odborné literatuře, je analýza sériovosti a opakovatelnosti výroby. Tato analýza výrobní základny porovnává vyráběná množství jednotlivých představitelů, nebo výrobků. Výstupem tohoto srovnání je graf, uvedený na obrázku č.:8, na kterém lze sledovat několik důležitých oblastí.

Oblast 1

První oblast říká, že u malého počtu výrobků jsou indikována velká vyráběná množství, což znamená, že při projektování je vhodné použít schémata proudové výroby. Technologie výroby bude směřována na výrobní cesty s vysokým stupněm specializace a koncentrace operací, jako jsou výrobní linky, nebo stavebnicové stroje. Vysoké náklady na pořízení speciálních strojů a zařízení kompenzují zisky velkosériové výroby.

P-Q diagram – analýza sériovosti a opakovatelnosti



Graf 11. Rozložení oblastí v P-Q diagramu [1]

Oblast 2

V rámci druhé oblasti jsou vyráběná množství stále relativně vysoká, ale nalzáme zde větší množství výrobků. Toto rozložení vede k hledání schémat podobných typových výrobních sledů, u kterých je možné docílit vyššího stupně automatizace a optimalizace

postupů výroby.

Oblast 3

V oblasti tři se již pohybujeme v meších výrobních množstvích u velkého počtu výrobků. Je třeba proto hledat schémata typových a skupinových operací, která se dají seskupovat podle kooperačních vztahů a podle těchto parametrů hledat cesty optimalizace.

Oblast 4

Tato oblast je charakteristická velkým počtem výrobků a malými výrobními množstvími. Díky velké variabilitě vyráběných součástí je nutné sestavit i pracoviště s velkou variabilitou výroby. U takového pracoviště je možné vylepšovat strukturu vzájemných vztahů. Výrobu je třeba řešit univerzálními či CNC stroji s vysokou variabilitou možností výroby.

Koncepce specializačních toků

Technologický rozbor:

Tento rozbor přináší užitečné informace o tom, kde se soustředí více součástí s podobným sledem výrobních operací viz. tabulka č.2. Rozbory P-Q a P-G diagramů přináší důležité doplnění informace z hlediska sériovosti výrobků, které se v poli nacházejí. Technolog tak může optimalizovat typ pracoviště, jeho velikost a jeho vnitřní provázanost z hlediska objemu výroby a strojního a manipulačního zařízení z hlediska hmotnosti.

V technologickém rozboru lze nalézt i výrobky s přiřazenými operacemi, která vybočují z jakéhokoliv podobnostního pole. U takovýchto výrobků je třeba zkoumat jejich objem výroby a jiné faktory ukazující na opodstatněnost jejich výroby, protože pro jejich výrobu je těžké závidět optimalizaci. Pokud nejsou nosným produktem, nebo jinak důležitým produktem strojírenského závodu, je třeba zvážit vyřazení součástí z výroby a jejich nákup od jiného výrobce.

Jedním z vývodů tohoto rozboru může být vytvoření segmentace výroby, což je snaha o vytvoření výrobních jednotek, koncentrovaných do jednoho místa, které jsou schopny zpracovávat celou skupinu výrobků (rodinu výrobků). Materiálový tok je zde rozdělen na přehledné výrobní segmenty, kterým je přiřazena specifická práce.

Hmotnostní rozbor P-G diagramu:

Při zavádění efektivních metod výroby je vhodné vytvořit strukturu pracnosti výrobků, kterou vhodně vykresluje hmotnostní rozbor P-G diagramů, který byl popsán v kapitole 3. 4. Tabulka 4 uvádí rozdělení součástek, jejich relativní četnosti a podílu výrobních nákladů. Z těchto informací víme, že je žádoucí navrhovat výrobu podle skupiny A, která je

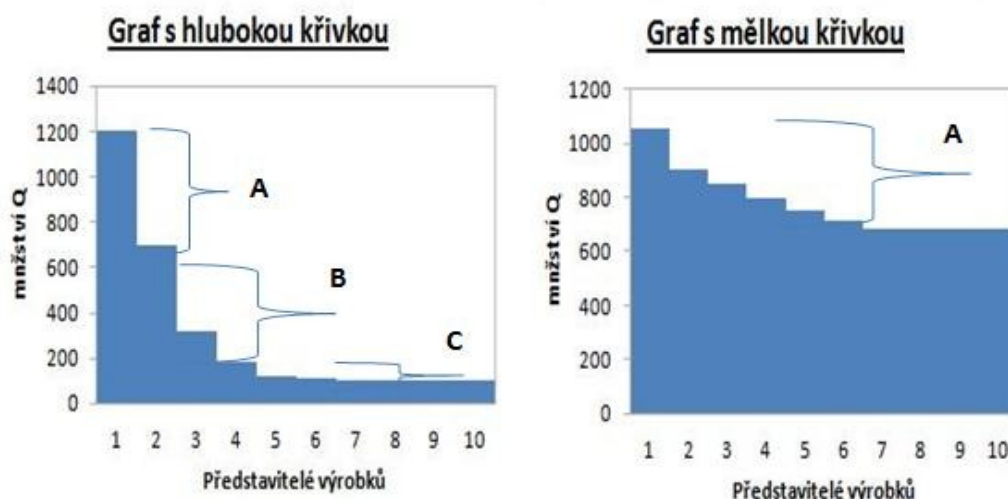
nejpracnější a z hmotnostního hlediska nejnáročnější na čas výroby, přepravu, manipulaci a skladování, zároveň z charakteru těchto výrobků je zřejmé, že je na ní vázána montáž ostatních součástí výrobku. U této skupiny se maximálně vyplácí vyrábět metodou JUST in TIME. Jakékoliv prodlevy při výrobě této skupiny přinášejí pro podnik největší prodlevy, peněžní ztráty. Podle časové struktury výroby skupiny A je nutné vhodně volit výrobu skupiny B a C, tak aby se minimalizovala výroba na sklad. Skupina B má oproti skupině A větší četnost ve výrobě a také velký podíl nákladů na výrobu. Je zřejmé, že výrobě těchto součástí musí být věnována také velká pozornost. Skupina C je nejméně pracná na výrobu je třeba nastavit optimální výrobní dávky, tak aby nevznikaly velké požadavky na skladování a manipulaci.

Skupina součástí v P-G diagramu	Název	Relativní četnost výskytu [%]	Relativní podíl výrobních nákladů [%]
A	Velké a střední odlitky a svarky - skříně, tělesa, lože apod	9,2	55,3
B	Všeobecné součástky s charakteristickým výrobním postupem - ozubená kola hřídele apod.	51,8	39,8
C	Typově unifikované nebo normalizované součásti a ostatní - pouzdra, čepy, kolíky apod	39	4,9
	suma	100	100

Tabulka 5. Rozdělení relativních četností a podílů pro výrobky dělené podle hmotnosti [2]

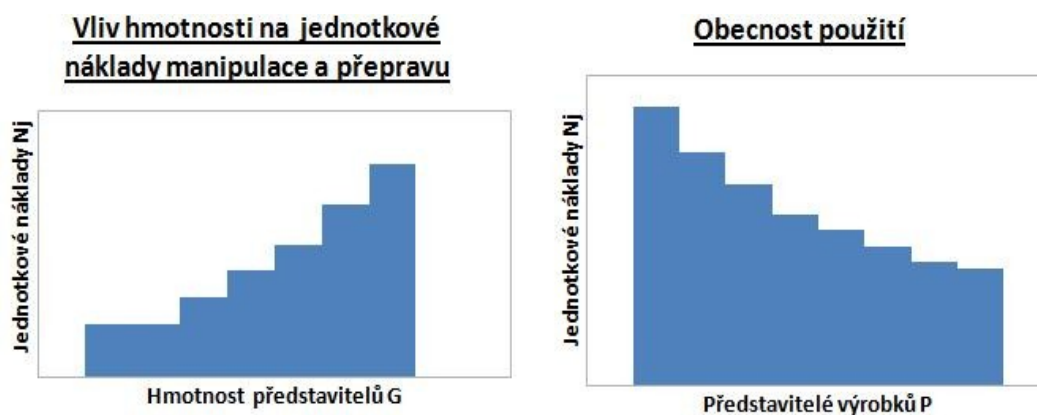
Navrhování manipulace s materiálem ve výrobě

Pro projektanta logistiky je důležité mít přehled o struktuře výrobního portfolia, tak aby mohl navrhnout odpovídající způsoby s nakládáním materiálu a výrobků. Z grafu na obrázku č. 9 je vidět že u P-Q diagramu s hlubokou křivkou je nutné volit několik přístupů manipulace rozdílných množství výrobků. Oproti tomu křivka s mělkým průběhem říká, že je možné standardizovat cesty manipulace s výrobky.



Graf 12. Využití P-Q diagramu v projektování manipulace s materiálem [3]

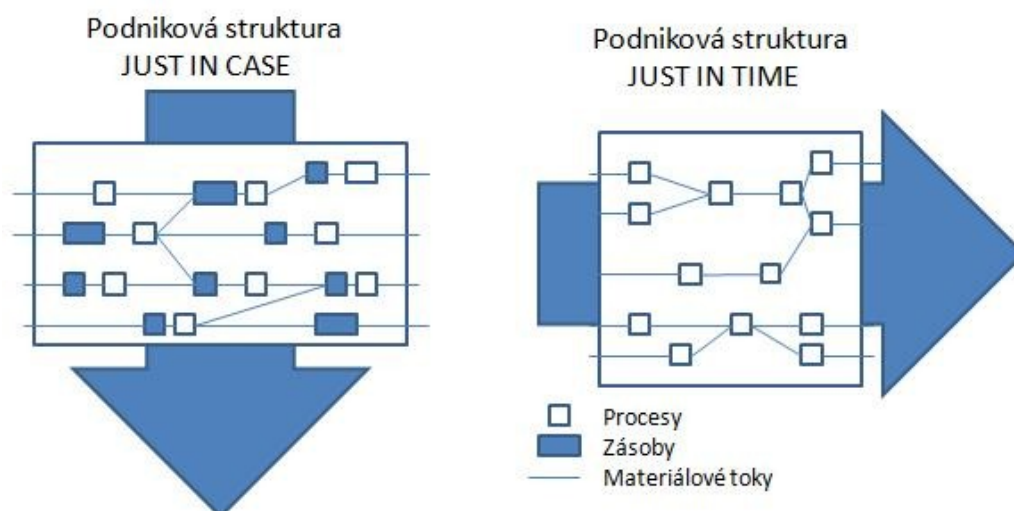
Modifikací P-Q a P-G diagramů, kde je množství uváděno ve vazbě na náklady lze získat další podklady pro práci projektanta. Obrázek č. 10 ukazuje nalevo vztah jednotkových nákladů na manipulaci a dopravu a hmotnosti představitelů zkoumaného souboru součástí. Tato charakteristika má podobný průběh, i když budeme zkoumat rozměrové specifika představitelů. Na pravé straně je uveden vztah jednotkových nákladů a obecnosti použití zkoumaného souboru.



Graf 13. Modifikace P-Q a P-G diagramu s jednotkovými náklady [3]

Materiálové toky - optimální velikost výrobní dávky

Správné zvolení optimální výrobní dávky je klíčové pro vytvoření pružné výroby, která by odpovídala schématu JUST IN TIME. V principu jde o to, aby vznikaly co nejmenší prostoje u strojů a aby vznikala co nejmenší potřeba výroby na sklad, meziskladů apod.



Graf 14. Schéma podnikové struktury Just in time a Just in Case [6]

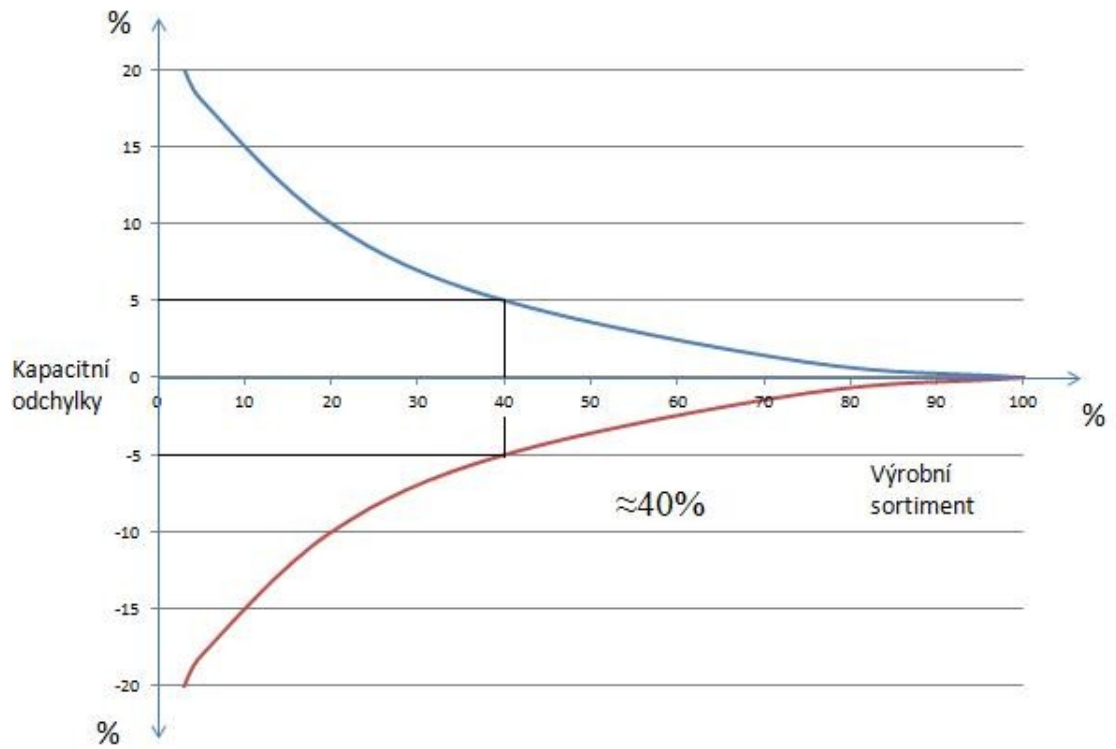
Takovýto přístup k výrobě má své nesporné výhody v maximalizaci efektivnosti výroby. Při projektování materiálových toků je nutné znát strukturu navrhované výroby a k tomu slouží jak P-Q, tak P-G diagramy. Z P-G diagramů lze vyčíst nosné prvky výroby viz kapitola Rozbor P-G diagramu, kolem kterých se následně soustředí zbytek výroby. P-Q diagramy zase přinášejí informace o sériovosti a opakovatelnosti výroby.

Kapacitní propočty

Kapacitních propočty se používají trojího druhu:

- Přesné kapacitní propočty – pro velkosériovou výrobu
- Přibližné kapacitní propočty – pro zpracování základních koncepčních variant technologického projektu
- Převedený kapacitní propočet – používá se tam:
 - kde není úplná dokumentace k danému výrobnímu programu
 - kde je rozsáhlý sortiment

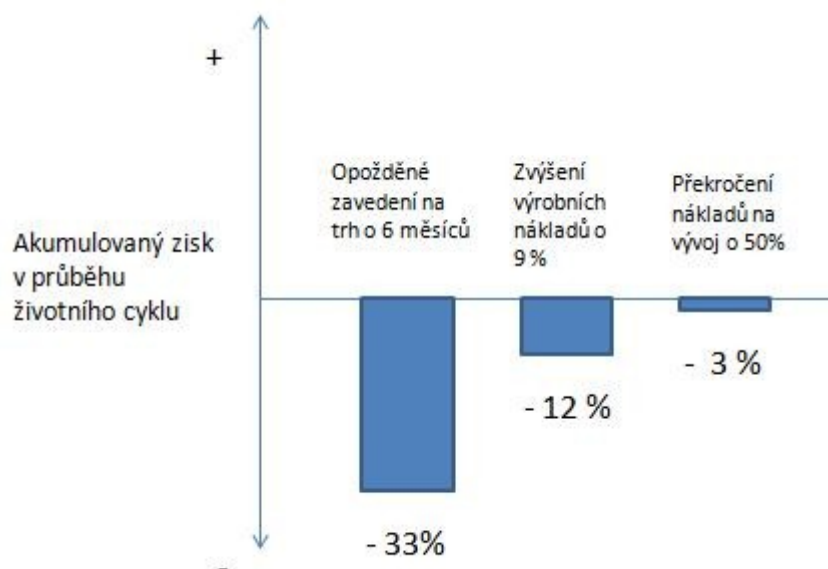
Tento propočet se používá v kusové, nebo v malosériové výrobě. Pro provedení výpočtu se volí vhodní představitelé, tedy výrobky s konstrukčně a technologicky podobnými charakteristikami. Pro jejich výběr je vhodné použít P-Q diagram. Graf č. 15 znázorňuje P-Q diagram, na kterém jsou vyobrazeny kapacitní odchylky. Pokud chceme dosáhnout přesnosti výpočtu +/- 5 %, pak je nutné do rozboru zařadit alespoň 40 % součástkového spektra.



Graf 15. Závislost kapacitních odchylek na podíl sortimentu při výběru reprezentanta [1]

5. Přínos diagramů pro zvyšování technicko-organizační úrovně výrobních procesů

Tendence zavádění komplexního a systémového přístupu k projektování výrobních procesů vycházejí mimo jiné ze zkušeností a výsledků dosahovaných především v Japonsku, které je obecně průkopníkem moderních přístupů k řízení výroby. Na následujícím grafu je zobrazena citlivost nákladů spojených s jednotlivými nedostatky v životním cyklu výrobku. Z grafu plyne, že předvýrobní část cyklu výrobků je nejméně náchylná na finanční ztráty oproti nedostatkům, které by se v případně špatně navržené výrobě projeví až ve výrobě. Největší ztráty plynou z nedodržení termínu uvedení produktu na trh, v tomto případě o šest měsíců.



Graf 15. Citlivost zisků na různé faktory životního cyklu výrobku [6]

Z grafu tedy plyne, že modelování výrobních procesů, které je jednou z fází života výrobků se musí brát jako nosná část celého cyklu výrobku a měla by mu být dán příslušná pozornost. Každá jednotlivost se vyplácí řešit dopodrobna. Pro to aby celý koncept systémového a komplexního přístupu fungoval je třeba, aby se na této fázi podíleli všichni, kterých se projekt dotýká. Od zapojení dodavatele, konstruktéra, technologa, projektanta, pracovníka logistiky až po pracovníka marketingu a zákazníka.

P-Q a P-G diagramy v tomto procesu hrají roli nástroje, který dokáže účelně třídit velká množství informací a vracet použitelné informace pro jednotlivé fáze projektu. Spolu

s ostatními metodami třídění a zpracování dat jsou neodmyslitelnou součástí projektování Výrobních systémů a procesů.

Přínosy P-Q a P-G diagramů

Z poznatků které máme k dispozici lze vyvodit následující hlavní přínosy P-Q a P-G diagramů:

1) Vypovídající hodnota výstupních informací.

- Jsou jednoduchým filtrem vstupních dat. Přesnost výstupních informací závisí především na správně zvolených představitelích. (viz kapitola 3.1, 3.2)
- Přinášejí informace o sériovosti, opakovatelnosti a složitosti výroby (viz kapitola 3.2 a 4.2)

2) Umožňují eliminaci ztrát a plýtvání ve výrobě.

- Diagramy mají veliké spektrum použití v kombinaci s jinými nástroji. Například v kombinaci s technologickým rozbohem, nebo při hodnocení struktury součástkové základny (viz kapitola 4.2)

3) Mají vypovídající schopnost i pro ostatní účastníky procesu projektování výrobních postupů.

- Každý kdo se podílí na výrobě má možnost nahlížet stejná data a tím diagramy pomáhají k vzájemné provázanosti statické a dynamické části a tím i větší efektivnosti výroby. (viz kapitola 2.3, graf č. 4)

4) Ve věku počítačových technologií jsou nanejvýš vhodným nástrojem pro softwarovou aplikaci.

5) Dají se podle potřeby modifikovat pro specifické potřeby

- u P-Q diagramu lze například zaměnit množství Q za jednotkové náklady N_j a tak získat další pohled na podnikové procesy zabývající se manipulací a přepravou materiálu (viz kapitola 4.2. část navrhování manipulace s materiálem ve výrobě)

5.1. Závěr

V úvodní kapitole se snažím ukázat, že zavádění komplexního a systémového přístupu k projektování výrobních procesů, jehož součástí je i využití P-Q a P-G diagramů, je příležitostí každého podniku jak se stát konkurenceschopným. Ve druhé kapitole se zabývám principem modelování výrobních procesů a systémů a dále zkoumám problémy, které jednotlivé fáze tohoto procesu přináší pro jeho účastníky. Závěr, který tato kapitola přináší, ukazuje, že pro konečný výsledek je především důležité, aby se na projektování výroby podílel každý podnikový úsek, kterého se bude výroba dotýkat. Ve třetí kapitole se věnuji systému třídění vstupních dat a jejich rozborům. Je zde také představen princip P-Q a P-G diagramů. Tato kapitola naráží na problém přesnosti vstupních dat, které mohou znehodnotit výstupní data diagramů.

Ve čtvrté kapitole se již věnuji přínosům, které mají diagramy při jednotlivých fázích vývoje života výrobku. Členění jednotlivých přínosů vychází z principu modelování výrobních postupů a je tedy rozděleno na dvě specifické části, statickou a dynamickou. V páté se věnuji přínosům P-Q a P-G diagramů. Obecně platí, že předvýrobní část života výrobku je z hlediska prosperity podniku tou nejdůležitější, protože je nejméně náročná na finance a v rámci ní se dají navrhnout procesy a systémy, které mohou vést k maximalizaci efektivity výroby.

A právě v tomto spočívají hlavní přínosy diagramů, které v jednotlivých částech procesu a v záplavě dat usměrňují projektanta na důležitá místa, na která je užitečné se zaměřit. Předností diagramů je to, že v době informačního věku jsou vhodné pro zpracování výpočetní technikou. Obecně se tedy dá říct, že diagramy jsou přínosem, pokud má podnik vybudovaný jednotný systém informačních toků a data zpracovávána diagramy jsou vhodně vybírána.

6. Použitá literatura

- [1] ZELENKA, Antonín. *Projektování výrobních procesů a systémů*. v Praze: ČVUT, 2007. ISBN 978-80-01-03912-0.
- [2] ZELENKA, Antonín a KRÁL, Mirko. *Projektování výrobních systémů*. v Praze: ČVUT, 1995. ISBN 80-01-01302-2.
- [3] PRECLÍK, Vratislav. *Průmyslová logistika*. v Praze: ČVUT, 2002. ISBN 80-01-02556-X.
- [4] KOŠTURIÁK, Ján. *IPA: More than expected* [online]. [cit. 2015-05-31]. Dostupné z <http://www.ipaczech.cz>
- [5] ZELENKA, Antonín a PRECLÍK, Vratislav. *Racionalizace výroby*. v Praze: ČVUT, 2004. ISBN 80-01-02870-4.
- [6] GREGOR, Milan a KOŠTURIÁK, Ján. *Just - in - Time: Výrobná filozofia pre dobrý management*. Bratislava: ELITA, 1994. ISBN 80-85323-64-8.
- [7] ZEMČÍK, Oskar. *Projektování výrobních procesů I*. Brno: VUT v Brně, 1990. ISBN 80-214-01516.
- [8] ARTL, J. – MIDASE, M, *Rationalisierung und Automatisierung der Montage*. Industrie Anzeiger No 67/11, 1971
- [9] MILO, P, *Technologické projektování v praxi*. Alfa Bratislava, 1990.
- [10] PICKARD, J. *Planetegetriebe, Montiertbarkeit, Raumbbarkeit, Baukastensystem Metalbearbeitung 1975*, Heft 4
- [11] ROCKSTROH, W. *Technologické projekty I*. Bratislava: ALFA, 1990.
- [12] SCHENK, M - WIRTH, S - MULLER, E. *Fabrikplanung und Fabrikbetrieb*. Springer, 2008
- [13] Kolektiv autorů. *Terminologie obrábění a montáže*. Ústí nad Labem: Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, 2004
- [14] FREIBERG, F, *Financování podniku*. v Praze: ČVUT, 2007.
- [15] DOSTÁL, V a kolektiv. *Použití hodnotové analýzy ve strojírenství*. VUSTE 1974