



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní



TÝMOVÁ CVIČENÍ PŘEDMĚTU PROJEKTOVÁNÍ VÝROBNÍCH PROCESŮ

Návody do cvičení předmětu „Projektování výrobních procesů“

Ing. Vladimíra Schindlerová

Ostrava 2011



Tyto studijní materiály vznikly za finanční podpory Evropského sociálního fondu (ESF) a rozpočtu České republiky v rámci řešení projektu OP VK CZ.1.07/2.3.00/09.0147 „Vzdělávání lidských zdrojů pro rozvoj týmů ve vývoji a výzkumu“.

Název: Týmová cvičení předmětu Projektování výrobních procesů – Návod do cvičení
Autor: Ing. Vladimíra Schindlerová
Vydání: první, 2011
Počet stran: 58
Náklad: 5

Studijní materiály pro studijní obor Strojírenství Fakulty strojní

Jazyková korektura: nebyla provedena.



Tyto studijní materiály vznikly za finanční podpory Evropského sociálního fondu a rozpočtu České republiky v rámci řešení projektu Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost.



Název: Vzdělávání lidských zdrojů pro rozvoj týmů ve vývoji a výzkumu
Číslo: CZ.1.07/2.3.00/09.0147
Realizace: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

© Ing. Vladimíra Schindlerová

© Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

ISBN 978-80-248-2779-7

POKYNY KE STUDIU

Projektování výrobních systémů

Pro předmět „Projektování výrobních procesů“ 2. semestru oboru 2303T002 - Strojírenská technologie jste obdrželi studijní balík obsahující:

- Strukturovaný text obsahující i pokyny ke studiu,
- kontrolní otázky ke každé kapitole,
- doplňkové animace a videa vybraných částí kapitol

Prerekvizity

Pro studium tohoto předmětu se předpokládá absolvování předmětu Základy projektování.

Cílem učební opory

je seznámení se základními pojmy z oblasti projektování výrobních procesů. Po prostudování modulu by měl student být schopen prohloubit své znalosti při zpracování technologického postupu a metod rozmístění pracovišť, rozboru práce a stanovení norem času práce, použití metod standardizace a kapacitních výpočtů. Dále je cílem znalost požadavků pro návrh konkrétních technologických pracovišť.

Pro koho je předmět určen

Modul je zařazen do magisterského studia oboru 2303T002 - Strojírenská technologie, studijního programu N2301 - Strojní inženýrství, ale může jej studovat i zájemce z kteréhokoliv jiného oboru, pokud splňuje požadované prerekvizity.

Učební opora se dělí na části, kapitoly, které odpovídají logickému dělení studované látky, ale nejsou stejně obsáhlé. Předpokládaná doba ke studiu kapitoly se může výrazně lišit, proto jsou velké kapitoly děleny dále na číslované podkapitoly a těm odpovídá níže popsaná struktura.

Při studiu každé kapitoly doporučujeme následující postup:



Čas ke studiu: xx hodin

Na úvod kapitoly je uveden čas potřebný k prostudování látky. Čas je orientační a může vám sloužit jako hrubé vodítko pro rozvržení studia celého předmětu či kapitoly. Někomu se čas může zdát příliš dlouhý, někomu naopak. Jsou studenti, kteří se s touto problematikou ještě nikdy nesetkali a naopak takoví, kteří již v tomto oboru mají bohaté zkušenosti.



Cíl: Po prostudování tohoto odstavce budete umět

-  Popsat ...
-  Definovat ...
-  Vyřešit ...

Ohledně cílů jsou uvedeny cíle, kterých máte dosáhnout po prostudování této kapitoly – konkrétní dovednosti, znalosti.



Výklad

Následuje vlastní výklad studované látky, zavedení nových pojmů, jejich vysvětlení, vše doprovázeno obrázky, tabulkami, řešenými příklady, odkazy na animace.



Shrnutí pojmů

Na závěr kapitoly jsou zopakovány hlavní pojmy, které si v ní máte osvojit. Pokud některému z nich ještě nerozumíte, vraťte se k nim ještě jednou.



Otázky

Pro ověření, že jste dobře a úplně látku kapitoly zvládli, máte k dispozici několik teoretických otázek.



Úlohy k řešení

Protože většina teoretických pojmů tohoto předmětu má bezprostřední význam a využití v praxi, jsou Vám nakonec předkládány i praktické úlohy k řešení. V nich je hlavním významem předmětu schopnost aplikovat čerstvě nabyté znalosti pro řešení reálných situací.



Klíč k řešení

Výsledky zadaných příkladů i teoretických otázek jsou uvedeny v závěru učebnice v Klíči k řešení. Používejte je až po vlastním vyřešení úloh, jen tak si samokontrolou ověříte, že jste obsah kapitoly skutečně úplně zvládli.



Řešený příklad

Zadání a řešení praktického příkladu jako součást výukového textu.



Korespondenční úkol

Zadání domácí úlohy, testu apod. k odevzdání vedoucímu cvičení a hodnocené v rámci kurzu.



Další zdroje

Seznam další literatury, www odkazů apod., pro zájemce o dobrovolné rozšíření znalostí popisované problematiky.



CD-ROM

Informace o doplňujících animacích, videosekvencích apod., které si může student vyvolat z CD-ROMu nebo je může nalézt na e-learningovém portálu.

Úspěšné a příjemné studium s tímto učebním textem Vám přeje autor.

Ing. Vladimíra Schindlerová

OBSAH

1	ÚVOD.....	7
1.1	Základní pojmy	7
1.2	Technologičnost konstrukce	8
2	VÝBĚR POLOTOVARŮ	10
2.1	Tyčový materiál	11
2.2	Výkovek.....	14
2.3	Norma spotřeby materiálu pro součásti z plechu.....	15
3	TECHNOLOGICKÉ OPERACE.....	19
4	TECHNOLOGICKÉ PODMÍNKY VÝROBNÍHO PROCESU	23
4.1	Volba základen	23
4.2	Strojní park.....	24
4.3	Zásady pro vypracování výrobních postupů	25
4.4	Operační náčrt, popis práce	26
5	NORMATIVNÍ PODMÍNKY VÝROBNÍHO PROCESU.....	29
5.1	Třídění spotřeby času.....	29
5.2	Výrobní dávka	32
6	TECHNOLOGICKÝ POSTUP	36
7	SYSKLASS – POČÍTAČOVÁ PODPORA	38
8	KAPACITNÍ PROPOČTY	42
8.1	Roční časový fond dělníka	42
9	SEZNAM PŘÍLOH.....	46

1 ÚVOD

Projektováním technologických procesů rozumíme průběžnou činnost, která zahrnuje rozbor, zpracování technické dokumentace pro navržení nových technologických pracovišť, nebo lze technologických podkladů využít k plánování výrobních procesů.

1.1 Základní pojmy



Čas ke studiu: 0,5 hodiny



Cíl: Po prostudování tohoto odstavce budete umět

-  Popsat výrobní proces.
-  Definovat pojmy z oblasti výrobních procesů.



Výklad

Výrobní proces je tvořen řadou dílčích procesů – technologickým, kontrolním, dopravně-manipulačním, skladovacím. Tyto procesy ovlivňují pracnost výrobku a organizace práce ovlivňuje kvalitu a kvantitu výrobního procesu. Vliv mechanizace a automatizace může být nepřímo úměrný úbytku ruční práce. Mezi základní technologické operace patří tváření, svařování, broušení, lisování apod. Jde o přímé zasahování do produktu. U pracovního procesu, kde působí lidská síla, není přímý vliv na daný produkt. Jde o různá měření, pozorování, kontroly. Tyto operace následují po každé operaci, což sníží procento zmetkovitosti na minimum. [1]

Výrobní kapacita – je výrobní možnost, vyjádřená hodnotou objemu výroby, kterou je možno dosáhnout na daném výrobním celku,

- ❖ Objem výroby – počet jednotek vyrobitelných v určitém čase,
- ❖ Výrobní plocha – plocha určená ke splnění výrobního procesu,

Členění výrobního procesu **ve vztahu k charakteru jeho složek:**

- *technologický proces* – je předpisem sledu a náplně po sobě jdoucích technologických operací – jde o takovou činnost, která zanechává změnu tvaru, nebo složení opracovávaného předmětu (soustružení, vrtání, kalení, cementování).

- *pracovní proces* – je souhrn činností, který vykonává především pracovní síla a nepodílí se na opracování výrobku (manipulace s materiálem, kontrola).

Členění výrobního procesu **ve vztahu k výrobku:**

- *hlavní výrobní proces* – jde o souhrn hlavních technologických činností,
- *pomocný výrobní proces* – produkty toho procesu nepřecházejí do hotových výrobků určených pro expedici (nástroje, zápustky, přípravky),

- *vedlejší pracovní proces* (obslužný) – zajišťuje především potřebné druhy energie, skladování, manipulaci s materiálem, expedici.

Členění výrobního procesu **ve vztahu k výrobnímu programu**:

- *hlavní výroba* – představuje základní výrobní program, podle specializace závodu,
- *doplňková výroba* – zaměřuje se na optimální využití a vytížení výrobních ploch,
- *přidružená výroba* – zaměřena např. na využití materiálového odpadu.

1.2 Technologičnost konstrukce



Čas ke studiu: 15 minut



Cíl: Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- Definovat pojmy z oblasti technologičnosti konstrukce.
- Vyřešit otázky týkající výrobního procesu.



Výklad

Technologičnost konstrukce (TK) je dána souhrnem všech podstatných vlastností, nutných pro zajištění optimálního fungování výrobku (fungování, spolehlivost, životnost, efektivnost výroby, pořizovací a provozní náklady, prostorové nároky, designe).

Pro plné uplatnění TK je nutný přehled konstruktéra o použitelnosti materiálů a moderních technologií .

Úroveň technologičnosti konstrukce je možné posuzovat ve dvou etapách.

Technologičnost konstrukce součástí – zahrnuje:

- materiál (vhodný pro výrobek – obrobitelnost, svařitelnost...)
- polotovary (na výběru by se měl podílet konstruktér i technolog)
- vlastní opracování (tvar, přesnost – tolerance, drsnost, počet nástrojů)

Technologičnost konstrukce výrobků (nebo montážních celků.) – zahrnuje:

jednoduchost a účelnost,

počet součástí (unifikace, normalizace, opakování vlastností),

počet použitých materiálů (skladování, nákup),

balení, optimální rozčlenění na montážní celky. [1]



Shrnutí pojmů 1.1.

Výrobní proces, technologický proces, technologičnost konstrukce.



Otázky 1.1.

1. Co je to výrobní proces?
2. Jak členíme výrobní proces ve vztahu k charakteru jeho složek?
3. Jak členíme výrobní proces ve vztahu k výrobnímu programu?
4. Co zahrnuje je to technologičnost konstrukce?



Řešený příklad

Dle zadání proveďte rozbor technologičnosti konstrukce. Nakreslete výrobní výkres výrobku.

Řešení:

Posouzení technologičnosti konstrukce – dle zadání máme připravit podklady pro výrobu ozubeného kola, to by mělo být cementováno, kaleno a broušeno, požaduje se sousost součástí. Při posuzování technologičnosti konstrukce jsem provedla kontrolu výpočtu ozubení podle níže uvedených vzorců:

Průměr roztečné kružnice : $D = m \cdot z = 6.58 = 348 \text{ mm}$

Průměr hlavové kružnice : $D_a = D + 2 \cdot m = 348 + 2.6 = 360 \text{ mm}$

Průměr patní kružnice : $D_f = D - 2,5 \cdot m = 348 - 2,5 \cdot 6 = 333 \text{ mm}$

Návrh změn :

Pro zlepšení kvality vodících ploch použiji materiál 14 220, vhodný pro cementování a kalení. Pro případné opravy poškozené kuželové stopky broušením navrhuji chráněné důlky. Výroba součástí je navržena pro opakovanou malosériovou výrobu ve výrobních dávkách (sériích) až 100 ks/měsíc tj. 1 000 ks/rok. Pro tento typ výroby je vhodné využít klasické obráběcí stroje (hrotový soustruh typu SV 18R). Jako progresivní technologii, navrhuji využít NC hrotový soustruh SU 50AT CNC.

Nákres výrobku viz. **Příloha č.1 Nákres výrobku**



CD-ROM

Na CD najdete návod, jak je možné nakreslit výrobní výkres.

Výkres 9K 329 vzor 1

Výkres 9K 329 vzor 2

Výkres 9K 329 vzor 3



Korespondenční úkol

V rámci tohoto předmětu budou studenti řešit ve skupinkách 2-3 studentů projekt, který bude obsahovat návrh součástky a její kompletní rozbor a návrh pracoviště. Výsledky budou odevzdány cvičícímu v rámci cvičení. Zadání bude individuální.

2 VÝBĚR POLOTOVARŮ

Při výrobě výrobku tvoří více jak 50% celkových výrobních nákladů materiálová položka a představuje proto důležitý bod ve struktuře výrobních nákladů. Je třeba se tedy zaměřit na možné úspory materiálu z hlediska struktury jednotlivých druhů materiálu z pohledu kvality, tvaru a lepší využití materiálu polotovaru. Pro volbu polotovaru jsou rozhodující celkové výrobní náklady, které jsou závislé:

- a) na materiálové náročnosti a stupni využití materiálu polotovaru $k_m = \frac{Q_s}{N_m}$

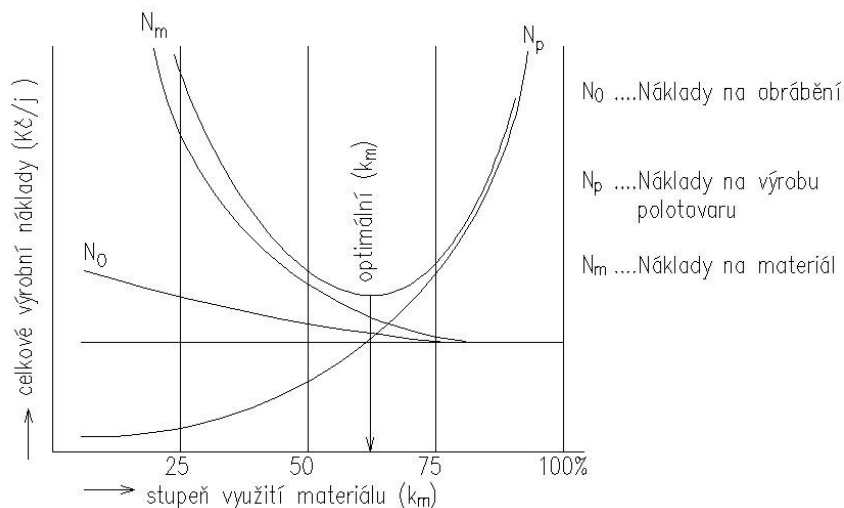
Q_s – čistá hmotnost součásti v kg,

N_m – norma spotřeby materiálu v kg,

- b) na velikosti vynaložených nákladů na zhotovení polotovaru – správná volba metalurgických metod (kování, svařování, odlévání) z hlediska velikosti, složitosti tvarů součástek a sériovosti výroby,

- c) na velikosti nákladů potřebných na obrábění, které souvisí s přesností tvarů a rozměrů polotovaru (přidavky na obrábění, tvarová shodnost polotovaru a hotové součásti).

Průběh jednotlivých složek nákladů v závislosti na využití materiálu viz Obrázek 2.1. Zvyšování hodnoty k_m směřuje k vyšší geometrické přesnosti a tvaru polotovaru – snížení nákladů na materiál a obrábění polotovaru, ale zároveň rostou náklady na vlastní výrobu polotovaru.



Obrázek 2.1 – Průběh složek nákladů

Z hlediska sériovosti výroby a technologicko-konstrukčním požadavkům na výrobu se zaměřujeme především na:

1. volbu *druhu polotovaru* – tyčový materiál, tabule plechu, odlitek, výkovek, apod.
2. volbu technologické varianty u jednoho druhu polotovaru
3. možné kombinace – jednotlivých způsobů výroby polotovaru.

2.1 Tyčový materiál



Čas ke studiu: 1,5 hodiny



Cíl: Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- + Popsat jednotlivé ztráty materiálu.
- + Definovat pojmy z oblasti návrhu materiálu.
- + Vyřešit spotřebu materiálu u zadané součásti.



Výklad

Tyčový materiál se využívá na výrobu součástí menších rozměrů, především rotačních součástí (např. hřídele, kroužky apod.) Asi 40 % všech rotačních součástí se v současné době vyrábí z tyčového materiálu. Stupeň využití materiálu je asi 30-45 % což závisí především na tvarové složitosti výrobku.

Průměr tyče se určí z maximálního průměru obráběné součásti a přídatku na opracování daného vztahem:

$$p = 0,05D_{max} + 2 \quad [\text{mm}]$$

Výsledný průměr polotovaru tedy bude:

$$D_p = D_{max} + p \quad [\text{mm}]$$

D_{max} – max. průměr obráběné součásti

D_p – max. průměr obráběného polotovaru.

Zaokrouhlíme na nejbližší vyšší průměr válcovaného materiálu. Tento vztah platí pro tyče kruhového průřezu i pro jiné profily. Do vztahu se dosadí místo D_{max} tloušťka t součásti v mm

A přídavek p je pak přídavek na tloušťku. Jednodušeji lze zjistit velikost přídatku p z následující tabulky Tab. 2.1.

Tab. 2.1 – Velikost přídatku dle hodnoty průměru polotovaru

Hotový obrobek	přes	5	10	20	30	40	50	60	80	100	120	140	160
Rozměr D(t) [mm]	do	10	20	30	40	50	60	80	100	120	140	160	200
Přídavek p [mm]		2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8	9	10	12

Délka polotovaru se určí ze vztahu:

$$l_p = l_{max} + p_{zc} + 2l_{str} \quad [\text{mm}]$$

l_p – délka polotovaru,

l_{max} – maximální délka součásti dle výkresu,

p_{zc} – přídavek na zarovnání čel,

l_{str} – přídavek na středící důlek (dáváme tehdy, když středící důlek nesmí zůstat ve vyráběné součásti).

Výpočet normy spotřeby materiálu

Polotovary se s tyčového materiálu získávají rozřezáváním na pilách, nebo upichováním na soustruzích. Proto je potřeba vždy dělit výrobek z tyčového polotovaru s přídavkem. [2]

Tento přídavek tvoří:

a) přídavek na dělení

Při rozřezání na pilách Tab. 2.2.

Tab. 2.2 – Přídavky pro pilové listy při řezání na pilách

Nástroj	Přídavek [mm]
Strojní pilový list	1,5-2
Pilový kotouč do 150 mm	1,5 - 2
do 300 mm	5
do 600 mm	6
do 800 mm	7
Pilový kotouč na neželezné kovy	1,5

Při rozpichování a upichování tyčí na soustruzích a upichovačkách:

Tab. 2.3 - Přídavek na dělení a zarovnání čel upichováním

Průměr tyče [mm]		Do 20	20-45	45-70	70-95	95-150
Celkový přídavek na délku [mm]	Ocel	3	4	5	6,5	7,5
	Mosaz a hliník	2,5	2,5	3,5	4,5	5,5
Šířka nože [mm]	Ocel	2,5	3	4	5	6
	Mosaz a hliník	2	2	2,5	3	3,5

a. přídavek na zarovnání čel

Přídavek na oboustranné zarovnání čel tyčových průřezů do délky až 100 mm:

Do Ø 150mm2 mm

Nad Ø 150mm3 mm.

b. přídavek na upnutí posledního kusu z tyče

Polotovary se řezou v přípravně materiálu jednotlivé délky včetně přídavků většinou z tyčí délky 3 nebo 6 m. Proto je třeba při výpočtu normy spotřeby materiálu počítat také s přídavkem na upnutí posledního kusu z tyče l_k , který určíme podle Tab. 2.4.

Tab. 2.4 - Přídavek na upnutí posledního kusu z tyče

Ø D [mm]	20	20-45	45-75	75-110
l_k [mm]	40	50	70	80

d. přídavek na středící důlky

Jestliže výrobní postup vyžaduje středící důlky a dle výkresu hotové součásti nejsou možné, předepíšeme přídavek na odstranění středících důlků dle Tab. 2.5. Je-li středící důlek jen na jedné straně, přidá se na zarovnání jen 1 mm. Další hodnoty pro větší velikosti důlků jsou uvedeny v ČSN 014915.

Tab. 2.5- Přídavek na odstranění středících důlků[2]

	$p_{stř}$ [mm]						
Středící důlek Ø d_1	0,5	0,75	1	2	3	5	8
Typ A	2,5	3	4	7	10	16	-
Typ B,C	-	-	-	-	8	11	18

Norma spotřeby materiálu pro jednu součást z tyčového polotovaru se vypočte ze vztahu:



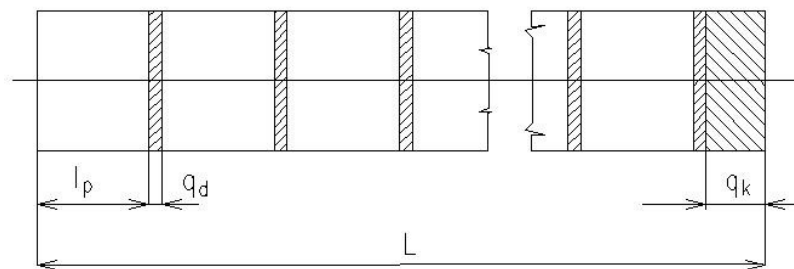
$$N_m = Q_s + q_d + q_o + q_k \quad [\text{kg}]$$

Q_s – hmotnost hotové součásti,

q_d – ztráta materiálu upichováním jednoho kusu,

q_o – ztráta materiálu obráběním včetně zarovnání čel,

q_k – ztráta materiálu z koncového odpadu připadajícího na jeden kus.



Obrázek 2.2 Ztráty materiálu při řezání z tyče[2]

2.2 Výkovek



Čas ke studiu: 0,5 hodiny



Cíl: Po prostudování tohoto odstavce budete umět



Popsat normu spotřeby materiálu a vyřešit návrh polotovaru pro výkovek.



Výklad

Pokud jsme nuceni volit jako výchozí polotovar výkovek, vycházíme z rozměrů a složitosti součástí a podle počtu obráběných kusů. Hlavní druhy kovaných polotovarů lze popsat takto:

- volně kované výkovky – velké přídavky na obrábění, velká spotřeba materiálu, hrubý povrch,
- zápusťkové kované výkovky – přesnější rozměry, menší přídavky na obrábění, lepší povrch,
- výkovky kované na vodorovných kovacíh strojích – tvarová i rozměrová přesnost, minimální spotřeba materiálu.

Mezi hlavní přednosti použití výkovků oproti odlitkům je v lepší průtažnosti a houževnatosti u výkovků. Tyto vlastnosti jsou dány zjemněním zrna, v důsledku důkladného prokovaní a lepšího průběhu vláken. Zaručen homogenní materiál a provozní bezpečnost.

Návrh výkovku

Návrh výkovku vychází z níže uvedených podmínek, které je nutné dodržet:

- a) prostudovat výrobní výkres součásti z pohledu tvaru, funkce, konečného opracování ploch a možnosti technologie kování,
- b) určit výchozí materiál vhodný pro výkovek a druh výkovku,
- c) určit si dělicí rovinu,
- d) stanovit přídavky na obrábění dle ČSN 429010-429014, ČSN 429030,
- e) určit technologické přídavky – úkosity, zaoblení hran a rohů, přechodů,
- f) stanovit rozměry a hmotnost výkovku a nakreslit výrobní výkres výkovku.

Norma spotřeby materiálu pro jeden výkovek se stanoví ze vztahu:



$$N_m + Q_p + q_{op} + q_v \quad [\text{kg}]$$

Q_p – hmotnost výkovku,

q_{op} – ztráta opalem při ohřevu,

q_v – ztráta výběhem materiálu.

2.3 Norma spotřeby materiálu pro součásti z plechu



Čas ke studiu: 1,5 hodiny



Cíl: Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- + Popsat jednotlivé ztráty materiálu.
- + Definovat pojmy z oblasti návrhu materiálu.
- + Vyřešit spotřebu materiálu u zadané součásti.

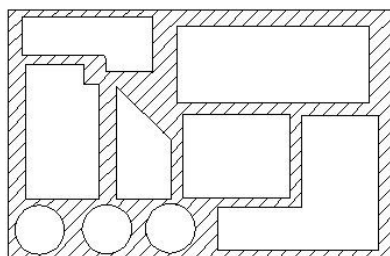


Výklad

Základem výpočtu normy spotřeby materiálu je nástřihový plán. Nástřih nebo tepelné dělení z tabulí je možné uskutečnit jako:

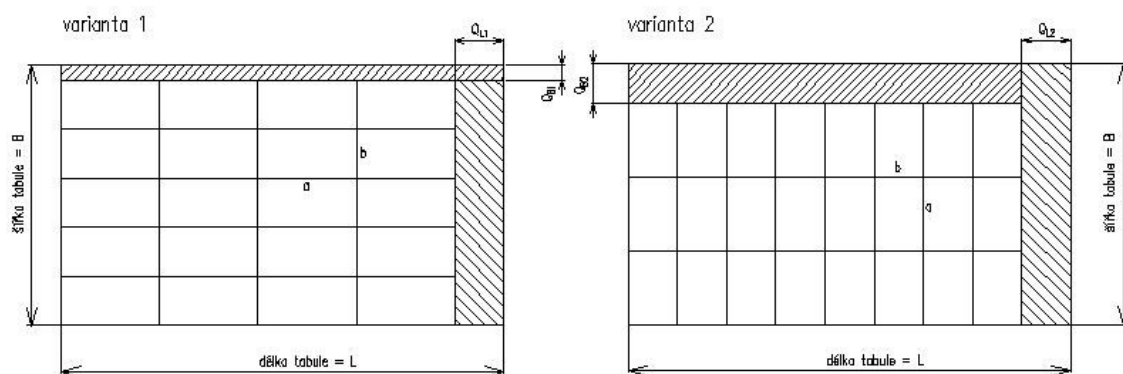
- Skupinový – z jedné tabule plechu běžných rozměrů stříhají nebo vypalují polotovary pro různé součásti jednoho výrobku,
- Kusový – pro polotovary obdélníkového tvaru.

Při sestavení skupinového nástřihu se umísťují na tabuli nejdříve polotovary velkých rozměrů, potom střední a nakonec se k umístění malých polotvarů využívají volné mezery mezi velkými a středními polotovary Obrázek 2.3 Obrázek 2.4 Skupinový střižný plán.



Obrázek 2.3 – Skupinový střižný plán [3]

Při sestavování kusového nástřihového plánu se nejprve určí nejvýhodnější způsob stříhání (Obrázek 2.4 kusový střižný plán).



Obrázek 2.4 – kusový střižný plán [3]

Varianta 1

Počet pásů vodorovně $x_1 = \frac{L}{a} + \text{odpad } O_{L1}$

Z každého pásu kusů $y_1 = \frac{B}{b} + \text{odpad } O_{B1}$.

Varianta 2

Počet pásů vodorovně $x_2 = \frac{L}{b} + \text{odpad } O_{L2}$

Z každého pásu kusů $y_2 = \frac{B}{a} + \text{odpad } O_{B2}$.

Součinitel využití materiálu se obecně vypočte:



$$k_m = \frac{xayb}{LB} \cdot 100$$

Při návrhu polotovaru pro součástky pálené z plechu se může vycházet z Tab. 2.6. Je třeba provést návrh pálicího plánu. Při návrhu je třeba připočítat propal, můstek – což je vzdálenost mezi sousedními součástkami na pálicím plánu.

Tab. 2.6 Přídavky na obrobení jedné plochy.

Tl. plechu	váha [kg]	přídavek na 1 plochu	propal	můstek
P5	80	4	2	6
P10	160	4,5	2	10
P15	240	5	2	12
P18	288	5	2	12
P20	320	5	2	14
P25	400	6	2,5	16
P30	480	6	2,5	16
P35	560	6	2,5	16
P40	640	6	2,5	16
P50	800	7	3	20
P60	960	7	3	20
P70	1120	7	3,6	25
P80	1280	7	3,6	25
P90	1440	7	3,6	30
P100	1600	7	3,6	30



Shrnutí pojmů 2.1

Výpočet spotřeby materiálu pro tyčový polotovar, pro výkovek, pro polotovar plech.



Otázky 2.1

1. Uveďte vztah pro výpočet spotřeby materiálu pro součást z tyčového polotovaru.
2. Uveďte vztah pro výpočet spotřeby materiálu pro výkovek.



Řešený příklad

Navrhněte polotovar pro zadanou součást.

Řešení:

Pro výrobu ozubeného kola navrhuji dělit polotovary pálené z plechu P80-2000 x 1000 ČSN 42 5310.11. Hmotnost 1 plechu je 1280 kg/m.

Pro volbu polotovaru je nutno stanovit přídavky na opracování čelních ploch a přihlížet k případným přídavkům na čelních plochách pro cementování vyskytujících se zejména u ozubených kol.

Tloušťka součásti 68 mm

Přídavek na cementaci ploch 2x2 mm = 4 mm

Přídavek na soustružení čel 2x2,5 mm = 5 mm

Tloušťka plechu 77 mm volím **80 mm**

Pro výrobu polotovaru volím ocelový plech P80-1000x2000 ČSN 42 5310.1.

Pálicí plán je nakreslen v AUTOCADu viz **Příloha č.2 9K-329PAL.dwg**.

Průměr součásti 360 mm

Přídavek pro soustružení průměru 2x7 14 mm

Ztráta propalem 2x3,6 7,2 mm

Průměr polotovaru pro pálení **382 mm**

Cenové předpisy dovolují započítat do ceny výrobku hmotnost materiálu včetně přídavku na prvotní dělení materiálu. Rozměry polotovaru do výdejky jsou stanoveny podle dělicího plánu včetně započtení šířky můstku 25mm pro pálení. Po odečtení použitelného odpadu je hmotnost do výdejky stanovena následovně :

Váha použitelného zbytku rozměru 3,72 dm x 10dm:

$$3,72 \text{ dm} \times 10 \text{ dm} \times 0,80 \text{ dm} \times 7,87 \text{ kg/dm}^3 = \mathbf{234 \text{ kg}}$$

Váha použitelného zbytku rozměru 1,86 dm x 16,28 dm :

$$1,86 \text{ dm} \times 16,28 \text{ dm} \times 0,80 \text{ dm} \times 7,87 \text{ kg/dm}^3 = \mathbf{191 \text{ kg}}$$

Hmotnost polotovaru do výdejky :

Hmotnost tabule plechu P80 – $1000 \times 2000 = 1280 \text{ kg}$

Z tabule 1000×2000 lze vypálit 8ks polotovarů.

Hmotnost polotovaru do výdejky :

$(1280 \text{ kg} - 234\text{kg} - 191\text{kg})/8 \text{ ks} = 107\text{kg}$



Korespondenční úkol

Studenti budou zpracovávat v rámci cvičení jedno ze zadaných témat týkajících se projektování výrobních procesů, které bude odevzdáno cvičícímu v rámci cvičení. Zadání bude individuální.

3 TECHNOLOGICKÉ OPERACE



Čas ke studiu: 1,5 hodiny



Cíl: Po prostudování tohoto odstavce budete umět

-  Popsat členění výrobního procesu.
-  Definovat základní pojmy.
-  Určit jednotlivé technologické operace.



Výklad

Výrobní postup je členěn na jednotlivé operace. **Operací** je nazvána část výrobního postupu, která je vykonávána jedním nebo více pracovníky na jednom pracovišti na jednom výrobku. Operace představuje základní jednotku pro organizaci a řízení práce, normování práce. Dle ČSN 016331 je definován:

-operační úsek – provádí se na jedné ploše, jedním nástrojem, při neměnných technologických podmínkách.

- úkon – je část operace, která obsahuje jednoduchou pracovní činnost (upnout, zajet do řezu)

- pohyb – je elementární činnost v rámci operace.

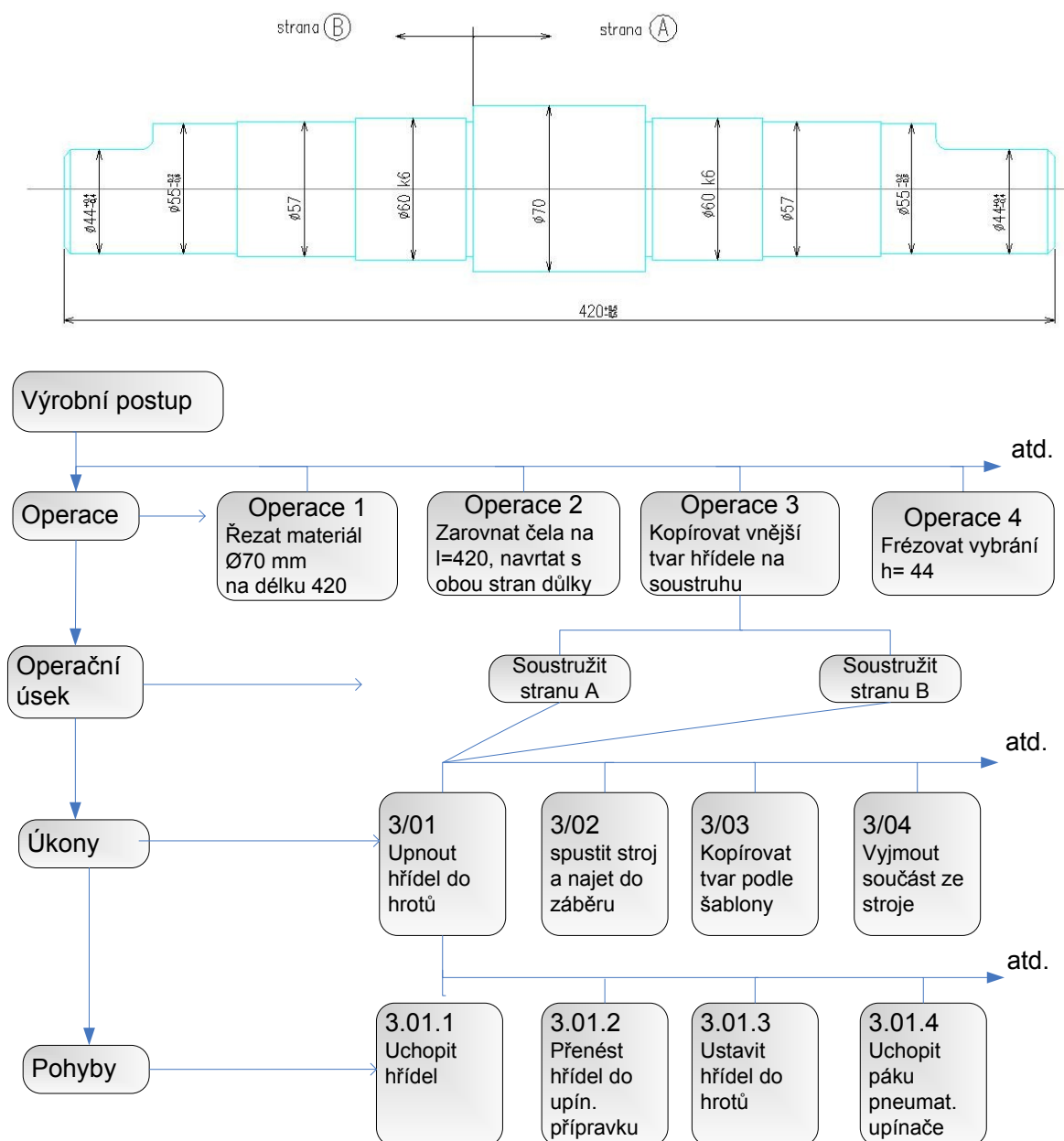
Určení počtu operací představuje důležitou činnost technické přípravy výroby. Schéma začlenění výrobního postupu je znázorněno na obrázku 3.1. Vhodným stanovením počtu operací je možné zajistit kvalitu výrobku, nejmenší spotřebu času práce, materiálu a energie.

Kritéria pro určení pořadí operací:

- počet druhů obráběných ploch,
- požadavkem na jakost obráběných ploch,
- další opracování – cementace, povrchová úprava,
- funkčnost ploch z hlediska montáže,
- sériovost výroby.

Číslování operací je dáno především zvyklostmi podniku, ve strojírenství se používají dva typy číslování:

- postupné – operace se označují čísla – 1,2,3,...n
- obkročné – používá se určitá posloupnost 5,10,15, 20,..., je možné v případě potřeby vložit chybějící číslo, aniž by bylo nutné nějaké zvláštní značení.



Obrázek 3.1 – Schéma začlenění výrobního postupu[3]

Operace by měly být voleny tak, aby výrobní postup odpovídal požadavkům technologa a konstruktéra dle výrobního výkresu. Mělo by platit, že operace předcházející by měla upravit povrch obrobku pro operaci následující. A součástka by se měla dát snadno a rychle přepnout, neboť s tím souvisí také přípravné časy ve výrobě, které se podílejí na celkovém času pro výrobu součástky. Nejčastěji je první operací dělení - je nutné vhodně zvolit potřebný polotovar. Následuje operace hrubování, která je na počátku postupu a operace dokončující, dávají konečný tvar součásti, jsou na konci výrobního postupu.

Do výrobního postupu by se měla také zařadit i operace kontrolní, která zajistí kontrolu požadovaných rozměrových a kvalitativních parametrů pro jednotlivé operace. V postupu by mělo být uvedeno, kam bude součást předána (sklad, expedice, montáž.). Obecné schéma sledu operací je v Tab. 3.1.

Tab. 3.1 – Obecné schéma sledu operací [2]

Pořadové číslo	Název operace	Nejběžnější profese používané ve výrobě
1	Předzhotovující operace - výroba a příprava polotovaru	Dělení tyčového materiálu, odlévání, kování, lisování, svařování
2	Tepelné zpracování, úprava polotovaru	Odstranění pnutí, stárnutí, rovnání polotovaru, zarovnávání, důlčikování
3	Orýsování	Podle potřeby pro další operace
4	Hrubování základních ploch	Soustružení, frézování, hoblování, broušení, vrtání
5	Tepelné zpracování	Odstranění pnutí, zlepšení podmínek obrábění
6	Obrábění základních ploch na čisto	Soustružení, frézování, hoblování, broušení, vyvrtávání, vystružování
7	Obrábění tvarových ploch, ozubení, závity, drážky	Frézování, obrážení, broušení, soustružení, válcování
8	Obrábění druhořadých ploch, drážky, plošky, díry kolmé na osu rotace	Frézování, vrtání
9	Přípravné práce na tepelné zpracování	Např. cementace
10	Obrábění ploch, které nebudou dále tepelně zpracovány	Odstranění nacementované vrstvy
11	Tepelné zpracování	Pro zvýšení pevnosti, tvrdosti
12	Povrchovou úpravu	Podle potřeby pro další operace
13	Dokončovací operace tvarových ploch	Broušení drážek, závitů, ozubených kol, ševingování ozubení
14	Dokončovací operace funkčních ploch	Broušení, vyvrtávání, frézování
15	Povrchové úpravy	Např. chromování, zinkování, kadmiování, nátěry
16	Dokončování velmi přesných funkčních ploch	Jemné broušení, lapování, honování, superfinišování, válečkování, apod.
17	Kontrolní operace – podle druhu a složitosti konkrétní součásti	Konečná kontrola
18	Konzervace (podle potřeby)	Nátěr olejem, tuky, plasty, vosky
	Informace – nepovažuje se za operaci a píše se odděleně	Kam bude součást po zhotovení předána: sklad, meziklad, montáž, expedice, apod.

**Shrnutí pojmů 3.2.**

Operace, operační úkon, pohyb, sled operací, číslování operací.

**Otázky 3.2.**

1. Co je to technologická operace?
2. Jak členíme technologická operace?
3. Uveďte kritéria pro určení pořadí operací.
4. Co zahrnuje schéma sledu operací?

**Řešený příklad**

Navrhněte technologické operace pro zadanou součást.

Technologické operace jsou navrženy pro výrobu ozubeného kola.

Řešení:

Volíme takto:

1. Pálení
2. Soustružení
3. Vrtání
4. Frézování ozubení
5. Odjehlení
6. Cementace
7. Soustružení
8. Kalení
9. Broušení
10. Obrážení drážky
11. Brousit ozubení

4 TECHNOLOGICKÉ PODMÍNKY VÝROBNÍHO PROCESU

Výrobní postup je ovlivňován řadou činitelů, které mohou mít různý vliv a mohou vést k protichůdným požadavkům. Je třeba tyto požadavky nějak řešit a tím pak vytvářet optimální výrobní postup.

4.1 Volba základnen



Čas ke studiu: 0,5 hodiny



Cíl: Po prostudování tohoto odstavce budete umět

-  Popsat jednotlivé základny.
-  Definovat pojmy z oblasti konstrukčnosti.



Výklad

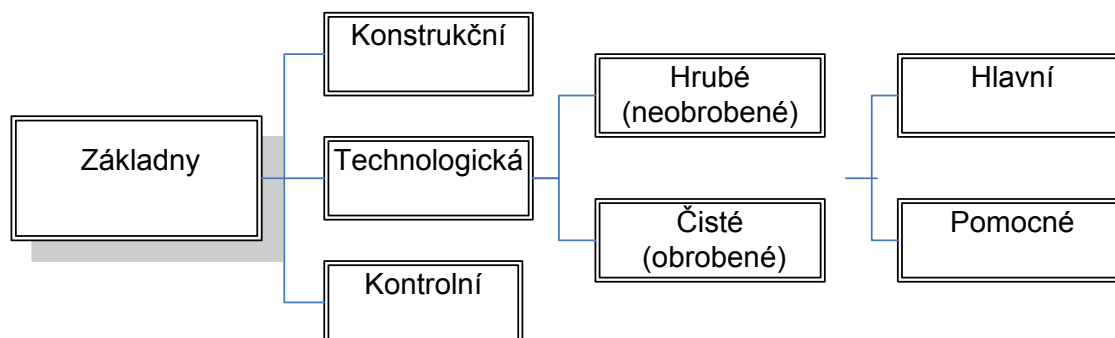
Polotovary i obrobky se musí v průběhu opracování na výrobním stroji ustavit a upnout. Poloha obrobku na obráběcím stroji musí být zvolena tak, aby bylo zajištěno dosažení požadované jakosti a přesnosti obráběných ploch i jejich vzájemné polohy. Toho můžeme dosáhnout volbou správné základny.

Základna je plocha, určující polohu součásti při její funkci nebo při ustavení ve výrobním stroji. Základnou bývá většinou plocha (rovinná, válcová, kuželová, tvarová), může to být také čára (osa souměrnosti) nebo bod (u koule).

Základny dělíme z hlediska použití na: (Obrázek 4.1)

- Konstrukční – jsou plochy (přímky, osy, body), určující polohu součásti vzhledem k ostatním součástem při její funkci ve výrobku.
- Technologická – určují polohu obrobku při jeho ustavení na stroji nebo v přípravku.
- Kontrolní – slouží k měření rozměrů, zvláště tolerovaných.

Snahou je, aby konstrukční základna byla také základnou technologickou i měřicí a aby vyhovovaly postupu výroby. Proces obrábění by měl proběhnout při jednom upnutí.



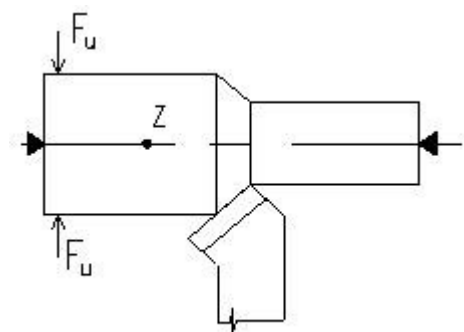
Obrázek 4.1 - Základny rozdělení

Hrubá základna – je neobrobená plocha, která slouží většinou pro ustavení a upnutí obrobku při první operaci.

Čistá základna – je obrobená plocha, která určuje funkční plochu součásti pro další operace.

Hlavní základna - určuje funkční polohu součásti nebo vzájemnou polohu a uložení jedné součásti ve druhé.

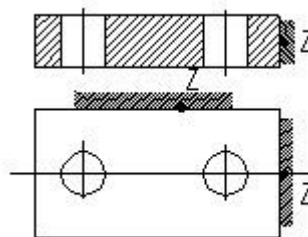
Pomocná základna – je zvláštní nefunkční plocha, která je na součásti vytvořena proto, aby mohla být při obrábění ustavena a upnuta.



F_u – upínací síla

Z - Základna

Obrázek 4.2 – Základna pro soustružení[2]



Obrázek 4.3 – Základna pro vrtání [2]

4.2 Strojní park



Čas ke studiu: 0,5 hodiny



Cíl: Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- ✚ Popsat jednotlivé stroje.
- ✚ Definovat pojmy z oblasti návrhu výrobního postupu.
- ✚ Vyřešit návrh strojního parku u zadané součásti.



Výklad

Pro vypracování výrobního postupu je nutná znalost strojního parku dílny, kde se bude výrobek vyrábět. Je nutné správně určit obráběcí stroje a zařízení pro výrobu výrobku. V podnicích bývají k dispozici *strojní karty strojů a zařízení*, kde jsou uvedeny všechny potřebné informace potřebné jednak pro technologa, také pro konstruktéra přípravků. Všechny stroje, zařízení, které se ve strojírenské výrobě vyskytují, jsou číslovány a jsou uvedeny v *třídníku výrobních zařízení a prací*.

Pro názornost uvádím příklad označení hrotových soustruhů:

		4	1	2	2	3
<i>Stupeň třídy</i> - obráběcí stroje						
<i>Třída</i> - hrotové soustruhy						
<i>Podtřída</i> - hrotové soustruhy s výškou hrotů přes 200 do 500 mm						
<i>Skupina</i> - hrotové soustruhy s výškou hrotů přes 200 do 500 mm se vzdáleností hrotů přes 750 do 1000 mm						
<i>Podskupina</i> - volnoběžné s přidavným kopírovacím hydraulickým zařízením						

Vhodnost typu a velikosti obráběcího stroje pro výrobu dané součásti především vychází:

- Z technologických požadavků určených druhem obrábění (soustružení, vrtání, broušení atd.), způsobem obrábění (hrubování, obrábění na čisto), tvarovou složitostí a přesností, sériovosti výroby.
- Z požadavků ekonomické efektivity, závislé na růstu produktivity obrábění a hospodárnosti výroby.

4.3 Zásady pro vypracování výrobních postupů



Čas ke studiu: 0,5 hodiny



Cíl: Po prostudování tohoto odstavce budete umět



Definovat zásady pro vypracování výrobních postupů.



Výklad

Vypracování výrobních postupů je různorodé, ani stejné výrobní postupy pro stejnou součást nejsou v různých podnicích stejné. Na vypracování výrobních postupů má vliv řada činitelů.

Všeobecné pokyny pro vypracování výrobního postupu:

1. *Prostudování výrobních výkresů* – všímáme si tvaru součásti, rozměrů, tolerancí, tepleného zpracování, povrchové úpravy apod. Získáme tak informace o tom, v jakém sledu operací bude výroba probíhat.
2. *Kontrola údajů konstruktéra* – informace o materiálu z hlediska technologie, určí se přídatky na obrábění, velikost polotovaru. Navrhne se příprava materiálu ve skladu.
3. *Určení výchozí základny* – plocha, od které se musí při obrábění vycházet.

4. *Stanoví se operace* – jejich sled, v jakém pořadí a které práce se budou provádět (hrubování, dokončování). Zařadí se tepelné zpracování, povrchová úprava a kontroly a měření.
5. *Popis rozsahu operací* – jak a v jakém rozsahu musí být operace provedena, jaké přídavky ponechat, popis operací by měl být stručný, srozumitelný, jednoznačný a úplný.
6. *Návrh pracoviště a výrobní stroje* – kde a na jakých strojích se budou operace provádět, dle třídění strojů.
7. *Domluva práce v kooperaci* – pokud je potřeba operací, které není možné vyrobit v podniku volíme kooperaci.
8. *Volba výrobních pomůcek* – kterými se bude operace provádět, běžné, nebo speciální.
9. *Přezkouší se přesnost výroby* – z hlediska montáže, hospodárnosti možnost vzniku zmetků.
10. *Zhodnocení* – v případě variantního řešení, rozbor a zhodnocení, výběr nejvhodnější varianty.
11. *Výrobní postup* – se zhodnotí jako celek z hlediska hospodárnosti.
12. *Vyplní se definitivní údaje do předepsaného formuláře.*

Toto schéma se využívá především pro novou součást. Často se používá postup typový nebo skupinový. Správné výrobní postupy jsou základem hospodárné a efektivní výroby.

4.4 Operační náčrt, popis práce



Čas ke studiu: 0,5 hodiny



Cíl: Po prostudování tohoto odstavce budete umět

-  Popsat jednotlivé operace.
-  Umět navrhnout operační náčrt.



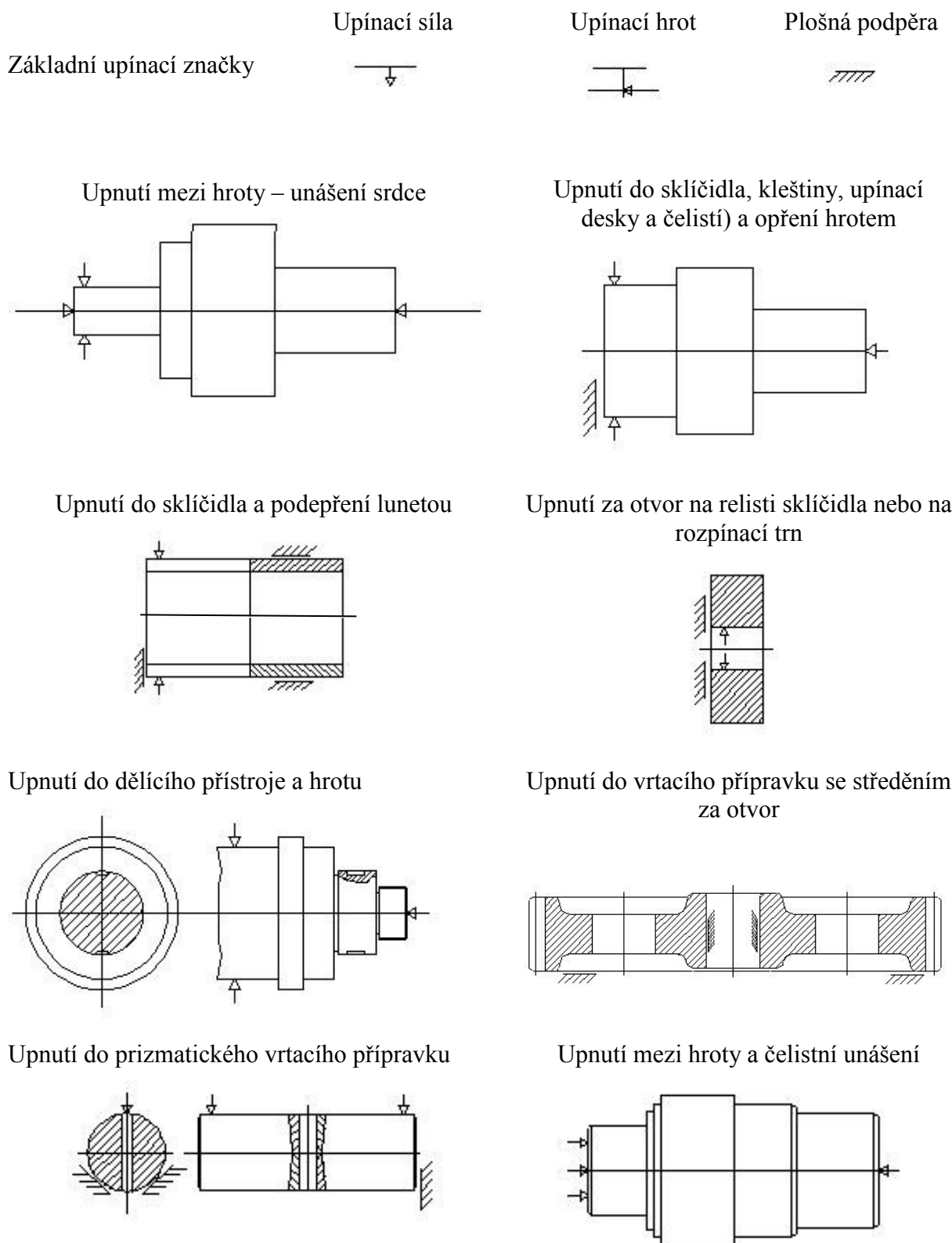
Výklad

Pro každou operaci je vhodné provést operační náčrt. Operace jako je tepelné zpracování, zámečnické operace, kontrola operační náčrt nevyžadují.

Operační náčrt bude proveden v Autocadu, nebo podobném kreslicím prostředí. Náčrt nemusí být v měřítku, ale zadaná součást by měla mít nutné rozměrové proporce. Součást kreslíme tak jak bude upnuta na obráběcím stroji. Kreslíme tvar součásti tak, jak předpokládáme, že bude po obrábění vypadat. Operační náčrt musí být proveden tak, aby bylo možné součást vyrobit případně bez výrobního výkresu. Plochy obráběné v dané operaci se kreslí silněji, ostatní plochy slaběji. Způsob upnutí se vyznačí pomocí tří základních značek, pro upínací hrot, upínací sílu a doraz. Příklady upnutí jsou uvedeny viz Obrázek 4.4.

Operační náčrt je doplněn slovním textem. Musí být vždy jednoznačně určen, technicky stručný, srozumitelný a musí vystihnout práce v operaci.

Způsoby upínání obrobků a jejich znázornění



Obrázek 4.4 - Způsob upínání obrobku [2]

**Shrnutí pojmů 4.3.**

Technologická základna, pokyny pro vypracování výrobního postupu, způsoby upínání obrobku.

**Otázky 4.3.**

1. Jak volíme technologickou základnu?
2. Z čeho vychází volba typu a velikosti obráběcího stroje?
3. Uveďte Všeobecné pokyny pro vypracování výrobního postupu.
4. Uveďte způsoby upínání obrobku.

**Řešený příklad**

Dle zadání součástí navrhnete operační náčrt. Navrhnete strojní park.

Řešení:

Volíme následující stroje:

1. RS 501 - pálicí stroj
2. SU 50AT CNC - soustruh
3. VR 3 – vrtačka
4. OFA 16 SC – odvalovací frézka na ozubení
5. Zámečnick
6. BDU 50 – bruska
7. 7A 420M
8. Bruska na zuby
9. Cementace – kalení

Operační náčrt viz. **Příloha č.3 Operační náčrt**

5 NORMATIVNÍ PODMÍNKY VÝROBNÍHO PROCESU

Každá pracovní činnost včetně jejího přerušování je doprovázena spotřebou času. Spotřeba času může být shodná se spotřebou času výrobního zařízení (pracovník obsluhuje jeden stroj) nebo se liší (pracovník obsluhuje více strojů). Určení spotřeby času je nezbytné pro zjištění průběžné doby výroby, zjišťování rezerv, úrovně organizace, ale také pro odměňování pracovníka.

Normovaný čas se skládá ze tří složek

- jednotkový čas A - úměrný určitému počtu jednotek zpracovávaného množství
- dávkový čas B úměrný počtu dávek (sérií)
- směnový čas C - úměrný počtu odpracovaných směn

5.1 Třídění spotřeby času



Čas ke studiu: 1,5 hodiny



Cíl: Po prostudování tohoto odstavce budete umět

-  Popsat jednotlivé typy času.
-  Definovat jednotlivé složky času.
-  Určit spotřebu času potřebného k výrobě zadané součásti.



Výklad

a) z hlediska pracovníka a ekonomiky práce

- T_N čas normovatelný
 - T_1 čas práce: - T_{A1} jednotkový
 - T_{B1} dávkový
 - T_{C1} směnový
 - T_2 čas obecně nutných přestávek
 - T_3 čas podmíněčně nutných přestávek
- T_Z čas ztrátový
 - T_D ztráty osobní: - T_{D1} zaviněné
 - T_{D2} nezaviněné
 - T_E ztráty technicko organizační: - T_{E1} vícepráce
 - T_{E2} čekáním
 - T_F ztráty vyšší mocí

- Čas práce členíme na:

Jednotkový t_{A1} - pro pracovní úkony spojené s vykonáním práce (např. ruční upínání, měření každého kusu...)

Dávkový t_{B1} - pro pracovní úkony nutné k přípravě a zakončení výrobní dávky nebo série (seřízení stroje, prostudování dokumentace ...)

Směnový t_{C1} - pro pracovní úkony nutné na uspořádání pracoviště na začátku a konci směny (úklid, čištění stroje, převzetí stroje ...)

- Čas obecně nutných přestávek členíme na:

Jednotkový t_{A2} - pro zvláštní oddech při namáhavé jednotkové práci

Dávkový t_{B2} - pro zvláštní oddech pracovníka u fyzicky namáhavé dávkové práce

Směnový t_{C2} - pro přerušení práce k vykonání přirozených potřeb pracovníka (mytí rukou před svačinou, přestávka na svačinu ...)

- Čas podmíněčně nutných přestávek členíme na:

Jednotkový t_{A3} - pro nečinnost pracovníka z důvodu organizace práce (doběh stroje ...)

Dávkový t_{B3} - pro přestávky z důvodu organizace výrobní dávky (dojezd jeřábu k zvednutí velkého přípravku, seřizování ...)

Směnový t_{C3} - pro přerušení práce z důvodu organizace práce v závodě (zahřátí stroje na očátku směny ...)

T...celkový čas směny

Čas na operaci spotřebovanou jedním pracovníkem značíme t : $t = t_A + t_B + t_C$

čas jednotkový: $t_A = t_{A1} + t_{A2} + t_{A3}$

čas dávkový: $t_B = t_{B1} + t_{B2} + t_{B3}$

čas směnový: $t_C = t_{C1} + t_{C2} + t_{C3}$

Pokud k jednotkovému času t_A , nebo dávkovému času t_B přičteme *podíl času směnového* t_C získáme čas sdružený t_{AC} nebo t_{BC} .

Norma jednotkového a dávkového času s podílem času směnového:



$$t_{AC} = k_C \cdot t_A$$

$$t_{BC} = k_C \cdot t_B$$

$$k_C = \frac{T}{T - t_C}$$

$$k_C = \frac{T_A + T_B + T_C}{T_A + T_B}$$

k_C volíme zpravidla z intervalu 0,10 až 0,15. Časy počítáme v minutách, při 8-hodinové směně. Celkový čas směny T je pak 480 minut. Čas normovatelný zahrnuje všechny složky norem času pro správný a účelný průběh práce.

Platí:

$$T_1 = t_{A1} + t_{B1} + t_{C1}$$

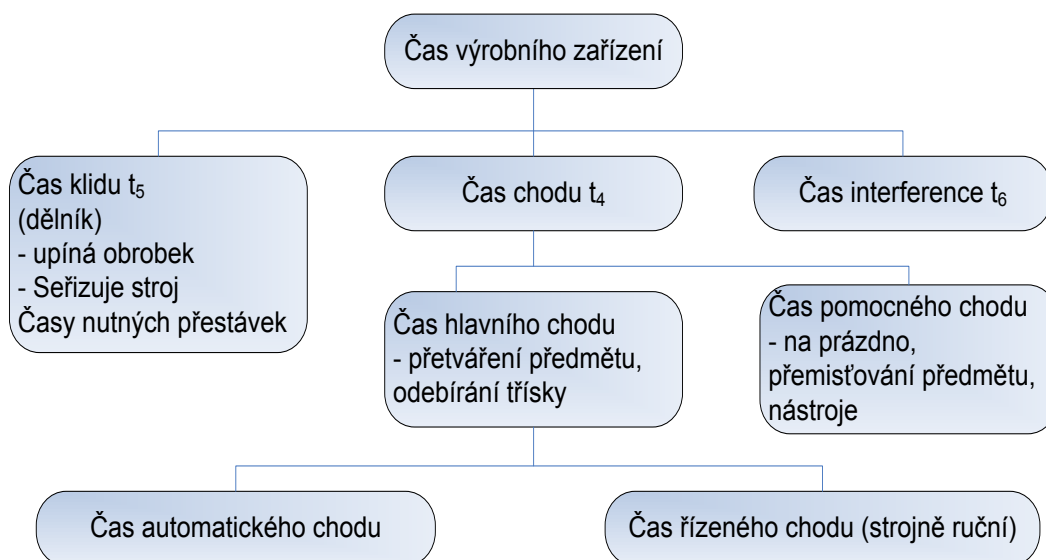
$$T_1 = t_{A1}, \text{ pak } T_{C1} = t_{C1}$$

$$T_{A1} = n_A \cdot t_{A1}$$

n_A ...počet stejných jednotek výroby, zhotovených v jedné směně

b) z hlediska výrobního zařízení

Zjišťování spotřeb času výrobního zařízení (stroje) se především zaměřuje na stanovení normy jeho výkonnosti, hlavně na stanovení normy času stroje, což je nutné při normování nákladných strojních operací se složitou obsluhou, kdy několik pracovníků obsluhuje jedno nebo několik výrobních zařízení (strojů, pecí, apod.), nebo když jeden pracovník obsluhuje několik zařízení. (viz. Obrázek 5.1).



Obrázek 5.1 – Schéma spotřeby času výrobního zařízení

Čas chodu (čas nutného chodu výrobního zařízení) je doba činnosti výrobního zařízení, která je z technických důvodů nutná pro kvalitní splnění cíle dané výrobní operace.

Čas hlavního chodu je doba činnosti výrobního zařízení, po kterou toto zařízení plní svůj hlavní úkol, tj. doba, po kterou zařízení přetváří pracovní předmět ve výrobek (polotovar), např. u obráběcích strojů je časem hlavního chodu doba, po kterou stroj odebrává třísky (s automatickým nebo ručním posunem do záběru), ale nepatří k němu doba, po kterou si stroj automaticky přemísťuje nástroje, aby je uvedl do pracovní polohy nebo je z ní vyvedl.

Čas pomocného chodu je doba činnosti daného výrobního zařízení, po kterou toto zařízení sice neplní svůj hlavní úkol, ale po kterou vykonává v průběhu operace pomocné úkony, nutné ke splnění hlavního úkolu. Např. časem pomocného chodu je u obráběcího stroje doba automatického vracení suportu do výrobní polohy.

Čas automatického chodu, označovaný také jako strojní čas, je čas takového chodu výrobního zařízení, při kterém je výrobní zařízení schopné pracovat zcela samočinně a nemusí být v celém průběhu tohoto času řízeno pracovníkem.

Čas řízeného chodu, označovaný také jako strojně ruční čas, se shoduje s časem řízeného chodu, uvedeným v soustavě druhu spotřeb času pracovníka na pracovní operaci.

Čas klidu je doba nečinnosti stroje, během níž pracovník uskutečňuje úkony nutné k obsluze daného objektu a vykonatelné jen za jeho klidu, nebo doba obecně nutných přestávek v činnosti pracovníka, kdy z technických nebo bezpečnostních důvodů nemůže být dané výrobní zařízení o těchto přestávkách v chodu. Časem klidu je například doba nečinnosti stroje, ve které soustružník upíná obrobek.

Čas interference je čas nečinnosti určitého výrobního zařízení, patřícího do souboru současně obsluhovaných objektů (zpravidla vícestrojová obsluha), který čeká na obsluhu.

c) z hlediska předmětu výroby

5.2 Výrobní dávka



Čas ke studiu: 0,5 hodiny



Cíl: Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- + Popsat výrobní dávku.
- + Vyřešit příklady týkající se výrobní dávky.



Výklad

Rozhodnutí o velikosti výrobní dávky je důležité u každého podniku. Výrobní dávka je velmi často i základní plánovací a kalkulační jednotici.

Seskupení výrobků do dávky může probíhat na různém stupni pohybu materiálu ve výrobní jednotce. Rozlišujeme tedy:

- *nákupní dávku* – (dodávku) její správné stanovení je důležitým úkolem řízení zásobovacího procesu,
- *výrobní dávku* – sérii,
- *technologickou dávku* – je dána množstvím výrobků, které se opracovávají na jednom stroji nebo ručně jedním pracovníkem,
- *seřizovací dávku* – daná počtem výrobků, které se opracovávají postupně v těsném časovém sledu v době mezi dvěma výměnami nástrojů,
- *manipulační dávku* – je dána počtem výrobků současně manipulovatelných, překládaných a skladovacích ve výrobní jednotce.

Výrobní dávka – je soubor výrobků současně zadávaných do výroby nebo odváděných z výroby, opracovávaných v těsném časovém sledu, nebo současně, na určitém pracovišti s jednorázovým konstantním vynaložením nákladů na přípravu a zakončení příslušného procesu. Stanovení velikosti výrobní dávky má významné ekonomické důsledky, které shrneme do několika bodů:

- vliv na spotřebu práce spojenou se seřizováním, zmenšením dávky se zvyšuje počet seřízení, tím celkový dávkový čas a mzdové náklady,
- vliv na využití výrobního zařízení, zmenšení dávky vyvolá potřebu častějšího zadávání a tím seřizování, která znamená dobu klidu a nevyužití výrobního zařízení pro hlavní technologické činnosti,
- vliv na výši prostředků vázaných v zásobách rozpracovaných i hotových výrobků, zvýšení velikosti dávky vede ke zvýšení průměrné výše zásob, a tím zvýšení nákladů na udržování zásob a skladování,
- vliv na využití výrobních ploch při zvýšení nebo snížení zásob především rozpracované výroby, zvýšení dávek vede k prostorovému omezení technologicky aktivně využitelné plochy,
- vliv na řízení a organizaci, menší výrobní dávky, tím vyšší frekvence zadávání, zvýšené nároky na organizaci a řízení, evidenci a operativní plánování výroby.

Při rozhodování o metodě a způsobu dávkování výroby bereme v úvahu:

- úlohu výrobce v dodavatelsko-odběratelských vztazích, základní podmínky dodávek,
- charakter výrobního programu (subdávky, finální výrobky),
- technické podmínky výrobního procesu (technologický tok, zp. předávání výrobků),
- úroveň konstrukční a technologické standardizace,
- pracnost a strukturu kapacitní náročnosti výrobku,
- průchodnost a kapacitu montážních pracovišť,
- náročnost změn výrobních dávek.

Existují různé metody stanovení velikosti výrobní dávky. Nejvíce známý je postup stanovení tzv. minimální velikosti dávky a stanovení optimální velikosti dávky.

Minimální dávka:



$$d_{vmim} = \frac{t_{BC}}{t_{AC} \cdot k_{pz}}$$

k_{pz} – koeficient přípustných ztrát

t_{BC} – čas dávkový [Nmin.]

t_{AC} – čas jednotkový [Nmin.]

Optimální velikost dávky:



$$d_{vopt} = \sqrt{\frac{2 \cdot Q \cdot N_B}{N_S}}$$

Q – roční potřeba součásti [ks]

N_B – náklady na přípravu a zakončení pro jednu dávku [Kč]

N_S – náklady na roční skladování jedné součásti za rok [Kč]



Shrnutí pojmů 5.4.

Normovaný čas, třídění spotřeby času, výrobní dávka, minimální dávka, optimální dávka.



Otázky 5.4.

1. Z čeho se skládá normativní čas?
2. Čas z hlediska pracovníka.
3. Čas z hlediska výrobního zařízení.
4. Definujte pojem výrobní dávka.
5. Uveďte vztah pro minimální dávku.



Řešený příklad

Návrh velikosti výrobní dávky.

Řešení:

V podniku, kde se realizuje kusová výroba, se vyskytuje pravidelný požadavek zákazníků na dodání součásti. Technologický postup výroby součásti předepisuje zpracování výchozího polotovaru postupně na 3 pracovištích. V tabulce jsou uvedeny údaje o charakteru operací na součásti s jednotkovými i dávkovými časy. (koeficient přípustných ztrát k_{pz} je pro kusovou výrobu 0,12). **Navrhněte velikost výrobní dávky.**

i	Operace	t_A [Nmin./ks]	t_B [Nmin./d _v]
1	Frézování	9	45
2	Vyvrtávání	16	55
3	Broušení	22	120

Pro výpočet bude použit vztah $d_{vmim} = \frac{t_{BC}}{t_{AC} \cdot k_{pz}} = \frac{45+55+120}{9+16+22 \cdot 0,12} = \frac{220}{47 \cdot 0,12} = 39$

Volíme tedy velikost výrobní dávky 40 ks.



Úlohy k řešení 5.1.

1. Řešte následující úlohu - výpočet velikosti výrobní dávky (minimální dávka)

Strojírenský podnik získal objednávku na pravidelnou dodávku žacího bubnu do sekačky na trávu. Předmětem objednávky je 12 000 ks žacích bubnů, které mají být dodány v průběhu prvního pololetí roku 2010 v šesti dodávkách – 2000 ks ke konci každého měsíce.

Z technologického postupu a z norem spotřeby času na jednotlivé operace a na seřízení jednotlivých technologických pracovišť byla sestavena tabulka údajů.

Navrhňte velikost výrobní dávky při uvažování koeficientu přípustných ztrát $\alpha = 0,1$.

Technologická op.	t_B [Nmin./ d_v]	t_A [Nmin./ks]
Soustružení	60	12
Lisování	120	6
Svařování	90	9
soustružení	60	15

2. Navrhňte velikosti výrobní dávky (optimální dávka)

Podnik má zajištěn pravidelný odbyt svého výrobku, pro který je potřebné zajistit výrobu konkrétní součásti. O této výrobě jsou známy ještě následující skutečnosti:

Roční potřeba konkrétní součásti Q [ks] 24000

Náklady na přípravu a zakončení operací pro jednu dávku NB [Kč] 1500

Náklady na roční skladování jedné součásti a ztráta z vázanosti jednotkových nákladů na součást za rok NS [Kč] 25

Velikost dopravní dávky d_v [ks] 100

- Vypočítejte optimální velikost výrobní dávky zmíněných součástí, tj. takovou, která zajistí minimální velikost celkových nákladů spojených s realizací pravidelné dávkové výroby těchto součástí
- Vypočítejte velikost celkových ročních nákladů v případě volby vypočtené optimální velikosti výrobní dávky
- Navrhňte praktickou velikost výrobní dávky, která bude respektovat podmínky výroby a současně bude co nejblíže k velikosti vypočtené optimální výrobní dávky.

6 TECHNOLOGICKÝ POSTUP



Čas ke studiu: 0,5 hodiny



Cíl: Po prostudování tohoto odstavce budete umět

-  Popsat jednotlivé části technologického postupu.
-  Umět sestavit technologický postup.



Výklad

Technologický postup (TP) je:

- závazný předpis, který určuje, jakým způsobem bude probíhat výrobní proces konkrétní součásti (tak, aby výroba probíhala optimálním způsobem z předepsaného materiálu v předepsané kvalitě a ekonomických podmínkách daných pracovní třídou, hodinovou sazbou, normovanou spotřebou strojního času, které určují cenu výrobku);
- technolog stanoví, z čeho a jakým způsobem bude součást vyráběna (určuje sled operací);
- píše se do příslušného formuláře, jehož forma se v každém podniku může lišit;
- aby bylo možno využít výhody výpočetní techniky, musíme při tvorbě technologických dodržovat určité zásady,
- technologický postup je základní částí souboru technologické dokumentace. Je doplněn o dělicí plán, pálicí plán, grafický nákres operace, apod.
- technologický postup poskytuje základní údaje pro subsystemy řízení výroby: MTZ, PRÁCE A MZDY, CENOTVORBU, PLÁNOVÁNÍ A ŘÍZENÍ VÝROBY, KONSTRUKCI PŘÍPRAVKU atd. Při projektování výroby a zejména výrobních systémů poskytuje technologický postup vstupní údaje pro kapacitní propočty, a návrh technologických pracovišť.

Hlavní části technologického postupu :

hlavička: tvoří ji úvodní věta, která slouží k zavádění technologických postupů do databáze.

(č. výkresu, název výrobku, podsestava, počet vyráběných kusů v podsestavě).

výdejka: slouží k předepsání polotovaru, jeho hmotnosti, jakosti a ceny. Technolog v ní musí stanovit údaje pro zajištění automatizovaného výpočtu množství materiálu na celou sérii výrobků.

V obou těchto částech musí být zabezpečeny kusovníkové vazby, které zajistí výpočet počtu kusů polotovarů pro vyráběnou sérii výrobků.

technologická: zapisuje se předepsaný sled operací (číslo operace a pracoviště dle katalogu, typ stroje, prac. třída, norma na zhotovení součásti, stručný popis práce, cena operace). Vychází se z číselníků pracovišť, platného mzdového tarifu a normativů spotřeby práce.

závěrečná: je nutno předepsat výrobu potřebných přípravků, speciálních nástrojů, provést součty sloupců, podpisy a datum vypracování.

Platné cenové předpisy umožňují zahrnout do ceny výrobku nezbytné množství materiálu, potřebné na jeho dělení. Pro řezání, stříhání a pálení plechu jsou vypracovávány pálicí nebo dělicí plány, které zajistí hospodárné dělení polotovarů a výpočet jeho hmotnosti. V technologickém postupu uvádíme všechny normové (normotvorné) údaje zásadně na 1 ks výrobku. Jejich následné propočty se musí zabezpečit kusovníkovými vazbami uvedenými v hlavičce.



Shrnutí pojmů 6.5.

Technologický postup, části TP.



Otázky 6.5.

1. Definujte pojem technologický postup?
2. Uveďte hlavní části TP.



Řešený příklad

Pro zadanou součást vypracujte TP.

Řešení:

V našem případě vycházíme při stanovení norem spotřeby práce z předpokladu, že se jedná o typ výroby malosériový, kde je stanovena průměrná výrobní dávka 100 ks, (cca 1000 ks za rok). Pro potřeby plánování v oddělení MTZ je nutno připravit podklady pro objednání materiálu ve výši 1000 ks na kvartál (jedná se o doplňující tabulky za postupem). V příloze je uveden technologický postup pro zadanou součást.

Příloha 4 Technologický postup

7 SYSKLASS – POČÍTAČOVÁ PODPORA

Čas ke studiu: 0,5 hodiny



Cíl: Po prostudování tohoto odstavce budete umět

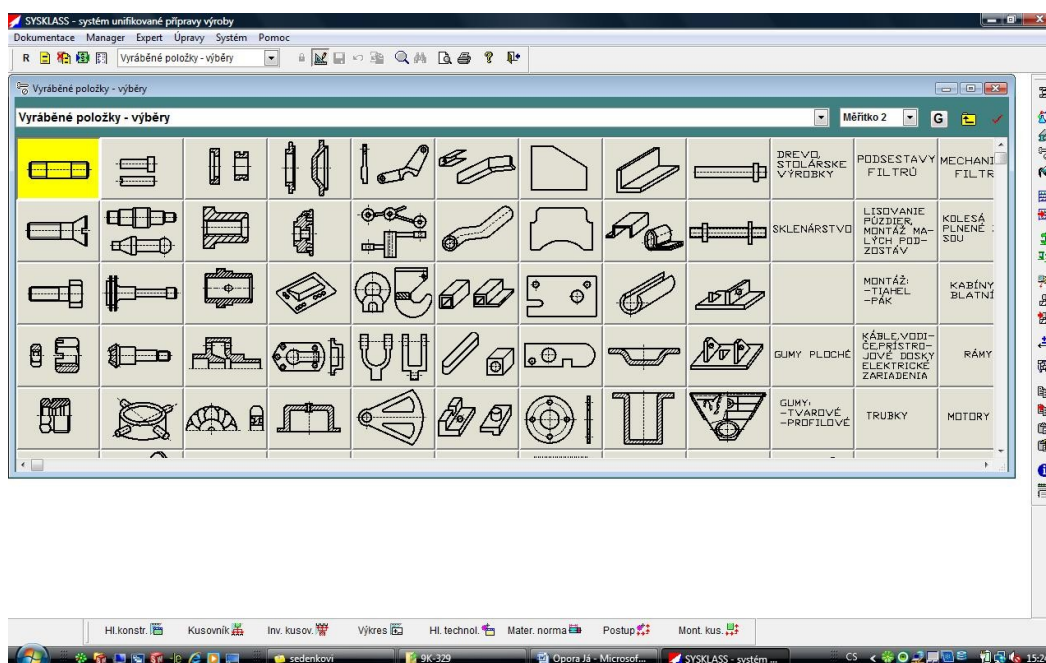
- Popsat systém sysklass.
- Použít systém k vytvoření technické dokumentace



Výklad

Sysklass od firmy GT Systems Detva je rozsáhlý systém počítačové podpory vývoje a TPV strojírenských výrobků, založený na principu skupinových technologií (Group Technology). Hlavním charakteristickým rysem systému je grafická identifikace součástek, případně celých sestav, které se dají jednoduchým způsobem ukládat a znovu vyhledávat. V systému je možné vytvářet typové výrobní podklady, na základě kterých systém generuje optimální řešení pro každou konkrétní situaci.

Systém je založen na metodě, která využívá k zařďování položek kombinaci grafické a údajové identifikace vyráběných položek. Struktura dat je dána tvarem, rozměry, přesností a kvalitou opracování vyznačených ploch objektu. Z podobnosti je možné odvodit podobné podmínky pro výrobu součásti podobné té, která je katalogizována. (Obrázek 7.1)



Obrázek 7.1 – Grafický klasifikační systém

FUNKCE MODULU SYSKLASS**IDENTIFIKACE vyráběných položek**

Grafický klasifikační systém vyráběných položek

SYSKON - konstrukční příprava výroby

Konstrukční kusovník

Inverzní kusovník

Strukturní kusovník

Souhrnný výpočet

Propojení na CAD

Prohlížeč CAD

SYSTEP - technologický příprava výroby

Technologický postup

Obrázkové postupy

Nářadí v postupu

SYSNORM - podpora pro tvorbu výkon. norem

Tvorba typových textů

Návody k postupu

(tep. Zprac. povrch. úpravy)

Propojení na NC programování

Materiálová norma

Montážní kusovníky

EXPERT TPV

Střediska

Pracoviště

Tarifní třídy

Skladový soubor

Objednávky polotovarů

Materiály

Značky polotovarů

Polotovary

Normalizované součástky

Pomocné materiály

Nářadí, objednávky nářadí

Grafická podpora číselníků

ZMĚNOVÁ SLUŽBA

Typ I. - základní údaje

Typ II.- manažer změnové služby

PODPORY

Seznamy

Manažer úloh

Sledování rozprac. dokument. TPV

Tiskový modul

Pošta, zápisník, kalendář

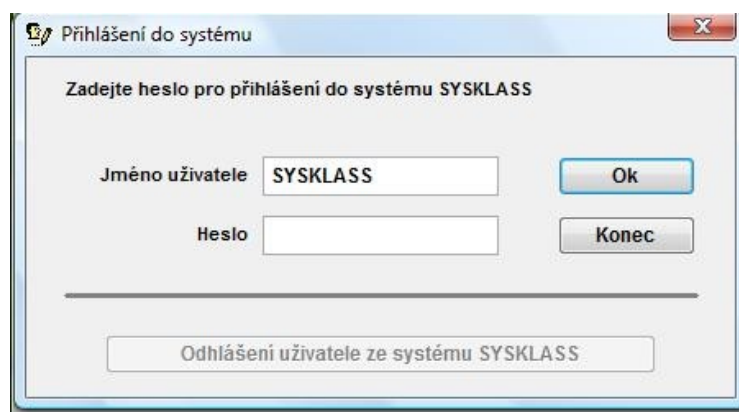
SYSTÉMOVÁ SPRÁVA

Útvary a uživatelé

Údržba systému

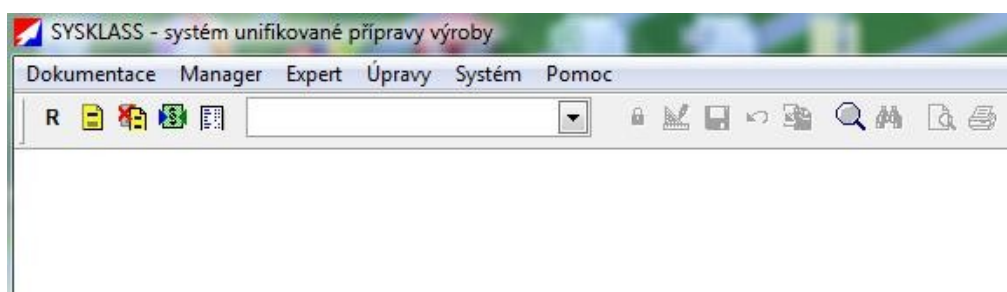
LAN Pack

Sysklass datově zpracovává veškeré údaje z technické přípravy výroby. Do systému se přihlašuje vložení jména uživatele. (Obrázek 7.2) [5]



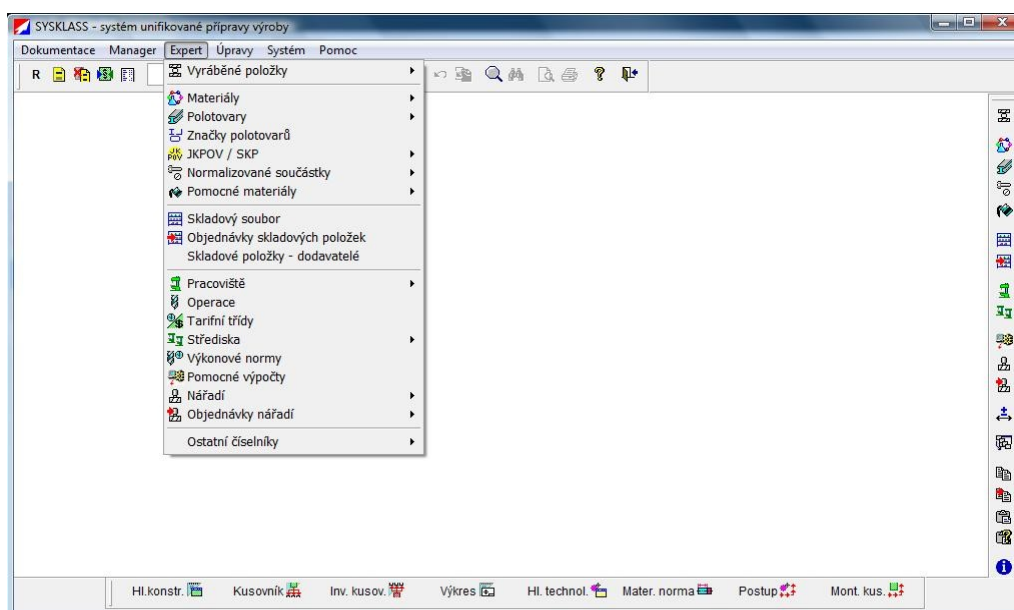
Obrázek 7.2 – Přihlášení do systému

Veškerá práce se systémem je provedena pomocí lišty, na které jsou základní položky pro práci se systémem sysklass. (Obrázek 7.3)



Obrázek 7.3 – Základní lišta

Na liště (Obrázek 7.3) jsou určité položky, které slouží ke snadnější identifikaci, v roletové nabídce Expert se nachází položky materiály, polotovary, pracoviště, operace, normalizované součástky apod. (Obrázek 7.4).



Obrázek 7.4 – Položka Expert

Práce se systémem vychází především z tvorby změny, kde provedeme vyplnění daného formuláře, uvedeme datum plnění změny, zavedeme novou položku a pak následně již

můžeme vyplnit technickou dokumentaci, vytvořit technologický postup a díky výkonovým normám můžeme navrhnout potřebné časy výroby dle výpočtu výkonových norem.

(Obrázek 7.5)

The screenshot shows a software window titled 'Zadejte číslo změny' (Enter change number). It contains several input fields and buttons. The 'Zadejte číslo změny' field has '2011-00010' entered. The 'Datum náběhu změny' (Start date of change) field has '24.01.2011' entered. The 'Změnu navrhl' (Proposed by) field has '.Sysklass' entered. Below these fields is a list box labeled 'Seznam ČP změny' (List of change numbers) containing '9K 329 VZOR' and 'OZUBENÉ KOLO'. To the right of the list box are five buttons: 'Formulář změny', 'Požadavek na změnu', 'Požadavek na hr.změnu', 'TPV dokumentace', and 'Konec'. Below the list box is a large text area labeled 'Popis změny' (Description of change). At the bottom of the window, it says 'Návrh na změnu - Je na útvaru 000000'.

Obrázek 7.5 – Položka Expert

Podrobnější přehled o jednotlivých položkách je na CD, je zde také návod jak pracovat se změnou vytvořit technologický postup. [5]

Pro výukové účely je tento systém nainstalován na počítačové učebně katedry 345.



Shrnutí pojmů 7.6.

Sysklass.



Otázky 7.6.

1. K čemu se používá systém Sysklass?



CD-ROM

Informace o doplňujících animacích, videosekvencích apod., které si může student vyvolat z CD-ROMu nebo je může nalézt na e-learningovém portálu.

Sysklass 1

Sysklass 2

Sysklass 3

8 KAPACITNÍ PROPOČTY

Výrobní kapacitou rozumíme maximální možnost hospodárné výroby určitých výrobků, kterou lze uskutečnit při dané technologické a organizační úrovni výroby, za stanovené časové období a při dodržení limitujících podmínek pro výrobu.

Kapacitní propočty se zabývají vztahem výrobního programu a výrobního profilu a mohou být použity pro:

- stanovení výrobního profilu, tj. pracovníků, strojů a zařízení, surovin, energií, odpadů ale také pro představu o kvalitě nehmotných prvků výrobního systému, tj. technologii nebo organizaci a řízení výrobního procesu
- optimalizaci výrobního programu v případě již zavedené výroby
- modelování očekávaného průběhu výroby

Výsledkem kapacitního propočtu je stanovení:

- počet pracovníků (dělníci strojní, ruční, pomocní, technici, administrativa)
- počtu a druhu strojů (výrobní, pomocné)
- počtu a druhů technologických a pracovních míst
- velikosti ploch (výrobní, pomocné, sociálně-správní)
- potřeby energií
- objem surovin, pomocných materiálů a odpadů

Podle charakteru zadání projektové úlohy a podle množství získání informací o výrobě, můžeme některé z těchto kapacitních propočtů zařadit:

1. podle přesného (známého) výrobního programu
2. podle převedeného výrobního programu
3. přibližný propočet z ukazatelů přímých nebo ukazatelů nepřímých

Při těchto propočtech se zpravidla neobejdeme bez určení:

- časového fondu pracoviště za určité období
- pracovní operace na pracovišti

8.1 Roční časový fond dělníka



Čas ke studiu: 0,5 hodiny



Cíl: Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- Umět používat kapacitní propočty a informace z nich získané.
- Definovat efektivní časový fond dělníka.
- Vyřešit využitelnou kapacitu pracoviště.



Výklad

Efektivní časový fond dělníka

Vycházíme z počtu kalendářních dnů v roce, od kterého odečítáme dny pracovního volna. Jsou to především soboty a neděle, placené svátky a dovolená. Pak časový fond dělníka E_d za rok:



$$E_d = D_r - A - B - C$$

D_r - počet dnů v roce

A - dny sobot a nedělí

B - dny placených svátků

C - dny dovolené

například:

$$E_d = 365 - 104 - 5 - 15 = 241 \text{ [dnů]}$$

Ve skutečnosti musíme odečítat průměrný počet dnů pracovní neschopnosti z důvodu nemoci a obecných překážek v práci G . Pak efektivní časový fond dělníka za rok:



$$E_{de} = D_r - A - B - C - G \text{ dnů/rok}$$

Využitelná kapacita pracoviště

Při kapacitních výpočtech nás většinou zajímá, s kolika provozními hodinami můžeme počítat za rok u strojního zařízení. Je to čas pracoviště, využitelný pro výrobu a obdržíme jej takto:



$$E_{se} = E_{de} \cdot h \cdot s \cdot g \cdot \left(1 + \frac{z}{100}\right) \text{ hod/rok}$$

E_{se} efektivní kapacita pracoviště za rok

h počet hodin za směnu

s směnnost pracoviště

g počet vzájemně zastupitelných pracovišť

z % nevyhnutelných časových ztrát. Jejich hodnota je ve strojírenství 5 - 10%

Pracnost operace

Pracnost operace v hodinách na určitém pracovišti stanovíme z hodnot udaných v technologickém postupu, tedy z normohodin takto:

$$t_i = \frac{t_{Ai}}{60} + \frac{t_{Bi}}{60 \cdot d_v} \text{ hod}$$

t_i - pracnost operace [normohod]

t_{Ai} - čas jednotkové práce na i-tém pracovišti [min]

t_{Bi} - čas dávkové práce na i-tém pracovišti [min]

d_v - velikost výrobní dávky [ks]

Ve skutečnosti hodnotu t_i do značné míry může ovlivnit sám dělník, pokud se nejedná o automatizovaný cyklus operace. Abychom obdrželi pracnost v odpracovaných hodinách co nejpřesnější, musíme započítat ukazatel práce dělníka, pak:

$$t_i = \frac{t_{Ai}}{60 \cdot u} + \frac{t_{Bi}}{60 \cdot u \cdot d_v} \quad \text{hod}$$

kde:

$$K = k_N \cdot k_p$$



$$K = \frac{E_{se}}{t_A} \cdot k_{PN}$$

$$k_N = \frac{t_i}{t_s}$$

$$k_p = \frac{t_s}{t_o}$$

t_i - skutečná pracnost operace vypočtená na i-tém pracovišti

K - ukazatel práce dělníka

K_{PN} - koeficient plnění výkonové normy

k_p - koeficient využití pracovní doby

t_s - doba skutečné práce vykonaná dělníkem

t_o - doba strávená dělníkem na pracovišti [4]



Shrnutí pojmů 8.7.

Výrobní kapacita, efektivní časový fond dělníka, využitelná kapacita pracoviště, pracnost operace.



Otázky 8.7.

1. Čím se zabývají kapacitní propočty.
2. Uveďte vztah pro efektivní časový fond dělníka.
3. Uveďte vztah pro využitelnou kapacitu pracoviště.



Řešený příklad

1. Určení kapacity malého výrobního podniku

Podnikatel zaměstnává ve svém podniku 6 soustružníků. Výrobní program podniku je tvořen náhradními díly pro automobily. Velkoobchod s náhradními díly pro automobily oslovil podnikatele poptávkou na dodání jednoho konkrétního soustruženého dílu s normou spotřeby času $t_A = 27$ Nmin. Pracovní režim v podniku je následující:

Délka pracovní směny 8 hodin

Dovolená pracovníků má délku 4 týdny

Nemocnost je 9%

Koeficient využití pracovní doby je 0,85

Koeficient plnění norem 1,1

Určete kolik těchto náhradních dílů může podnikatel slíbit ve své nabídce pro velkoobchod, při plném využití kapacity svého podniku.

Řešení:

Nejprve vyjádříme efektivní roční kapacitu podniku – fond pracovní doby

$$E_{se} = E_{de} \cdot h \cdot s \cdot g \cdot 1 + \frac{z}{100} = 252 - 20 \cdot 1 - 0,09 \cdot 8 \cdot 0,85 \cdot 6 = 8613,7 \text{ Nhod/rok}$$

Kapacita podniku v počtu výrobků dané pracnosti:

$$K = \frac{E_{se}}{t_A} \cdot k_{PN} = \frac{8613,7 \cdot 60}{27} \cdot 1,1 = 21056 \text{ ks/rok}$$

Podnikatel tedy může slíbit dodat 21000 ks náhradních dílů v daném roce.



Úlohy k řešení 8.1.

1. Určení kapacity malého výrobního podniku

Podnikatel zaměstnává ve svém podniku 8 soustružníků. Výrobní program podniku je tvořen náhradními díly pro automobily. Velkoobchod s náhradními díly pro automobily oslovil podnikatele poptávkou na dodání jednoho konkrétního soustruženého dílu s normou spotřeby času $t_A = 35$ Nmin. Pracovní režim v podniku je následující:

Délka pracovní směny 8 hodin

Dovolená pracovníků má délku 4 týdny

Nemocnost je 11%

Koeficient využití pracovní doby je 0,87

Koeficient plnění norem 1,2

Určete, kolik těchto náhradních dílů může podnikatel slíbit ve své nabídce pro velkoobchod, při plném využití kapacity svého podniku.

9 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č.1 Nákres výrobku

Příloha č.2 9K-329PAL

Příloha č.3 Operační náčrt

Příloha č.4 Technologický postup



Další zdroje

Seznam další literatury, www odkazů apod., pro zájemce o dobrovolné rozšíření znalostí popisované problematiky.

[1] ZELENKA, A., KRÁL M., 1995. *Projektování výrobních systémů*. Praha: ČVUT Praha, 1995, 365 s. ISBN 80-01-01302-2.

[2] SLÁČAL, J. 1995. *Projektování výrobních procesů*. Ostrava: VŠB TU Ostrava, 1995, 151 s. ISBN 80-7078-285-4.

[3] ZELENKA, A., KUNEŠOVÁ, L., PRECLÍK, V., 1980. *Metodika projektování výroby*. Praha: ČVUT Praha, 1980, 145 s.

[4] SMETANA, J. 1990. *Projektování technologických pracovišť*. Ostrava: VŠB TU Ostrava, 1990, 195 s. ISBN 80-7078-033-9.

[5] GTS SYSTÉM 2, 2003. *Uživatelská příručka Sysklass*.



Klíč k řešení

V klíči jsou uvedeny odpovědi na otázky, výsledky řešení úloh, nápovědy, návody k řešení složitých projektů apod. Odpovědi jsou řazeny dle kapitol.

O 1.1, 8 Odpověď na otázku 1.1

Ú 1.1., 8 Řešení úloh (praktického příkladu) 1.1

O 1.1, 9

Výrobní proces je tvořen řadou dílčích procesů – technologickým, kontrolním, dopravně manipulačním, skladovacím.

O 1.2, 9

Výrobní proces ve vztahu k charakteru jeho složek členíme na

- Technologický proces
- Pracovní proces

O 1.3, 9

Ve vztahu k výrobnímu programu členíme výrobní proces na

- Hlavní výrobu
- Doplnkovou výrobu
- Přidruženou výrobu.

O 1.4, 9

TK je dána souhrnem všech podstatných vlastností, nutných pro zajištění optimálního fungování výrobku (fungování, spolehlivost, životnost, efektivnost výroby, pořizovací a provozní náklady, prostorové nároky, designe).

O 2.1, 17

$$N_m = Q_s + q_d + q_o + q_k$$

O 2.2, 17

$$N_m + Q_p + q_{op} + q_v$$

O 3.1, 22

Operací je nazvána část výrobního postupu, která je vykonávána jedním nebo více pracovníky na jednom pracovišti na jednom výrobku. Operace představuje základní jednotku pro organizaci a řízení práce, normování práce.

O 3.2, 22

Technologické operace jsou členěny na

-operační úsek – provádí se na jedné ploše, jedním nástrojem, při neměnných technologických podmínkách.

- **úkon** – je část operace, která obsahuje jednoduchou pracovní činnost (upnout, zajet do řezu)
- **pohyb** – je elementární činnost v rámci operace.

O 3.3, 22

- počet druhů obráběných ploch,
- požadavkem na jakost obráběných ploch,
- další opracování – cementace, povrchová úprava,
- funkčnost ploch z hlediska montáže,
- sériovost výroby.

O 3.4, 22

Schéma sledu operací zahrnuje jednotlivé části výrobního postupu viz Obrázek 3.1

O 4.1, 28

Základny dělíme z hlediska použití

- Konstrukční – jsou plochy (přímky, osy, body), určující polohu součásti vzhledem k ostatním součástem při její funkci ve výrobku.
- Technologická – určují polohu obrobku při jeho ustavení na stroji nebo v přípravku.
- Kontrolní – slouží k měření rozměrů, zvláště tolerovaných.

O 4.2, 28

Vhodnost typu a velikosti obráběcího stroje pro výrobu dané součásti především vychází:

- Z technologických požadavků určených druhem obrábění (soustružení, vrtání, broušení atd.), způsobem obrábění (hrubování, obrábění na čisto), tvarovou složitostí a přesností, sériovosti výroby.
- Z požadavků ekonomické efektivity, závislé na růstu produktivity obrábění a hospodárnosti výroby.

O 4.3, 28

- Prostudování výrobních výkresů
- Kontrola údajů konstruktéra
- Určení výchozí základny
- Stanoví se operace
- Popis rozsahu operací
- Návrh pracoviště a výrobní
- Domluva práce v kooperaci
- Volba výrobních pomůcek
- Přezkouší se přesnost výroby
- Zhodnocení

- Výrobní postup
- Vyplní se definitivní údaje do předepsaného formuláře.

O 4.4, 28

Možnosti upnutí obrobku jsou uvedeny na Obrázek 4.44.

O 5.1, 34

- jednotkový čas A - úměrný určitému počtu jednotek zpracovávaného množství
- dávkový čas B úměrný počtu dávek (sérií)
- směnový čas C - úměrný počtu odpracovaných směn

O 5.2, 34

Čas normovatelný – čas práce, čas obecně nutných přestávek, čas podmíněčně nutných přestávek

Čas ztrátový – ztráty osobní (zaviněné, nezaviněné), ztráty technicko-organizační, ztráty vyšší moci

O 5.3, 34

Čas lidu, čas chodu (čas hlavního chodu, čas pomocného chodu), čas interference

O 5.4, 34

Výrobní dávka – je soubor výrobků současně zadávaných do výroby nebo odváděných z výroby, opracovávaných v těsném časovém sledu, nebo současně, na určitém pracovišti s jednorázovým konstantním vynaložením nákladů na přípravu a zakončení příslušného procesu.

O 5.5, 34

$$d_{vmim} = \frac{t_{BC}}{t_{AC} * k_{pz}}$$

Ú 5.1, 34

Řešení: Údaje umožňují použít postup výpočtu minimální velikosti výrobní dávky podle vzorce:

$$d_{vmim} = \frac{t_{BC}}{t_{AC} * k_{pz}} = \frac{330}{428 * 0,1} = 78,57$$

Výsledek interpretujeme následovně: Volíme velikost výrobní dávky 100 ks. Výrobní příkaz bude vystaven na výrobu 100 ks žacíh bubnů každý pracovní den, tj. za týden bude vyrobeno 500 ks a za měsíc 2000 ks. Tím bude zajištěna výroba požadovaného množství.

Ú 5.2, 35

Řešení: Pro velikost optimální výrobní dávky platí vztah:

$$d_{vopt.} = \sqrt{\frac{2 \cdot Q \cdot N_B}{N_S}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 24000 \cdot 1500}{24}} = 1697 \text{ ks}$$

Pro velikost celkových ročních nákladů platí vztah:

$$N_{cmin} = \frac{Q}{d_v} \cdot N_B + \frac{1}{2} d_v \cdot N_S = \frac{24000}{1697} \cdot 1500 + \frac{1}{2} \cdot 1697 \cdot 25 = 42426,40 \text{ Kč}$$

S ohledem na velikost roční potřeby, v zájmu pravidelnosti výroby a v souladu s velikostí dopravní dávky navrhujeme velikost výrobní dávky 2000 ks.

Velikost celkových nákladů bude v tomto případě:

$$N_c = \frac{24000}{2000} \cdot 1500 + \frac{1}{2} \cdot 2000 \cdot 25 = 43\,000 \text{ Kč}$$

Závěr: Odchylka skutečné velikosti výrobní dávky od vypočtené optimální velikosti o 18% způsobí nárůst celkových nákladů oproti minimálním o 1,4%. Tato hodnota je zanedbatelná a proto zvolíme výrobní dávku o velikosti 2000 ks, kterou zadáme do výroby pravidelně 12 krát do roka.

O 6.1, 37

TP je závazný předpis, který určuje, jakým způsobem bude probíhat výrobní proces konkrétní součásti. Technologický postup je základní částí souboru technologické dokumentace. Je doplněn o dělicí plán, pálicí plán, grafický náčrt operace, apod.

O 6.2, 37

Hlavička, výdejka, technologická část, závěrečná část.

O 7.1, 41

Sysklass od firmy GT Systems Detva je rozsáhlý systém počítačové podpory vývoje a TPV strojírenských výrobků, založený na principu skupinových technologií (Group Technology). Hlavním charakteristickým rysem systému je grafická identifikace součástí, případně celých sestav, které se dají jednoduchým způsobem ukládat a znovu vyhledávat. V systému je možné vytvářet typové výrobní podklady, na základě kterých systém generuje optimální řešení pro každou konkrétní situaci.

8.1, 44

Kapacitní propočty se zabývají vztahem výrobního programu a výrobního profilu a mohou být použity pro:

- stanovení výrobního profilu, tj. pracovníků, strojů a zařízení, surovin, energií, odpadů ale také pro představu o kvalitě nehmotných prvků výrobního systému, tj. technologii nebo organizaci a řízení výrobního procesu
- optimalizaci výrobního programu v případě již zavedené výroby
- modelování očekávaného průběhu výroby,

8.2, 44

$$E_{de} = D_r - A - B - C - G \quad \text{dnů/rok}$$

8.3, 44

$$E_{se} = E_{de} \cdot h \cdot s \cdot g \cdot \left(1 + \frac{z}{100}\right) \quad \text{hod/rok}$$

Ú 8.1, 45

Nejprve vyjádříme efektivní roční kapacitu podniku – fond pracovní doby

$$E_{se} = E_{de} \cdot h \cdot s \cdot g \cdot \left(1 + \frac{z}{100}\right) = 252 - 20 \cdot 1 - 0,11 \cdot 80,87,8 = 11496,8 \text{ N} \text{ hod/rok}$$

Kapacita podniku v počtu výrobků dané pracnosti:

$$K = \frac{E_{se}}{t_A} \cdot k_{PN} = \frac{11496,8 \cdot 60}{35} \cdot 1,2 = 23651 \text{ ks/rok}$$

Podnikatel tedy může slíbit dodat 23600 ks náhradních dílů v daném roce.

Příloha č.2 9K-329PAL

Pálící plán Ozubené kolo

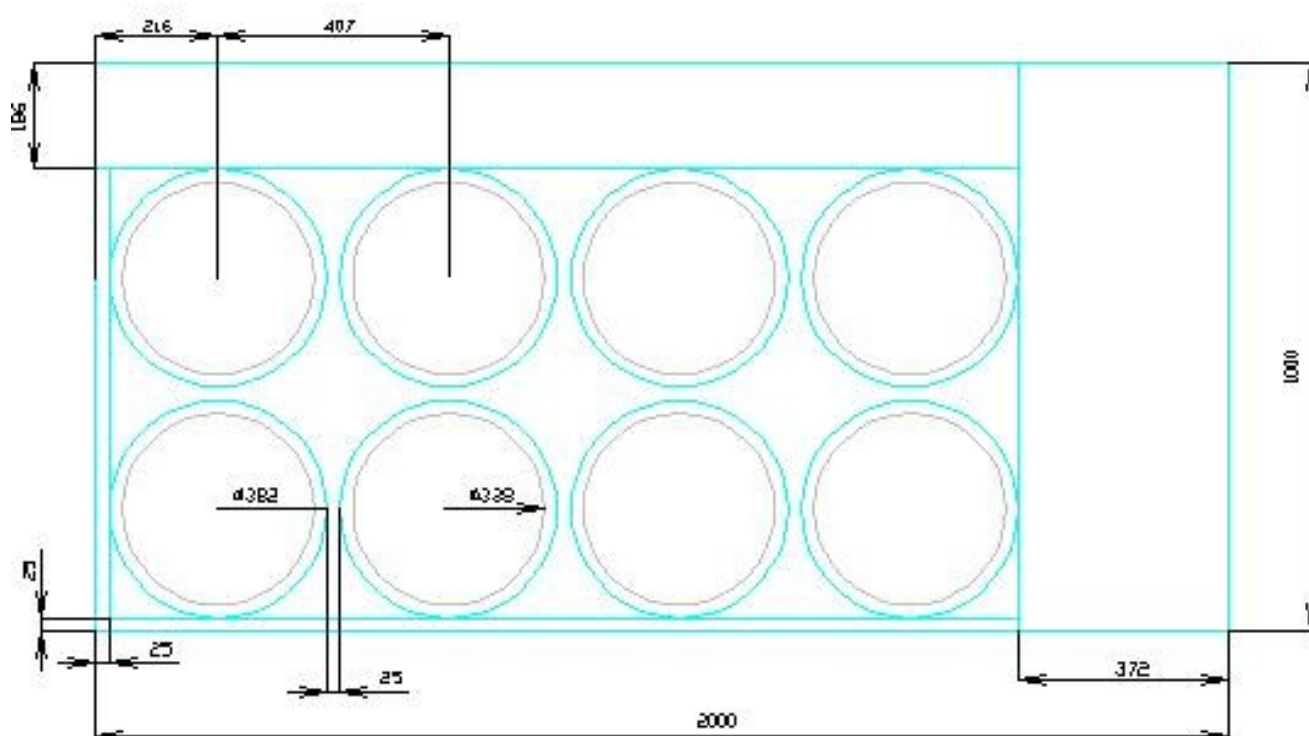
P 80 X 1000 x 2000 1280 kg 8 ks výpalků z tabule

Rozměry pro pálení pr.360 + 2x7 přídavek na soustružení + 2x3,6 propal = 382

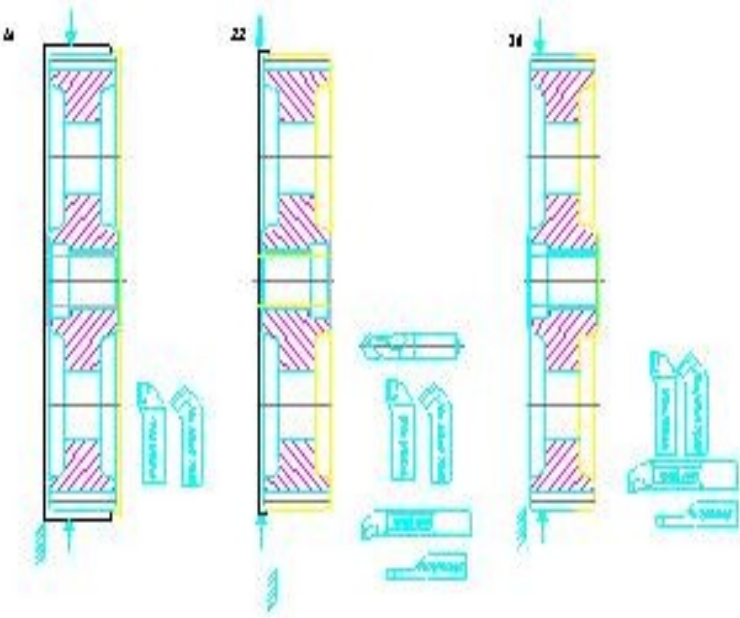
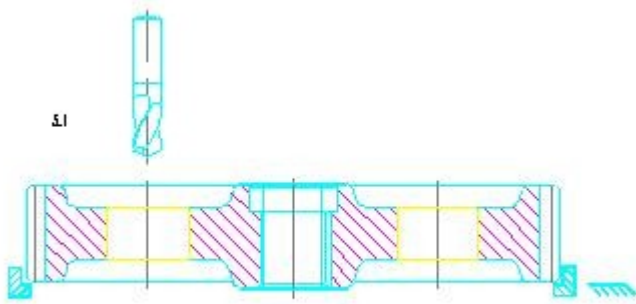
Použitelný zbytek 372x1000 + 186(2000 – 372)

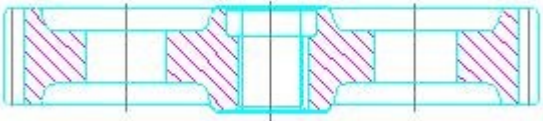
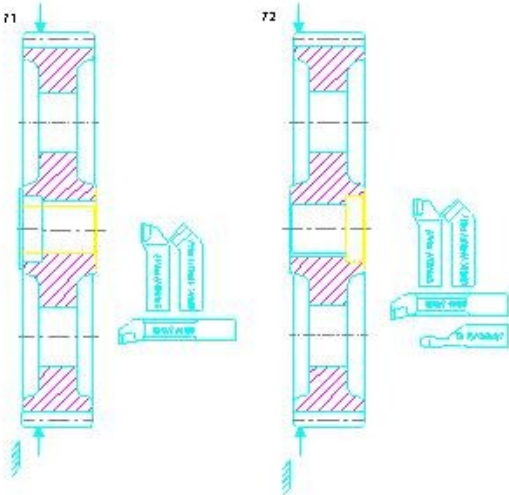
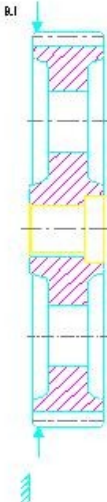
Váha zbytku (3,72 dm x 10 dm 1,86x16,28) 0,8 dm x 7, 87 kg/dm³ = 425 kg

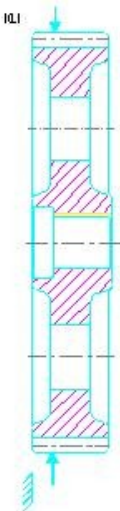
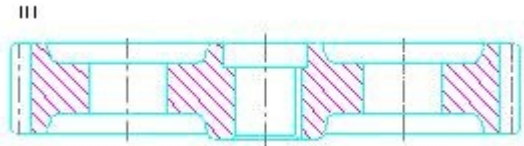
Hmotnost do výdejky (1280 – 425)/8 = 107 kg



Příloha č.3 Operační náčrt

Náčrt operace	Popis operace
2. 	2.1 SU50 AT CNC Sklíčidlo + středit 70 kg Čelo Ø374x187 Ø 374/ Ø 366x10 2.2 SU50 AT CNC Sklíčidlo + středit 70 kg Čelo Ø 374x187 Ø 374/ Ø 360x61, Ø 360/ Ø 74x2 3x45° Vrták Ø 38x72, Ø 38/ Ø 40x72 Čelní vybrání Ø 308x15 R8, R4 2.3 SU50 AT CNC Sklíčidlo + středit 70 kg Čelo Ø 374x187 Ø 366/ Ø 360x20, Ø 360/Ø 74x2 3x45° Čelní vybrání Ø 308x15 R8, R4
3. 	VR 3 Dělička 70 kg Otočit děličkou 6x Ø 30x35 – 6x Ø 55x35 – 6x srazit otřep záhlubníkem – 6x
4.	OFA 16 SC Upnout na trn + matice Ozubení m=6, z=58, š=65

41 	
7. 	7.1 SU50 AT CNC Sklíčidlo + středit 70 kg $\varnothing 74/ \varnothing 40 \times 2$ $\varnothing 40/ \varnothing 43,7 \times 70$ $2 \times 45^\circ$ 7.2 SU50 AT CNC $\varnothing 74/ \varnothing 43,7 \times 2$ $\varnothing 43,7/ \varnothing 59,7,7 \times 18$ $1 \times 45^\circ$ R 1,5
9. 	9.BDU 50 Sklíčidlo + středit 70 kg $\varnothing 59,6/ \varnothing 60 \text{H}8 \times 18$ $\varnothing 43,7/ \varnothing 44 \text{H}8 \times 50$

10. 	10. 7A 420M Sklíčidlo Obrábět drážku 12P9x50 Jehlit drážku
11. 	11. Bruska na zuby Trn se závitem Brousit $m=6$, $z=58$, $\dot{s}=65$

Operace č. 5 Zámečník, č.6 Cementace, č.8 Kalení nemusí být v operačním náčrtu uvedeny.

Příloha č.4 Technologický postup

TECHNOLOGICKÝ POSTUP							Listů	list
Sestava				č. sestavy	č. výkresu			
PŘEVODOVKA					9K-329			
Výrobek					Série	Kvýtř	Počet kusů	
OZUBENÉ KOLO					1000	1	1000	
pos.	ks	Hmotn.	Rozměr polotovaru	Jakost materiálu	ČSN	a Kč	cena Kč	
	1	107	Ø 374 x 80	14 220.3	42 5310.11	34,99	2414,4	
cena materiálu celkem							2414,4	

prac	č.o	popis práce	tř	t _{nc}	Kč t _{nc}	t _{ac}	Kč t _{ac}	
2814	1	RS 501 Pálit tvar Ø374	4	25	20	15,3	12,24	
4129	2	SU 50AT CNC Soustr.čela na l=74 s před.na cementaci, Ø366x10 pro upnutí, vrtat Ø38x72 Hotově čelní vybrání Ø308x15 oboustr. , Ø360x65; 3x45° oboustr., Ø40x72.	4	30	24	119	95,2	
4642	3	VR 3 Vrtat v děličce Ø55x35 – 6x; jehlit.	4	30	24	38,6	30,88	
5860	4	OFA 16 SC Frézovat ozubení m=6; z=58; š=65 s přídavkem na broušení.	5	60	54	375	337,5	
9420	5	ZAMEČNIK Jehlit m=6; z=58; š=65.	4	10	8	35,5	28,4	
1840	6	CEMENTACE Cementovat do hloubky 2mm.	4	10	8	10	8	
4129	7	SU 50AT CNC S před. na brus. soustr. Ø60H8x18; Ø44H8x50; 1x45°, 2x45°.	4	30	24	21,42	17,14	
1716	8	KALENÍ Kalit na 70 HRC	4	10	8	10	8	
5547	9	BDU 50 Brousit Ø60H8x18; Ø44H8x50	5	30	27	25,1	22,59	
4923	10	7A 420M Obrážet drážku 12P9x50, jehlit	4	30	24	11	8,8	
5880	11	BRUSKA NA OZUBENÍ Brousit m = 6 ; z = 58 ; š = 65	5	60	54	187,5	168,75	
OC	přípravek – nástroj		součet		325	275	848,4	737,5
4	Upínací tm Ø40j7		Poz ná mka					
11	Upínací tm Ø44j7							
			Datum :		1.2. 2011	Datum :		1.2.2011
			Zpracoval Jméno		Schválil:			