

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
FAKULTA STROJNÍ**



TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ V PŘÍKLADECH

2 Výrobní postupy

doc. Ing. Robert ČEP, Ph.D.
Ing. et Ing. Mgr. Jana PETRŮ, Ph.D.

Ostrava 2013

© doc. Ing. Robert ČEP, Ph.D., Ing. et Ing. Mgr. Jana PETRŮ, Ph.D.

© Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

ISBN 978-80-248-3014-8



Tento studijní materiál vznikl za finanční podpory Evropského sociálního fondu (ESF) a rozpočtu České republiky v rámci řešení projektu: CZ.1.07/2.2.00/15.0463, MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD

OBSAH

1	VÝROBNÍ POSTUPY	3
1.1	Technologický postup a jeho členění.....	4
1.1	Volba základen	6
1.2	Sled operací.....	7
1.3	Zásady pro vypracování technologického postupu.....	7
1.4	Technologičnost konstrukce výrobku	8
2	KONTROLNÍ OTÁZKY	15
3	PŘEDNÁŠKOVÝ TEXT SE VZTAHUJE K TĚMTO OTÁZKÁM.	16
4	POUŽITÁ LITERATURA	17



1 VÝROBNÍ POSTUPY



OBSAH KAPITOLY:

Členění výrobních postupů

Volba základen a sled operací

Zásady pro vypracování výrobního postupu

Technologičnost konstrukce



MOTIVACE:

Výrobní proces je soubor na sobě nezávislých činností, při kterých se přetváří výchozí materiál v hotový výrobek. Účelné pořadí a počet jednotlivých fází, které jsou nezbytně nutné pro realizaci výroby nebo montáže určitého výrobku (např. součásti, montážního celku), nazýváme výrobní nebo montážní postup.

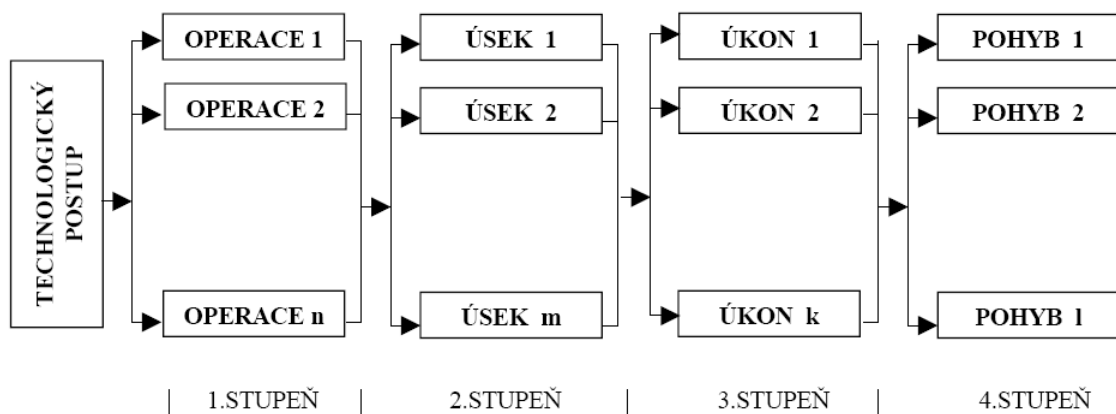
Obsahuje-li výrobní postup pouze sled technologických činností, nazývá se technologický postup, a obsahuje-li pouze činnost pracovníka, nazývá se pracovní postup. V praxi se nejčastěji vyskytuje souhrn těchto činností s názvem výrobní postup.



1.1 TECHNOLOGICKÝ POSTUP A JEHO ČLENĚNÍ

Technologický postup je organizovaný sled kvalitativních a kvantitativních změn, jimiž prochází obrobek při své přeměně v hotový výrobek. Určuje potřebné výrobní zařízení, nástroje, přípravky, řezné, upínací, pracovní a měřicí podmínky potřebné pro danou operaci tak, aby součást byla podle daného postupu vyrobitelná s minimálními náklady a splňovala požadavky dané technickou dokumentací.

Podle účelu a typu výroby se technologické postupy dělí až do čtyř stupňů na jednotlivé operace, úseky, úkony a pohyby.

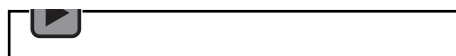


Obr. 11.1 Členění technologického postupu

- operace - ukončená a souvisle prováděná část výrobního procesu vykonaná na jednom nebo několika pracovních předmětech na jednom pracovišti, zpravidla jedním nebo skupinou pracovníků (např. soustružení, frézování, broušení, lapování, tepelné zpracování, kontrola rozměrů),
- úsek - část operace, při které se vykonává práce za přibližně stejných technologických podmínek (např. soustružení se rozděluje na úsek hrubování a úsek soustružení na čisto, tedy dva úseky jedné operace),
- úkon - ucelená jednoduchá pracovní činnost (např. upnutí obrobku, nastavení řezných podmínek, zapnutí stroje),
- pohyb - nejjednodušší část pracovní činnosti ve výrobním postupu, popisované zejména v hromadné výrobě a u montážních prací (např. uchopit klíč, vložit obrobek do sklíčidla, utažení šroubu, stlačení vypínače stroje).



Audio 1.1 Technologický postup



Zásadní vliv na podrobnost rozčlenění postupů má především sériovost a složitost procesu, stupeň mechanizace a automatizace výroby. Postupy určené pro hromadnou výrobu se člení do všech čtyř stupňů až na jednotlivé pohyby, přičemž se provádí analýza operací tak, aby bylo možné zjistit složky neproduktivní činnosti a automatizovat výrobní proces. TP sestavený pro výrobu kusovou i malosériovou se člení jen na operace a úseky.



Tab. 11.1 Vliv druhu výroby na výrobní postupy

Kritérium	Druh výroby		
	hromadná	sériová	malosériová, kusová
Podrobnost rozpracování výrobního postupu	detailní návody na jednotlivé operace, uveden nákres, operace detailně rozvedena	podrobný popis, operace, členění na úseky až úkony, nákres, uvedeny technologické podmínky, stroj atd.	rámcový, obsahuje s hlavnými údaji, pouze důležité operace rozvedeny na úseky
Přibližný sortiment	max. do 5 druhů	5 ÷ 50 druhů	rozsáhlý, i několik set druhů
Počet kusů jednoho druhu	řádově 10^4 a více	řádově $10^2 \div 10^4$	řádově $1 \div 10^2$
Obráběcí stroje	speciální jednoúčelové stroje sestavené do automatických linek	poloautomatické a automatické obráběcí stroje, univerzální vybavení, speciální přípravy	univerzální, výjimečně speciální NC stroje na velké dílce apod.
Nástroje	speciální, normální	normální, převážně speciální	normální, výjimečně speciální
Materiál polotovaru	nenormalizované polotovary, odlitky z vytavitelných modelů a stříkané, výkovky, speciální profilový materiál aj.	nenormalizované i normalizované polotovary, zápuskové a rotační výkovky, přesné odlitky	normalizované polotovary, výkovky zhotovené volným kovááním, odlitky s velkými přídávky na obrábění (ruční formování)
Kvalifikace pracovníků	vysoce kvalifikovaní údržbáři a seřizovači automatických linek, pracovníci s nízkou kvalifikací pro obsluhu	kvalifikovaní seřizovači, zaučení se znalostí obsluhy stroje	vysoce kvalifikovaní a zruční pracovníci ovládající více profesí

Výrobní postup je vedle výrobního výkresu a konstrukčního kusovníku jedním ze základních výrobních dokumentů. Kromě identifikačních údajů (číslo zakázky, číslo výkresu součásti apod.) obsahuje výrobní postup technické, organizační a ekonomické informace nezbytné pro realizaci výrobního procesu.

Ve výrobním postupu se uvádí následující informace:

- identifikační údaje postupu;
- počet vyráběných kusů;
- typ a rozměry polotovaru před obráběním;
- výrobní zařízení, nástroje, přípravy a měřidla;
- řezné (technologické) podmínky;
- popis prací a výrobních metod ve vhodném pořadí;
- režimy práce obráběcích strojů;
- čas nutný k provedení jednotlivých operací;

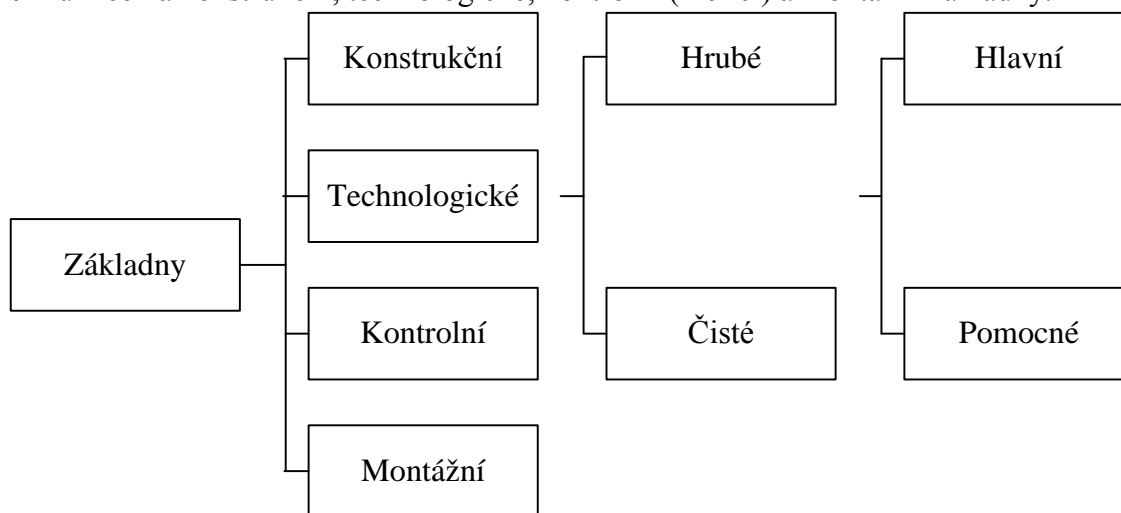


- místo, kde má být výroba uskutečněna (dílna, pracoviště);
- odměny za vykonanou práci aj.

1.1 VOLBA ZÁKLADEN

Výrobní postup je ovlivňován mnoha činiteli, které mají různý vliv a často vedou k protichůdným požadavkům. Všechny polotovary i součásti je nutné v procesu obrábění ustavit a upnout. Právě jedním z faktorů, který významně ovlivňuje výslednou přesnost součásti je správná volba základen.

Základnami mohou být plochy (rovinné, válcové, kuželové, tvarové), čáry (osy souměrnosti) nebo body (středky koulí), které umožňují stanovit rozměrové a funkční vztahy ostatních rozměrů, ploch nebo jejich os u jednotlivých součástí, tak u skupin součástí seskupených v montážní celek. Na obr. 11.2 je schématicky znázorněno rozdělení základen z hlediska jejich funkce na konstrukční, technologické, kontrolní (měřicí) a montážní základny.



Obr. 11.2 Rozdělení základen z hlediska jejich funkce

Konstrukční základny jsou plochy, osy nebo body umožňující určit polohu součástí vzhledem k ostatním součástem při její funkci. **Technologické základny** určují polohu obrobku při jeho ustavení na stroji nebo v přípravku vůči řezným nástrojům a současně zajišťují podmínky pro dodržení všech požadavků na jakost výrobku.

Technologické základny se rozdělují na **hrubé** (neobrobené plochy na něž se ustavuje a upíná obrobek při první operaci) a **čisté** (obrobené plochy určují funkční polohu součástí pro další operace).

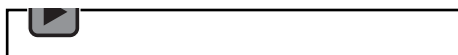
Další jejich rozdělení je na **hlavní** (měla by být zároveň konstrukční a kontrolní základnou k níž jsou vztaheny hlavní tolerované rozměry a tolerance vzájemné polohy) a **pomocné** základny (slouží jen jako usnadnění ustavení a upnutí, ale nejsou to funkční plochy).

Kontrolní základny slouží pro kontrolu dosažených parametrů rozměrové a tvarové přesnosti vyráběné součásti. **Montážní základny** určují polohu součásti k ostatním dílům či jejich plochám, osám nebo bodům ve smontovaném stavu.

Hlavní zásadou je, aby konstrukční základny byly zároveň základnami technologickými, kontrolními a popřípadě i montážními. Při obrábění se vychází zpravidla z jedné základny, aby byla zaručena přesnost obrobených ploch.



Audio 1.2 Volba základen



1.2 SLED OPERACÍ

Operace by měly být řazeny v takovém sledu (pořadí), aby výrobní postup zajišťoval technické podmínky požadované konstruktérem ve výrobním výkrese. Při návrhu sledu operací je nutné přihlížet k tomu, aby předcházející operace upravovaly povrch součásti pro operace následující, a to tak, aby se součásti daly ve stroji rychle, bezpečně, přesně ustavit a upnout.

Obecně první operací je příprava materiálu, která zajišťuje přípravu polotovaru a hutního materiálu. Ve výrobních postupech tato příprava nebývá uvedena. Pro další sled operací platí pravidlo, že hrubovací operace se zařazují na počátek a operace, které dávají součásti konečný tvar, ovlivňují přesnost a jakost se zařazují až na konec výrobního postupu.

Je vhodné do postupu zařadit také kontrolní operace, které mají zajistit dodržení požadovaných rozměrových a kvalitativních parametrů v jednotlivých operacích technologického postupu. V technologickém postupu je nutné závěrem uvést, kam bude dílec po zhotovení předán (sklad, mezisklad, montáž, expedice atd.).

1.3 ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ TECHNOLOGICKÉHO POSTUPU

Vypracování technologických postupů je velmi různorodé a ani výrobní postupy na stejnou součást nejsou v různých dílnách téhož závodu shodné. Práce technologa se může usnadnit organizačními pomůckami a prostředky i využitím dřívějších zkušeností a zvyklostí v provozu. Obvykle napomáhá sestavení definovaných pravidel a pokynů, které budou následně v daném závodu využívány.

Při tvorbě technologického postupu se zpracovává velké množství informací. Neexistuje přesný návod pro jeho tvorbu, ovšem lze všeobecně postupovat podle níže uvedené metodiky:

- studium výrobních výkresů (zohlednit tvary, rozměry, tolerance, jakost povrchu, údaje v popisném poli, poznámky o tepelném zpracování, povrchové úpravě aj.);
- kontrola údajů o materiálu zadaných konstruktérem z hlediska navržené technologie (určení přísad, velikosti polotovaru, neopomenout přípravu materiálu ve skladu a v případě nutnosti předepsat materiálové zkoušky);
- určení výchozí základny, což je plocha, od které bude součást obráběna, nebo ke které jsou ostatní plochy a osy vztaženy;
- stanovení operací a optimálního sledu těchto operací;
- popis rozsahu operací (měl by být stručný, srozumitelný, jednoznačný a úplný, pokud je to požadováno, tak rozpis až na úseky, úkony a pohyby);
- stanovení pracoviště a stroje (podle číselníku se stanoví, na které dílně a stroji bude operace prováděna);
- kooperace (pokud se jedná o součást celku, kterou nejsme schopni vyrobit, tak je nutno zajistit její výrobu v jiném podniku);
- určení výrobních pomůcek (běžné i speciální);
- rozbor a zhodnocení jednotlivých variant výrobních postupů;
- konečný návrh výrobního postupu;
- hodnocení hospodárnosti zvoleného postupu.

Variety různého technologického zpracování mohou způsobit změny vlastních nákladů působením na přípravné práce, na speciální nástroje, nářadí, na výrobní proces použitím různých strojů, včetně změny pracovníků a jejich kvalifikace.



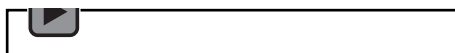
Uvedená metodika se využívá při tvoření výrobního postupu na dosud nevyráběnou součást. V případě, že jsou v závodu již vyráběny podobné součásti, tak využijeme již vytvořený typový nebo skupinový postup.

1.4 TECHNOLOGIČNOST KONSTRUKCE VÝROBKU

Technologičností konstrukce se nazývá stupeň shody konstrukce s optimálními výrobními podmínkami při jejím zhotovování v daném způsobu výroby. Pod tímto pojmem tedy rozumíme v rámci možností snadnou vyrobiteľnost a smontovatelnost dané součástky a montážního celku.



Audio 1.3 Technologičnost konstrukce výrobku



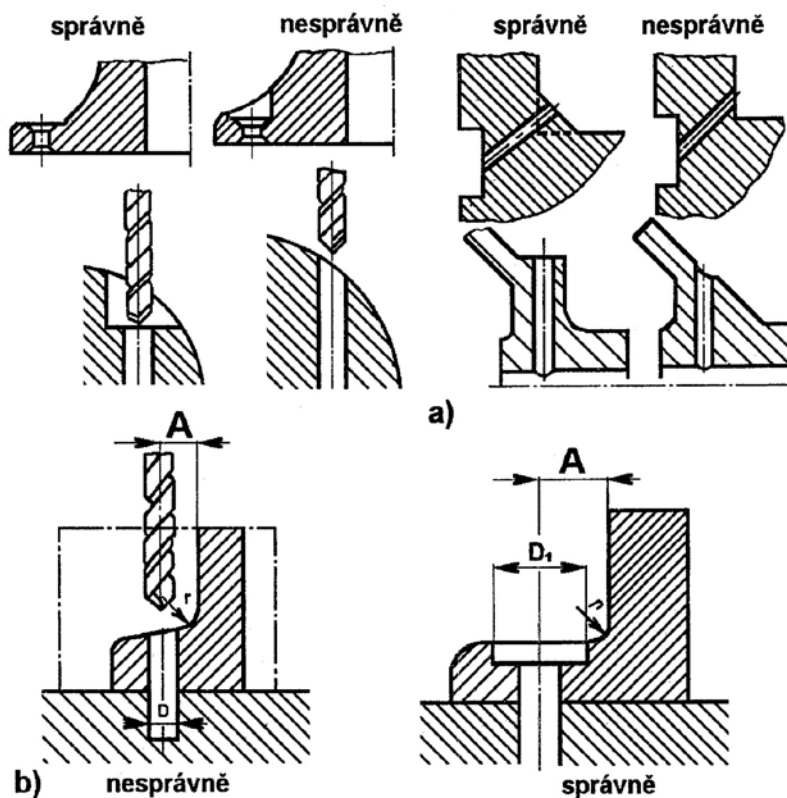
Konstruktor vychází při návrhu z funkčnosti a často volí nevhodné materiály, vysoké tolerance a jakost povrchu a složitý tvar součástí. S těmito požadavky se potom dostávají do sporu s technologem, jehož snahou je vyrobit součástku s minimálními náklady. Prakticky by měl konstruktor dodržovat tyto zásady:

- používat co nejvíce normalizovaných částí;
- zmenšovat počet a zjednodušovat tvar součástí;
- tvořit součásti s multifunkčními plochami;
- zvolit co nejméně obráběných ploch na součástce;
- upřednostňovat lépe obrobiteľné materiály;
- zvyšovat využití materiálu;
- volit vhodné konstrukční základny, aby se daly použít i jako technologické;
- předepisovat vhodnou přesnost a drsnost povrchu;
- přizpůsobit tvar obráběných ploch tvaru nástrojů, kterými se bude obrábět;
- zohlednit požadavky jednoduché montáže apod.

Důležitá je také komunikace mezi technologem a konstruktérem. Každý technolog musí být také konstruktérem a opačně. Hlavní požadavky na konstrukci součásti z hlediska technologičnosti jsou následující:

- jednou z hlavních zásad pro zjednodušení obrábění je vytvoření pomocných ploch při obrábění tak, aby se začínalo i končilo na rovné ploše viz obr. 11.3 a);
- díry by měly být průchozí, bez zbytečných zápichů, drážek, osazení;
- díry pro spojovací materiál musí být v určité minimální vzdálenosti od stěny součásti viz obr. 11.3 b);
- délka závitové části díry nemá být větší než dvojnásobek průměru závitu;
- šroubové spoje by měly být snadno dostupné pro utahování a seřizování;
- přihlížet k unifikaci jednotlivých částí.

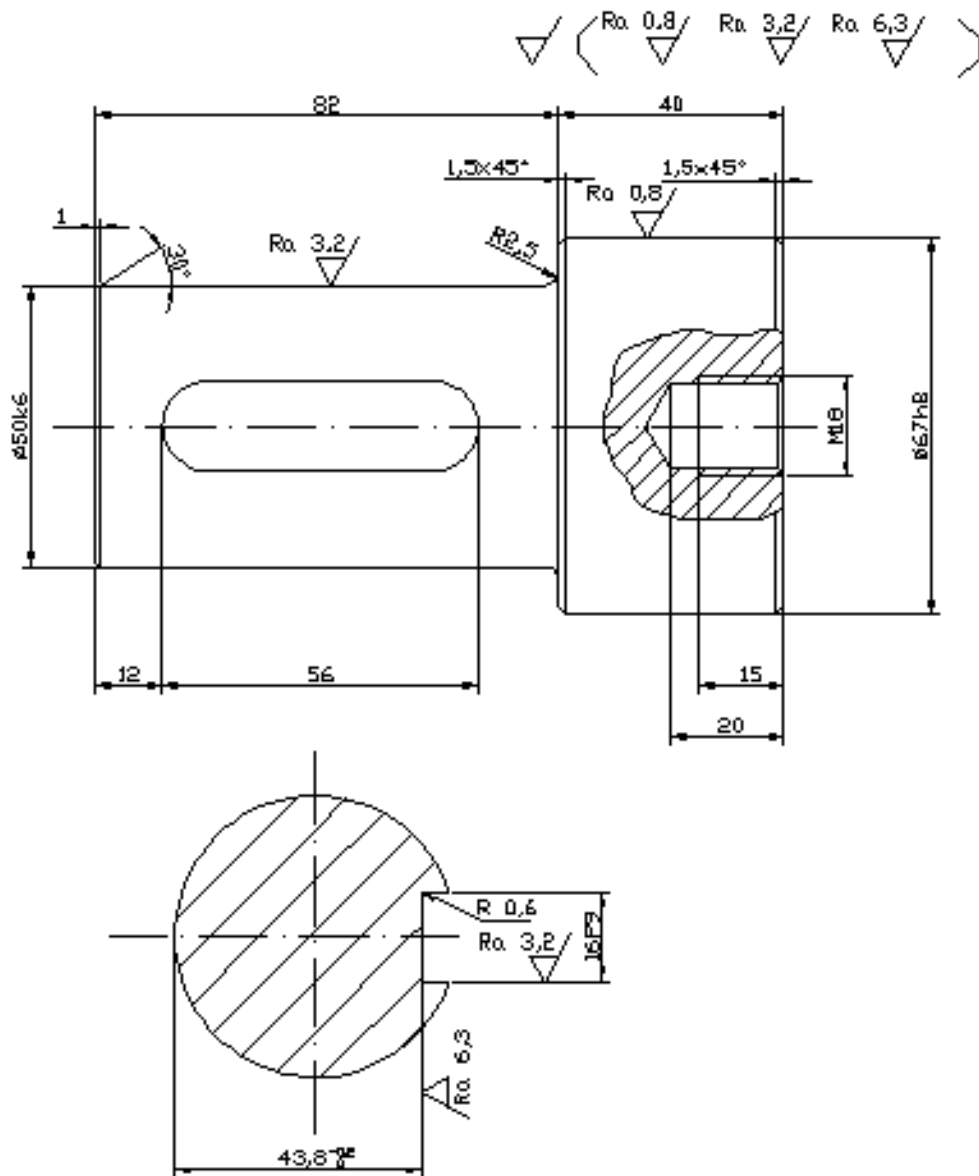




Obr. 11.3 Příklady technologičnosti konstrukce

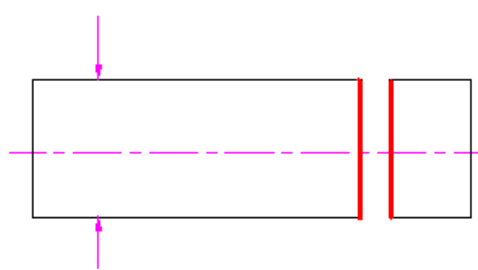
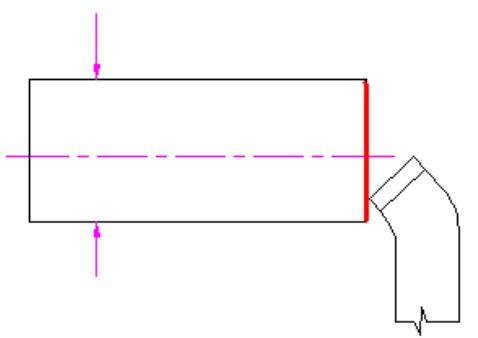
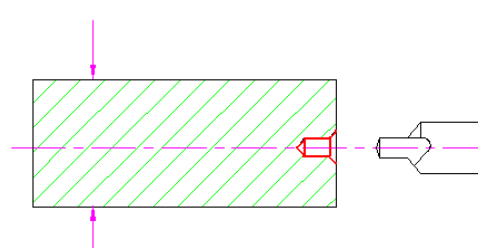
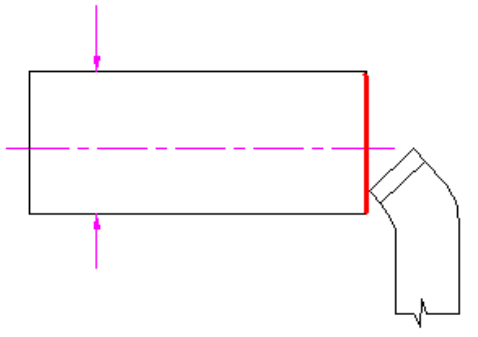
Řešený příklad (vzor technologického postupu):		
VŠB - TU OSTAVA	Technologický postup	Celkem listů : 8
Vypracoval : Pavel Panáček	Číslo výkresu : S-203-1	Patří do sestavy :
Datum: 4.1.2006		
Název součásti : Hřídel	Materiál : 11 500	Rozměr 1 kusu : $\phi 67 \times 122$
	Polotovár : tyč kruhová $\phi 75-126$ ČSN 425510	Počet kusů: 10



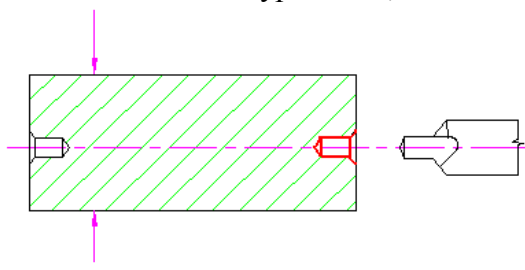
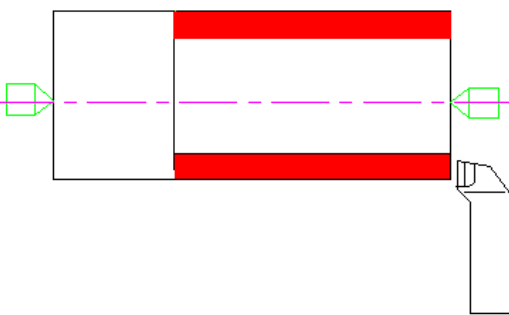
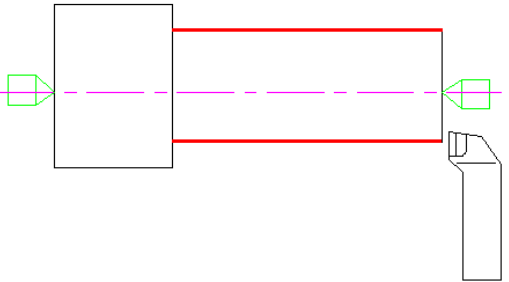
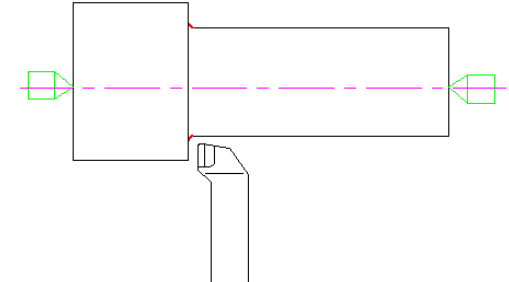
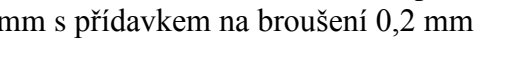


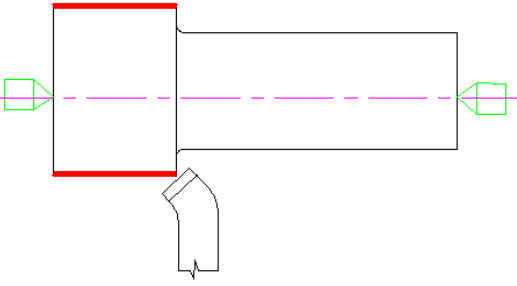
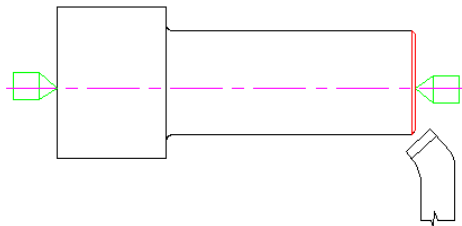
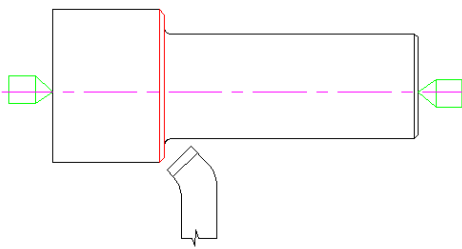
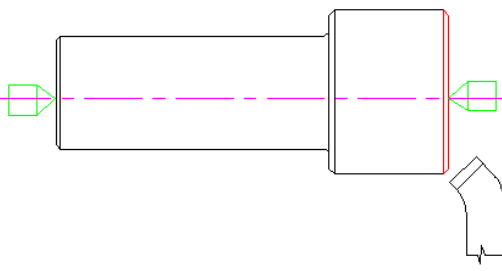
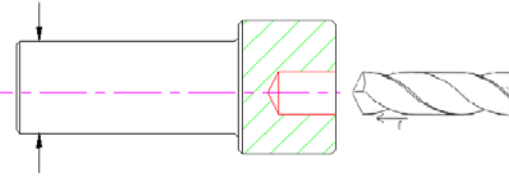
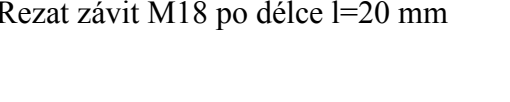
Číslo oper.	Pracoviště:	Popis práce:	Stroj, nástroj, měřidlo	Poznámka (v_c, f, a_p)
1	5961	Řezání	Pila F444/6A posuvné měřidlo	
2	4116	Soustružení	Soustruh SUI 32 posuvné měřidlo, závitový kalibr, mikrometr	
3	5150	Frézování	Frézka univerzální FA 5U posuvné měřidlo	
4	5522	Broušení	Hrotová bruska posuvné měřidlo, mikrometr	
5	9863	Kontrola rozměrů	Posuvné měřidlo s rozsahem 0-170 mm,	



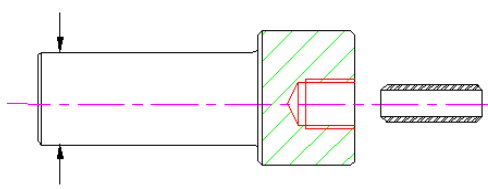
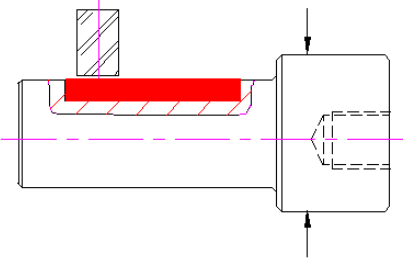
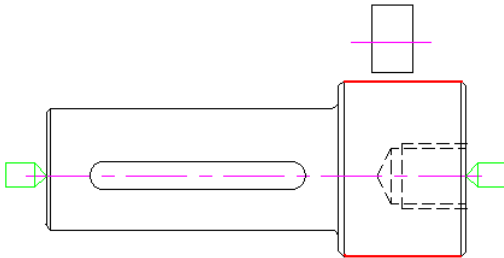
			rozlišovací schopnost 0,01; závit. kalibr, mikrometr, úchylkoměr	
6	9626	Konzervace	Konzervační tuk	
7	9913	Expedice	Ochranný obal	
1	5961	Řezat na délku $l=126\text{mm}$ 	Pila F444/6A pilový kotouč segmentový ČSN 22 29 42 posuvné měřidlo	$v_c=25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ f - ruční
2.1	4116	Upnout obrobek do sklíčidla a zarovnat čelo na $l=124\text{mm}$ 	Soustruh SUI 32 ubírací nůž ohnutý pravý ČSN 22 3520	$v_c=65 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ $f=0,35 \text{ mm}$
2.2	4116	Vrtat středící důlek typu A 4/8,5 	Soustruh SUI 32 středící vrták ČSN 22 1110 posuvné měřidlo	$f=0,05 \text{ mm}$ $v_c=5 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$
2.3	4116	Otočit obrobek a upnout do sklíčidla a zarovnat čelo na délku $l=122 \text{ mm}$ 	Soustruh SUI 32 ubírací nůž ohnutý pravý ČSN 22 3520	$v_c=65 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ $f=0,35 \text{ mm}$



2.4	4116	Vrtat středící důlek typu A 4/8,5 	Soustruh SUI 32 středící vrták ČSN 22 1110 posuvné měřidlo	$f=0,1 \text{ mm}$ $v_c=5 \text{ m.min}^{-1}$
2.5	4116	Upnout mezi hroty a soustružit hrubovat na $\text{Ø}51 \text{ mm}$ po délce $l=82 \text{ mm}$ s ohledem na rádius $R=2,5 \text{ mm}$ 	Soustruh SUI 32 ubírací nůž stranový pravý ČSN 22 3818 P20 posuvné měřidlo	$v_c=65 \text{ m.min}^{-1}$ $f=0,35 \text{ mm}$ $a_p=2,5 \text{ mm}$
2.6	4116	Soustružit na čisto na $\text{Ø}50 \text{ k6}$ po délce $l=82 \text{ mm}$ s ohledem na rádius $R=2,5 \text{ mm}$ 	Soustruh SUI 32 ubírací nůž stranový pravý P20 $r_e=0,5 \text{ mm}$ ČSN 22 3818 mikrometr	$v_c=141 \text{ m.min}^{-1}$ $f=0,16 \text{ mm}$ $a_p=1 \text{ mm}$
2.7	4116	Soustružit rádius $R=2,5 \text{ mm}$ 	Soustruh SUI 32 nůž ubírací stranový pravý P 20 s poloměrem špičky $r=2,5 \text{ mm}$ ČSN 22 38 18	$v_c=68 \text{ m.min}^{-1}$ $f=0,05 \text{ mm}$
2.8	4116	Soustružit hrubovat na $\text{Ø}67 \text{ mm}$ po délce $l=40 \text{ mm}$ s přidavkem na broušení $0,2 \text{ mm}$ 	Soustruh SUI 32 ubírací nůž ohnutý pravý ČSN 22 3520 posuvné měřidlo	$v_c=82 \text{ m.min}^{-1}$ $f=0,5 \text{ mm}$ $a_p=1,5 \text{ mm}$

				
2.9	4116	Srazit hranu o délce $l=1\text{ mm}$ a úhlu 30° 	Soustruh SUI 32 ubírací nůž ohnutý pravý ČSN 22 3520	$v_c=30\text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ $f=0,5\text{ mm}$ $a_p=1\text{ mm}$
2.10	4116	Srazit hranu $1,5 \times 45^\circ$ 	Soustruh SUI 32 ubírací nůž ohnutý pravý ČSN 22 3520	$v_c=30\text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ $f=0,5\text{ mm}$ $a_p=1\text{ mm}$
2.11	4116	Obrobek otočit a srazit hranu $1 \times 45^\circ$ 	Soustruh SUI 32 ubírací nůž ohnutý pravý ČSN 22 3520	$v_c=30\text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ $f=0,5\text{ mm}$ $a_p=1\text{ mm}$
2.12	4116	Přepnout do sklíčidla a vrtat díru $\varnothing 15,5$ na délce $l=20\text{ mm}$ 	Soustruh SUI 32 šroubovitý vrták s válcovou stopkou ČSN 22 1121 posuvné měřidlo	$v_c=20\text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ $f=0,14\text{ mm}$
2.13	4116	Řezat závit M18 po délce $l=20\text{ mm}$ 	Soustruh SUI 32 závitník s krátkou stopkou	$v_c=3\text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$



			ČSN 22 3012 závitový kalibr	
3.1	5150	Upnout obrobek na stůl. Frézovat drážku pro pero šířky 16 P9, délky 56 mm a hloubky 6,2  mm	Frézka univerzální FA 5U fréza pro drážky per s válcovou stopkou Ø 16mm, z=10 ČSN 22 21 92 posuvné měřidlo	$v_c=28 \text{ m.min}^{-1}$ $a_p=6,2 \text{ mm}$ $f_z=0,03 \text{ mm}$
4.1	5522	Brousit hřídel na Ø67 h8 	Hrotová bruska A99 60 N 8 V ČSN 22 45 50 mikrometr	$v_c=30 \text{ m.min}^{-1}$ $a_p=0,2 \text{ mm}$ $v_o=10 \text{ m.min}^{-1}$
5	9863	Kontrola všech rozměrů dle výkresu zkontrolovat všechny rozměry dle výrobního výkresu součásti neopravitelné zmetky vyřadit, opravitelné vrátit	Posuvné měřidlo s rozsahem 0-170 mm, rozlišovací schopnost 0,01; závitový kalibr, mikrometr	
6	9626	Konzervace - celý hřídel konzervovat tukem	Konzervační tuk	
7	9913	Expedice - výrobek zabalit do ochranného obalu a předat k expedici	Ochranný obal	



2 KONTROLNÍ OTÁZKY

- Jak členíme výrobní postup?
- Co by měl obsahovat výrobní postup?
- Co je to operace?
- Co je to úsek?
- Co je to úkon a pohyb?
- Jaké známe druhy výroby?
- Popište vliv druhů výroby na výrobní postup.
- Jaké známe základny?
- K čemu slouží základny?
- Jaký by měl být sled operací ve výrobním postupu?
- Jaké jsou zásady pro tvorbu výrobního postupu?
- Co je to technologičnost konstrukce??
- Uveďte příklad správné a nesprávné technologičnosti konstrukce.



3 PŘEDNÁŠKOVÝ TEXT SE VZTAHUJE K TĚMTO OTÁZKÁM.

- 24. Výrobní proces a výrobní postup – technologičnost konstrukce
- 25. Zásady při navrhování výrobních postupů



4 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] BILÍK, O. *Obrábění I. (2.Díl): Fyzikálně mechanické záležitosti procesu obrábění*. Ostrava: Vysoká škola báňská –TU Ostrava, 2002. 80 s. ISBN 80-248-0033-0.
- [2] BILÍK, O. *Obrábění II. (1.Díl): Fyzikálně mechanické záležitosti procesu obrábění*. Ostrava: Vysoká škola báňská –TU Ostrava, 1994. 132 s. ISBN 80-7078-228-5.
- [3] BILÍK, O. *Obrábění II. (2.Díl)*. Ostrava: Vysoká škola báňská –TU Ostrava, 2001. 118 s. ISBN 80-7078-994-1.
- [4] BRYCHTA, J. *Obrábění I. Návody pro cvičení 1. část*. Ostrava: Vysoká škola báňská - TU Ostrava, 1998. 84 s. ISBN 80-7078-436-9.
- [5] BRYCHTA, J. *Obrábění I. Návody pro cvičení 2. část*. Ostrava: Vysoká škola báňská - TU Ostrava, 1998. 120 s. ISBN 80-7078-470-9.
- [6] BRYCHTA, J. *Výrobní stroje obráběcí*. Ostrava: Vysoká škola báňská - TU Ostrava, 2003. 150 s. ISBN 80-248-0237-6.
- [7] HOFMAN, P. *Technologie montáže*. Plzeň: Vydavatelství Západočeské univerzity Plzeň, 1997. 90 s. ISBN 80-7082-382-8.
- [8] KOČMAN, K. *Speciální technologie obrábění*. Brno: PC-DIR Real, s.r.o., 1993. 213 s. ISBN 80-214-1187-2.
- [9] KOČMAN, K., PROKOP, K. *Technologie obrábění*. Brno: Akademické nakladatelství CERN Brno, s.r.o., 2001. 274 s. ISBN 80-214-196-2.
- [10] KRÍŽ, R., VÁVRA, P. a kol. *Strojírenská příručka*. Praha: Scientia, spol. s r. o., 1996. 220 s. ISBN 80-7183-024-0.
- [11] TICHÁ, Š. *Strojírenská metrologie část 1*. Ostrava: Vysoká škola báňská –TU Ostrava, 2004. 112 s. ISBN 80-248-0672-X.
- [12] VIGNER, M., PŘIKRYL, Z. a kol. *Obrábění*. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, n. p., 1984. 808 s.
- [13] VLACH, B. a kol. *Technologie obrábění a montáží*. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, n. p., 1990. 472 s. ISBN 80-03-00143-9.
- [14] HAVRILA, M., ZAJAC, J., BRYCHTA, J., JURKO, J. *Top trendy v obrábění 1. část – Obráběné materiály*. Žilina: MEDIA/ST, s. r. o., 2006. ISBN 80-968954-2-7.
- [15] JURKO, J., ZAJAC, J., ČEP, R., *Top trendy v obrábění 2. část – Nástrojové materiály*. Žilina: MEDIA/ST, s. r. o., 2006. ISBN 80-968954-2-7.
- [16] VASILKO, K., HAVRILA, M., NOVÁK – MARCINČIN, J., MÁDL, J., ZAJAC, J. *Top trendy v obrábění 3. část – Technologია obrábění*. Žilina: MEDIA/ST, s. r. o., 2006. ISBN 80-968954-2-7.
- [17] MONKA, P., PAULIKOVÁ, A. *Top trendy v obrábění 4. část – Upínanie, prípravky a meradlá*. Žilina: MEDIA/ST, s. r. o., 2007. ISBN 80-968954-2-7.
- [18] PŘIKRYL, Z., MUSÍLKOVÁ, R. *Teorie obrábění*. Praha : SNTL – Nakladatelství technické literatury, n. p., 1971. 200 s.
- [19] HUMÁR, A. *TECHNOLOGIE I TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ – 1. část*. Studijní opory pro magisterskou formu studia "Strojírenská technologie". Brno: VUT Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2003. 138 s. Dostupné na World Wide Web: <http://www.fme.vutbr.cz/opory/pdf/TI_TO-1cast.pdf>.
- [20] HUMÁR, A. *TECHNOLOGIE I TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ – 2. část*. Studijní opory pro magisterskou formu studia "Strojírenská technologie". Brno: VUT Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2004. 94 s. Dostupné na World Wide Web: <http://www.fme.vutbr.cz/opory/pdf/TI_TO-2cast.pdf>.



- [21] HUMÁR, A. *TECHNOLOGIE I TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ – 3. část*. Interaktivní multimediální text pro bakalářský a magisterský studijní program "Strojírenství". Brno: VUT Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2005. 57 s. Dostupné na World Wide Web: <http://www.fme.vutbr.cz/opory/pdf/TI_TO-3cast.pdf>.
- [22] HUMÁR, A. *Výrobní technologie II* [online]. Studijní opory pro podporu samostudia v oboru "Strojírenská technologie" BS studijního programu "Strojírenství". VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2002. 84 s. Dostupné na World Wide Web: <http://www.fme.vutbr.cz/opory/pdf/VyrobniTecnologie_II.pdf>.
- [23] AB SANDVIK COROMANT - SANDIK CZ s.r.o. *Příručka obrábění - Kniha pro praxe*. Přel. M. Kudela. 1. vyd. Praha: Scientia, s. r. o., 1997. 857 s. Přel. z: *Modern Metal Cutting - A Practical Handbook*. ISBN 91-97 22 99-4-6.
- [24] STEPHENSON, D. A., AGAPIOU, J. S. *Metal Cutting Theory and Practice*. New York: Marcel Dekker, Inc., 1996. 905 s. ISBN 0-8247-9579-2.
- [25] VASILKO, K., NOVÁK – MARCINČIN, J., HAVRILA, M. *Výrobné inžinierstvo*. Prešov: Technická univerzita v Košiciach, Fakulta výrobných technológií so sídlom v Prešove, 2003. 424 s. ISBN 80-7099-995-0.
- [26] PILC, J., STANČEKOVÁ, D. *Základy stavby obrábacích strojov*. Žilina: Žilinská univerzita v Žilině, 2004. 110 s. ISBN 80-8070-281-0.
- [27] VASILKO, K., HRUBÝ, J., LIPTÁK, J. *Technológia obrábania a montáže*. Bratislava: Alfa, š. p., 1991. 494 s. ISBN 80-05-00807-4.

