

Nové vzdělávací moduly NC technologií

OBSAH**1. PNEUMATIKA**

1.1. Výroba a rozvod vzduchu	3
1.2. Ventily – rozvaděče	7
1.3. Pneumatické motory	11
1.4. Prvky – přístroje	14
1.5. Schématické značky	20
1.6. Příklady zapojení	24
1.7. Ukázky výkresů	27
1.8. Úlohy	32

2. OBRÁBĚNÍ HSC 47

2.1. Základní pojmy	48
2.2. Řezný proces	48
2.3. Výhody a nevýhody technologie HSC	49
2.4. Ekonomické důvody pro rozvoj HSC	50
2.5. Řezné nástroje pro HSC obrábění	51
2.6. Stavba obráběcích strojů pro HSC	53
2.7. Použití HSC	55
2.8. Závěr	57

3. NÁSTROJÁŘ 58

3.1. Orientace v technické dokumentaci	59
3.2. Využití výpočetní techniky	62
3.3. Základní pojmy strojního obrábění	69
3.4. Základní obráběcí stroje	80
3.5. Základy znalostí CNC strojů	88

4. METROLOG 94

4.1. Orientace v technické dokumentaci	95
4.2. Využití výpočetní techniky	98
4.3. Základy metrologie	105
4.4. Metrologie a zákony	116
4.5. Řízení jakosti	120

5. VYUŽITÍ TECHNOLOGIE CAD/CAM 130

5.1. Základní pojmy	131
5.2. Práce v CAD systému SolidWorks	132
5.3. Práce v CAM systému SURFCAM	158

Úvod

V návaznosti na vytvořené Krajské vzdělávací středisko pro NC technologie, které bylo vybudováno v areálu Střední školy technické, příspěvkové organizaci v Mostě – Velebudicích, byl dne 16.11.2006 zahájen v rámci Operačního programu Rozvoje lidských zdrojů Evropského sociálního fondu projekt s názvem „Nové vzdělávací moduly NC technologií“.



Cílem tohoto projektu je vytvořit takové vzdělávací programy, v nichž se budou moci vzdělávat žáci a zájemci o další vzdělávání a získávat tak vědomosti a dovednosti v oblastech, které zaměstnavatelé v Ústeckém kraji poptávají.

Tato vytvořená metodika má za cíl rozšířit a zefektivnit vzdělávání na středních odborných školách a v konečném důsledku přispět ke zvýšení kvalifikace a zaměstnanosti žáků středních odborných škol, učilišť, případně zájemcům o další vzdělávání.

Hlavní podíl na tvorbě této metodiky nesou zaměstnanci naší školy, kterými jsou:

- ✓ Ing. Tomáš Kučera
- ✓ Jiří Zelinger
- ✓ Ladislav Víla
- ✓ Milada Schůzová

1. Pneumatika

Obsah modulu „Pneumatika“:

- 1.1. Výroba a rozvod vzduchu
- 1.2. Ventily – rozvaděče
- 1.3. Pneumatické motory
- 1.4. Prvky – přístroje
- 1.5. Schématické značky
- 1.6. Pomocný materiál
- 1.7. Ukázky výkresů



1.1 Výroba, úprava a rozvod stlačeného vzduchu

Prvky obvodu a jejich funkce:

Kompresor

Vzduch s atmosférickým tlakem je nasáván kompresorem, stlačován a s vyšším tlakem dopravován do rozvodné sítě. Mechanická energie kompresoru se převádí na potenciální energii stlačeného vzduchu.

Elektromotor

Je zdrojem mechanické síly kompresoru. Převádí elektrickou energii na energii mechanickou.

Tlakový spínač

V závislosti na tlaku vzduchu ve vzdušníku ovládá chod elektromotoru. Jsou na něm nastaveny bod sepnutí při dosažení minimálního tlaku a bod vypnutí při dosažení maximálního tlaku vzduchu.

Zpětný ventil

Umožňuje proudění vzduchu z kompresoru do vzduchojemu a při odstavení kompresoru brání průtoku stlačeného vzduchu v obráceném směru.

Vzdušník

Slouží jako zásobník stlačeného vzduchu dodávaného kompresorem. Jeho velikost se odvozuje od výkonu kompresoru. Čím je jeho obsah větší, tím delší jsou intervaly mezi provozem kompresoru.

Manometr

Měří tlak vzduchu ve vzdušníku.

Automatické vypouštění kondenzátu

Zařízení slouží k automatickému odpouštění kondenzátu, který se vyloučí ochlazením vzduchu ve vzdušníku.

Přetlakový pojistný ventil

Jedná se zajištění bezpečnosti a pojištění funkce tlakového spínače. Při dosažení nastaveného tlaku odpustí vzduch do atmosféry a zabrání tak překročení dovoleného provozního tlaku ve vzdušníku.

Vysoušení stlačeného vzduchu vymrazováním

Ochlazením stlačeného vzduchu na nízkou teplotu se odloučí vzniklý kondenzát a tím se dosáhne nízkého rosného bodu.

Filtr hlavní větve potrubí

Tento filtr odloučí hrubé mechanické nečistoty, kondenzát a olej před vstupem vzduchu do hlavní větve potrubí, rozvádějící vzduch v provozovně.

Některé z rozhodujících důvodů, proč je v průmyslu stlačený vzduch využíván:

Dostupnost

Stlačený vzduch je ve většině podniků k dispozici. Pojízdné kompresory umožňují jeho využití mimo provozovny.

Skladování

Velké objemy stlačeného vzduchu lze bez problémů skladovat.

Jednoduchá konstrukce

Pneumatické prvky mají jednoduchou konstrukci a lze z nich sestavit jednoduché řídicí obvody pro automatizaci strojů a zařízení.

Řízení proudu a tlaku

Rychlost pneumatického motoru lze jednoduše nastavit přestavením jehly škrticího ventilu, sílu přestavením regulátoru tlaku vzduchu.

Trvanlivost při malých nárocích na údržbu

Pneumatické motory a řídicí systémy prakticky odolávají prostředí provozu atmosférickým vlivům. Předpokladem je provoz s čistým stlačeným vzduchem, zbaveným před spotřebičem mechanických nečistot, kondenzátu a oleje.

Bez negativních vlivů na životní prostředí

Provoz pneumatických pohonů je čistý a při správném ošetření vyfukovaného vzduchu lze splnit příslušné normy pro provoz v čistém prostředí.

Bezpečnost

Pneumatické pohony se při provozu nezahřívají, a proto je možno je bez obav použít i ve výbušném prostředí. Při přetížení (pracovní tlak = provozní tlak) se pneumatické motory zastaví a mohou v tomto stavu setrvat neomezenou dobu aniž by došlo k jejich poškození.

Velké zrychlení

Velké zrychlení umožňuje velká rozpínavost stlačeného vzduchu a malá hmotnost pohybujících se částí pneumatických motorů.

Oblasti použití stlačeného vzduchu

Využití stlačeného vzduchu má své pevné místo v použití pro pohony, řízení a regulaci.

Stlačený vzduch je stále více používán a je neodmyslitelnou součástí řady manipulátorů a dalších mechanismů.

Obecně se pneumatické pohony používají tam, kde stačí malé až střední síly a je třeba rychlý pohyb s vysokou frekvencí. Lineární pohyby malých pneumatických válců, nebo úchopných hlavic mají malé momenty setrvačnosti a proto umožňují rychlé reakce a rychlosti mechanismů.

Stlačený vzduch má mnohostranné využití. Na jedné straně se jím měří tlak kapaliny v lidském oku, na druhé straně se používá k pohonu vrtačky pro vrtání betonu. Často se využívá v konstrukci a stavbě přípravků, balicích a dřevoobráběcích strojů, textilním průmyslu atd.

Příklady praktického využití stlačeného vzduchu:

- tryskový stav
- doprava práškových hmot stlačeným vzduchem
- balení léků
- automatizovaná montáž hodin
- automatizovaná montáž laserových CD-mechanik, atd.

Jednotky, používané v oblasti pneumatiky:

	název jednotky	značka	převod jednotek
nové jednotky tlaku	Pascal	Pa	$1\text{Pa}=1\text{N/m}^2$
	megapascal	MPa	$\text{Mpa}=10^5\text{Pa}=10\text{bar}$
	kilopascal	kPa	$1\text{kPa}=1000\text{Pa}=10\text{mbar}$
	hektopascal	hPa	$1\text{hPa}=100\text{Pa}=1\text{mbar}$
staré jednotky tlaku	bar	bar	$1\text{bar}=10^5\text{Pa}=0,1\text{MPa}$
	milibar	mbar	$1\text{mbar}=10^{-3}\text{bar}=100\text{Pa}$
	kilopond na čtverečný centimetr	kp/cm^2	$1\text{kp/cm}^2=98066\text{Pa}$
	metr vodního sloupce	$\text{M H}_2\text{O(m.v.s.)}$	$1\text{mH}_2\text{O}=98066\text{Pa}=0,981$
	technická atmosféra	at	$1\text{at}=98066\text{Pa}=0,981\text{bar}$
	fyzikální atmosféra	atm	$1\text{atm}=101325\text{Pa}$
	Torr (mm rtuťového sloupce)	Torr (mm Hg)	$1\text{Torr}=133,3224\text{Pa}$ ($1\text{bar}=750\text{Torr}$)
anglosaské jednotky tlaku	Libra na čtverečný palec	p.s.i.(lb./sq.in.)	$1\text{p.s.i.}=6894,74\text{Pa}$ ($1\text{bar}=14.5\text{p.s.i.}$)
	Ib./sq.ft.		$1\text{Ib./sq.Ft.}=47,8802\text{Pa}$

Tlak a průtok

Tlak a průtok média se vzájemně ovlivňují. Jsou to nejdůležitější parametry pro provoz pneumatických obvodů.

Neproudí-li soustavou pneumatického obvodu vzduch, je v každém bodě obvodu stejný tlak. Protéká-li obvodem stlačený vzduch, musí být na výstupu z obvodu nižší tlak než na jeho vstupu. Tomuto rozdílu tlaků říkáme *diferenční tlak* nebo tlakový spád a značíme jej Δp .

Velikost rozdílu tlaků Δp ovlivňují tři veličiny:

- vstupní tlak
- objem protékajícího vzduchu
- odpory proudění

Vstupní jednotka vzduchu



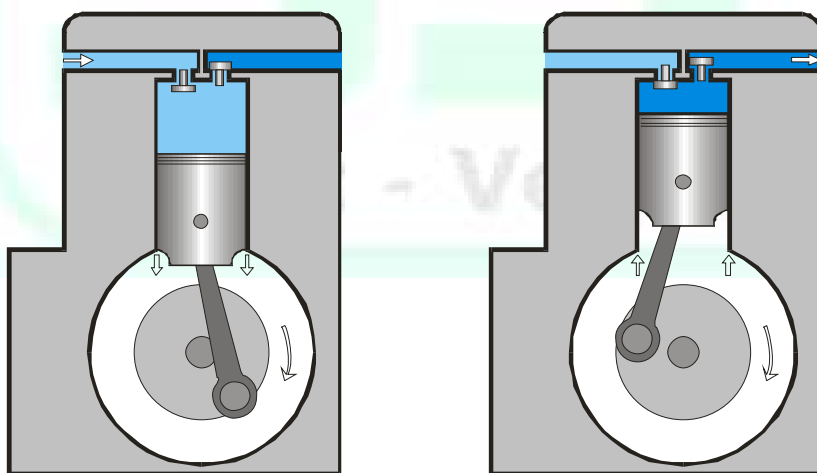
Úpravné jednotky

Používají se k odstranění nečistot a vlhkosti ze stlačeného vzduchu, k jeho regulaci a mazání. V závislosti na použitém kompresoru, délce a stavu potrubního systému obsahuje stlačený vzduch různé nečistoty jako je rez, zbytky mazadel a vlhkost. Tyto příměsi by mohly mít za následek poškození pneumatických přístrojů, a proto je nutné je vyčistit. K tomuto účelu slouží čistič vzduchu, případně submikrofiltr nebo filtr s aktivním uhlím.

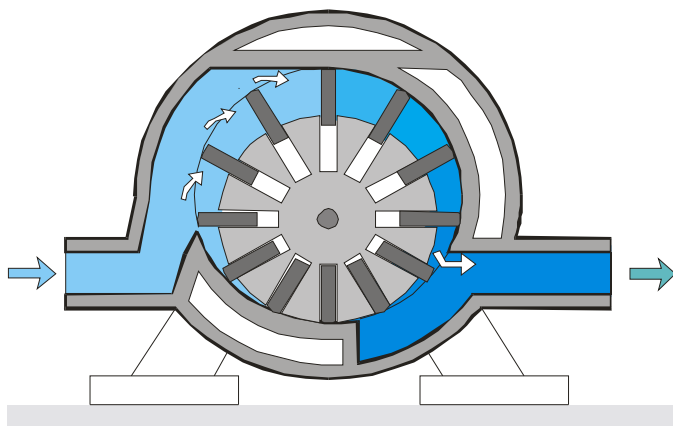
Většina pneumatických prvků také vyžaduje konstantní tlak stlačeného vzduchu, který kolísá vlivem regulace kompresoru. K eliminaci tohoto kolísání tlaku se používá regulátor tlaku. Také mazání stlačeného vzduchu je pro většinu přístrojů, především pro pneumatické nářadí, nezbytné. Mazání stlačeného vzduchu chrání před opotřebením, korozí a prodlužuje životnost pneumatických přístrojů.

K promazávání stlačeného vzduchu se používají maznice vzduchu, případně centrální maznice pro dlouhé potrubí.

Princip kompresoru



Lamelový kompresor



1.2. Rozvaděče - ventily

Pneumatické rozvaděče s elektromagnetickým ovládáním

Nazývají se také elektropneumatické měniče. Průmyslové řídicí systémy pracují především se stlačeným vzduchem a s elektrickým proudem. Měníče realizují změnu druhu používané energie a tím umožňují využívat přednosti obou pracovních médií.

Úlohou elektro-pneumatických měničů je realizovat přechod z elektrických na pneumatické signály.

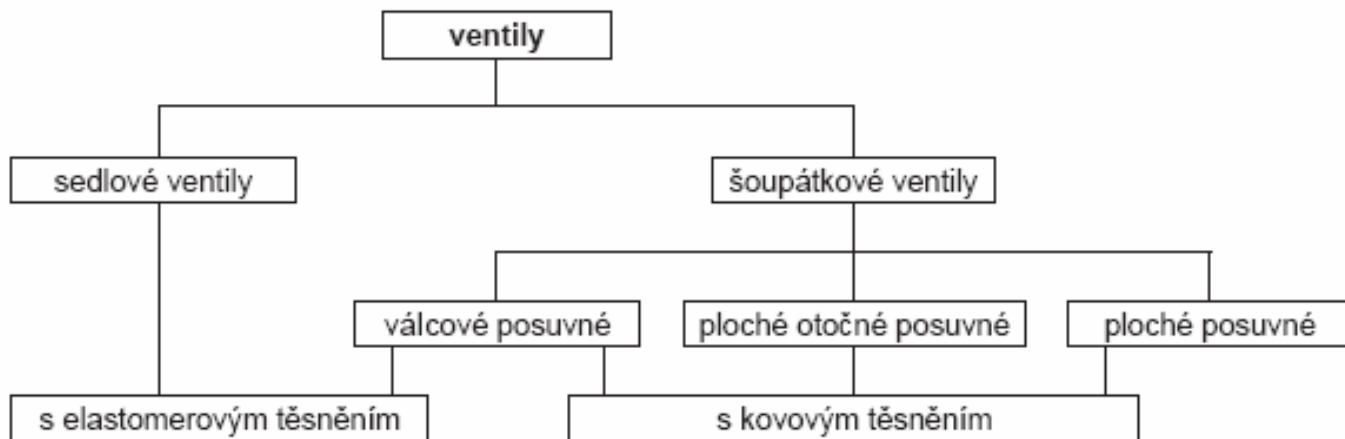
V dalším pokračování se seznámíme s hlavními druhy rozvaděčů (ventilů).

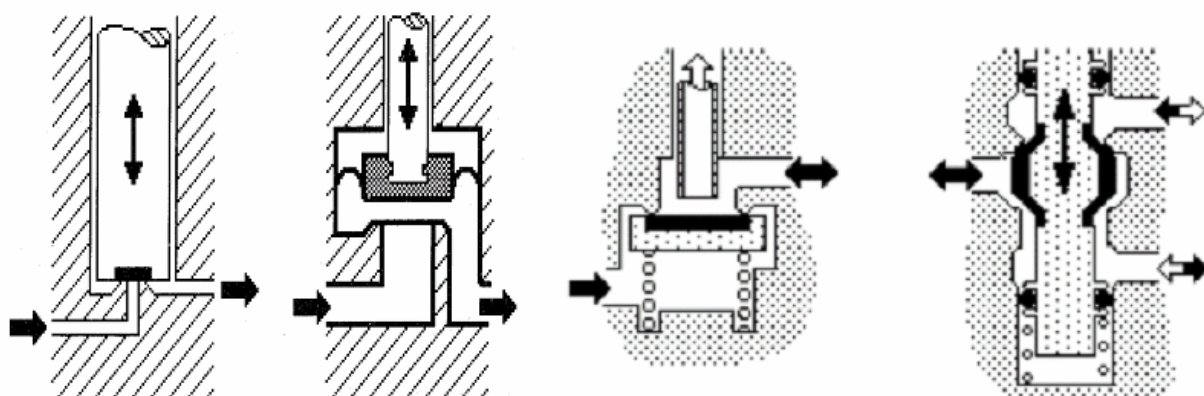
Co jsou to rozvaděče

Rozvaděče jsou prvky, které umožňují rozvod (přepouštění) médií (tlakového vzduchu, olejů, plynů nebo jiných kapalin) k výkonným (akčním) členům, např. pneumomotorům (válcům) nebo signálním členům.

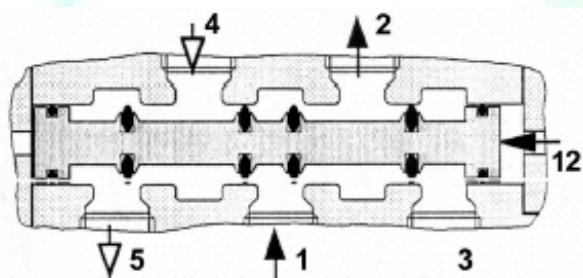
Nejčastějším druhem jsou tzv. šoupátkové rozvaděče, kde rozvod tlakového vzduchu je realizován přesunem šoupátka. Další, často používané, jsou sedlové ventily.

Rozdělení ventilů



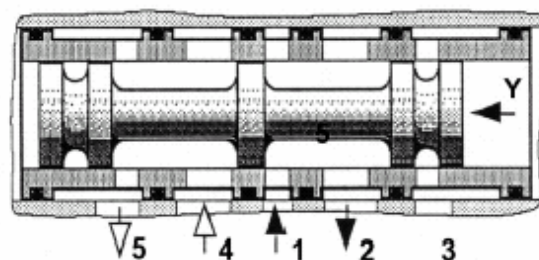
Obrázky některých ventilů

Šoupátkové ventily využívají speciálně tvarovaný váleček nebo šoupátko s pryžovým těsněním, které se axiálně pohybuje uvnitř těla ventilu, směr průtoku vzduchu je kolmo k ose šoupátka.



omerovými těsněními

šou
pát
ko
s el
ast



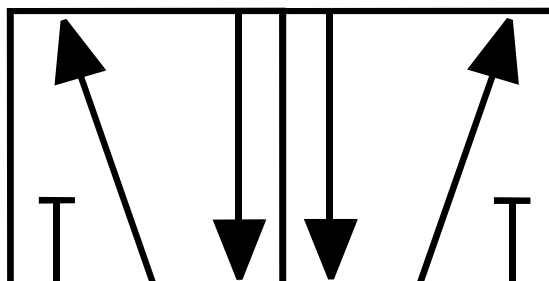
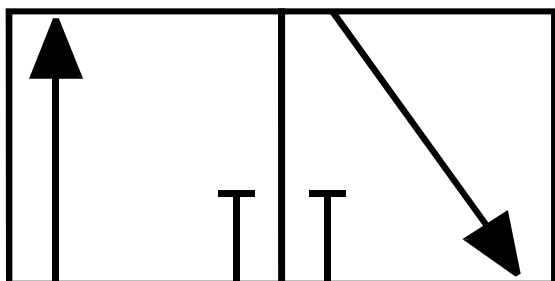
šoupátko s kovovým těsněním

Vnitřní stavba rozvaděče

Pomocí čar a šipek uvnitř čtverečků znázorňujeme vnitřní stavbu rozvaděčů, tj. propojení jednotlivých vstupů a výstupů.

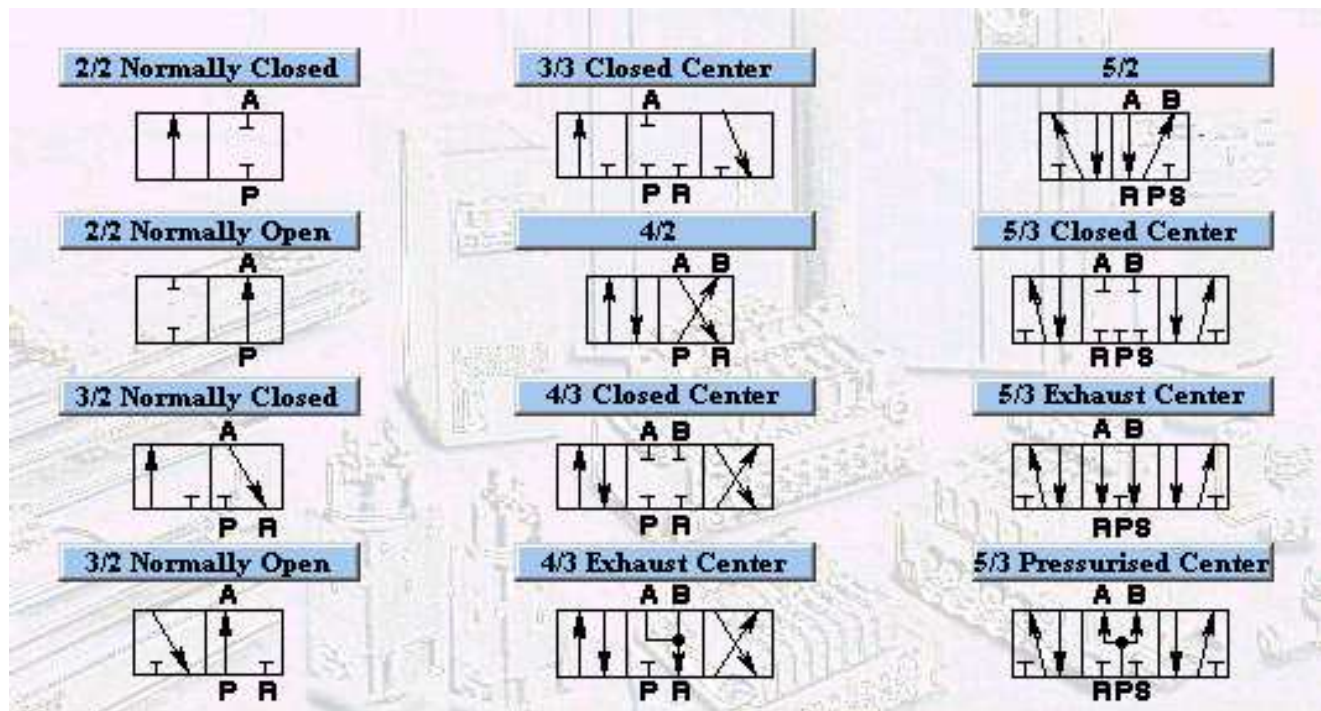
Směr proudění média v rozvaděči označuje šipka.

Čáry ve tvaru T označují uzavření (obvykle odvětrání).



Číslování vstupů a výstupů

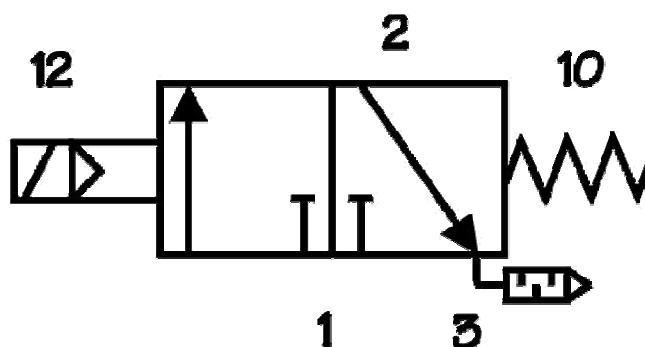
- 1 označuje vstup pracovního tlaku
- 2 označuje 1. výstup pracovního tlaku (dříve A)
- 3 označuje 1. odvěk (z 2) – (dříve R)
- 4 označuje 2. výstup pracovního tlaku (dříve B)
- 5 označuje 2. odvěk (ze 4) – (dříve S)

Rozvaděče – celkový náhled**Elektropneumatický rozvaděč – 3/2**

- přímo ovládaný jednostranně elektropneumatickým impulsem (monostabilní) a s návratem do výchozí polohy pružinou, v základní poloze uzavřen.

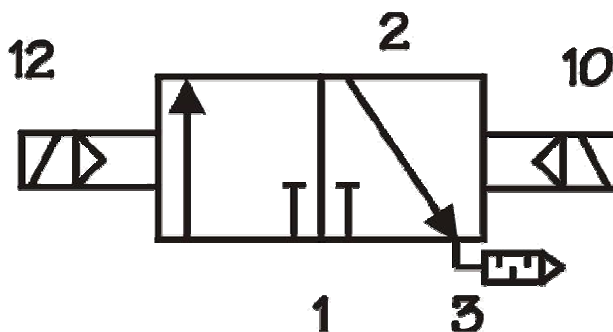
Rozvaděč je v základním postavení z 1 do 2 uzavřen a z 2 do 3 odvědušen. Je-li rozvaděč pod proudem, pak přitáhne magnetická síla kotvu (pístek) nahoru a otevře přímo průchod z 1 do 2. Současně je uzavřeno odvědušení 3.

Když rozvaděč vypneme, vrátí se do výchozí polohy pružinou.



Elektropneumatický rozvaděč 3/2

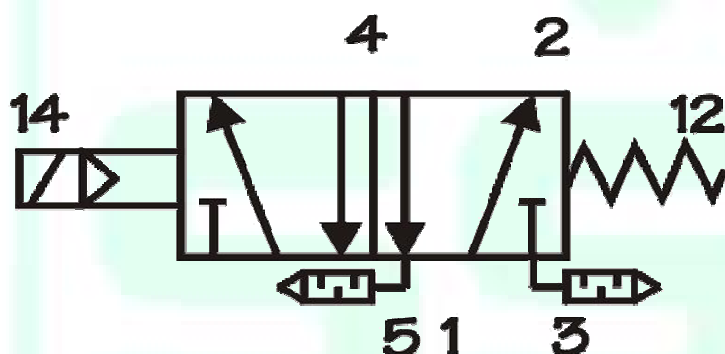
- přímo ovládaný oboustranně elektromagnetickým impulsem (bistabilní).
- pracuje stejně jako rozvaděč 3/2 (monostabilní), ale do základní polohy se vrací elektromagnetickým impulsem.



Přípoj 1- přívod tlakového vzduchu
Přípoj 2- odvod vzduchu k místu spotřeby
Přípoj 3- odfuk (zpětný vzduch od místa spotřeby)
Pamatuj – kde byl naposled elektrický proud, zůstává i šoupátko

Elektropneumatický rozvaděč 5/2

- ovládaný šoupátka do výchozí polohy pružinou (monostabilní).
- má dva funkční stavy a pět přípojnů.

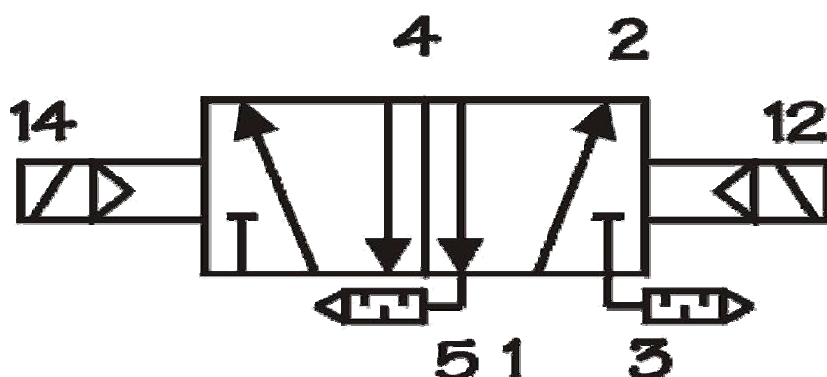


Přípoj 1- přívod tlakového vzduchu
Přípoj 2 a 4- odvod vzduchu k místu spotřeby
Přípoj 3 a 5- odfuk (zpětný vzduch od místa spotřeby)
Funkční stavy- 12 a 14.

Elektropneumatický rozvaděč 5/2

- ovládaný oboustranně elektropneumatickým impulsem (bistabilní).

Funkční stav 12 (základní postavení) znamená, že v tomto postavení šoupátka je průchod vzduchu od 1 do 2. Říkáme 1 do 2 se rovná stavu 12. Funkční stav 14 znamená, že v tomto postavení šoupátka je otevřen průchod od 1 do 4.



Přípoj 1 – přívod vzduchu.
Pamatuj – kde byl naposledy elekt. proud, zůstává i šoupátko.

1.3. Pneumatické motory

Obecně lze definovat pneumatické motory jako zařízení, ve kterých je pneumatická energie tlakového vzduchu přeměněna na jiný druh energie, zpravidla mechanickou. Proto jsou také pneumatické motory zařazovány do oblasti prvků, nazývaných – měniče energie. Patří sem například generátory, motory, měniče tlaku atd.

Dle působení tlakového vzduchu na pohyblivou část motoru je rozdělujeme na:

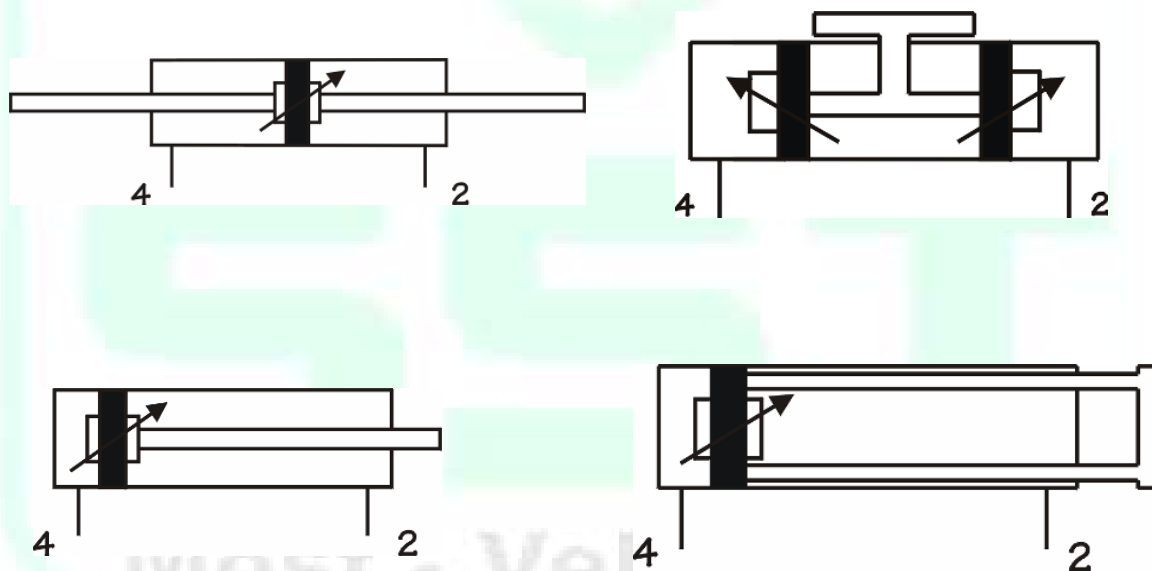
- motory s pohybem rotačním a
- motory s pohybem přímočarým vratným.

Každý přímočarý pneumatický motor je tvořen těmito hlavními částmi:

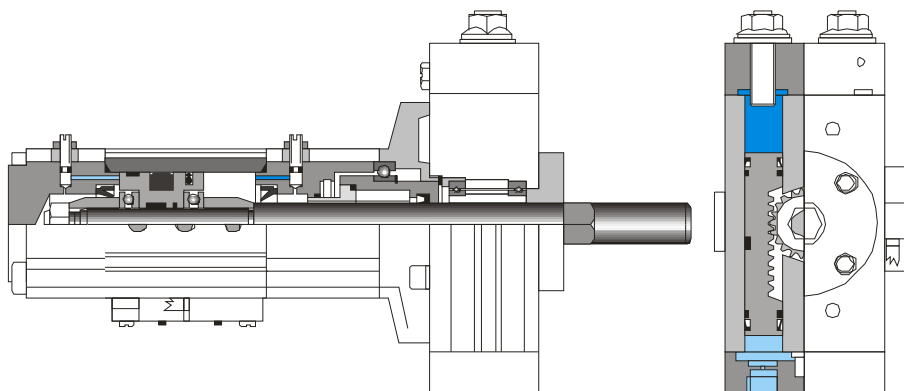
- těleso válce,
- pístnice,
- píst.

Pneumatické rotační motory přeměňují energii, kterou dodává tlakový vzduch, na rotační pohyb.

Pneumomotory



Úhlové pneumomotory



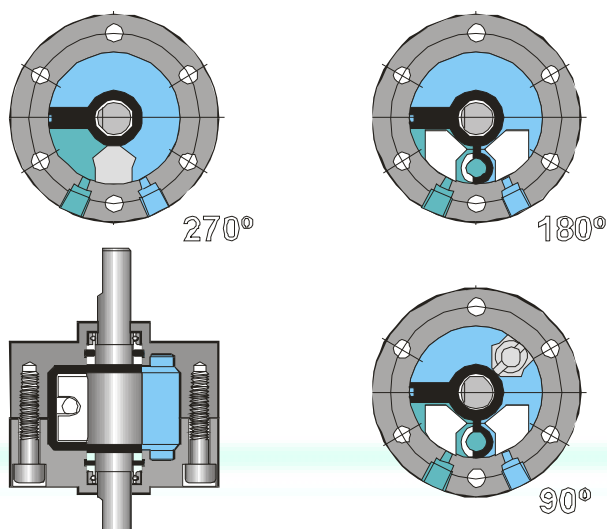
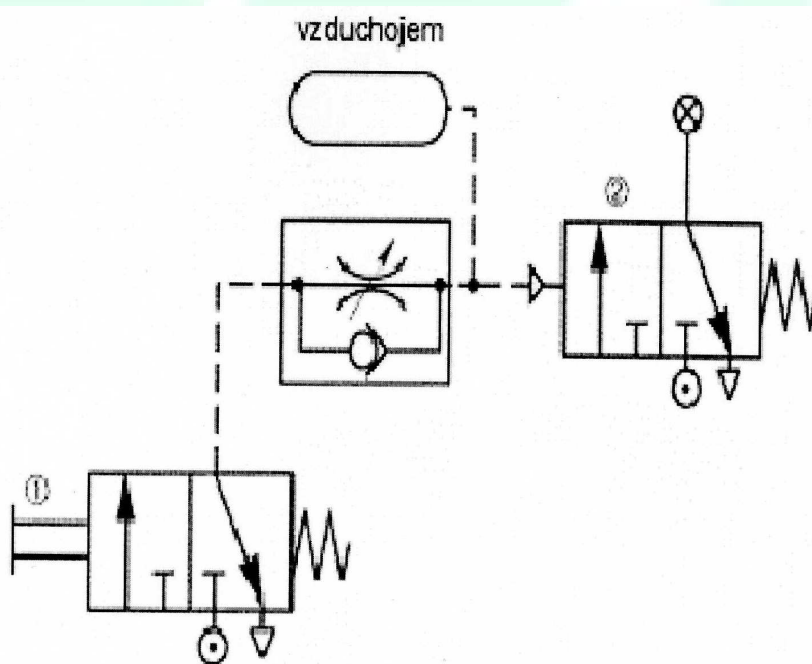
Rotační pneumomotor**Zpoždění výstupního signálu 1 po aktivaci časového relé**

Schéma zapojení pneumatického časového relé se zpožděním výstupního signálu 1 po aktivaci časového relé.

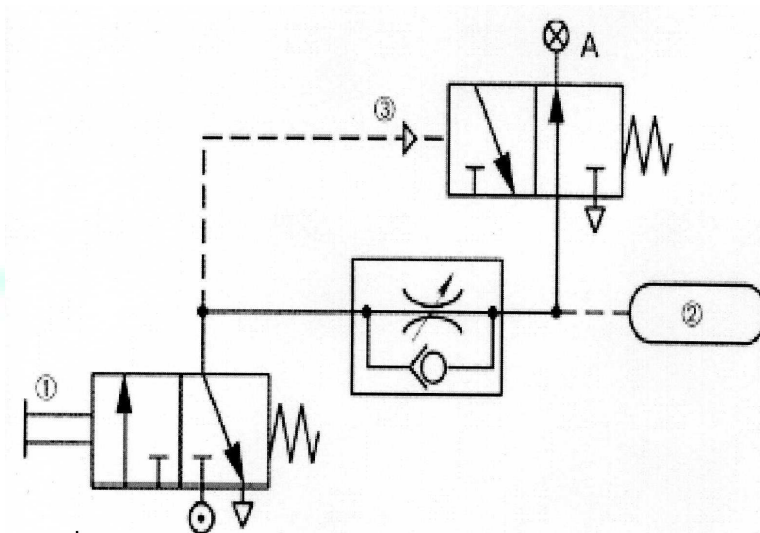
Po přestavení 3/2 ventilu (1) proudí vzduch škrticím ventilem do vzduchojemu časového relé, zpětný ventil je uzavřen. K přestavení 3/2 ventilu (2) dojde, dosáhne-li tlak vzduchu ve vzduchojemu potřebné hodnoty (cca 0.15 MPA).

Zpoždění výstupního signálu z 3/2 ventilu (2) je dáno nastavením škrticího ventilu, vloženého mezi 3/2 ventil (1) a vzduchojem. Uvolněním tlačítka 3/2 ventilu (1) dojde k přerušení přívodu vzduchu do vzduchojemu a zpětný ventil, který je součástí škrticího ventilu umožní rychlé odvzdušnění vzduchojemu a přestavení 3/2 ventilu (2) pružinou do výchozí polohy a tím ke změně výstupního signálu z hodnoty 1 na 0.



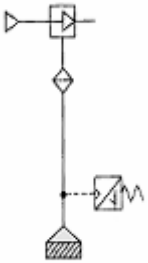
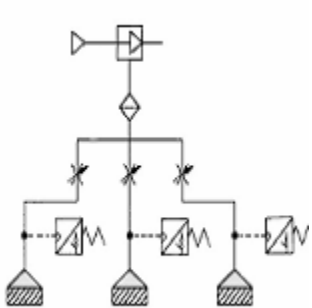
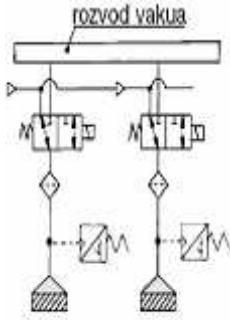
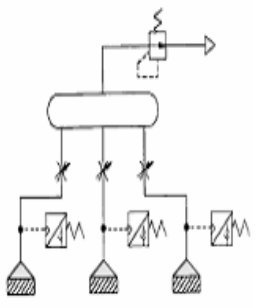
Impuls výstupního signálu 1 po deaktivaci časového relé

Je-li třeba impuls výstupního signálu 1 generovat zrušením řídicího signálu, je třeba pro tento impuls zajistit samostatný přívod stlačeného vzduchu. Toho lze dosáhnout zapojením přívodu, uvedeným na obrázku:

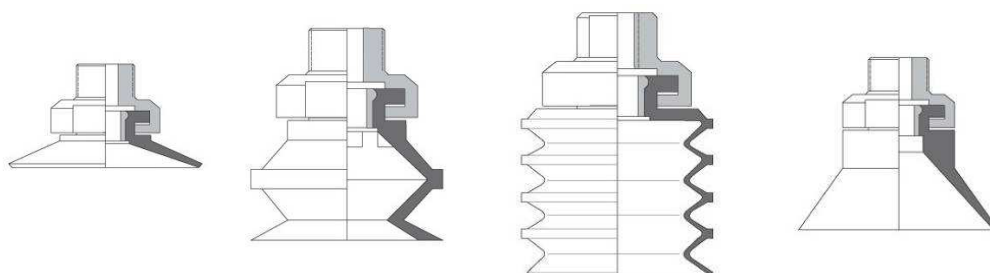
**Impuls výstupního signálu po deaktivaci časového relé**

Po přestavení 3/2 ventilu (1) se přestaví v klidové poloze otevřený (N.O.) 3/2 ventil (3) a současně dojde k plnění vzduchojemu (2). Po uvolnění tlačítka 3/2 ventilu (1) pružina přestaví 3/2 ventil (3) do výchozí polohy a spojí výstup „A“ se vzduchojemem (2). Trvání výstupního signálu lze regulovat nastavením škrtícího ventilu.

1.4. Prvky - přístroje

Ejektor a počet přísavek		Vývěva a počet přísavek	
			
Ideální by byla možnost použít pro každou přísavku samostatný ejektor.	<p>Použije-li se jeden ejektor jako zdroj vakua pro více přísavek, pak při uvolnění jedné přísavky dojde k okamžitému poklesu vakua a uvolnění předmětu ze zbylých přísavek. K omezení tohoto vlivu je třeba obvod doplnit podle následujících doporučení:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pro zmenšení rozdílu tlaků mezi sáním přísavky s přísátým předmětem a volné přísavky zařaďte mezi přísavku a ejektor škrticí ventil. • Zařaďte mezi každou přísavku a ejektor 3/2 ventil a vakuový snímač. Tím vyloučíte vliv neobsazené přísavky na ostatní, napojené na společný ejektor. • Použijte speciální přísavky se zpětným ventilem (přísavka zůstává uzavřena pokud nedojde ke kontaktu přísavky s povrchem manipulovaného předmětu) 	Ideální by byla možnost použít pro každou přísavku samostatně ovládaný zdroj vakua.	<p>Bude-li na zdroj vakua napojeno více přísavek, doplňte obvod podle následujících doporučení:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pro zmenšení rozdílu tlaků mezi sáním přísavky s přísátým předmětem a volné přísavky zařaďte mezi přísavku a zdroj vakua škrticí ventil. • Pro stabilizaci hodnoty potřebného vakua použijte zásobník a regulační ventil (regulátor vakua) • Zařaďte mezi každou přísavku a vývěvu 3/2 ventil a vakuový snímač. Tím vyloučíte vliv neobsazené přísavky na ostatní, napojené na společný rozvod vakua.

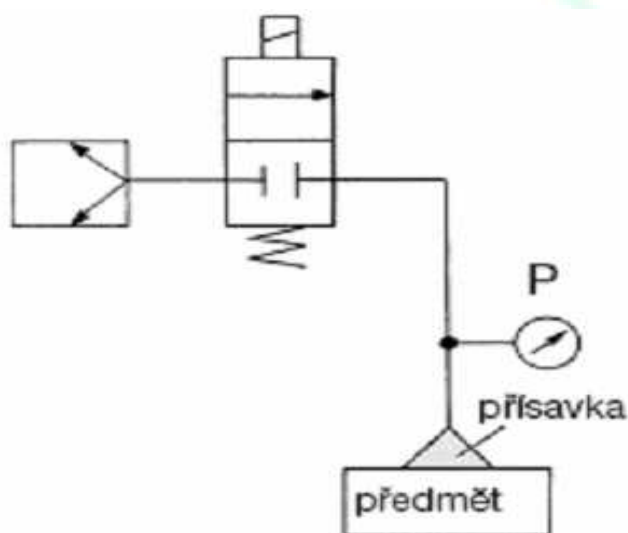
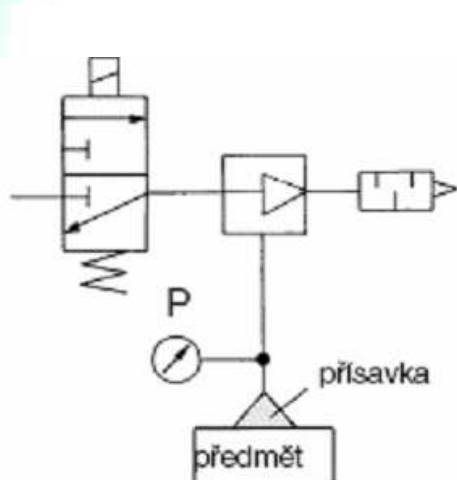
Přísavky



Základní schéma vakuových rozvodů

Ventil v přívodu stlačeného
vzduchu do ejektoru

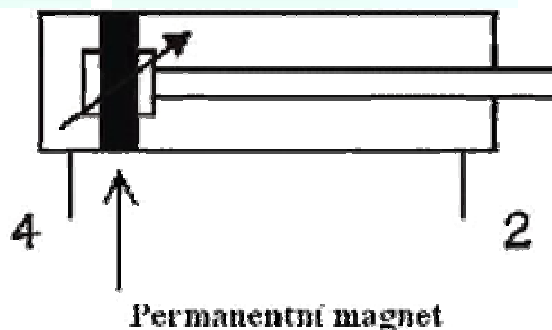
ventil v sání vývěvu



Přímočarý pneumomotor

- s magnetickým pístem s nastavitelným tlumením v koncových polohách.

Vnitřní konstrukcí se výrazně neliší od pneumomotorů popsaných v pneumatice. Významným rozdílem je ale magnetický píst (píst s permanentním magnetem). Permanentní magnet má tvar mezikruží a je montován na píst mezi těsnicí elementy (manžety). Magnetické pole má takovou hodnotu, že jeho účinek je i vně trubky válce. Z tohoto důvodu jsou válce pro elektropneumatiku z hliníku, mosazi nebo magnetické oceli.

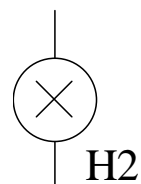
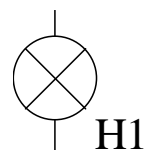
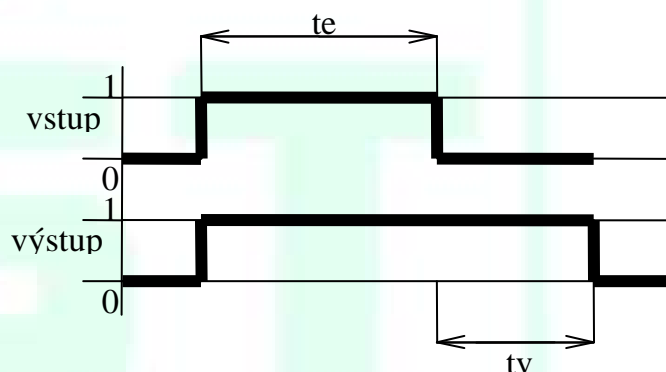
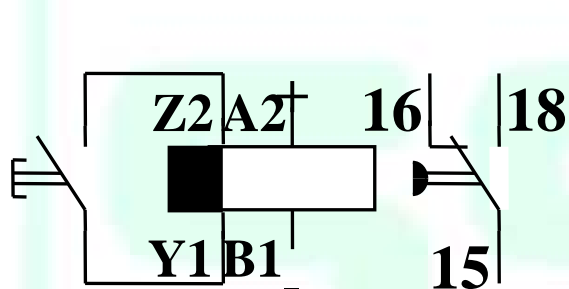
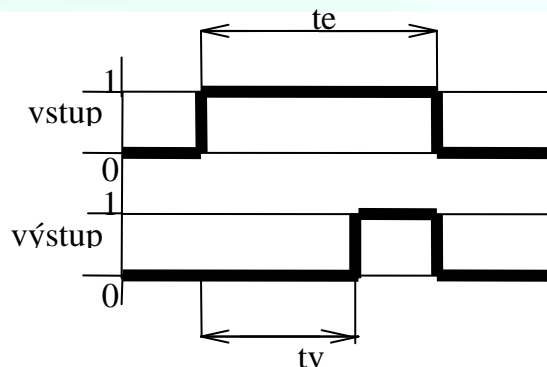
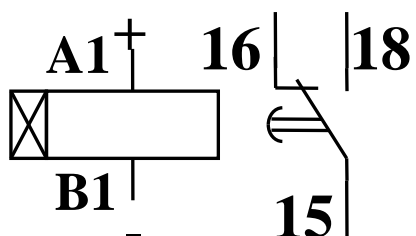


Magnetický snímač polohy

Přiblížením magnetického pístu se vytvoří na zmagnetizovatelných jazýčcích kontaktu severní a jižní pól. Tyto póly se přitáhnou a tím



je kontakt uzavřen. Díky předpětí pružných jazýčků se po oddálení magnetu kontakt opět rozpojí.

Kontrolka**Relé se zpožděním při vypínání****Relé se zpožděním při zapínání**

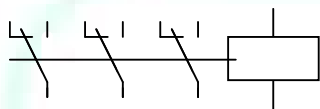
ELEKTRICKÉ SPÍNACÍ PŘÍSTROJE - RELÉ

Relé jsou spínací přístroje, které s nepatrnou spotřebou energie realizují spínací a řídicí funkce. Pro nízké spínací výkony se používají i jako elektromagnetické spínače.

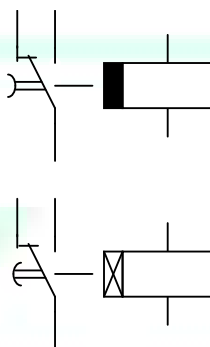
Popis činnosti:

Je-li na cívku přivedeno napětí, protéká jejím vinutím el.proud. V okolí vzniká magnetické pole, které působí na kotvu a vtahuje ji do jádra cívky. Kotva je mechanicky spojena s kontakty, které se v důsledku jejího pohybu zapnou nebo vypnou a v tomto stavu zůstanou tak dlouho, dokud protéká cívkou proud. Po přerušení obvodu cívky se jádro vrátí do výchozí polohy působením vratné pružiny.

Pomocné relé

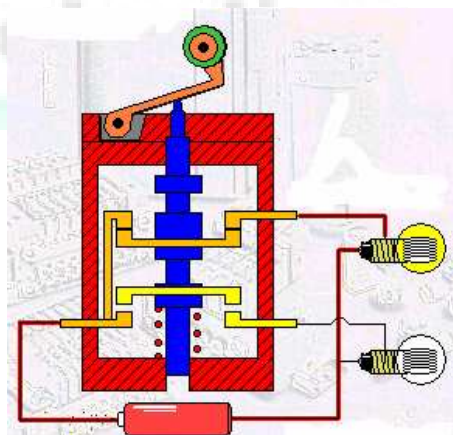


Časové relé



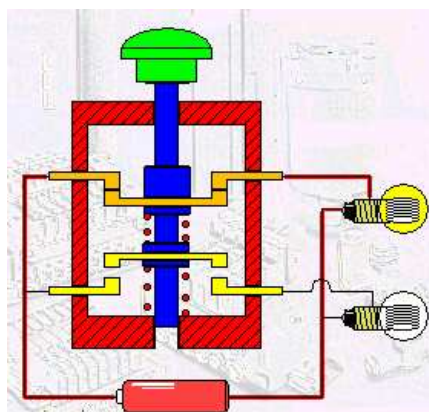
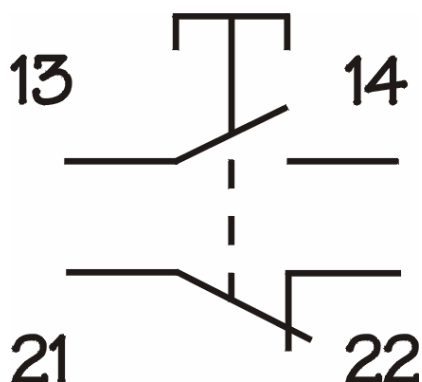
Koncový spínač – mechanický

Koncový spínač s kladičkou se používá pro krátkodobé nastavení nebo zapojení elektrických modulů. Do činnosti je uveden pomocí kladičky spojené s vodícím čepem, který působí na propojovací kontakty. Spínací poloha zůstane tak dlouho v činnosti, dokud není vačka uvolněna (jako u vypínače). Vratná pružina po uvolnění vrátí vodící čep s kladičkou do původní polohy. Spínačem převádíme mechanický signál na vstup na elektrický signál na výstupu.



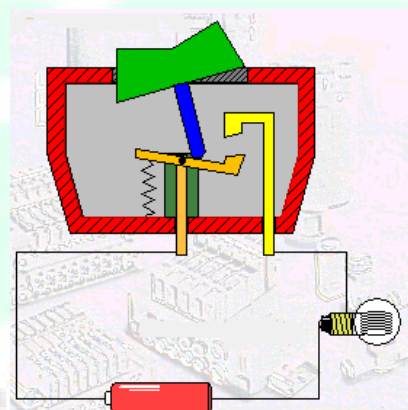
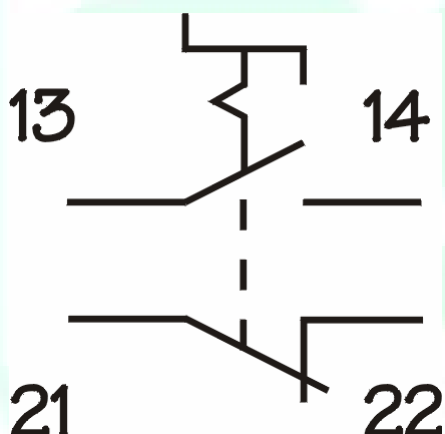
Elektrický spínač – tlačítko.

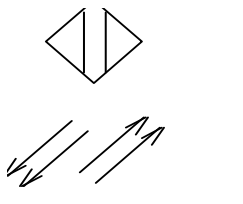
Používá se k dočasnému zapínání některého z elektrických modulů. Hlavním úkolem tlačítka je po stlačení posunout spínací kontakty z polohy vypnuto do polohy zapnuto a kontakty rozpínací z polohy zapnuto do polohy vypnuto. Po uvolnění stisku se účinkem pružiny tlačítko vrátí zpět do původní polohy.



Elektrický spínač – vypínač.

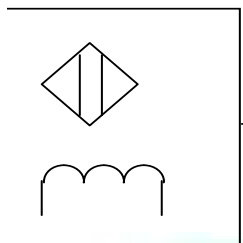
Vypínač se používá k trvalému zapínání některého z elektrických modulů. Otočíme-li knoflíkem vypínače, pak převodem vačkou změníme i polohy párů kontaktů ve vypínači. Poloha je **fixována**. Po otočení knoflíkem (pákou) zpět se vrátí opět páry kontaktů do výchozí polohy (působením pružiny).



ELEKTRONICKÉ SPÍNAČE**Optický spínač**

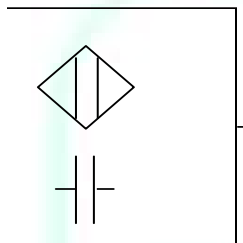
Princip – změna světelného paprsku (přerušení nebo odraz)

- a) Světelná závora
- b) Reflexní světelná závora
- c) Reflexní spínač

**Induktivní snímač polohy**

Princip – porušení mag. střídavého pole kovovými předměty.

Ty jsou elektricky a mag. vodivé, a proto vytvářejí ve snímači vířivé proudové pole. Tím vzniká energie a induktivní snímač polohy se přepne.

**Kapacitní snímač polohy**

Princip – reaguje při přiblížení na všechny předměty a nastává sepnutí. Reaguje (spíná) jak na pevná tělesa, tak na kapaliny.

ELEKTROMAGNETY**Střídavé**

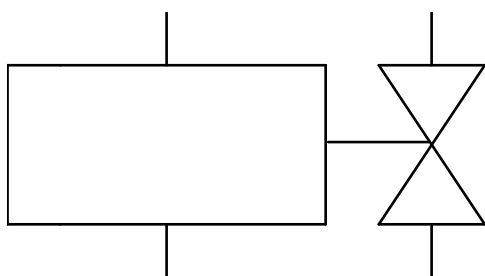
Výhody – krátké spínací časy, vysoká přitažná síla, není třeba omezovat jiskření.

Nevýhody – velké mechanické namáhání, značné zahřívání, nižší životnost, bzučení, omezený počet sepnutí.

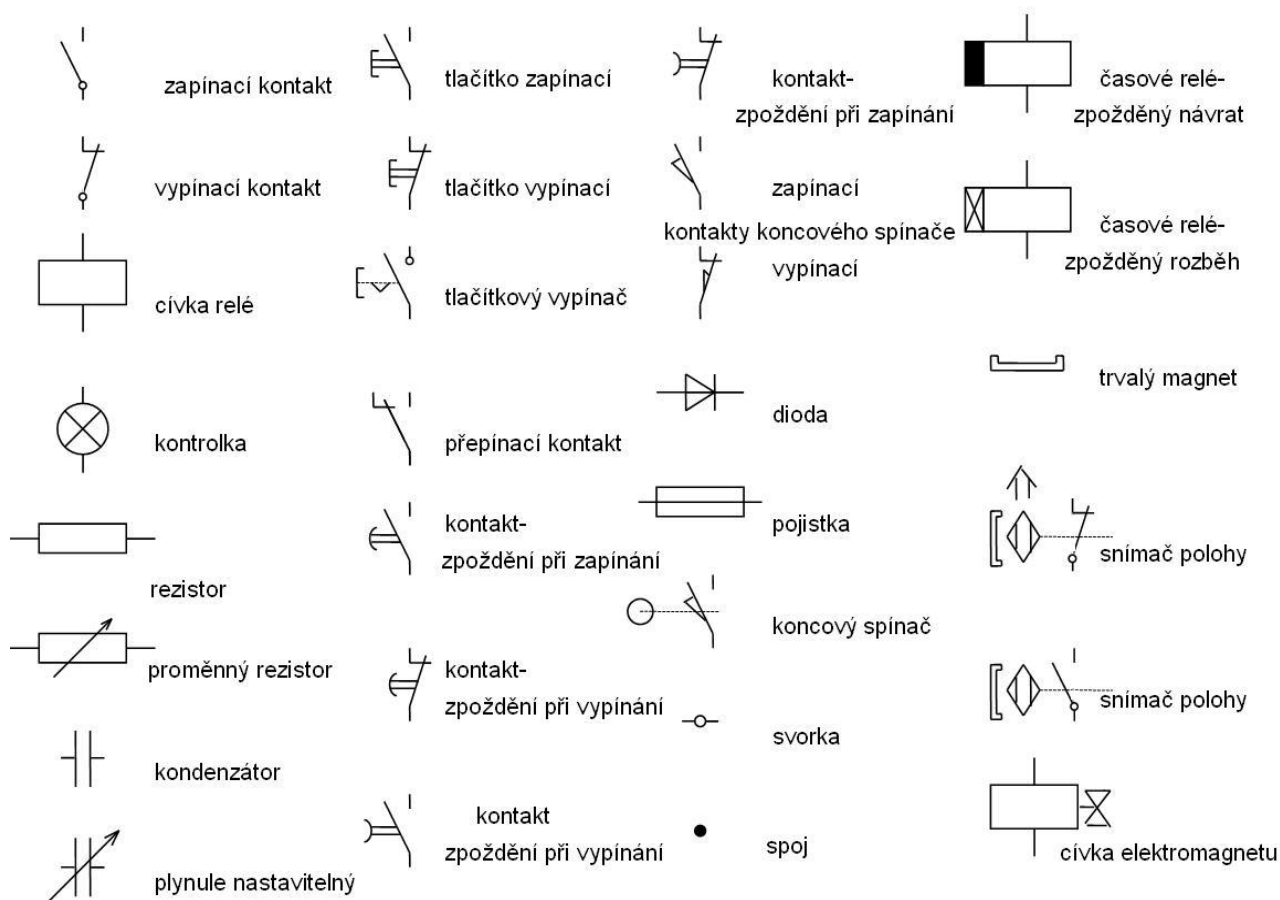
Stejnoseměrné

Výhody – měkké dosednutí kontaktů, snadné zapínání, malý ovládací výkon, vyšší životnost, tichý provoz.

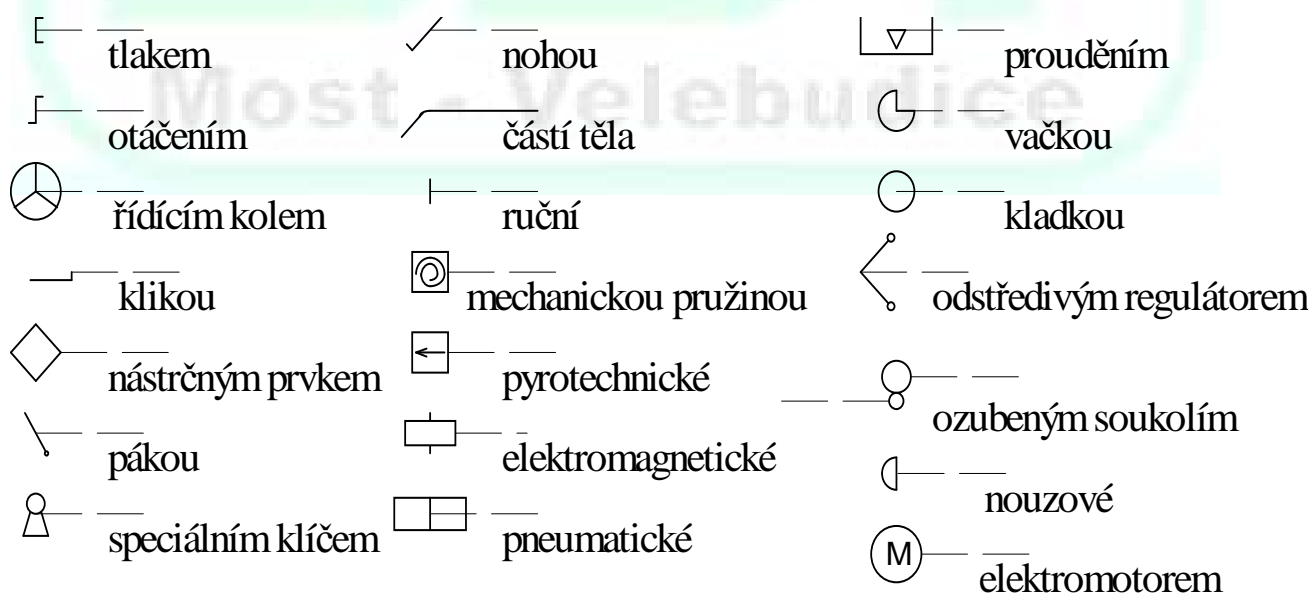
Nevýhody – přepětí při vypínání, potřeba omezovat jiskření, velké zatížení kontaktů, delší spínací časy.

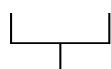
Cívka elektropneumatického rozvaděče

1.5. Schématické značky

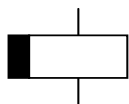


Značky mechanického ovládání

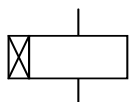


Relé – přehled 1

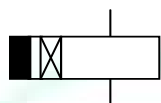
cívka elektromagnetického přístroje



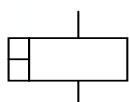
cívka přístroje se zpožděním při odpadu



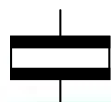
cívka přístroje se zpožděním při přitahu



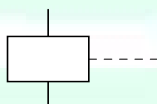
cívka přístroje se zpožděním při přitahu i odpadu



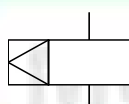
cívka rychlého přístroje



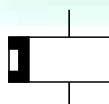
cívka přístroje necitlivého na střídavý proud

Relé – přehled 2

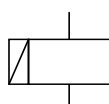
cívka přístroje s mechanickou rezonancí



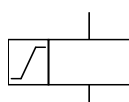
cívka přístroje s mechanickým blokováním



cívka polarizovaného relé



cívka relé s magnetickým přidržením



cívka relé s magnetickým přidržením

Ovládání pneumatické a elektrické

Ovládání pneumatické – je realizováno tlakovým vzduchem, v některých případech, kdy je slabší tlak vzduchu, může být kombinováno.

Ovládání elektropneumatické – nepřímé – přesun šoupátka je pomocí vzduchu, ale signál je elektrický.

Ovládání elektromagnetické – přesun šoupátka je přímo elektromagnetem – solenoidy. Chybí symbol vzduchu.


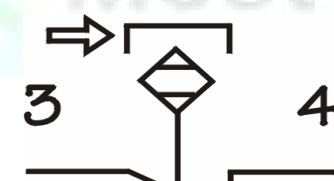


Jak kreslíme

- Základem jsou znaky prvků, které pak navzájem spojujeme.
- Můžeme je pomocně rozdělit do skupin:
 - spínací prvky manuální (tlačítko, vypínač)
 - signální prvky (kontrolka)
 - spínací prvky ostatní (pomocné relé, časové relé, koncový spínač, bezkontaktní spínač – Reed kontakt, senzory)
 - výkonové prvky (elektropneumatické rozvaděče)
 - pomocné prvky (svorkovnice, propojovací šňůry)

Písmenné značení elektrických prvků

značka	elektrický prvek
B	bezkontaktní spínač polohy (Reed)
H	signálka (žárovka)
K	relé pomocné
KT	časové relé (zpožděný přitah, zpožděný odpad)
S	spínač (tlačítko, vypínač, koncový spínač mechanický)

Značení kontaktů

	Bezkontaktní (Reed) spínač. Kontakt je spínací. Proudový obvod <i>rozepnut</i> . Číslování dle dříve uváděných zásad (označuje spínací kontakt).
	Bezkontaktní (Reed) spínač. Kontakt je spínací. Proudový obvod <i>sepnut</i> . Číslování dle dříve uváděných zásad (označuje spínací kontakt).
	Spínací kontakt je v klidovém stavu <i>rozepnutý</i> , v činném stavu <i>sepne</i> . Značíme je číslicemi 3 a 4.
	Rozpínací kontakt je v klidovém stavu <i>sepnutý</i> , v činném stavu <i>rozepne</i> . Značíme je číslicemi 1 a 2.

Poznámka 1

- Všechny kontakty musíme kreslit v poloze, ve které jsou před zahájením cyklu.
- Pokud je kladka mechanického koncového spínače stisknuta koncovou narážkou, znamená to v praxi:
 - spínací kontakt se změní na rozpínací (po vzdálení koncové narážky se kontakty rozepnou a koncový spínač je v základní poloze)
 - rozpínací kontakt se změní na spínací (po vzdálení koncové narážky se kontakty sepnou a koncový spínač je v základní poloze)

Poznámka 2

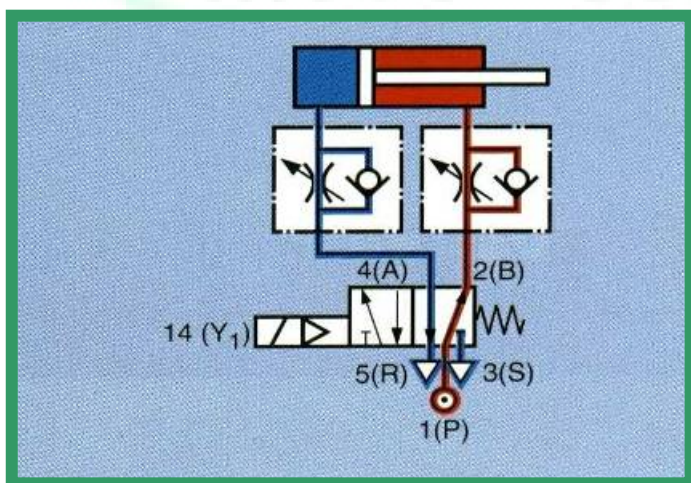
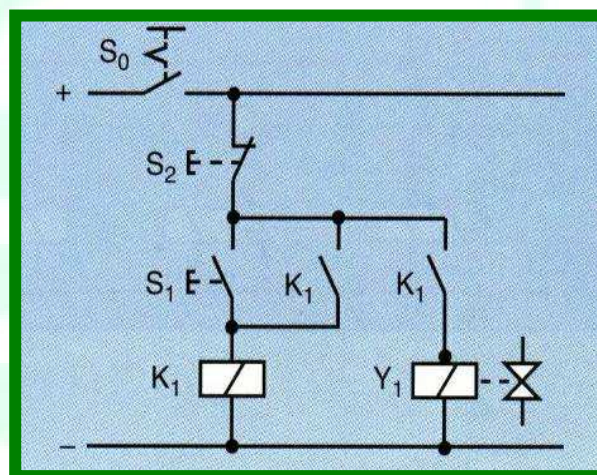
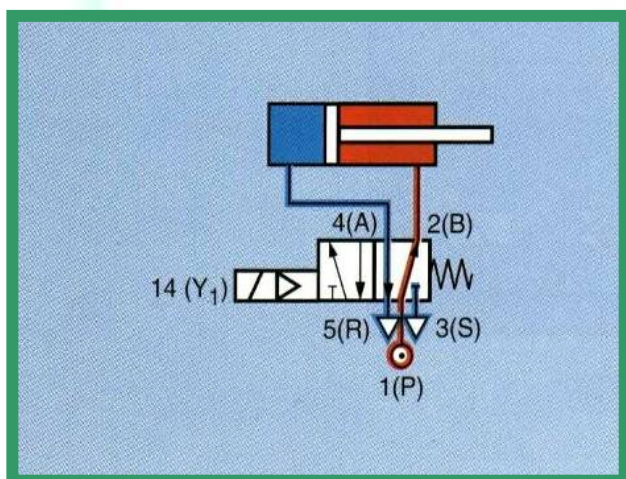
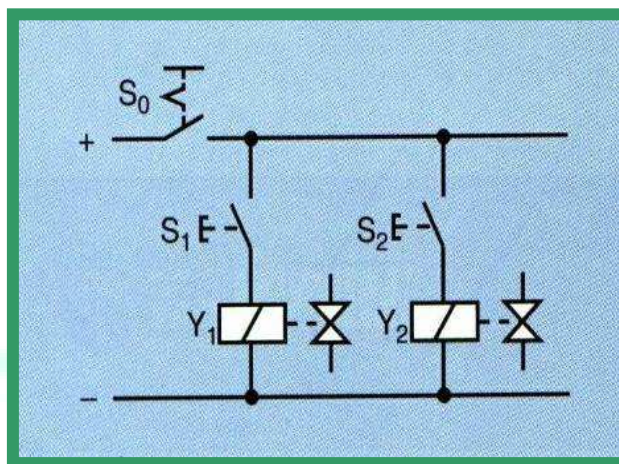
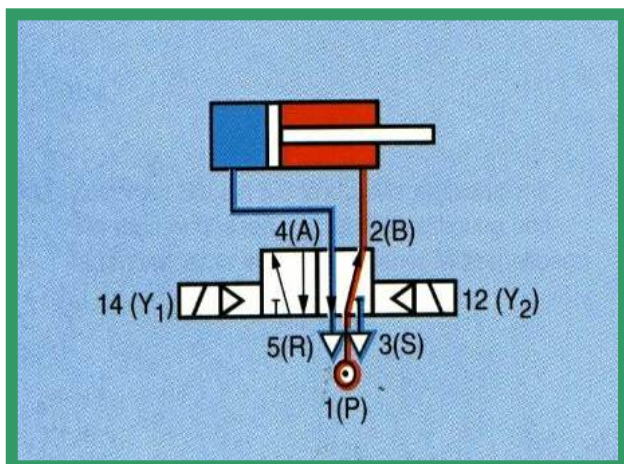
- Všechny kontakty musíme kreslit v poloze, ve které jsou před zahájením cyklu.
- Pokud je bezkontaktní snímač polohy (Reed spínač) sepnut účinkem permanentního magnetu na pístu, znamená to v praxi:
 - spínací kontakt se změní na rozpínací (po vzdálení magnetu se kontakt rozepe a bezkontaktní spínač je v základní poloze)
- Jak je uvedeno v poznámce, kreslíme kontakty spínače v aktuální poloze, činný stav označíme šipkou, ale číslování se dodržuje vždy dle základní polohy!

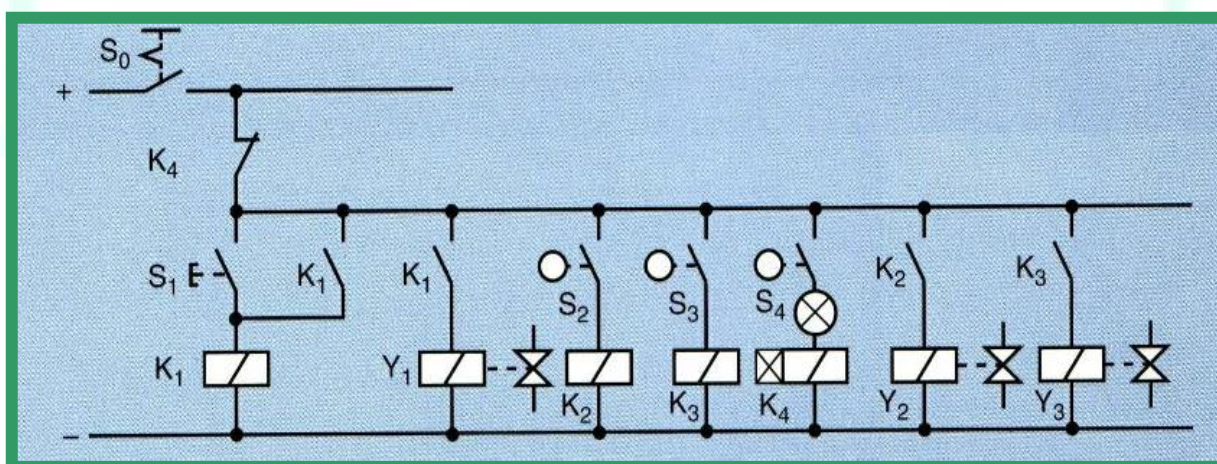
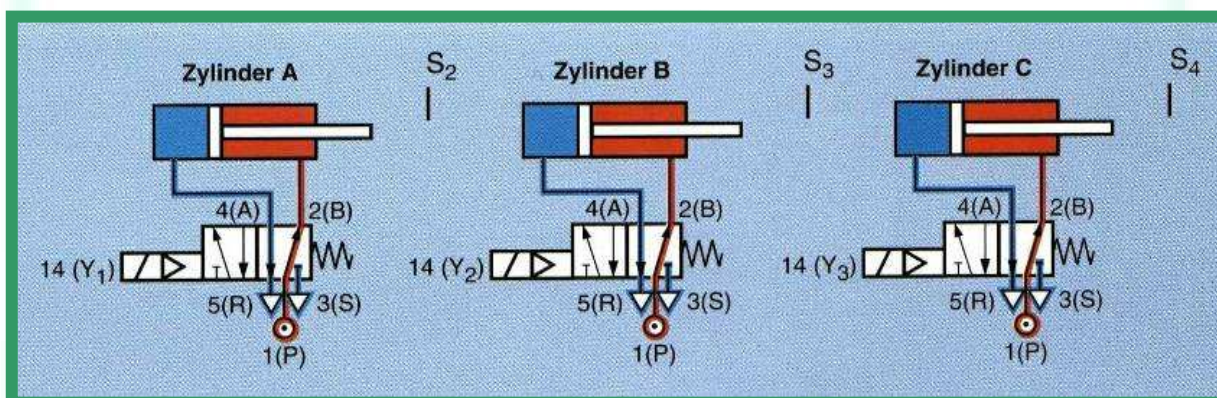
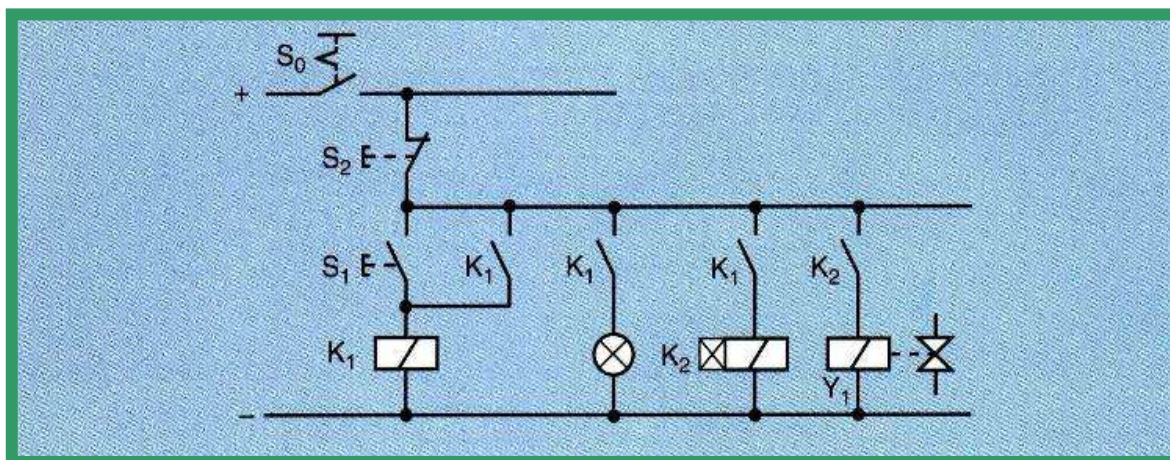
Poznámka 3

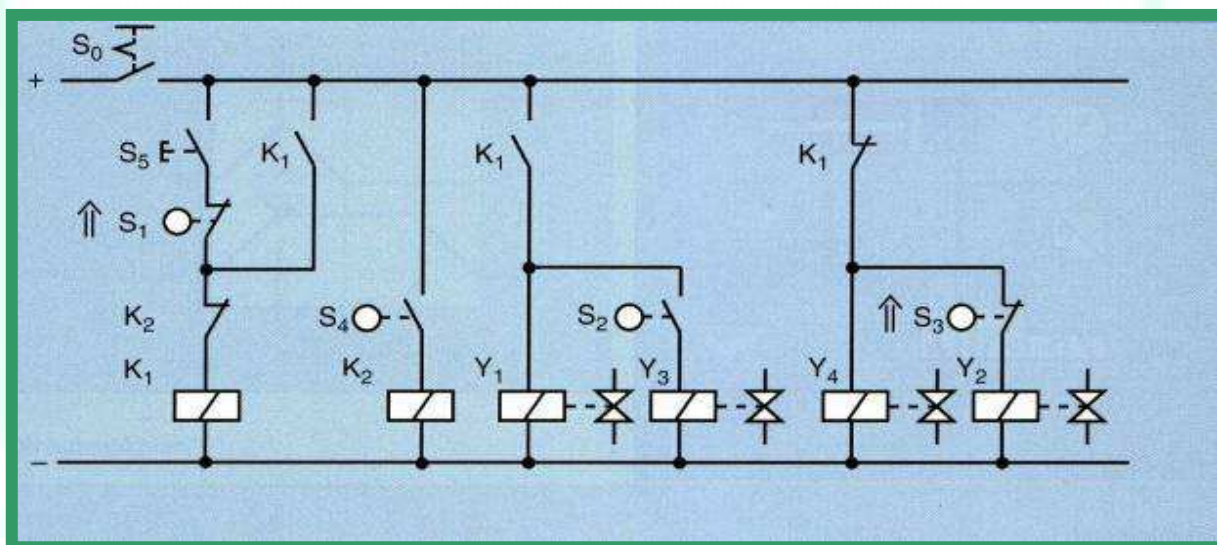
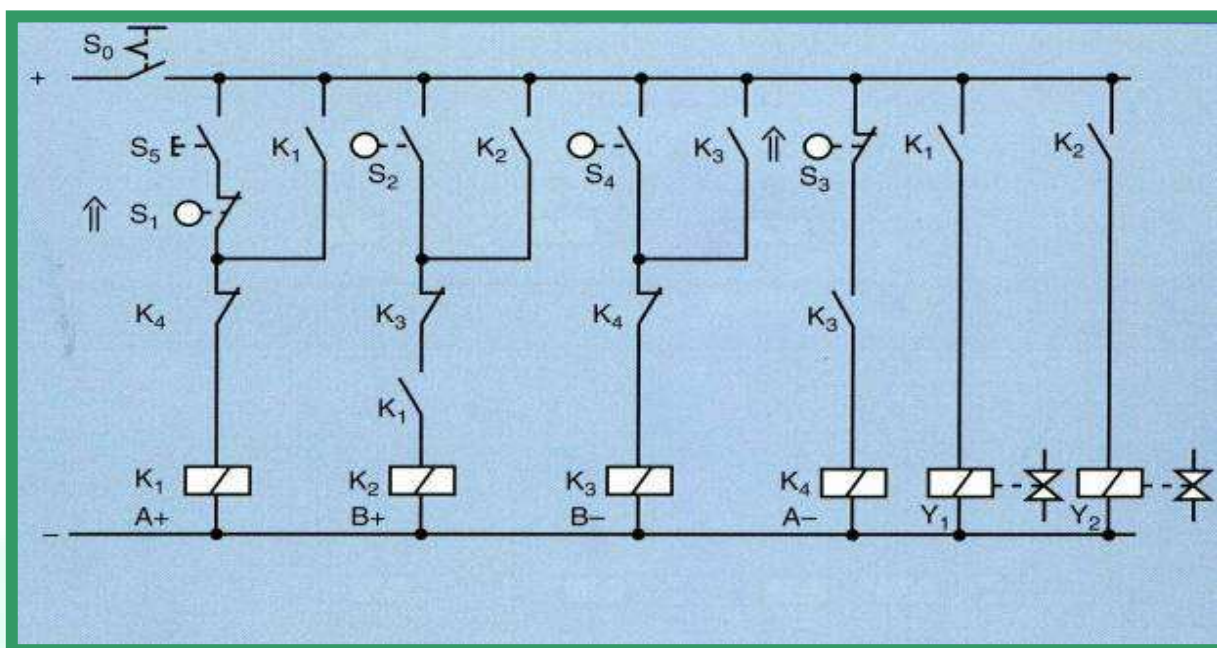
Když shrneme předcházející poznatky, můžeme si stanovit postup při čtení značky:

- Nejprve zjistíme, zda u značky je šipka označující činný stav spínače.
- Pokud tam šipka není, platí jednoduše – co je nakreslené a očíslované je beze změn.
- Pokud tam šipka je, musíme si uvědomit, že
 - kontakty jsou znázorněny ve skutečné poloze,
 - ale číslování se vztahuje k původnímu stavu (tedy obráceně, než ukazuje značka!)

1.6. Příklady zapojení

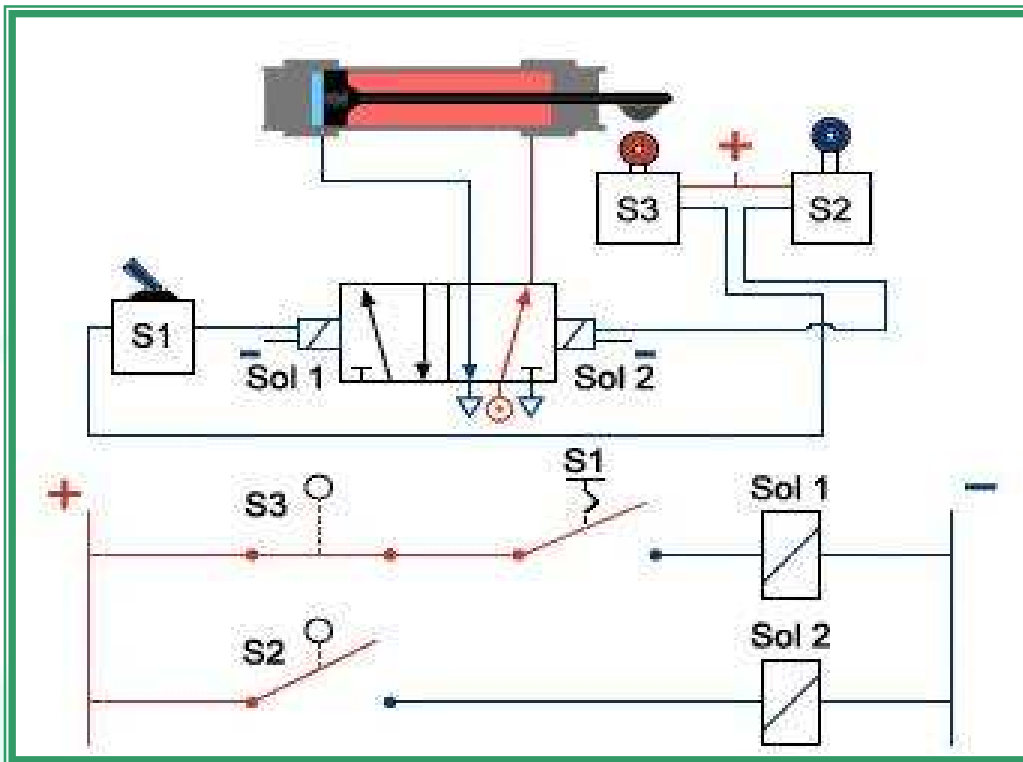




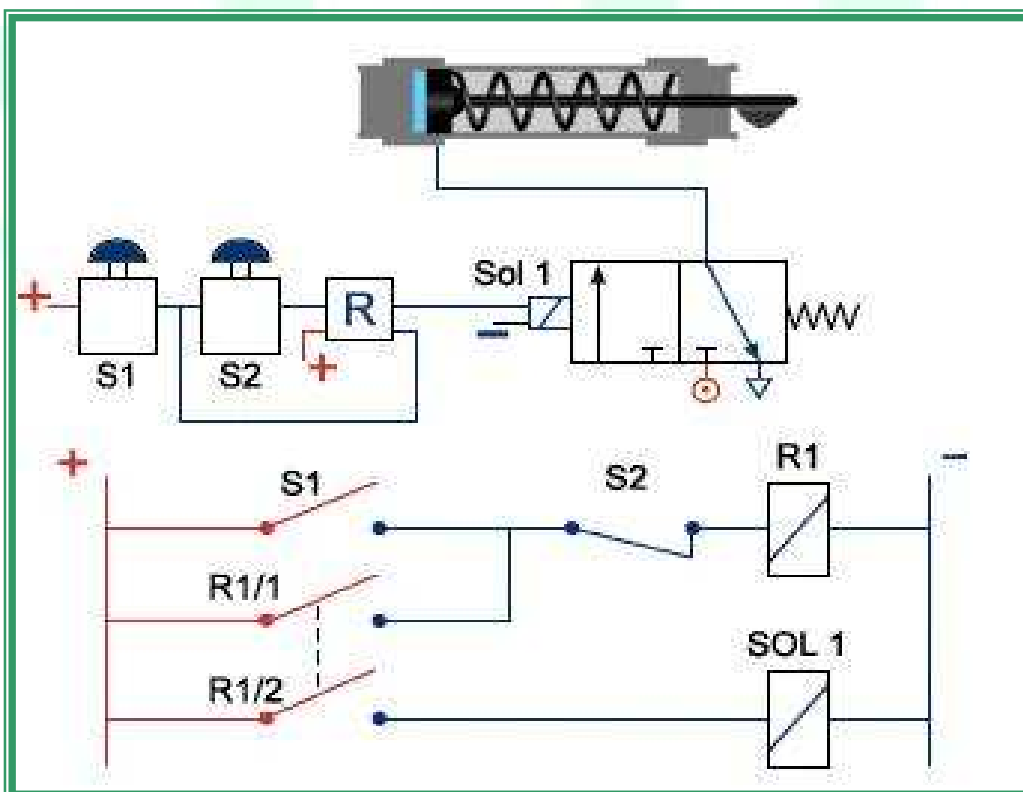


1.7. Ukázky výkresů

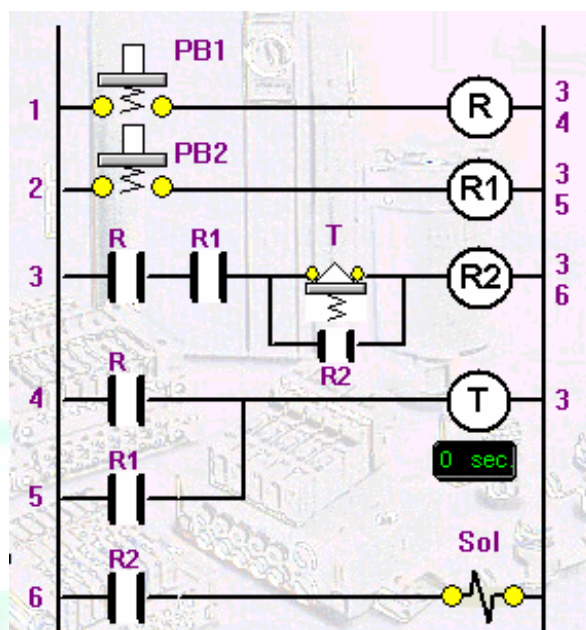
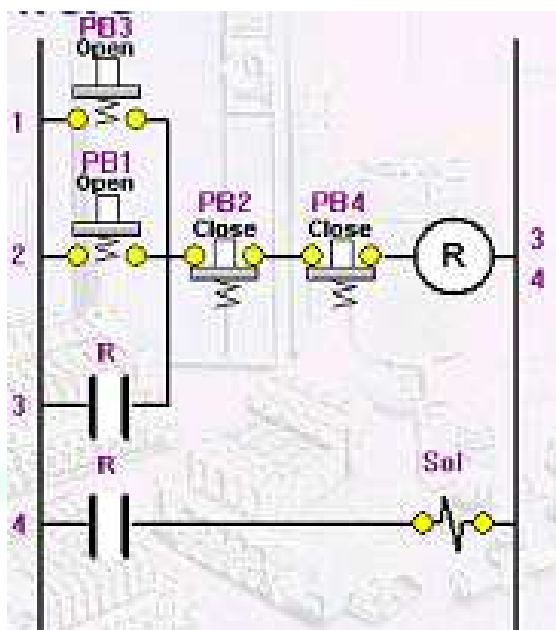
Výkres 1



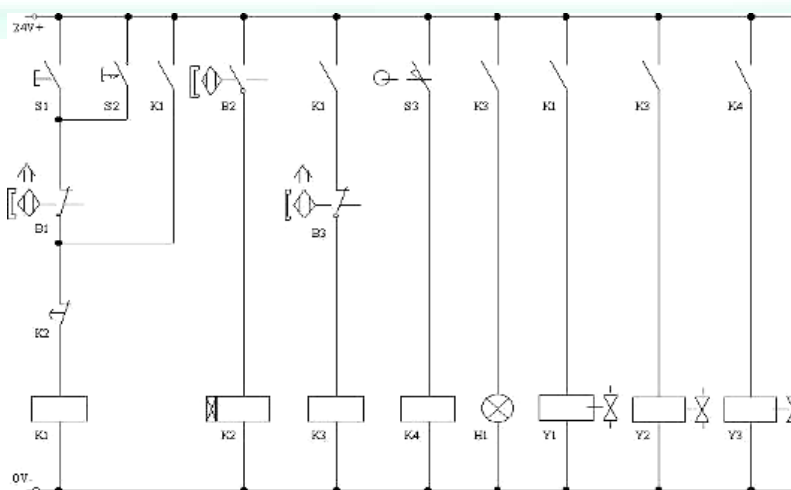
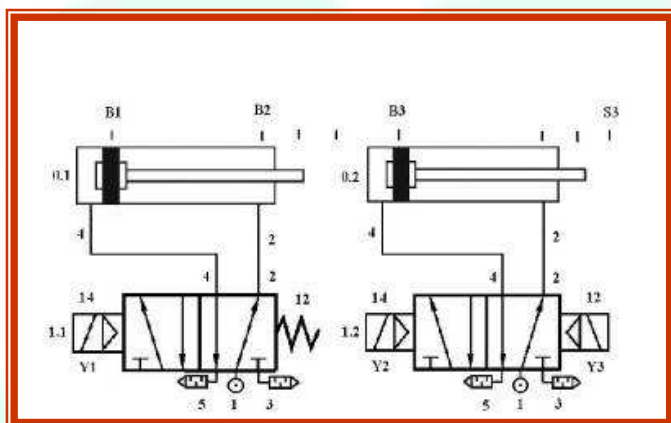
Výkres 2

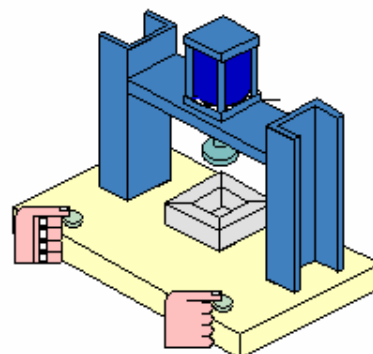
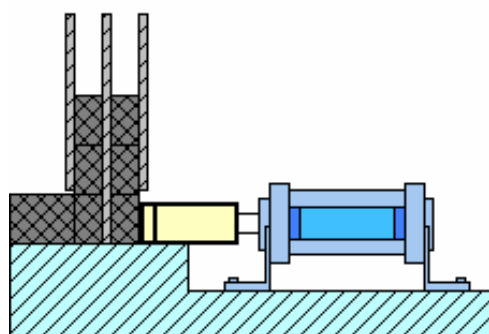
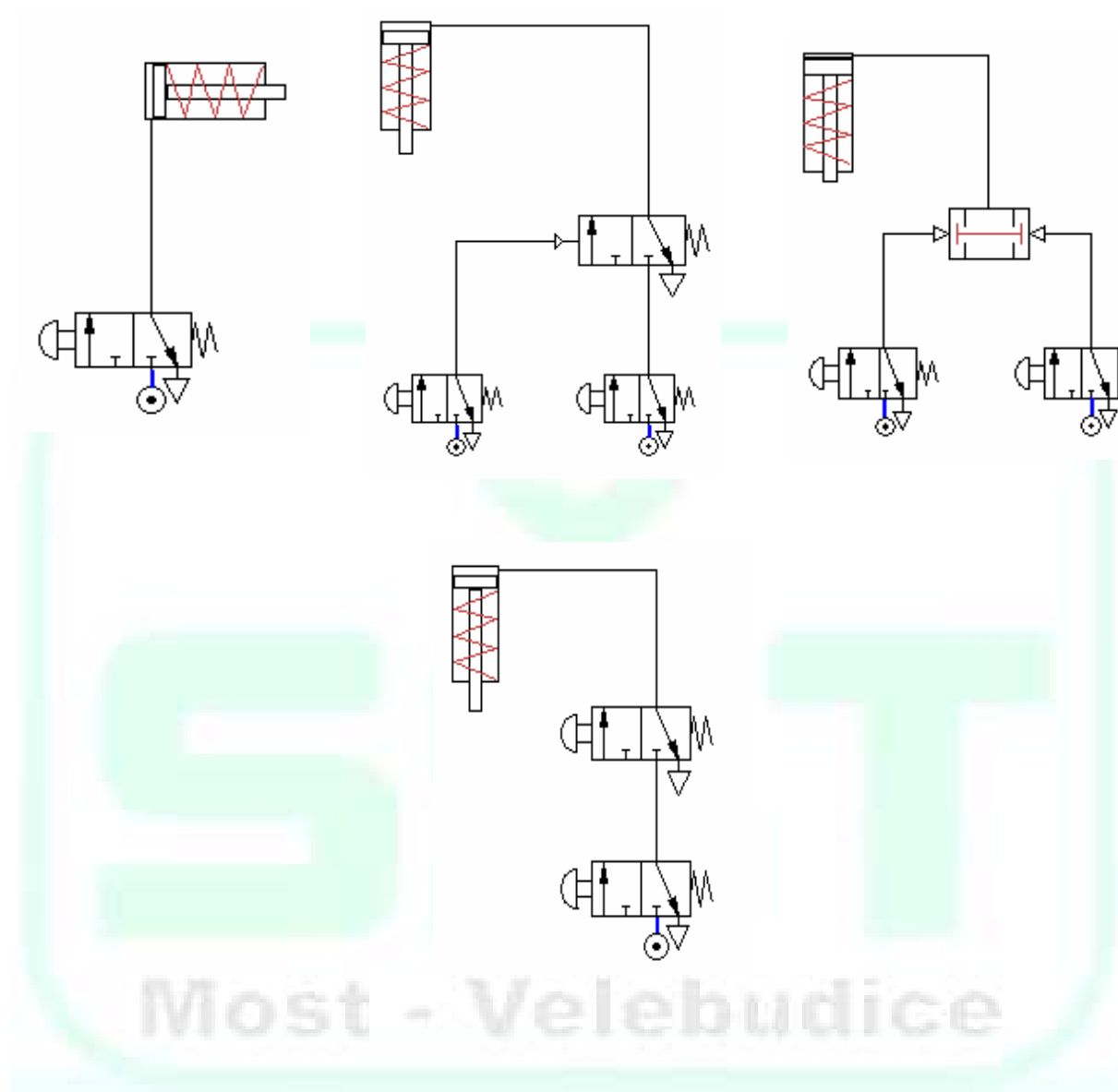


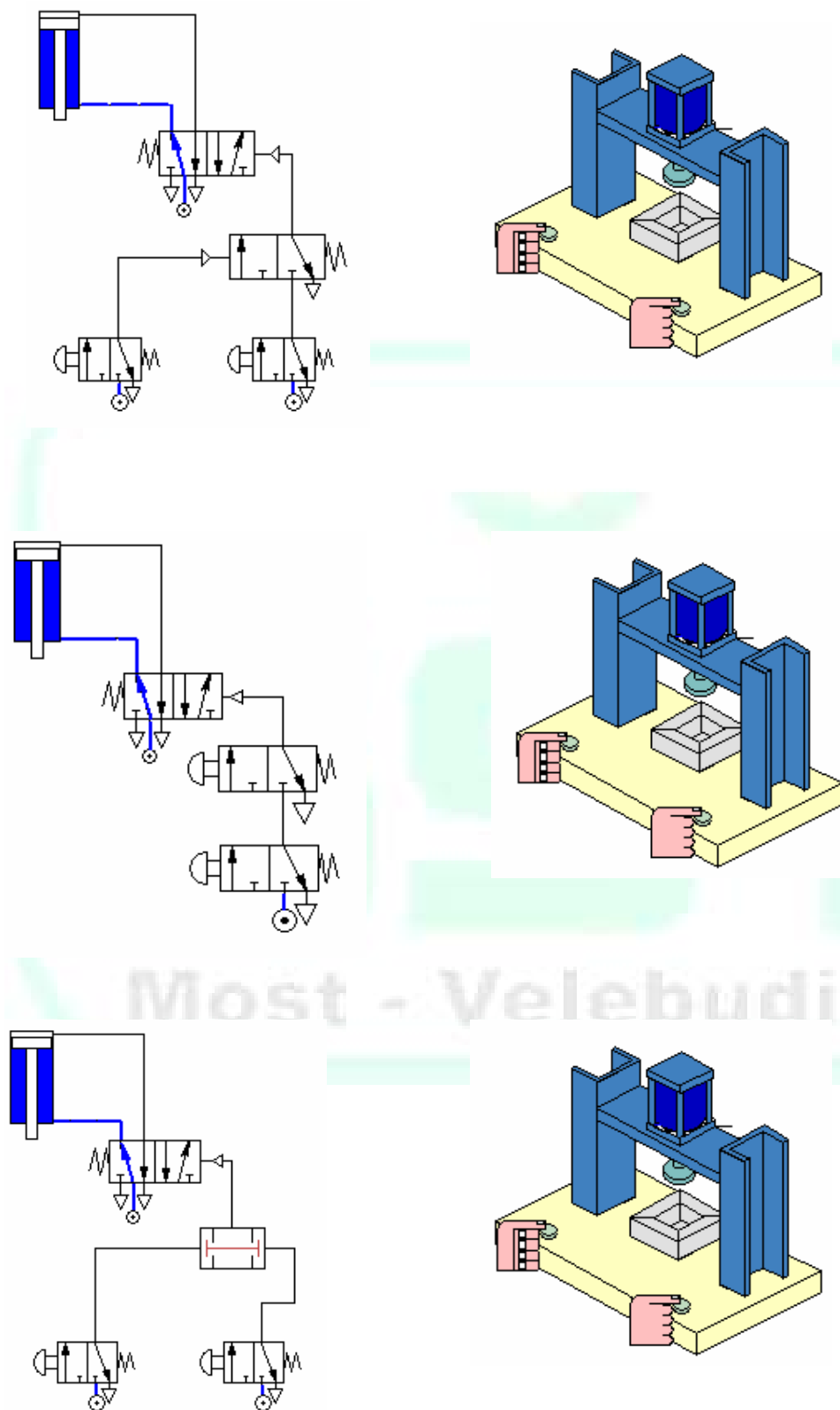
Výkresy č. 3 a 4

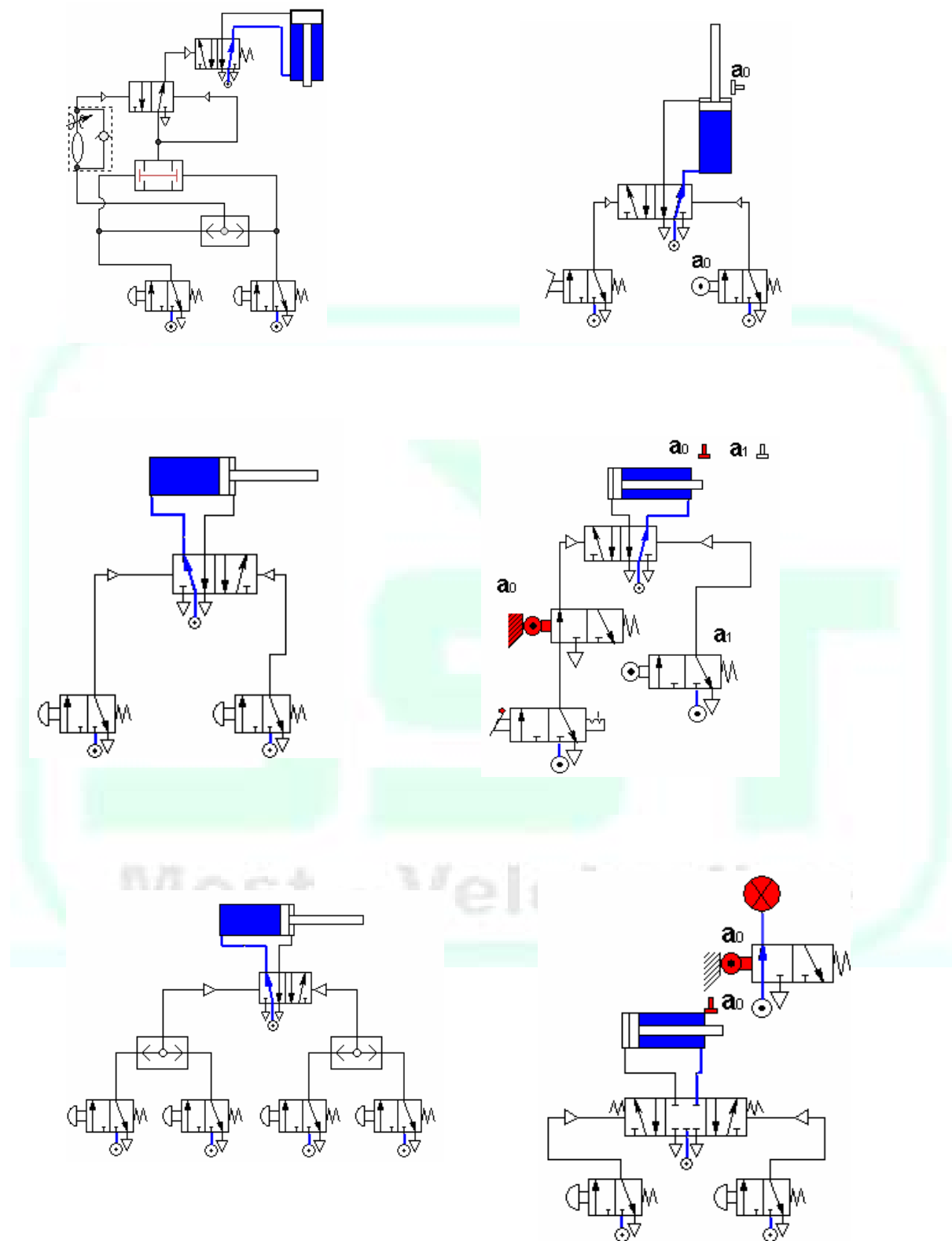


Výkres 5



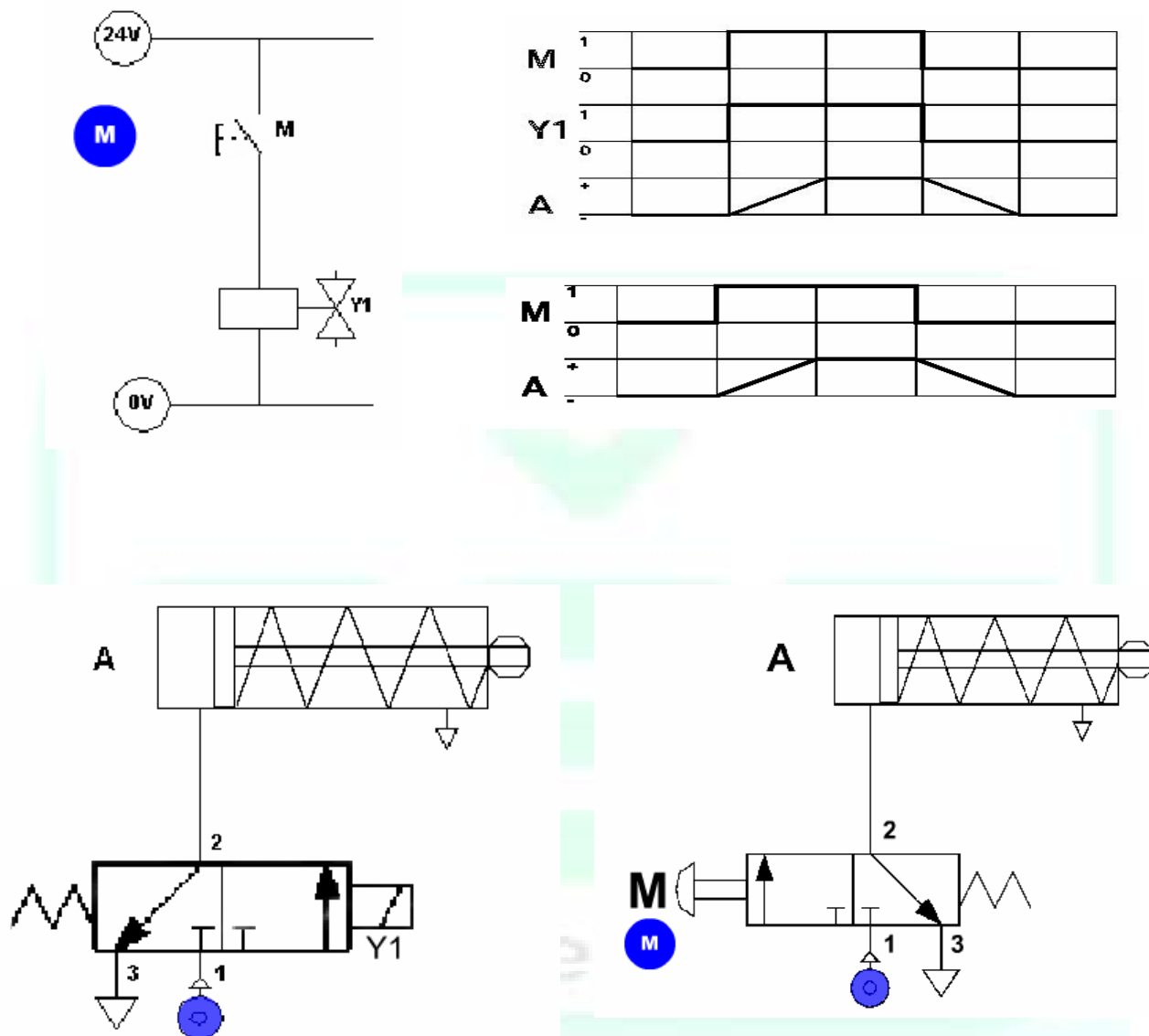
Příklady z pneumatiky 1 – 2

Příklad 3 - pokračování

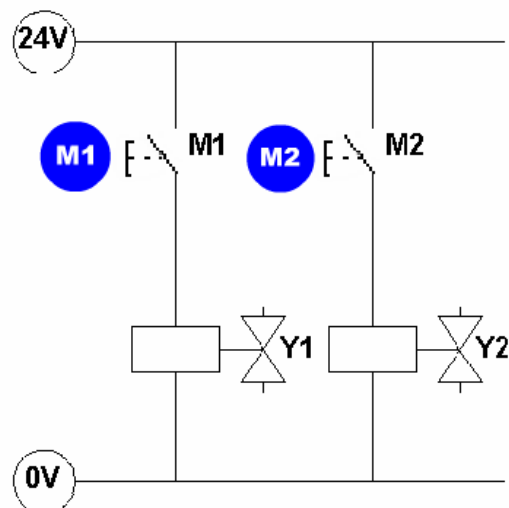
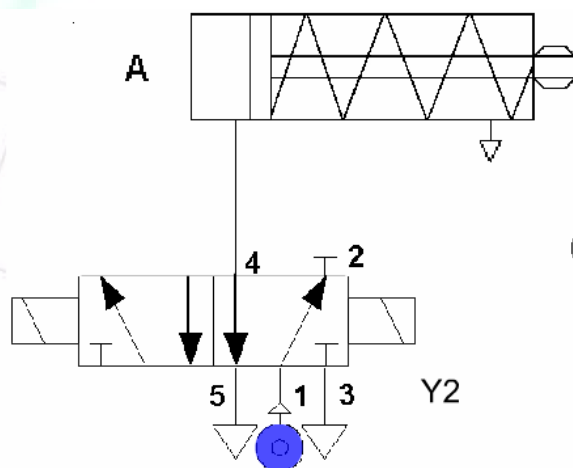
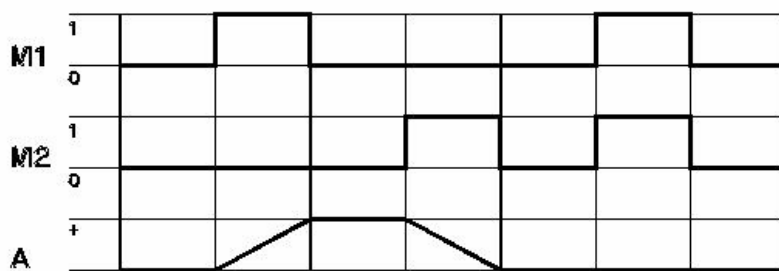
Další příklady zapojení

1.8. Úlohy

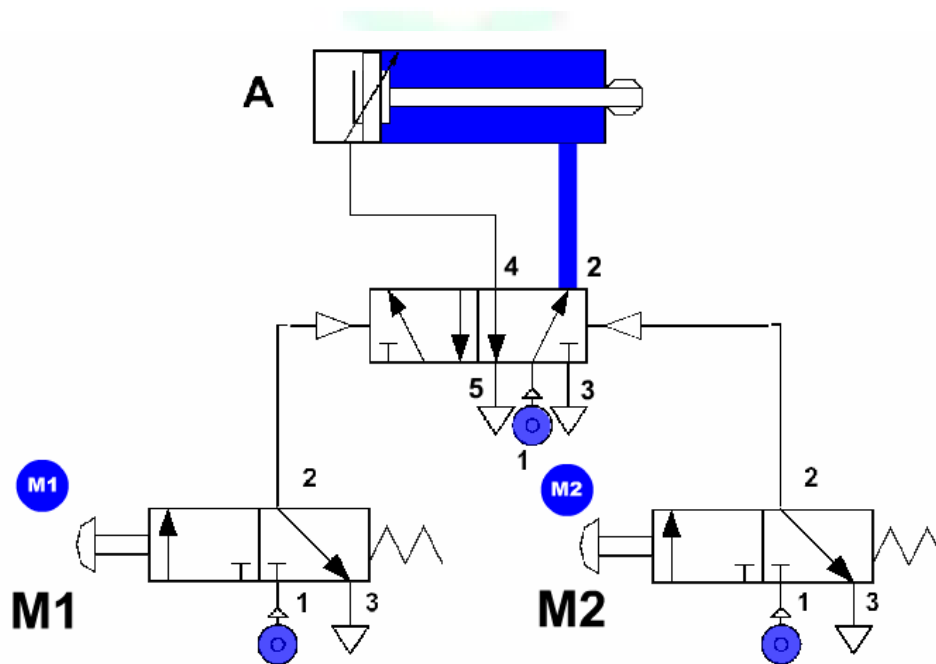
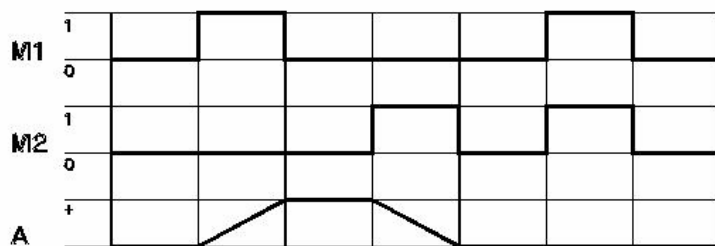
Úloha 1



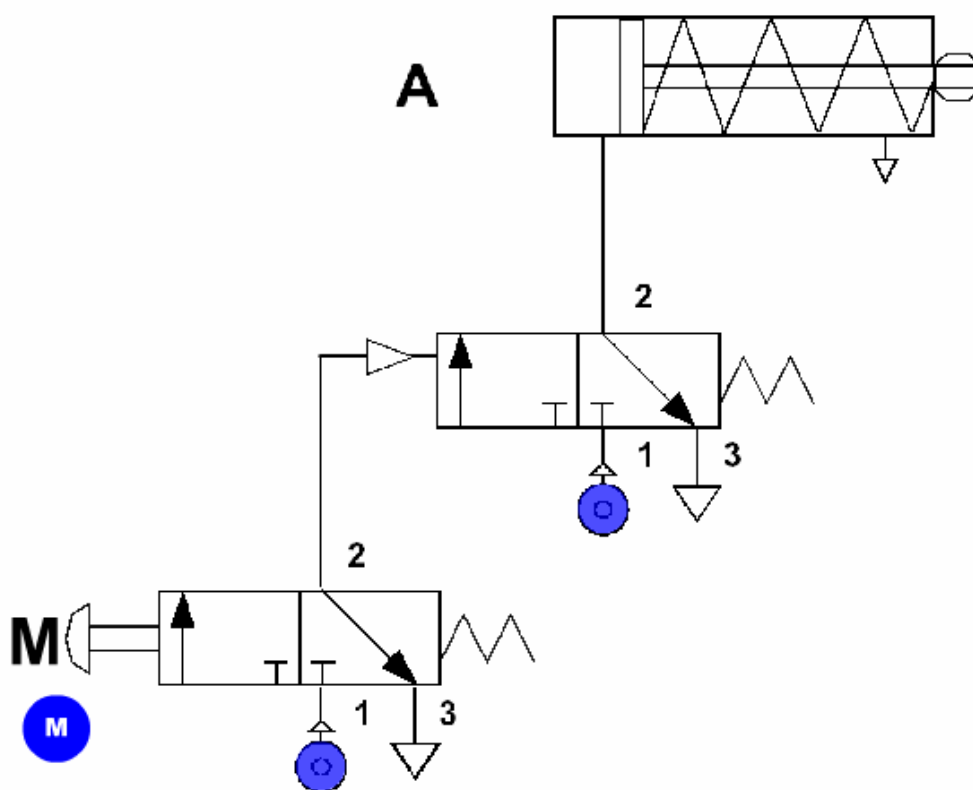
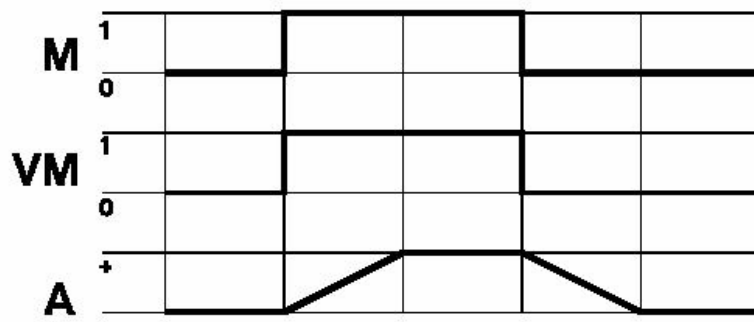
Úloha 2 - elektro



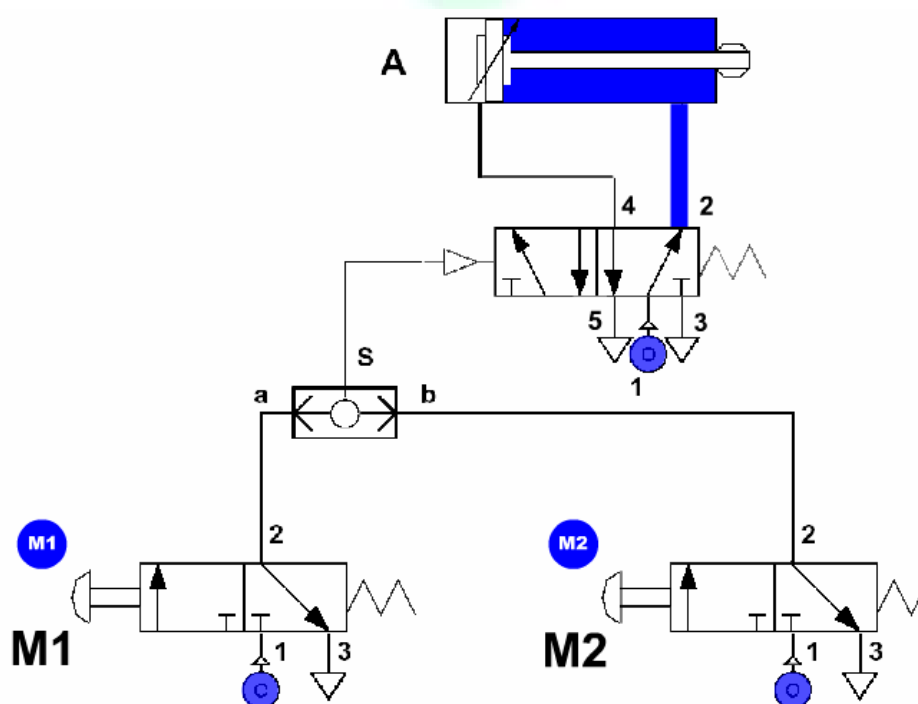
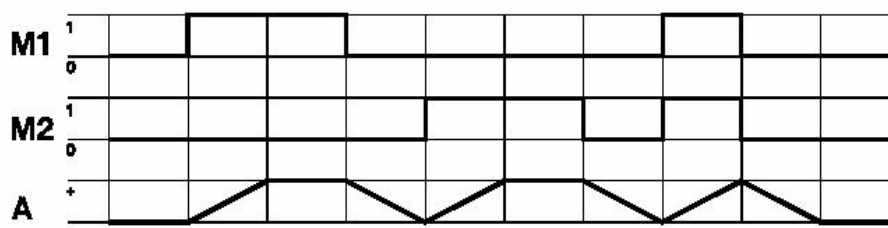
Úloha 2 - pneu



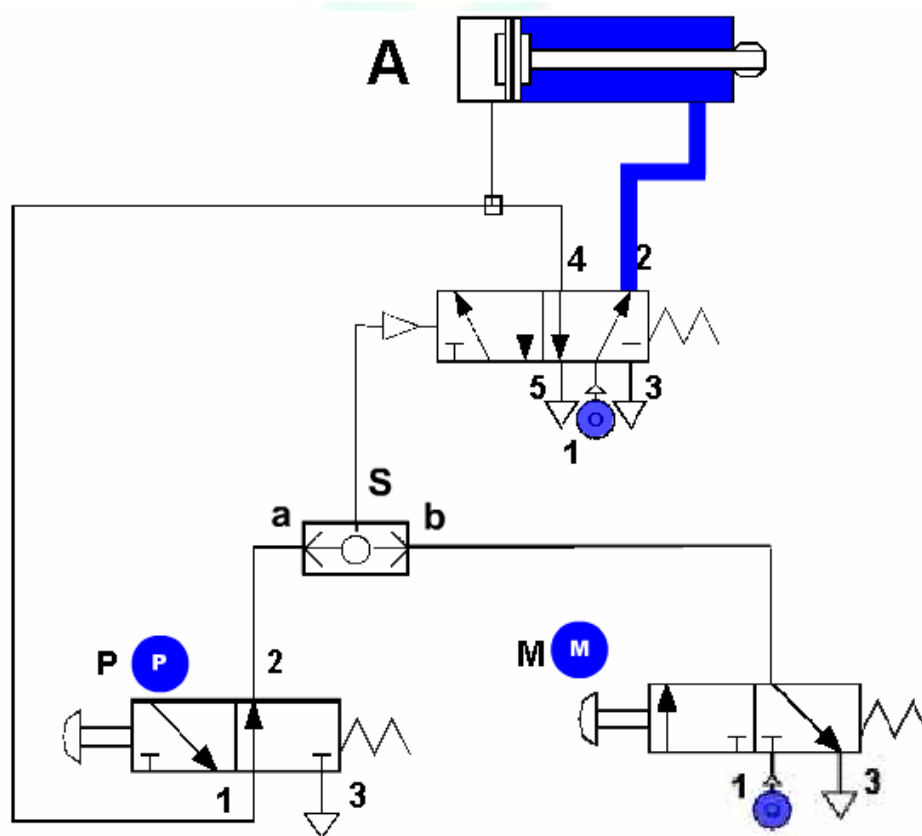
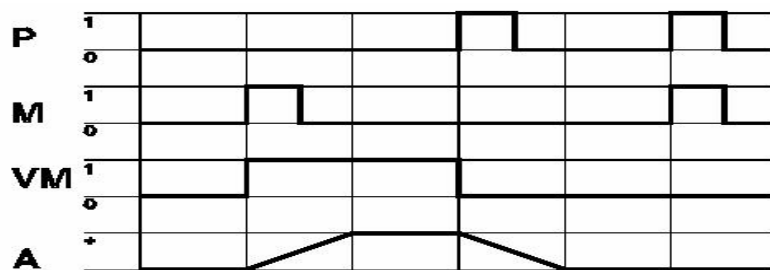
Úloha 3



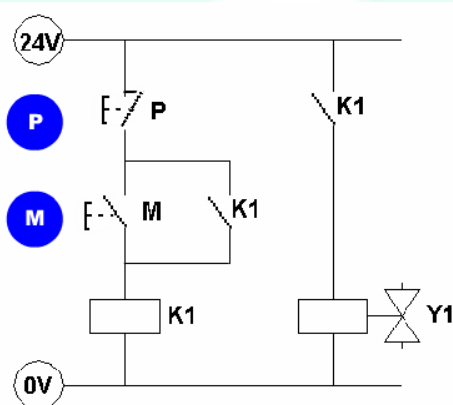
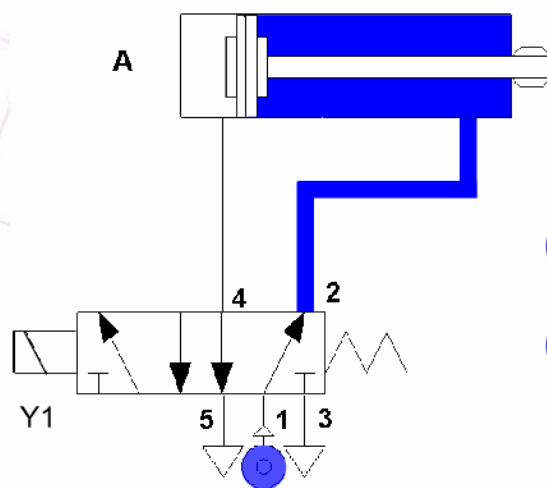
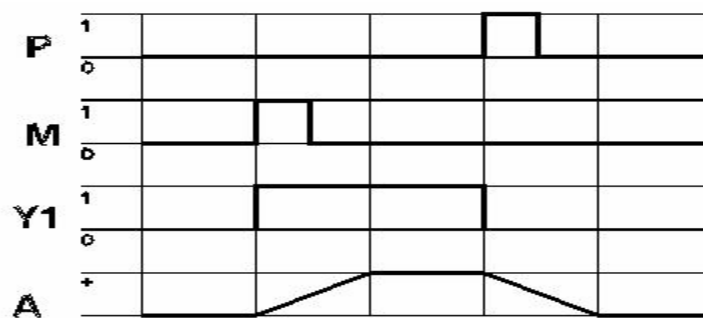
Úloha 4



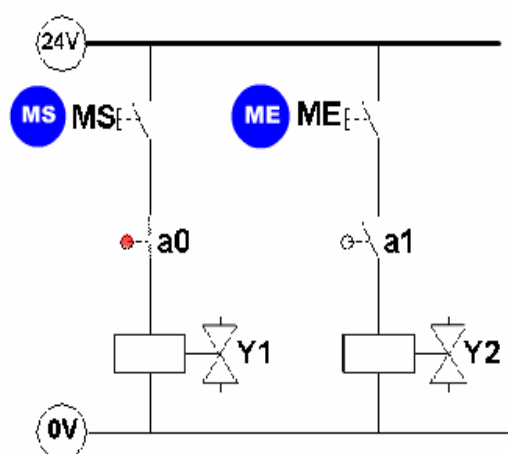
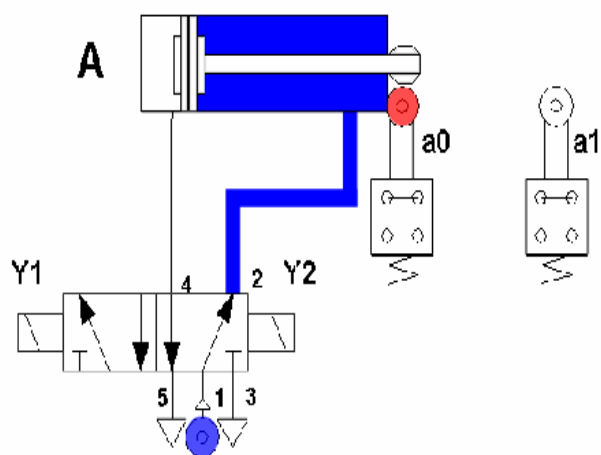
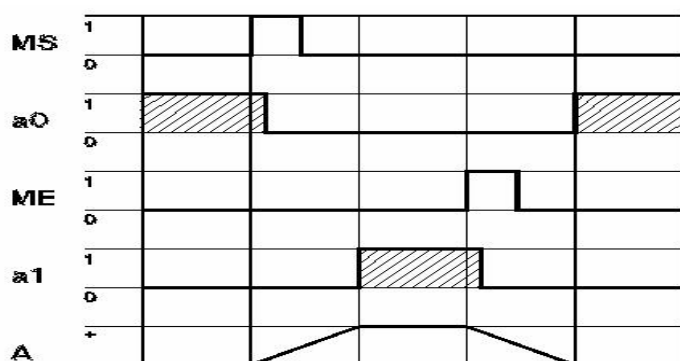
Úloha 6



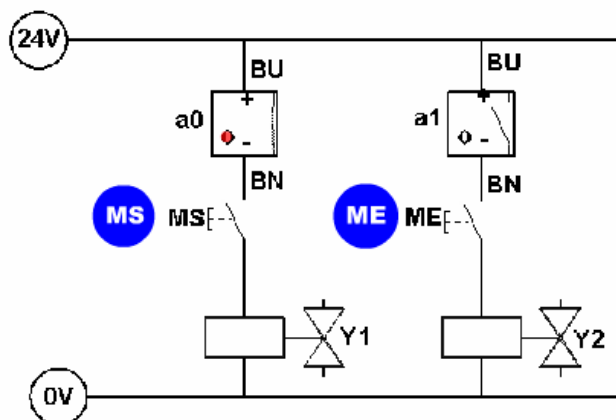
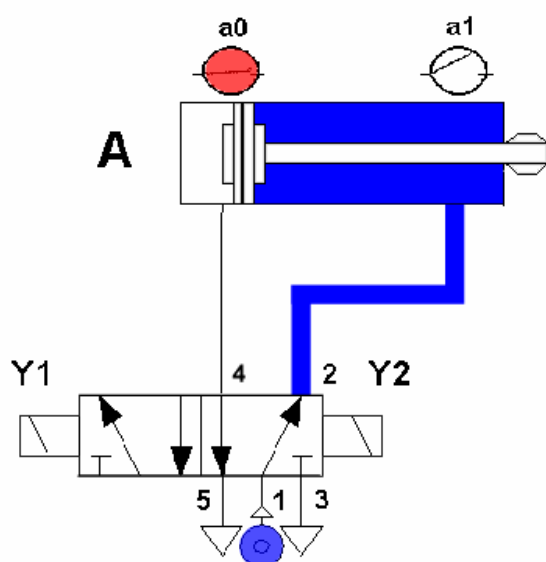
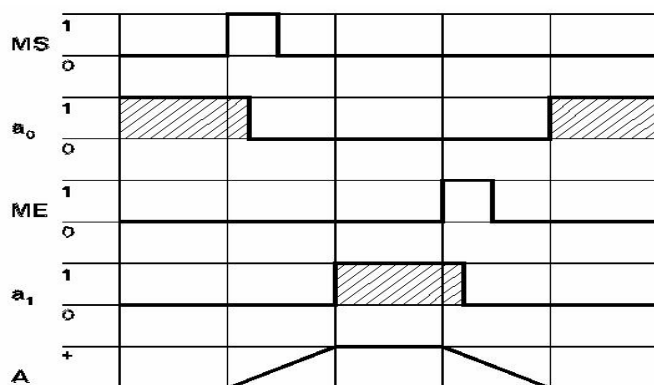
Úloha 7



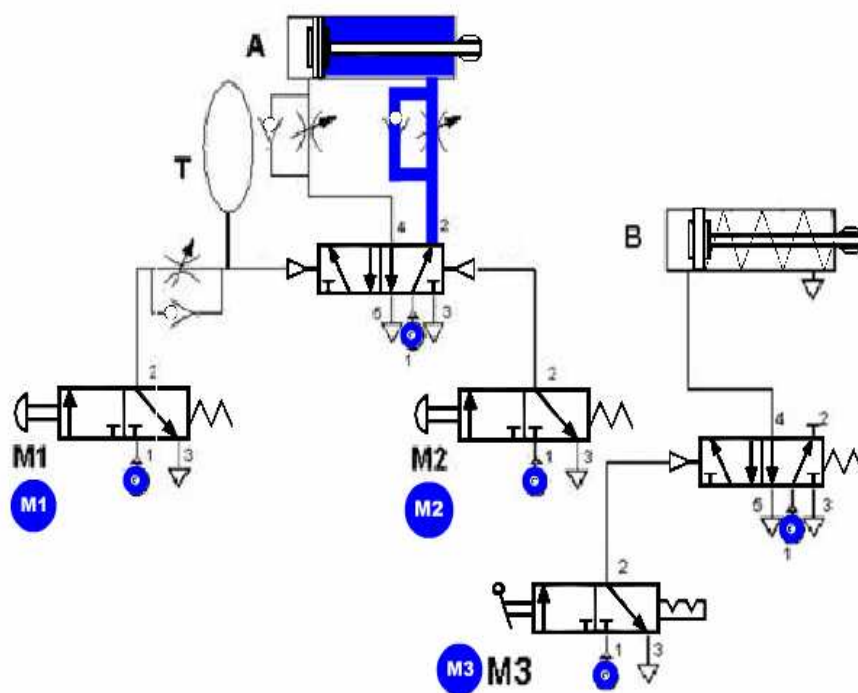
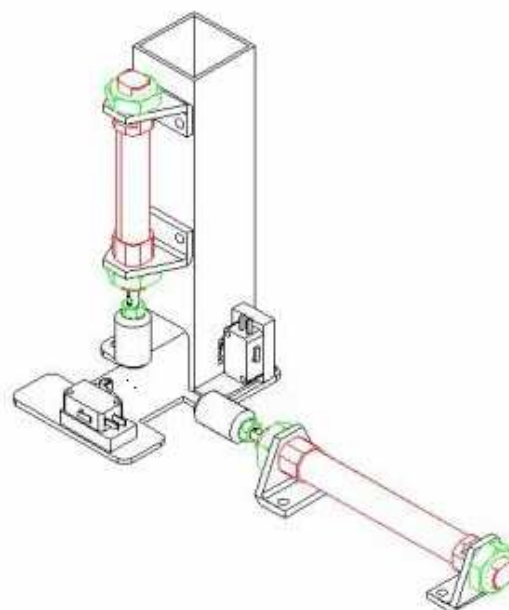
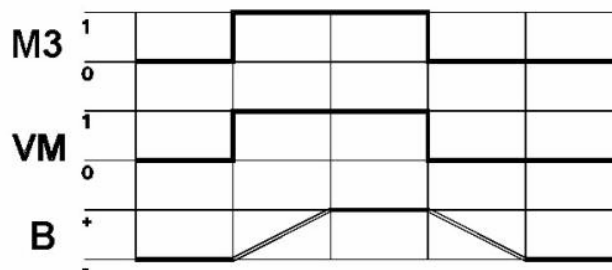
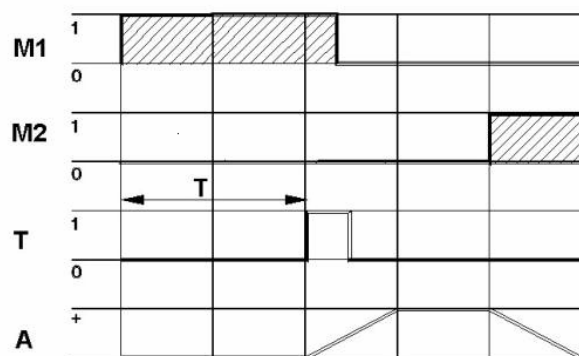
Úloha 8



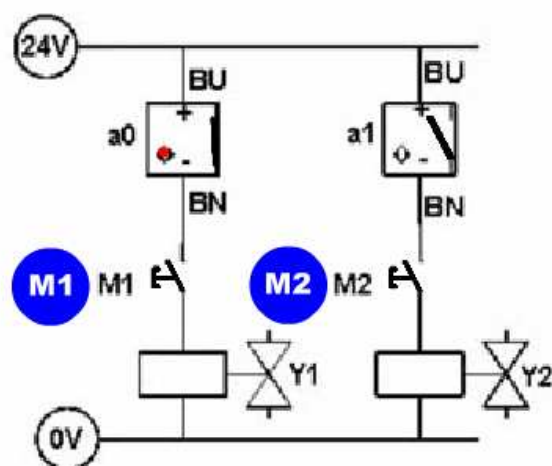
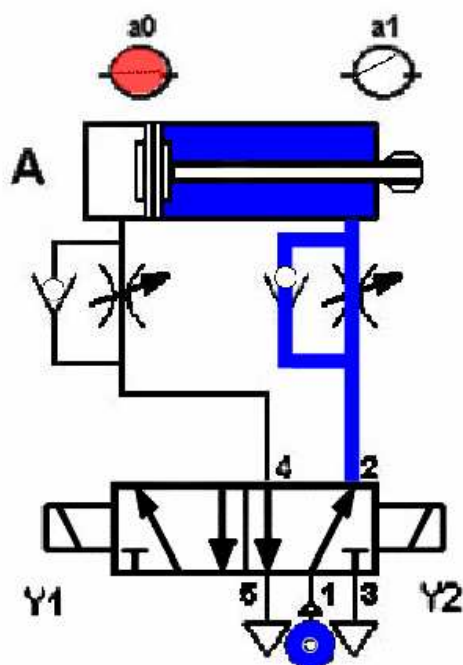
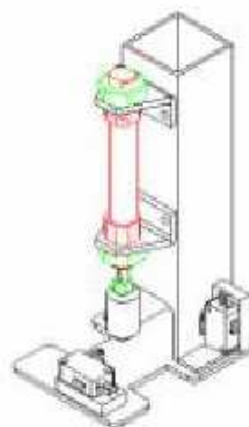
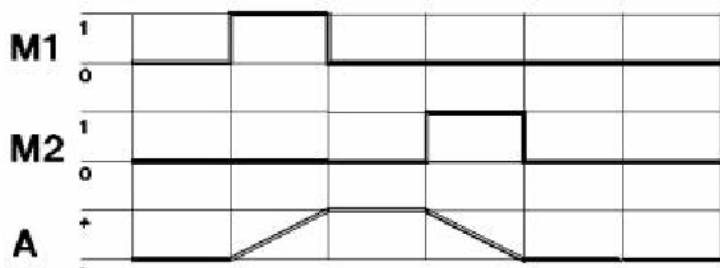
Úloha 9

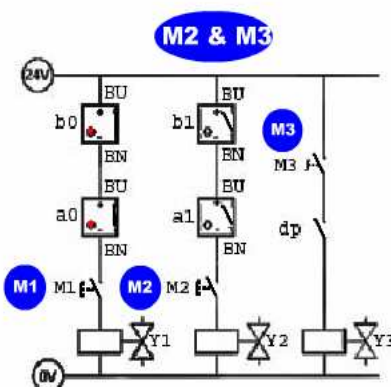
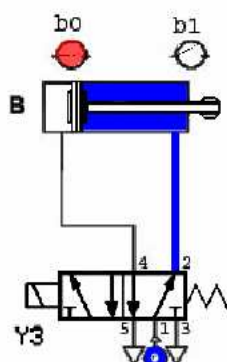
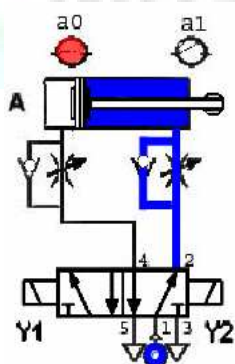
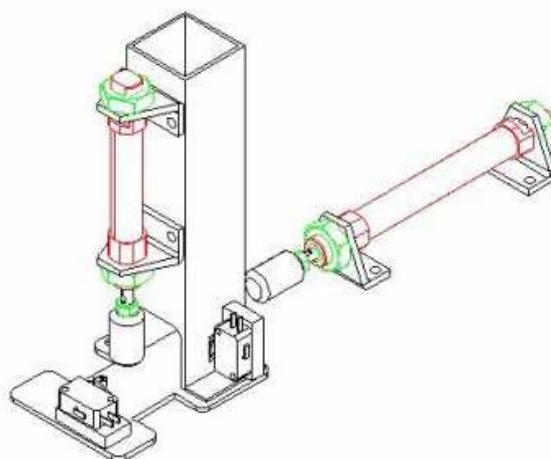
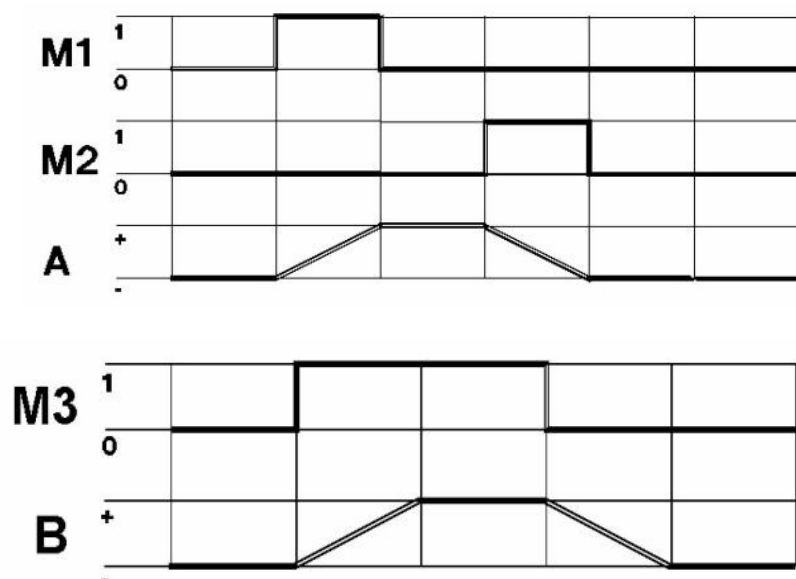


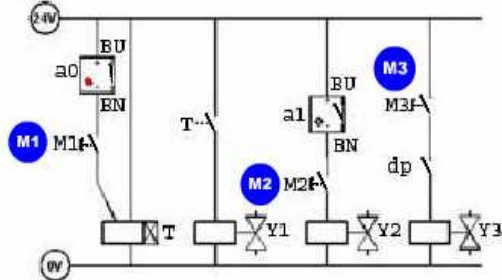
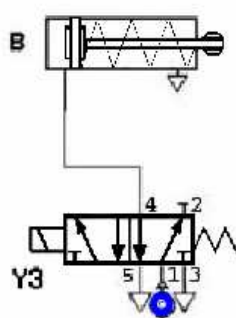
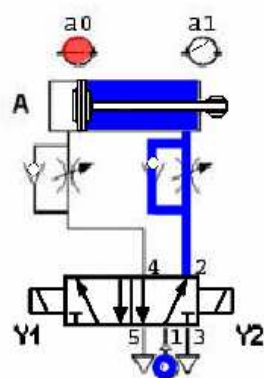
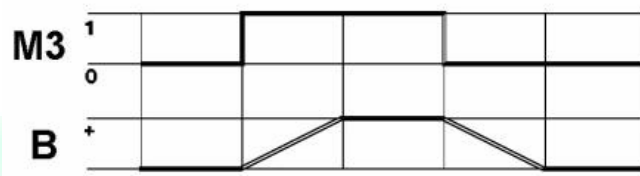
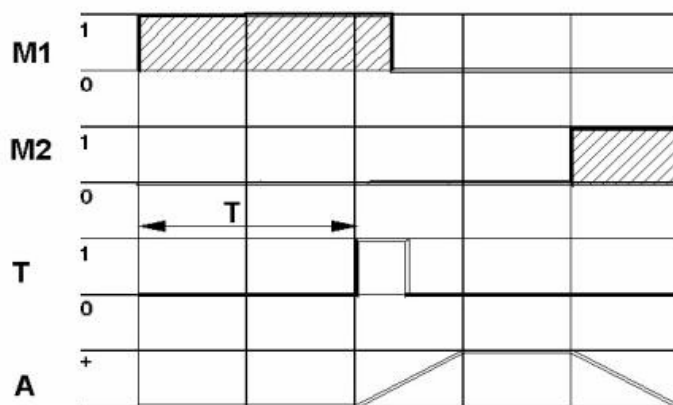
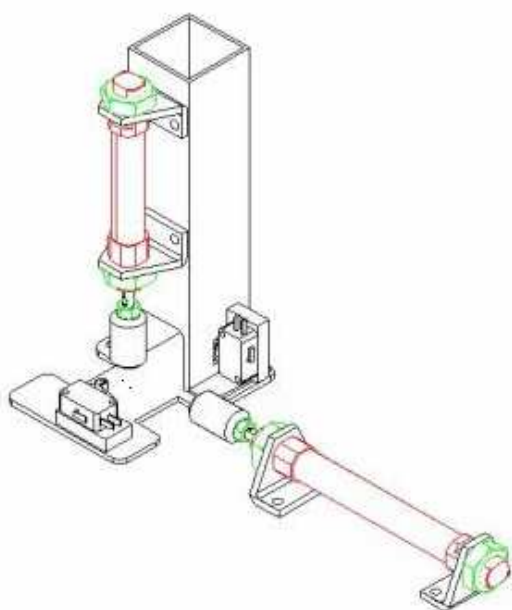
Úloha 10

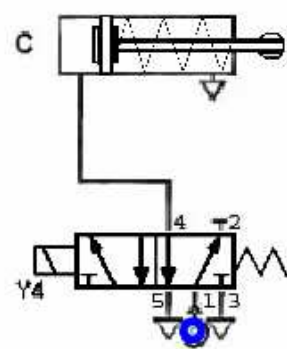
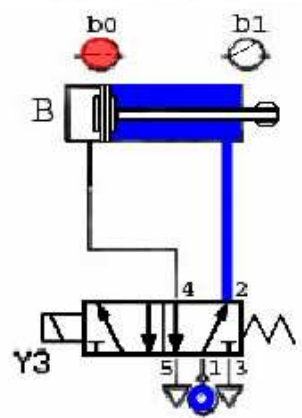
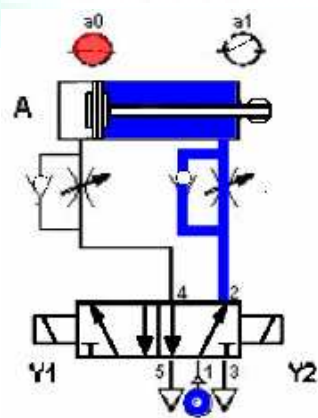
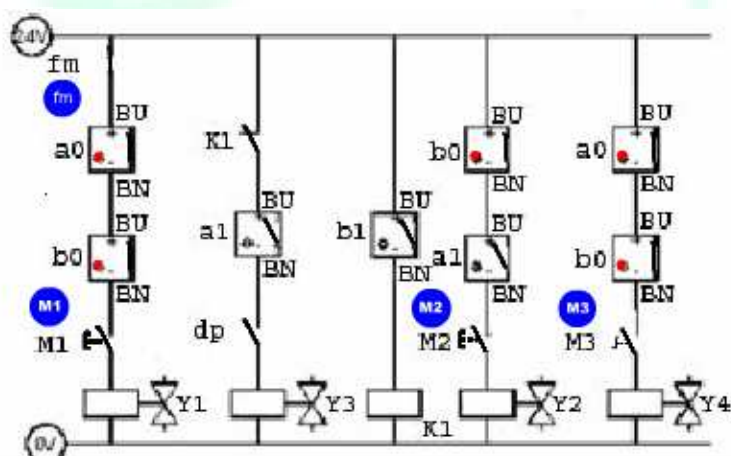
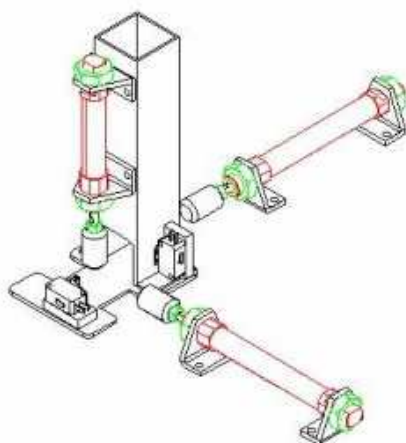
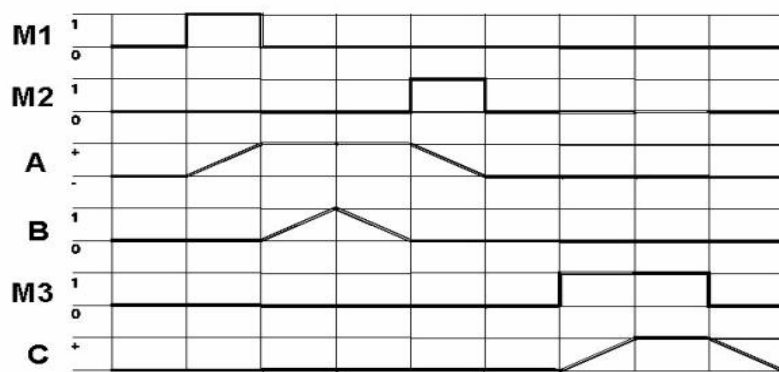


Praktické zapojení - 1



Praktické zapojení - 2

Praktické zapojení - 3

Praktické zapojení – 1, 2, 3

2. Obrábění HSC

Obsah modulu „Obrábění HSC“:

- 2.1. Základní pojmy
- 2.2. Řezný proces
- 2.3. Výhody a nevýhody technologie HSC
- 2.4. Ekonomické důvody pro rozvoj HSC
- 2.5. Řezné nástroje pro HSC obrábění
- 2.6. Stavba obráběcích strojů pro HSC
- 2.7. Použití HSC
- 2.8. Závěr



2.1. Základní pojmy

Pojem HSC

HSC (High Speed Cutting = vysokorychlostní obrábění).

HSC technologie zahrnuje kromě vlastního vysokorychlostního obrábění i tzv. suché a tvrdé obrábění.

Suché obrábění

- sleduje vyloučení nebo minimalizaci užití řezných kapalin a redukci nákladů na jejich filtraci a recyklování.

Tvrdé obrábění

- znamená obrábění kalených ocelí a jiných velmi tvrdých materiálů nástroji s definovanou geometrií břitu náhradou za dříve užívanou technologii broušení.

Vysokorychlostní obrábění je vysoce výkonné obrábění, při kterém se dosahuje velkých objemů obrobeneho materiálu za časovou jednotku tzv. úběrů.

Nelze určit, že konvenční obrábění přechází do oblasti vysokorychlostního obrábění od určité hodnoty řezné rychlosti, bez ohledu na ostatní podmínky vytvářející řezný proces. Těmito podmínkami je myšlen způsob obrábění a druh obráběného materiálu, který je rozhodujícím faktorem určujícím příslušnou velikost řezné rychlosti. Řezné rychlosti při kterých lze dané materiály obrábět tak, aby byla dosažena přijatelná trvanlivost břitu, jsou velmi rozdílné.

Řezná rychlost výrazně ovlivňuje, zda obráběný materiál bude tvořit plynulou nebo člákovitou třísku.

Vedle pojmu HSC se velmi často objevuje i pojem HPM nebo HPC (vysoce-výkonové obrábění). Zatímco HSC se více zaměřuje na samotný obráběcí resp. řezný proces, kde hlavní roli hraje především řezná rychlost, u HPC je prvotním hlediskem kombinace ekonomicko-kvalitativních kritérií. Lze tedy říci, že HPC je z tohoto pohledu fakticky nadřazeno HSC.

2.2. Řezný proces

Efektivní řezání kovu nastává, pouze když si řezný materiál při teplotě a v prostředí řezného procesu udrží výraznou převahu tvrdosti (o několik stupňů vyšší) oproti obráběnému materiálu.

Při zvyšování řezné rychlosti do oblasti vysokorychlostního obrábění dochází k výrazně odlišným pochodům, než u konvenčního obrábění. V podmínkách HSC se teplota třísky přiblíží tavné teplotě obráběného materiálu a při určité řezné rychlosti dojde k náhlé změně řady metalurgických i mechanických vlastností třísky. Tříska zčervená, i kalená ocelová tříska změkne a sníží svou přítláčnou sílu na čelo břitu. Třecí síla i celkový řezný odpor klesnou, ztenčí se průřez třísky, zvýší se rychlost jejího odchodu z kontaktní zóny, sníží se plocha kontaktní zóny a omezí se sekundární nárůst teploty třísky třením v kontaktní zóně. Další zvyšování řezné rychlosti již podstatně nezrychluje ani proces opotřebení břitu nástroje. Blesková změna teploty i mechanických vlastností třísky v rovině smyku nastane i při vysokorychlostním „tvrdém“ obrábění kalené oceli a i zde dojde při červené třísce k prudkému poklesu řezné síly.

Vyšší teplota třísky je tedy pozitivním faktorem i principiálním zdrojem efektů vysokorychlostního obrábění. Intenzivní „povodňové“ chlazení břitu (nástroje) řeznou (procesní) kapalinou již není nutné ani žádoucí, neboť by bránilo dosažení vysokorychlostního režimu. Z hlediska zvýšené citlivosti současných řezných materiálů na tepelné šoky není kapalinové chlazení mnohdy ani přípustné. Použití řezných (procesních) kapalin může být zcela eliminováno při „suchém“ obrábění.

2.3. Výhody a nevýhody technologie HSC

Výhody technologie HSC

- Důsledkem vysoké hodnoty úběrů (cm^3/min) se získá větší objem odebraného materiálu resp. třísek za jednotku času. Množství odebraného materiálu je zhruba o 30% větší než při konvenčním obrábění.
- Se zvyšujícími se otáčkami vřetene je umožněna vyšší rychlost posuvu při stejné tloušťce odebírané vrstvy jako při konvenčním obrábění. Proto je dosaženo významného snížení strojních časů.
- Snížení řezných sil a silových deformací soustavy S-N-O.
- Zvýšení podílu tepla odváděného třískou - vlivem řezné rychlosti dochází ke změně rozložení odvodu tepla (v režimu HSC: 75% třískou, 10% břitem nástroje, 10% okolním prostředím, 5% obrobkem).
- Snížením podílu tepla odváděného obrobkem dochází k eliminaci jeho tepelných deformací.
- Vlivem nárůstu posuvové rychlosti se tepelné ovlivnění obrobku ještě snižuje.
- Zvýšení rozměrové přesnosti obrobku.
- Zlepšení kvality obrobeného povrchu, které vede k minimalizaci nebo k úplnému odstranění dokončovacích operací.
- Protože jsou při vysokorychlostním obrábění obecně používány malé hloubky řezy, jsou nástroj a vřeteno zatěžovány jen malými radiálními silami. To šetří ložiska vřetene, vedení a kuličkové šrouby.
- Redukce nástrojového vybavení stroje.
- Omezení nebezpečí vzniku chvění přesunem řezných podmínek mimo rozsah kritických vibrací soustavy S-N-O.
- Produktivita je celkově největší při fázi dokončování, přestože je dosahováno nadstandardní kvality povrchu.
- HSC umožňuje také obrábění velmi tenkých obrobků.

Nevýhody technologie HSC

- Nákladné strojní vybavení.
- Speciální (drahé) nástroje a řezné materiály.
- Nutnost vyvažování rotačních nástrojů.
- Speciální přesné upínání řezných nástrojů.
- Speciální upínání obrobků.
- Odstraňování velkého objemu třísek za jednotku času.
- Zvýšení intenzity otupování břitu.
- Nedostatečné odzkoušení technologických dat pro HSC projektování - pro některé druhy materiálů.

- Zvýšené náklady na zajištění dostatečné bezpečnosti obsluhujícího personálu.
- Pro tuto technologii obrábění jsou typické malé rozměry (průměry) nástrojů. Hrubování, před dokončení a dokončení lze hospodárně realizovat jen tehdy, když je celkový odebíraný objem relativně malý.
- Velké hodnoty zrychlení a zpomalení při startu a při zastavování vřetene přinášejí rychlejší opotřebení vedení, ložisek a uložení. A tím vedou k nárůstu nákladů na opravu a údržbu.
- Nutné jsou odborné znalosti této technologie, vyhovující programové vybavení a spojení pro rychlý přenos dat.
- „Testovací fáze“ vykazuje značnou časovou náročnost.
- Nezbytná je technická příprava výroby včetně plánování výroby s důrazem na optimalizaci tohoto řezného procesu a to vše na vysokém stupni/úrovni propracovanosti (nutno plně/hospodárně využít poměrně drahé výrobní zařízení a nářadí).

2.4. Ekonomické důvody pro rozvoj HSC

Rozšíření této nové HSC technologie do široké praxe je otázkou její ekonomické rentability, kde prioritní roli hrají samozřejmě náklady na její zavedení a provoz versus úspory, kterých lze její aplikací dosáhnout.

V porovnání s konvenčním způsobem obrábění je HSC mnohem silněji závislé na periferních zařízeních typu: systémy pro výměnu nástrojů nebo odstraňování třísek atd. Jelikož podstata HS obrábění spočívá v použití vysokých řezných rychlostí, zajišťujících velmi vysoké hodnoty úběru materiálu, je proto její hlavní výhodou snížení času na obrábění, vedle dalších kvalitativních výhod, které přináší. Pokud strojní čas tvoří podstatnou část celkového operačního času a pokud opotřebení břitu při vysoké řezné rychlosti není významné, potom zvýšení řezné rychlosti způsobí významné snížení operačního času. Produktivita této technologie se tedy projevuje především snížením strojních časů, ale dále pak také snížením mzdových a režijních nákladů, kdy při HS obrábění pracuje na menším množství technologických operací menší počet pracovníků s využitím menšího počtu obráběcích strojů (ale výkonnějších).

V dnešní době se metoda vysokorychlostního obrábění frézováním nebo soustružením uplatňuje především při obrábění hliníku a jeho slitin, kde přinesla velmi podstatné snížení strojních i vedlejších časů. Vedle speciálních obráběcích strojů, nutných k realizaci HSC, hrají velmi důležitou roli náklady na nástroj, respektive dosahovaná trvanlivost břitu v porovnání s její cenou. Pro obrábění hliníku se většinou používá břitů ze SK (slinutých karbidů) nebo PKD (polykrystalických diamantů), které jsou v současnosti již běžným nástrojovým materiálem za dostupné ceny. Jinak je tomu v případě obrábění ocelí a litin. Zde je nutno pro dosažení odpovídající trvanlivosti břitu použít nástroje s břitů PCBN (polykrystalický nitrid boru) nebo řezné keramiky pro soustružení. Při této variantě se ovšem musí provést důkladné ekonomické hodnocení a rozvaha, při kterých se berou v úvahu vysoké ceny těchto řezných materiálů.

Závěrem je třeba říci, že obrábění vysokými řeznými rychlostmi přináší výrazné zvýšení produktivity a rentability, ale za předpokladu dodržení velmi striktních optimálních podmínek pro její zavedení.

2.5. Řezné nástroje pro HSC obrábění

Volba řezného materiálu

Materiály řezných nástrojů jsou hlavním a klíčovým prvkem, umožňujícím širší použití HSC. Aby se vyloučila možnost náhlého lomu břitu (nástroje) následkem mechanických nebo tepelných šoků a omezil se vliv opotřebení, musí mít řezné materiály vysokou houževnatost, vysokou tvrdost povrchu a vysokou odolnost proti chemickému působení, zejména oxidaci. Tyto vlastnosti musí být spolehlivě zachovány i při vysokých teplotách a v prostředí řezného procesu. Je proto důležité znát nejen počáteční tvrdost řezného materiálu a pokles jeho tvrdosti s teplotou, ale také jeho princip otupování. Novodobé řezné materiály umožňují zejména vysokorychlostní obrábění ocelí povlakovanými karbidy, litiny řeznou keramikou, neželezných materiálů diamanty a litiny i kalené oceli kubickým nitridem bóru. Rychlá ztráta tvrdosti mono- i polykrystalického diamantu při kritické teplotě cca 700 °C vylučuje jeho použití k obrábění železných materiálů, ale umožňuje vysokorychlostní obrábění např. hliníku (neželezných kovů a nekovových materiálů). Řezná keramika předstihuje karbidy wolframu tvrdostí v oblasti vysokých teplot a umožňuje zejména vysokorychlostní obrábění litiny řeznými rychlostmi až 1400 m/min. Kubický nitrid boru může obrábět litinu ještě rychleji.

Řezné materiály pro různé materiály obrobků

Řezné materiály i jejich povlaky mají v různé míře kombinovány potřebné vlastnosti a podle toho jsou vhodné k obrábění různých materiálů. Neexistuje ideální řezný materiál, který by byl současně vysoce tvrdý, abrazivzdorný, houževnatý, zachovával si tvrdost při vysokých teplotách, byl chemicky inertní ke všem obráběným materiálům a dobře ulpíval na podložce substrátu.

Řezné materiály pro obrábění hliníkových slitin

U slitin hliníku je teplota řezání omezena nízkým bodem tavení (600-660°C) a vysokou tepelnou vodivostí hliníku (z toho vyplývající velká tepelná roztažnost). Nástroje ze slinutých karbidů jsou vhodné pro obrábění většiny konstrukčních slitin hliníku. Povlakování SK způsobí několikanásobné zvýšení jejich abrazivzdornosti při zachování houževnatosti a umožňuje optimální kombinace vlastností pro specifické použití. Ale pro užití při obrábění hliníku, povlakování způsobí jen nevýrazné zvýšení odolnosti proti opotřebení. Jako velmi vhodný řezný materiál se jeví polykrystalický diamant hlavně pro obrábění vysoce abrazivních Al-Si slitin (10–20% Si).

Diamant je vhodný pro jeho odolnost proti abrazivnímu opotřebení, nízký koeficient tření a dobrou tepelnou vodivost. Tepelná vodivost je u něj vyšší než u hliníku, a proto přejímá teplo od třísky rychleji než jiné řezné materiály.

Vysoká tepelná vodivost brání místnímu přehřátí a tudíž je pro životnost řezné hrany příznivá. Současné řezné materiály vyhovují pro obrábění hliníkových slitin při jakékoliv řezné rychlosti, omezení maximální řezné rychlosti je dáno nejvyšším počtem otáček vřetena a výkonem motoru.

Řezné materiály pro obrábění slitin mědi

Pro obrábění se může použít jak SK, tak i polykrystalický diamant. Rychlořezná ocel nedosahuje dostatečné trvanlivosti břitu. Zvláště při obrábění těžkoobrobitelných slitin mědi se sklony k nalepování na břit, vykazuje diamant svoji nadřazenost nejen lepší otěruvzdorností, ale i vyšší dosahovanou kvalitou povrchu a nižšími řeznými silami.

Řezné materiály pro obrábění ocelí

Oxidické keramiky jsou jediné potenciální řezné materiály, které nejsou omezeny jejich chemickou stabilitou. Tudíž nejstabilnější oblastí vývoje řezných materiálů je zlepšování houževnatosti a kluzové pevnosti oxidické keramiky, např. vyztužení keramiky zrný oxidu zirkonu. Ale to je vývojové zaměření do budoucna, v dnešní době spíše převládá používání SK. Slinuté karbidy sice nedosahují takové tvrdosti při vysokých teplotách jako keramika či CBN(kubický nitrid bóru), ale mají vyšší houževnatost. Ke zlepšení tvrdosti se SK povlakují. Mezi hlavní povlakové materiály patří karbid titanu TiC, nitrid titanu TiN, oxid hlinitý Al_2O_3 a karbonitrid titanu TiCN. Karbidy titanu a oxid hliníku zvyšují hlavně abrazivzdornost, chemickou neutralitu a vytvářejí tepelnou bariéru na čele nástroje. Nitrid titanu není tak tvrdý, ale snižuje koeficient tření na čele nástroje.

Řezné materiály pro obrábění vysoce legovaných ocelí

Doporučení jsou podobná jako pro oceli co se týká použití povlakovaných SK. Uvádí se, že SK povlakované TiN a TiCN se hodí pro obrábění legovaných ocelí do tvrdosti 42 HRC a SK s povlaky TiAlN a AlTiN pro obrábění ocelí nad 42 HRC. Řezná keramika je dostatečně chemicky stabilní s ohledem na nikl a kobalt, upřednostňuje se proto vývoj houževnatých druhů keramiky. Kubický nitrid bóru je používán pro oceli nejvyšší pevnosti a tvrdosti vzhledem k jeho vysoké tvrdosti a udržení si jí až do teplot 2000°C.

Řezné materiály pro obrábění litin

Při HSC obrábění šedé litiny do rychlostí kolem 1250 m/min jsou vhodné SK, pro vyšší rychlosti se používá CBN.

Řezné materiály pro obrábění titanu

Titan má nízkou tepelnou vodivost, malé měrné teplo a vysokou teplotu tavení. Tyto vlastnosti způsobují, že teploty řezání jsou vysoké i při středních řezných rychlostech. Navíc je titan chemicky velmi reaktivní se všemi známými řeznými materiály a způsobuje rychlé opotřebení. Je proto zcela pravděpodobné, že jako nejodolnější materiály proti opotřebení budou slinutý karbid a diamant.

Procesní prostředí

Procesní kapaliny se při HSC v podstatě nepoužívají ani nemohou používat, protože jejich chladicí účinek zabraňuje dosažení vlastního vysokorychlostního režimu. Proto se o HSC hovoří jako o „suchém“ obrábění, při kterém se využívá jen mazacího účinku řezných (procesních) kapalin (nepatrné „primazání“ hrany a čela břitu pro snížení tření).

Intenzivní chlazení břitu nástroje řeznou (procesní) kapalinou již není nutné ani žádoucí, neboť by bránilo dosažení vysokorychlostního režimu. Z hlediska zvýšené citlivosti současných řezných materiálů na tepelné šoky není kapalinové chlazení mnohdy ani přípustné (roste náchylnost ke křehkému porušení, což způsobuje předčasnou destrukci břitu nástroje).

Geometrie břitu

Pro dosažení optimální trvanlivosti břitu a malých řezných sil je nutné používat nejvhodnější geometrii břitu. Zatímco při HS obrábění hliníkových slitin je úhel čela vhodný volit v rozmezí 12° až 17°, úhel hřbetu mezi 13° až 15° a úhel sklonu šroubovice (úhel sklonu ostří) mezi 20° a 25°, tak pro oceli se doporučuje úhel čela 0° a úhel hřbetu 16°, pro těžko obrobitelné oceli je optimální úhel hřbetu až 20°. Při obrábění litiny dává nejlepší výsledky úhel čela 0° a úhel hřbetu 12°. Při frézování mědi a slitin mědi je nejlepší úhel čela 8° a úhel hřbetu 16°.

Konstrukční řešení nástroje

Mluví-li se o řezných nástrojích používaných při HSC technologiích z důvodu jejich velkého namáhání odstředivými silami při vysokých otáčkách, týká se to především rotačních nástrojů pro frézování. Frézy větších průměrů jsou konstruovány jako frézovací hlavy s VBD (vyměnitelnými břitovými destičkami). Používané otáčky při obrábění jsou tak vysoké, že u fréz větších průměrů odstředivé síly dosahují velmi vysokých hodnot a tím značně namáhají základní těleso nástroje, upnutí břitové destičky a materiál břitu. Při ulomení rychle rotujícího nástroje se uvolňuje taková mechanická energie, která může vážně poškodit části obráběcího stroje nebo zranit obsluhu. Je jasné, že doposud užívané frézovací hlavy pro konvenční způsoby obrábění jsou nevyhovující a bylo tudíž nutné, začít používat nové nástroje pro oblast obrábění vysokými řeznými rychlostmi. Pro konstrukci těchto nových rotačních nástrojů byly odvozeny obecně tyto zásady:

- používat houževnaté materiály pro těleso nástroje
- minimalizovat vrubový efekt prostoru pro třísky
- minimalizovat vrubový efekt prostoru pro upevňování VBD
- navrhovat malou hmotnost pro všechny součásti stroje
- hmotnostní těžiště umisťovat na nejmenší možný poloměr rotace
- dávat přednost tvarovým spojením.

Další skupinou nástrojů používaných při HS obrábění zápustek a forem, jsou letmo uložené delší frézy menších průměrů s VBD i monolitické (hlavičky různých tvarů), kterých se převážná většina zmíněných zásad netýká a jejich konstrukce je podřízena jiným pravidlům. U těchto nástrojů je soustředěn zájem na zvýšení jejich tuhosti a vlastní frekvence, což se poměrně daří zaváděním držáků kuželového tvaru.

Pevnost v ohybu a velikost vlastní frekvence je především závislá na délce nástroje, a proto se nástroje vhodného typu volí v závislosti na podmínkách obrábění (způsob obrábění, materiál obrobku, řezná rychlost, rychlost posuvu, velikost úběru atd.).

2.6. Stavba obráběcích strojů pro HSC

Nástup HSC technologií sebou přináší i nové nároky v oblasti konstrukce obráběcích strojů. V podstatě jde o zcela nové koncepční řešení strojů a všech jejich částí. Nové stroje mají několikanásobně vyšší instalovaný výkon a současně i značnou šířku technologie a pružnosti ve výrobním nasazení. Mezi nejperspektivnější typy obráběcích strojů patří tří až pětiosá obráběcí centra na nerotační obrobky a čtyř až pětiosá soustružnická centra s multiprofesními, příp. multitechnologickými možnostmi na rotační obrobky. Obvykle používaná jsou horizontální (HMC) nebo vertikální (VMC) centra.

Vysokorychlostní obrábění vyžaduje celkově vysokou tuhost soustavy S-N-O (Stroj-Nástroj-Obrobek). Proto jádrem koncepčního řešení HSC strojů je řešení rámu, které musí být lehké a tuhé s vysokými vlastními frekvencemi a dobrým útlumem mechanických šoků a vibrací. Součástí rámu jsou i přímočará vedení, příp. otočná uložení, u nichž je požadována vysoká tuhost a minimální tření při vysokých posuvových rychlostech. Při HSC obrábění nastává řádový nárůst celkového „procesního“ tepla, jehož převážná část odchází třiskou, a proto musí být zabezpečeno rychlé odstraňování třísek z pracovního prostoru stroje. Velmi důležitou částí stroje pro HSC obrábění je vřeteno, na které jsou kladeny nemalé požadavky co se týká počtu otáček za minutu a velikosti krouticích momentů v oblasti nižších otáček. Vřetena pro účely HSC jsou obvykle konstruována, jako vřetena s přímo integrovaným

elektromotorem, tudíž bez mechanických převodů. Otáčky vřeten dnešních HSC strojů leží v rozsahu 15 000 až 70 000 ot./min.

U HSC technologie se ale nejedná pouze o vysoké řezné rychlosti, ale také o veliké rychlosti posuvů. V zásadě platí, že pohony posuvů jsou u HSC strojů silově dimenzovány spíše na požadované zrychlení než na řezné síly, které jsou u HSC technologií poměrně malé. Dnes používané pohony pracovních posuvů dosahují 40 m/min, výjimečně i více. Rychloposuvy při použití kapalinově chlazených kuličkových šroubů dosahují 50 m/min, u vícechodých šroubů s velkým stoupáním a menších zdvihů i 70 m/min. Lineární pohony jsou však hlavně limitovány požadovanou posuvovou silou, nikoliv rychlostí a jsou dnes využívány pro stroje menších i středních velikostí s menšími ovládanými hmotami do rychlostí posuvů až 120 m/min. Všechny pohyblivé součásti stroje musí mít malou hmotnost (vyrobeny z Al, Ti slitin), aby se minimalizoval problém velmi vysokých setrvačných sil.

Při komplexním obrábění s využitím automatizace poskytuje horizontální obráběcí centrum podstatné výhody oproti vertikální koncepci. Přednosti horizontálního provedení spočívají ve spolehlivějším odchodu třísek, zejména při suchém obrábění, dále v možnosti nastavení 4. osy (vyklonění nástroje), v univerzální použitelnosti pro celé spektrum dílů, ve vyšší procesní spolehlivosti a ve vyšší účinnosti při bezobslužném provozu.

Výsledek práce bude rozhodujícím způsobem ovlivněn stavbou a provedením stroje, zejména tehdy, když se na jednom stroji budou provádět všechny operace (hrubování, předdokončování a dokončování na jedno upnutí).

K optimalizaci stavby strojů přijali přední výrobci obráběcích strojů řadu opatření. Tak např. lože mají vysokou vlastní tuhost a jsou třibodově uloženy. Přenos řezné síly do stojanu a lože probíhá po nejkratší dráze, k pohybu v osách X, Y, Z slouží předepjatá bohatě dimenzovaná kuličková vedení. Kuličkové šrouby jsou provedeny s velkým průměrem a malým stoupáním.

Vřetena jsou oboustranně uložená, vysoce předepjatá a teplotně stabilizovaná. Většina renomovaných výrobců též vybavuje své stroje řídicími systémy nejvyšší třídy s odpovídající rychlostí zpracování informací, které též zajišťují bezproblémovou komunikaci s CAD/CAM systémy.

V oblasti požadované posuvové rychlosti většina nabízených moderních obráběcích strojů splňuje požadavky vycházející z technologických parametrů a frézovacích strategií uplatňovanými při aplikaci HSC frézování pro feritické materiály. Úplně jiná situace je ale v oblasti maximálních otáček hlavního vřetene. Je nutné si uvědomit, že např. při výrobě složitých tvarových nástrojů jsou používány průměry fréz velice malé a má-li být i zde dosaženo vysokorychlostního režimu, je nutné disponovat otáčkami vřetene za minutu v řádu několika desítek tisíc. Tento nedostatek většiny obráběcích center je možno řešit tzv. zrychlovacími vřeteny, které ale mají určitá omezení z hlediska výkonů a upínacích průměrů (znamenají i nákladové zatížení).

2.7. Použití HSC

Typické použití HSC

1. Obrábění s vysokým podílem hrubování při použití výkonných vřetenových jednotek. Příkladem je výroba integrálních dílů pro letecký průmysl, nebo sériová výroba v automobilovém průmyslu. HSC metodami se vyrábějí např. skříňe převodovek, díly brzd, pumpy, hlavy válců atd. Materiálem zde jsou převážně slitiny hliníku.

2. Součásti z křehkých materiálů nebo součásti s tenkými stěnami náchylnými na deformace. Ty nelze konvenčními metodami úspěšně opracovat. Při obrábění vysokými rychlostmi vznikají jen malé síly působící na obrobek a tím i malá pravděpodobnost deformace obrobku.

3. Obrábění součástí z materiálů citlivých na teplo vzniklé při řezném procesu. Opět se zde využívá vysokorychlostní obrábění, ale tentokrát efektu menších tepelných toků do materiálu obrobku z procesu řezání.

4. Výroba zápusťek, forem, lisovacích nástrojů a elektrod. Zavedení HSC metod zde vytvořilo předpoklady pro optimalizaci celého výrobního procesu. Přínosem je kromě zkrácení času výroby také výrazné zkrácení výrobního řetězce, snížení rozpracovanosti výroby, náhrada některých nekonvenčních metod obrábění; to vše je umožněno značným zlepšením přesnosti a kvality povrchu. Z velké části odpadne také nutnost následného ručního dokončování povrchu formy. Typickými materiály zde je ocel, kalená ocel a měď.

Specifické použití HSC

1. HS frézování lehkých kovů

Pro vysokorychlostní frézování lehkých slitin, jsou sice potřebné poměrně vysoké investice, které ale přinášejí velkým nárůstem výkonu výrazný pokles výrobních nákladů a lepší kvalitu. Při HS frézování materiálů o větší pevnosti a tvrdosti, postačuje k dosažení výrazných úspor výrobních nákladů upravit konveční stroje určitým způsobem. Tedy obráběcí stroj „normální koncepce“ vybavit vysokootáčkovým vřetenem a samozřejmě odpovídající ochranou.

2. Výkonové frézování (HPM) slitin titanu

Slitiny titanu jsou velice často používány v leteckém a energetickém průmyslu jako základní materiál pro výrobu rozváděcích kol a lopatek pro různé typy turbínových soustav. Zde lze totiž plně využít velmi dobré kombinace vlastností slitin na bázi titanu, jako jsou jejich pevnost, houževnatost (tuhost) a únavová pevnost při současné velmi nízké hmotnosti (hustotě). Dnes se již začínají prosazovat v tomto oboru, nikoliv jako doposud, oddělená rozváděcí kola a jednotlivé lopatky, ale monobloky, kdy jsou oba díly vyráběny z jednoho kusu.

To sebou ale přináší vyšší nároky na vlastní obrábění, neboť množství odstraňovaného materiálu vzroste až o 90%. To vše znamená při velmi problematickém obrábění právě titanu a jeho slitin nelehký úkol, který však lze zvládnout nasazením moderních metod obrábění jako jsou vysokorychlostní popř. suché obrábění (pro Ti – slitiny hovoříme o tzv. výkonovém obrábění) při současném velice striktním dodržení zásad a doporučení, které umožňují ekonomickou rentabilitu této výroby.

Příklady použití HSC v praxi

Příklad HSC frézování

HSC frézování karbidovými nástroji s povlaky TiALN-X. Nástroje tohoto typu umožňují výkonové frézování vysoce pevných a kalených ocelí i vysocelegovaných chromových a niklových ocelí.



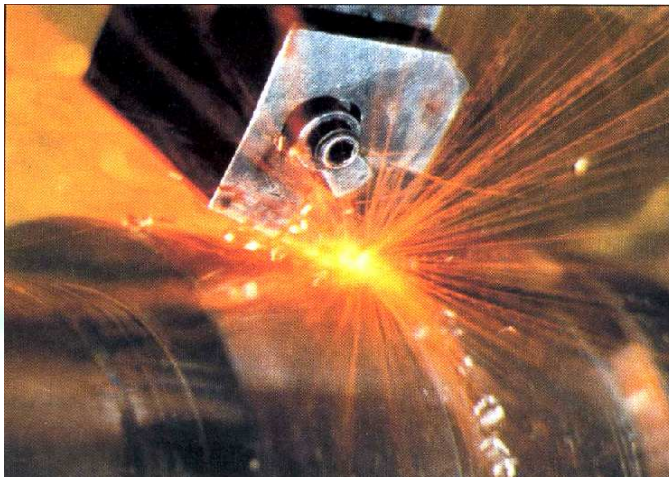
Příklad HSC soustružení

Hrubovací i dokončovací soustružení všech druhů materiálů patří rovněž mezi důležité aplikační oblasti HSC technologií. Tento obrázek ukazuje vysoce přesné dokončovací soustružení mosazných válcových povrchů polykrystalickým diamantem.



Příklad HSC soustružení těžkoobrobitelného materiálu

Z obrázku je dobře patrné soustředění vysoké teploty materiálu do místa řezu.

**2.8. Závěr**

HSC je zatím především ve fázi inženýrsko-vědeckého výzkumu a v oblasti využívání u některých firem, které se zabývají kovoobráběním a opracováním plastických hmot se specifickým výrobním programem.

Stroje a nástroje schopné dosáhnout HSC režimu sami o sobě nestačí k očekávaným zlepšením ve výrobní oblasti. Čas, který se ve výrobním procesu získá využitím vyšší řezné či posuvové rychlosti, může být ovlivněn a ztracen např. problémy v logistice nebo chybnou plánovací kompetencí obsluhy. Technologické možnosti, které jsou spojeny s technickým vybavením HSC obráběcího stroje, především z hlediska CNC techniky a tím dosažení rozšířeného spektra obráběcích možností a zrychlení pracovních postupů při výměně nástrojů, nejsou v mnoha provozech ještě dostatečně využívány.

3. Nástrojař

Obsah modulu „Nástrojař“:

- 3.1. Orientace v technické dokumentaci
- 3.2. Využití výpočetní techniky
- 3.3. Základní pojmy strojního obrábění
- 3.4. Základní obráběcí stroje
- 3.5. Základy znalostí CNC strojů



3.1. Orientace v technické dokumentaci

Technické výkresy

V technické praxi se setkáváme s celou řadou dokumentů. Tyto dokumenty jsou podkladem pro výrobu nebo realizaci technických projektů.

Základním dokumentem při návrhu nového výrobku je technický výkres. Je souborem informací vyjádřených na určitém nosiči informací v souladu s normalizovanými pravidly, musí být tedy vždy vypracován podle určitých zásad. Technické výkresy využíváme v celé řadě oborů, pro které mají charakteristický obsah.

Technické výkresy mohou být dnes vytvořeny klasickým kreslením nebo pomocí výpočetní techniky (CAD) v určité formě:

Náčrt (skica) je v podstatě vytvořený od ruky, bez zřetele na měřítko. Bývá často prvním ztvárněním nového výrobku. Skicu lze vytvořit přímo na papíře, nebo na počítači pomocí grafických programů k tomu určených.

Originál je výkres vytvořený podle všech pravidel technického zobrazování, při dodržení závazných pravidel (norem). Je archivován a většinou se využívá pouze pro zhotovení kopií.

Kopie je rozmnožený originál. Slouží jako podklad pro výrobu, montáž a kontrolu vyráběného výrobku.

Velmi často používáme rozdělení výkresů i dle jiných kritérií, např. podle toho, jak detailně danou součást zobrazují:

Výkresy součástí jsou základním podkladem pro výrobu, proto je nazýváme také výrobní. Obsahují veškeré údaje nutné pro výrobu (rozměry, tolerance, tepelné zpracování atd.).

Výkresy sestav a podsestav využívají se pro průběžnou a finální montáž výrobku. Obsahují pouze hlavní rozměry určující vazbu na návazné celky a popis jednotlivých součástí a dílců pomocí tzv. pozic. Soupis všech dílů je uspořádán v seznamu položek (kusovníku).

Pravidla pro zobrazování na výkresech

V technické praxi se setkáváme s potřebou zobrazení prostorových útvarů pomocí náčrtu, nebo přesně kresleného výkresu. Aby toto zobrazení bylo naprosto jednoznačné, musí být stanovena přesná pravidla a normy, podle kterých budeme technické výkresy součástí vytvářet.

Součásti zobrazujeme pomocí rovnoběžného promítání na tzv. průmětny. K tomu můžeme použít dvě metody, z nichž v Evropě používaná je metoda označovaná ISO-E a nazývaná metoda promítání v prvním kvadrantu. Metoda používaná v Americe označovaná ISO-A a je nazývaná jako metoda promítání v prvním kvadrantu. My se budeme věnovat zobrazování ISO-E.

Po sklopení jednotlivých promítacích rovin do jediné získáme soustavu sdružených průmětů. Běžné rozložení sdružených průmětů na strojnickém výkrese pro ISO-E je zobrazeno na následujícím obrázku.

Velmi často používanou kombinací sdružených obrazů ve výkresové dokumentaci je kombinace pohledu zepředu, pohledu shora a pohledu zleva, tzv. nárysu, půdorysu a bokorysu.

Pro zobrazování těles na výkrese platí tato pravidla:

- počet obrazů volíme co nejmenší, avšak takový, aby bylo těleso úplně zobrazeno,
- pro umístění obrazů platí pravidla pravoúhlého promítání,
- hlavní obraz (nárys, nebo hlavní řez) by měl co nejvíce vystihovat tvar daného předmětu,
- předmět má být zobrazen ve funkční poloze nebo poloze vhodné pro výrobu,
- viditelné hrany a obrysy se kreslí souvislou tlustou čarou; zakryté hrany a obrysy se kreslí čárkovanou tenkou čarou, pokud je to nutné k objasnění tvaru.

Kótování

Pro čtení výkresu, tj. určení rozměrů nebo polohy předmětu jsou rozhodující kóty. Z tohoto důvodu je kótování jedna z nejdůležitějších prací na technických výkresech.

Základní pojmy a pravidla kótování:

- kóta je číslo určující požadovanou nebo skutečnou velikost rozměrů nebo polohu předmětu a jeho částí, bez zřetele na měřítko, ve kterém je předmět kreslen,
- délkové rozměry se kótují na celém výkrese ve stejných jednotkách, převážně v milimetrech, aniž by se uváděla jejich značka (mm),
- rovinné úhly se kótují v úhlových stupních, minutách a vteřinách, a za jednotky se vždy připsují jejich značky,
- každý prvek má být na výkrese kótován pouze jednou,
- kóty se umísťují v tom pohledu nebo řezu, v němž je jasný jejich vztah ke kótovanému prvku; kóty téhož prvku se umísťují pokud možno do jednoho obrazu.

Provedení kót

Formální provedení a uspořádání kót musí odpovídat stanoveným pravidlům tak, aby byla zajištěna jejich jednoznačnost a přehlednost celé soustavy kót. Kóta, kótovací značky i hraniční značky mají při zobrazení přednost, ostatní čáry se v jejich okolí přerušují.

Předepisování mezních úchylek

Výkresem předepsané rozměry jsou ve skutečnosti pouze teoretické. Při výrobě součástí vznikají nepřesnosti způsobené zvolenou technologií výroby. Je však nutné stanovit a předepsat přesnost, s jakou mají být ty které rozměry vyrobeny. Rozměry, které neplní žádnou funkci, není účelné tolerovat příliš přesně – jejich skutečné rozměry jsou dané tzv. všeobecnými tolerancemi, které jsou dány normou ČSN ISO 2768. Tuto normu s označením s jednou ze čtyř tříd přesnosti musíme vepsat do popisového pole, aby bylo zřejmé, jak přesně mají být vyrobeny veškeré rozměry, které nemají toleranci předepsanu jiným způsobem.

Tolerance můžeme u tzv. funkčních rozměrů předepisovat několika způsoby. Je to předepsáním mezních úchylek, mezních rozměrů, nebo pomocí tzv. tolerančních značek. Pomocí prvních dvou možností víme okamžitě po přečtení výkresu, jaká má být přesnost rozměru, ve třetím případě jsou tolerance určeny specifickým způsobem, kterému říkáme lícování.

Nejprve si musíme vysvětlit pojem toleranční značka. Zápis pomocí toleranční značky je např. Ø20 H7. 20 je označení rozměru, H je označení tolerančního pole a číslo 7 je toleranční stupeň přesnosti. Označení H7 pak nazýváme toleranční značka. Tyto toleranční značky jsou seskupeny do přehledných tabulek, ze kterých podle rozměrů a tolerančních

značek odečítáme požadované úchylky, ze kterých vypočítáme mezní rozměry. Tabulky byly vypracovány pro zjednodušení práce všech profesí, podílejících se na výrobě součástí (od konstruktérů až po dělnické profese).

Předepisování jakosti povrchu

Při výrobě strojních součástí dbáme nejen na přesnost rozměrů, ale také na vzniklé nerovnosti povrchu. Jednotlivé plochy mohou vznikat obráběním, ale může být zachován povrch původní, pokud není nutné jej obrábět. To vše musíme na technickém výkrese nějakým způsobem sdělit.

Jakým způsobem nerovnosti povrchu hodnotíme? Hodnotíme tzv. drsnost povrchu, přičemž používáme ověřený parametr Ra. Počítáme jej jako průměrnou aritmetickou úchylku profilu.

Hodnoty Ra se volí z praktické řady dle tabulek (... 0.4, 0.8, 1.6, 3.2, 6.3 ...).

Drsnost povrchu se na výkrese předepisuje pomocí značky struktury povrchu.

Šroubové spoje

Všechny normalizované závity se zobrazují zjednodušeně, nakreslením průmětů válců odpovídajících velkému a malému průměru závitu.

U vnějšího závitu se velký průměr zobrazuje souvislou tlustou čarou a malý průměr souvislou tenkou čarou. U vnitřního závitu je tomu naopak.

U pohledu ve směru osy se malý průměr závitu vyznačí částí kružnice kreslenou souvislou tenkou čarou více než ze tří čtvrtin obvodu.

Funkční délka závitu se vyznačí souvislou tlustou čarou, je-li závit zakrytý pak čárkovanou čarou.

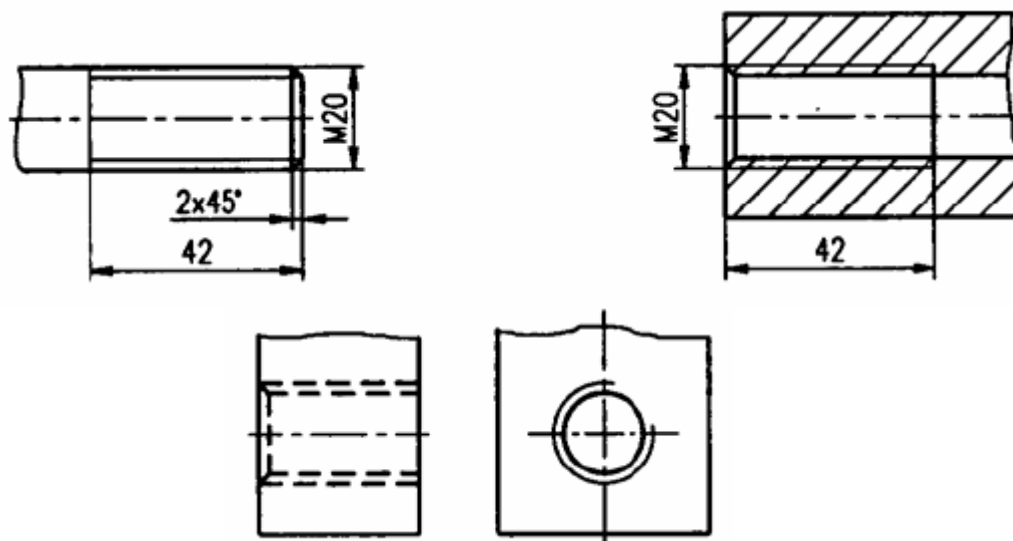
Výběh závitu se nekreslí, pokud to není nutné z důvodu znázornění nebo kótování jeho funkce (např. u závrtného šroubu).

Při kreslení vnitřního závitu se plocha v řezu šrafuje až k malému průměru.

Neviditelný vnitřní závit se kreslí čárkovanou tenkou čarou nebo tlustou, na jednom výkrese vždy stejným typem čáry.

Nenormalizované závity je nutno úplně zobrazit a zakótovat.

Na následujícím obrázku je vidět zobrazování a kótování závitů dle těchto pravidel.



Při kótování závitů musíme dodržovat tato pravidla:

- závity vnější i vnitřní se kótují velkými průměry závitu s udáním značky druhu závitu a funkční délkou bez jeho výběhu,
- u vnitřních závitů se nekótuje průměr předvrtané díry a kuželové zahloubení, je-li provedeno s vrcholovým úhlem 120°,
- závit jiné řady než s hrubým stoupáním se musí označit hodnotou stoupání závitu.

3.2. Využití výpočetní techniky

Základní prostředí operačního systému Windows XP

Plocha – představuje pracovní plochu, na které se objeví okna spuštěných programů.

Můžeme na ní ukládat dokumenty, vytvářet složky, mohou na ní být umístěni Zástupci objektů. Může mít libovolnou barvu, nebo na ní může být umístěn nějaký obrázek – tapeta.

Hlavní panel – jsou zde tlačítka spuštěných programů.

Většinou jsou na něm:

tlačítko Start (po klepnutí na něj se objeví nabídka činností, funkcí, které můžeme v systému Windows provádět)

panel nástrojů Snadné spuštění (můžeme jedním klepnutím spustit program, jehož zástupce se na něm nachází)

tlačítka stále spuštěných programů (představují programy, které musí běžet stále nebo které se často používají)

Okno programu, názvy jeho částí

Název systému Windows znamená v překladu OKNA. Každý spuštěný program běží ve svém okně.

Dialogová okna

Prvky dialogových oken

- výběr jedné z více možností
- výběr více možností
- zadání textu nebo hodnoty
- okno potvrzení/zrušení akce
- okno vyplnění hodnot
- výběrové pole

Práce se soubory a složkami – program Průzkumník

Pomocí programu **průzkumník** můžeme pracovat se soubory a složkami jako celky. Tedy prohlížet (procházet) jednotlivé složky, vytvářet je a mazat. Soubory můžeme vytvářet, mazat, kopírovat, přejmenovávat, přesouvat atd.

Psaní a editace textu v programu Word

Psaní neobvyklých znaků

Nastavíme textový kurzor na místo, kam chceme znak vložit. Z nabídky VLOŽIT spustíme příkaz SYMBOL. Nalezneme požadovaný symbol a dvakrát na něj klepneme levým tlačítkem myši – a symbol se vloží do dokumentu.

Náprava nepovedeného příkazu nebo psaní

- a) stisk tlačítka Zpět ve standardním panelu
- b) užití klávesové zkratky Ctrl + Z
- c) zadání příkazu Zpět z nabídky Úpravy

Přesouvání a kopírování větších částí textu

- 1) výběr vlečením myši
- 2) výběr klepáním myši (poklepáním na jednom místě vybere jedno slovo, trojím klepnutím vybere celý odstavec)
- 3) výběr celé věty umístíme kurzor kamkoli do věty, přidržíme klávesu Ctrl a stiskneme levé tlačítko myši
- 4) výběr pomocí klávesnice, když přidržíme klávesu Shift a pohybuje kurzorem pomocí kurzorových kláves
- 5) výběr svislého bloku – provádí se opět vlečením myši ale s přidrženou klávesou Alt
- 6) výběr veškerého textu v dokumentu – stiskneme Ctrl + A

Přesouvání a kopírování s využitím schránky

Nejdříve vybereme část textu, kterou chceme přesunout. Pak stiskneme klávesovou zkratku Ctrl + X. Přesuneme kurzor na místo, kam chceme text vložit a stiskneme klávesovou zkratku Ctrl + V – text se zde objeví.

Při kopírování vybereme část textu a stiskneme Ctrl + C, poté následuje vložení textu přes Ctrl + V.

Formátování textu

Vždy nejprve vybereme text, který chceme upravovat, a pak:

- 1) pro převedení textu na tučný stiskneme Ctrl + B
- 2) na kurzívu Ctrl + I
- 3) pro podtržení Ctrl + U

Klávesové zkratky můžeme vzájemně kombinovat.

Nastavení velikosti písma

V roletce na Panelu nástrojů ukážeme myši do prostoru roletky a napíšeme zde velikost písma, popřípadě vybereme z nabízených možností.

Změna písma

Pro změnu samotného písma (fontu) použijeme volič s roletkou, který je vlevo od voliče velikosti písma.

Centrální nastavení parametrů písma

Příkazem PÍSMO z nabídky FORMÁT se otevře dialogový panel PÍSMO. Zde můžeme nastavit například typ písma, jeho barvu, styl podtržení, řez písma, velikost, proložení znaků, textové efekty, atd.

Vytvoření číslovaného seznamu

Stačí pouze napsat první odstavec s úvodním číslováním a ukončit jej klávesou Enter. Word sám vytvoří číslovaný odstavec. Všechny parametry pro úpravu číslovaného seznamu můžeme nastavit v dialogovém panelu, který otevřeme příkazem ODRÁŽKY A ČÍSLOVÁNÍ z nabídky FORMÁT. Tutéž nabídku vyvoláme pravým tlačítkem myši. Nejdříve je ovšem nutné vybrat (označit do bloku) seznam, na který chceme úpravy aplikovat.

Tabulátory

Posun na jednotlivé tabulační zarážky provedeme stiskem klávesy Tab. Pro nastavení zarážek si nejdříve musíme zobrazit vodorovné pravítko. Z nabídky **ZOBRAZIT** zadáme příkaz **PRAVÍTKO**. Nyní stačí klepat do prostoru pravítka, a zarážky se vkládají. Volbu druhů zarážek provádíme klepáním do levého rohu pravítka, kde je značka zarážky a tím určíme druh zarážky.

Nastavení parametrů tisku

Z nabídky **Soubor** vybereme možnost **Tisk**. Zde můžeme nastavit všechny parametry tištěného dokumentu.

V nabídce **Soubor** můžeme rovněž nastavit **Vzhled stránky** (např. okraje, formát papíru, rozvržení, orientaci, atd.).

Před samotným tiskem je užitečná volba **Náhled stránky**, kde si můžeme zkontrolovat jak bude vytištěná stránka doopravdy vypadat.

Ukládání dokumentů

Pro uložení dokumentu jej musíme pojmenovat. Dokument uložíme jedním ze tří způsobů:

- 1) klávesovou zkratkou **Ctrl + S**
- 2) stiskem tlačítka **ULOŽIT** (obrázek diskety)
- 3) příkazem z nabídky **SOUBOR - ULOŽIT**

Vždy se objeví stejný dialogový panel, ve kterém musíme především určit místo, kam se dokument uloží, a musíme mu dát jméno. Jméno souboru může být libovolné, jen je zapotřebí dodržet několik omezení:

- 1) délka jména může být nejvýše 255 znaků
- 2) jméno samo nesmí obsahovat znaky: /, \, <, >, *, :, ?, „, |, :.
- 3) všechny ostatní znaky jsou povolené

Vložení obrázku

Umístíme kurzor do textu na místo, kam budeme chtít obrázek vložit. Z nabídky **VLOŽIT** spustíme příkaz **OBRÁZEK**, kde můžeme zvolit tyto možnosti: Klipart ze souboru Automatické tvary, WordArt, ze Scanneru nebo Fotoaparátu. Veškeré úpravy obrázku lze provést výběrem nabídky **FORMÁT – OBRÁZEK** z panelu nástrojů. Tutéž nabídku lze vyvolat tak, že označíme vložený objekt a stiskneme pravé tlačítko myši.

Vyhledávání a nahrazování textu

Pro vyhledání s nahrazením stiskneme klávesovou zkratku **Ctrl+H**. Do pole **NAJÍT** zadáme vyhledávaný text, do pole **NAHRADIT ZA** napíšeme text, který má nalezený výraz nahradit, a stiskneme tlačítko **NAHRADIT**.

Vytvoření tabulky ve Wordu

Máme tři možnosti:

- z nabídky **TABULKA** příkazem **NAVRHNOU TABULKU** ji ručně nakreslit (program naše kreslení od ruky napraví do vodorovných a svislých linek)
- z nabídky **TABULKA** příkazem **NAVRHNOU TABULKU** zadáme základní parametry tabulky a Word ji podle nich vytvoří
- výběrem textu a z nabídky **TABULKA** příkazem **PŘEVÉST – TEXT NA TABULKU** vytvoříme z textu tabulku skutečnou.

Uživatelské znalosti programu Microsoft Office Excel

Obrazovka Excelu – jedna velká tabulka

Když pohybujeme myší po obrazovce, pohybuje se po ní malý, silný kříž; jmenuje se kutr myši s určujeme s ním, se kterým políčkem tabulky se bude pracovat. Řádek malých obrázků nad obrazovkou se jmenuje **pruh ikon**. Řada slov nad ikonami je **nabídka**. Klepnutím myši na slovo způsobí, že se nabídka **rozbalí** a odhalí jednotlivé příkazy nabídky. Pod ikonami je další pruh, rozdělený na dvě části. Menší část vlevo je **pole názvů**, používané pro označování a nalézání buněk. Větší část vpravo je **řádek vzorců** – je to místo, kde se dají vkládat a upravovat vzorce. Dole vlevo je **přepínač listů**. Úzký pruh zcela dole se nazývá **stavový řádek**, informující nás o některých důležitých nastavení programu, umožňuje jej také měnit.

Psaní do políčka tabulky

Při spuštění Excelu je první políčko tabulky, zcela vlevo nahoře, silně černě orámováno. Znamená to, že je **vybráno** a můžeme do něj něco napsat.

Slovo **políčko** se v Excelu správně označuje jako **buňka** (anglicky „cell“, odtud název programu Excel). Každá buňka má svou přesnou **adresu**, své označení, svůj název.

Kopírování a přenášení buněk

Zkopírování obsahu buňky na jiné místo

Vybereme buňku a stiskneme klávesovou zkratku **Ctrl+C**. Tím umístíme obsah buňky do schránky, ze které ji můžeme kamkoli vkládat – signalizuje to přerušovaná plovoucí čárka kolem buňky. Vybereme buňku vpravo posunem kurzoru o jeden doprava a stiskneme **Ctrl+V** – tím obsah buňky zkopírujeme do tohoto políčka.

Přenesení obsahu buňky na jiné místo

Postupujeme stejně jako u kopírování, ale stiskneme klávesovou zkratku **Ctrl+X**.

Výběr více buněk

1. **Výběr kurzorovými klávesami** -vybereme jednu buňku, přidržíme stisknutou klávesu Shift a pohybujeme kurzorovými klávesami.
2. **Výběr myší** – při stisknutém a přidržném levém tlačítku myši, táhneme myší z jednoho do druhého rohu souvislé oblasti.
3. **Výběr jednotlivých (nesousedících) buněk** – s přidržnou klávesou **Ctrl** klepeme na jednotlivé buňky v oblasti, případně i vlečením, ohraničujeme větší oblasti buněk.
4. **Výběr jednoho celého řádku nebo sloupce** – stačí klepnout myší na číslo řádku nebo písmeno sloupce.
5. **Výběr více sloupců či řádků** – provedeme je tažením myší přes čísla řádků nebo písmena sloupců.
6. **Výběr celé tabulky** – buď klávesovou zkratkou **Ctrl+A** nebo klepnutím myši na průsečík označení řádků a sloupců.

Snadné rozkopírování do strany obsahu jedné buňky do více buněk.

Vybereme jednu buňku, ve které je už nějaký obsah. V jejím pravém dolním rohu je malý černý čtvereček; přiblížíme k němu kurzor myši a ten se změní na plný černý kříž. Nyní stiskneme a přidržíme levé tlačítko myši a vlečeme směrem dolů přes několik buněk, pak, tlačítko pustíme.

Změna šířky a výšky buňky

Rozšíření nebo zkrácení buňky (sloupce) provedeme uchopením pravého okraje celého sloupce mezi políčky obsahujícími písmena označující sloupce. Druhou možností je ukázání pravým tlačítkem na políčko s písmenem sloupce a z kontextové nabídky zadáme příkaz **ŠÍŘKA SLOUPCE**. Objeví se dialog, ve kterém zadáme šířku sloupce číslem. Změnu výšky buňky (řádku) provedeme podobnou cestou.

Ohraničení buňky

Nejjednodušší je použít ikonu *OHRANIČENÍ* z pruhu ikon. Velice bohaté možnosti ohraničení pak nabízí příkaz *FORMÁT BUNĚK* – záložka *OHRANIČENÍ* z kontextové nabídky (je vyvolána pravým tlačítkem myši). Této nabídce můžeme určit i pozadí buněk, vzorek, atd.

Skrytí řádků nebo sloupců

Nejdříve vybereme sloupec, který chceme skrýt. Nyní klepneme do prostoru označení sloupců pravým tlačítkem myši a z kontextové nabídky zadáme příkaz *SKRYTÍ*. Jestliže chceme skryté řádky nebo sloupce opětovně zobrazit, zvolíme příkaz *ZOBRAZIT*.

Vložení prázdného řádku nebo sloupce

Zvolíme příkaz z nabídky *VLOŽIT*, buď:

Odstranění řádku nebo sloupce

Vybereme řádek nebo sloupec, který chceme zrušit a nyní zvolíme jednu z možností:

- klávesovou kombinaci *Ctrl a -*
- z kontextové nabídky vybereme příkaz *ODSTRANIT*
- z nabídky *ÚPRAVY* zadáme příkaz *ODSTRANIT*.

Vytvoření jednoduchého vzorce

Aby Excel poznal, že se jedná o vzorec, začíná se znakem *=*, následuje vzorec a *Enter*.

Upravení vzorce

Vybereme buňku se vzorcem, který chceme upravit a nyní máme dvě možnosti:

- 1) buď najedeme kurzorem do řádku vzorců a stiskneme levé tlačítko myši
- 2) nebo nikam nenajíždíme a stiskneme klávesu *F2*; buňka přepne zobrazení z výsledku na vzorec

Vytvoření vzorce ukazováním do tabulky, výběrem buněk myší

Nejdříve vybereme buňku, kde budeme chtít mít výsledek. Klepneme nyní myší na znak rovnítko vlevo vedle řádku vzorců. Nyní klepneme do políčka, které se dosadí za rovnítko. Nemusíme tedy označení buněk do rovnice psát, stačí do buňky klepnout, její označení se dosadí při psaní do rovnice samo.

Průměr, součet, maximum, minimum a další statistické funkce

Umístíme kurzor do buňky pod sloupec čísel, která chceme sečíst a v liště ikon stiskneme tlačítko *AUTOSUM*.

Ukážeme pravým tlačítkem myši do políčka ve stavové řádce, kde se objevuje hodnota průběžného součtu; rozvine se zde nabídka dalších možností. Zvolíme je jednoduše klepnutím na jméno funkce.

Postup při vytvoření jakékoli funkce

Vybereme prázdnou buňku, do které budeme chtít umístit výsledek funkce, klepneme na ikonu *VLOŽIT FUNKCI (FX)* z pruhu ikon. Zobrazí se panel s nabídkou funkcí. Když funkci vybereme, v dolní části panelu se zobrazí způsob, jakým se zadává a pod ní je stručný popis funkce. Po výběru funkce stiskneme *OK*. Objeví se další panel, který vypadá u každé funkce jinak. V panelu je nejdůležitější prázdný řádek s nápisem **Číslo**.

Absolutní a relativní adresování buněk

Pojmenované buňky používají ve vzorcích tzv. **absolutní adresování**, při kopírování vzorce se odkazovaná buňka nemění. Buňky označované běžně souřadnicí, tj. např. „A10“, jsou ve vzorci použity s **relativním adresováním**, při překopírování vzorce jinam se pozmění označení buněk ve vzorci o vzdálenost překopírování.

Absolutní adresa se vytvoří tak, že před číslem řádku i sloupce uvedeme znak *\$*. Dolar můžeme zadat klávesovou zkratkou *Ctrl+Alt+u*.

Rychlé vytvoření grafu

Vybereme tabulku, ze které budeme tvořit graf. Nyní stiskneme v horním řádku ikon tlačítko *PRŮVODCE GRAFEM*; objeví se tzv. průvodce, několik obrazovek, kde v jednotlivých krocích zadáváme vlastnosti grafu.

Smazání grafu

Vybereme graf a stiskneme klávesu Del.

Úpravy již vytvořeného grafu

Ukážeme pravým tlačítkem myši do volné oblasti grafu, mimo vlastní graf, osy a popisky.

Zobrazí se kontextová nabídka obsahující volby:

- TYP GRAFU
- ZDROJOVÁ DATA
- MOŽNOSTI GRAFU

Nastavení stránky

Pro podrobnější konfiguraci stránky je určeno okno *VZHLED STRÁNKY*, do něhož se dostaneme pomocí hlavní nabídky Excelu klepnutím na *SOUBOR* a tam na položku *VZHLED STRÁNKY*.

Tisk

Vybereme oblast , která má být vytištěna a zahájíme samotný tisk. Klepneme v hlavní nabídce Excelu na *SOUBOR* a tam na položku *TISK*. Excel zobrazí okno pro tisk. Vybereme požadovanou tiskárnu (pokud jich máme nainstalovaných více).

V levém dolním rohu určíme, co bude Excel tisknout. Pokud bychom před tiskem nevybrali žádnou oblast do bloku, tiskli bychom po stránkách. Před samotným tiskem je výhodné prohlédnout si *NÁHLED STRÁNKY*, ve kterém vidíme, jak bude vytištěná stránka vypadat. Okno pro tisk vyvoláme také klávesovou zkratkou *Ctrl + P*.

Využití internetu***Identifikace serveru v internetu – IP adresy***

Všechny servery v internetu jsou mezi sebou určitým způsobem propojeny. Na rozdíl od běžných počítačových sítí však v internetu neexistuje žádný centrální uzel, který by řídil celý chod internetu. Každý server tvoří jeden uzel. Každý server musí být označen, má proto svoji číselnou adresu – říká se jí IP adresa. Ta je složena ze čtyř čísel oddělených tečkou – například **192.168.52.13**.

Doménová adresa

Ke každé číselné IP adrese existuje i tzv. doména neboli adresa v textovém tvaru – např. www.knihy.cz. Obecně platí, že každá adresa je v internetu jedinečná – není možné, aby existovaly dva servery se stejným jménem nebo číselnou adresou.

WWW stránka

standard WWW (World Wide Web) významným způsobem přispěl k celosvětové expanzi internetu. Formát WWW může obsahovat kromě textů i obrázky a multimediální prvky (videosekvence, zvuky, barevná písma apod.). Tomu, co uživatel internetu vidí na obrazovce po přístupu k WWW serveru, se říká WWW stránka. Může být libovolně dlouhá. Stránka je psána v jazyce HTML (HyperText Markup Language). Jedná se o velmi jednoduchý jazyk, v němž se místo příkazů používají takzvané tagy neboli značky, mezi kterými je zapsán text.

K internetu se lze připojit:

- Telefonní linkou přes modem.
- ISDN – jedná se o kvalitnější digitální telefonní linku.
- ADSL – jedná se o ještě kvalitnější typ připojení po telefonní lince než ISDN.
- Pevnou linkou – zaručuje určitou přenosovou rychlost.

- Rádiovým připojením (tzv. mikrovlnou) - jde o připojení „vzduchem“, resp. rádiovým přenosem (poskytovatel i uživatel vlastní anténu).
- Kabelovou televizí.
- Mobilním telefonem.
- Jednosměrným satelitním připojením – jde o velmi rychlé, ale dražší připojení k internetu.

Firewall aneb ochrana sítí

Jedná se o ochranu mezi internetem a vnitřní lokální sítí. Na serverech se pro přístup do internetu instalují programy, kterým říkáme firewally. Jsou to systémy, které chrání „průtok“ dat mezi sítí a internetem. Firewall odráží útoky neoprávněných osob z internetu na síť.

Internetový prohlížeč

Aby uživatel na svém počítači viděl WWW stránku tak, jak ji „naprogramoval“ autor, musí mít k dispozici program, který dokáže „číst“ jazyk HTML. Takových programů existuje celá řada. Říká se jim browsery (prohlížeče) a mezi nejznámější patří např. NetScape, Microsoft Internet Explorer, Opera či Mozilla. Co se týká vzhledu, je prohlížeč okno, které v horní části disponuje několika málo prvky pro ovládání stránek a hlavně dialogovým okénkem pro zadávání adresy.

Vyhledávání v internetu

Chceme-li najít konkrétní informaci, musíme se obrátit přímo do samotného internetu, na speciální k tomu určené servery – internetové vyhledávače. Jsou to velmi výkonné servery s velkými diskovými kapacitami, na nichž jsou uloženy databáze internetových stránek. Vyhledávače hledají stránky podle jednoho nebo několika klíčových slov, která uživatel zadá.

Vyhledávání v internetu katalogovými vyhledávači

V předchozím případě jsme se zabývali vyhledáváním pomocí tzv. fulltextových vyhledávačů. Ty se používají velmi často v případě, že chceme na internetu najít podle prakticky libovolných klíčových slov požadovanou stránku. Existuje ale ještě typ tzv. katalogových vyhledávačů. Ty mají jednotlivé stránky seřazeny v přehledně uspořádané databázi. Takovým typem vyhledávače jsou například servery **www.seznam.cz**, **www.centrum.cz**, **www.atlas.cz**, apod.

E-mail (počítačová pošta)

Každý, kdo potřebuje komunikovat e-mailem, musí mít zřízenou svoji e-mailovou schránku.

Tu zřídí provider serveru, na kterém je uživatel přihlášen nebo je možné ji zdarma zřídit na k tomu určených serverech.

E-mailová schránka je prostor na disku vyhrazený pro příjem a odesílání zpráv. Každá e-mailová schránka musí mít určitou e-mailovou adresu, například pepa@seznam.cz apod.

E-mailová adresa se skládá ze dvou částí, oddělených znakem @ (slangově „zavináč“). Před @ vlevo je adresa konkrétního uživatele. Může to být libovolný text (s výjimkou určitých znaků). Za znakem @ je server, na kterém je schránka uložena. Tuto část není možné měnit.

Způsoby práce s e-mailem

Existují dvě metody, jak s poštou pracovat:

- 1) **Prostřednictvím internetového rozhraní.** Jedná se o metodu používanou zejména u veřejných serverů typu seznam.cz, atlas.cz, centrum.cz, email apod. Veškeré operace s poštou se odehrávají on-line na internetových stránkách. Výhodou tohoto způsobu používání pošty je fakt, že poštu můžeme číst kdekoli, kde je k dispozici počítač s internetovým prohlížečem a připojením k internetu.

Nevýhodou je skutečnost, že veškeré zprávy zůstávají na serveru poskytovatele a operovat s nimi můžeme, pouze pokud jsme připojeni k internetu.

- 2) **Prostřednictvím poštovního klienta.** Poštu si ze serveru stáhneme a veškeré její zpracování probíhá u nás na počítači. Zde navíc můžeme mít k dispozici neomezenou historii poštovních zpráv a nejsme omezeni místem na poštovním serveru. Bohužel nemůžeme s poštou pracovat kdekoliv, kde je přístup k internetu, ale pouze na počítači, na kterém je klient nainstalován.

3.3. Základní pojmy strojního obrábění

Podstata obrábění

Pod pojmem obrábění rozumíme technologický proces, při kterém řezná síla vtlačuje nástroj ve tvaru řezného klínu do povrchu polotovaru a odebírá z něj při vzájemném pohybu polotovaru a nástroje materiál v podobě třísky. Účelem je dosažení požadovaného tvaru, rozměrů i drsnosti povrchu.

Obráběný předmět nazýváme **obrobkem**, vzájemný pohyb mezi nástrojem a obrobkem nazýváme **řezným pohybem**.

Plochy, které při obrábění vznikají, nazýváme: **obráběná plocha** – část obrobku, ze které se odstraňuje přebytečný materiál; **obrobená plocha** – vznikne obráběním obráběné plochy; řezná plocha – vzniká při obrábění břitem nástroje a tvoří přechod mezi obráběnou a obrobenou plochou.

Řezný pohyb se skládá z hlavního řezného pohybu a vedlejšího řezného pohybu. Každý z těchto pohybů může vykonávat jak nástroj, tak obrobek, záleží na druhu obráběcí operace (soustružení, frézování atd.). Hlavní řezný pohyb může být nejčastěji otáčivý, ale také přímočarý, či složený. Vedlejší řezný pohyb nazýváme posuv a je to pohyb který je potřebný k tomu, aby byla tříska odřezávána v požadované délce obrobku. Posuv může být podélný, příčný, nebo složený a vykonávat jej může jak nástroj tak i obrobek podle druhu obráběcí operace. Nástroj nebo obrobek může vykonávat další pracovní pohyb, jemuž říkáme přísuv. Tento pohyb není složkou řezného pohybu. Je to vedlejší pohyb nástroje umožňující vzájemné nastavení obrobku a nástroje a nastavuje se mimo proces obrábění, proto není složkou řezného pohybu.

Výslednou rychlost řezného pohybu vypočítáme ze vztahu $v_e = v + v_f$ kde v je rychlost hlavního řezného pohybu a v_f je rychlost vedlejšího řezného pohybu – posuvu. Pro účely této úvodní kapitoly si budeme pamatovat, že vedlejší řezný pohyb je v poměru k hlavnímu řeznému pohybu mnohokrát menší, a proto jej při výpočtu zanedbáváme. Výsledná řezná rychlost se tedy rovná hlavnímu řeznému pohybu, což je v drtivé většině případů obvodová rychlost nástroje či obrobku, která se spočítá ze známého vztahu $v = \pi Dn$, kde D je průměr obrobku nebo nástroje v [m], a n jsou otáčky vřetena v [min^{-1}]. U přímočarého pohybu je řezná rychlost dána rychlostí pracovního stolu nebo smýkadla.

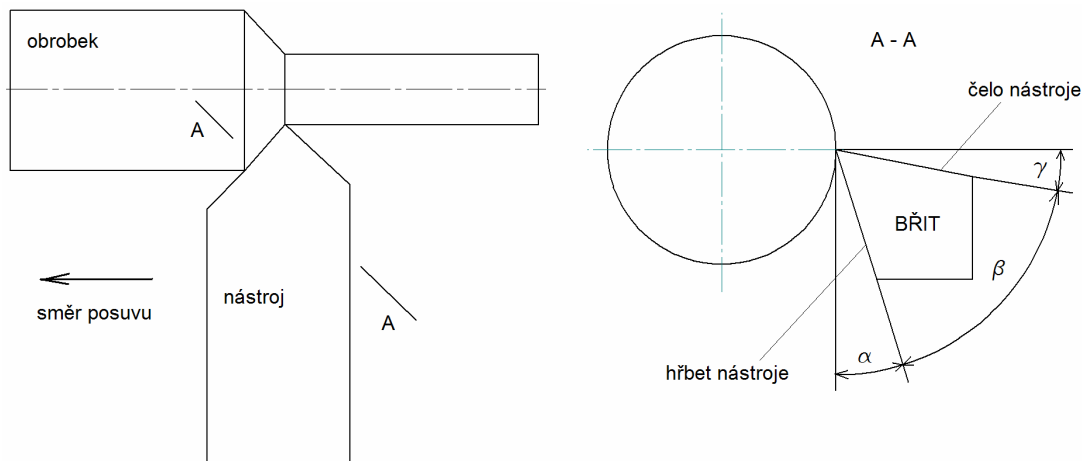
Geometrie obráběcího nástroje

Obráběcí nástroj se skládá ze tří částí – z řezné části, tělesa a upínací části. Řezná část slouží k řezání materiálu, těleso ke spojení řezné a upínací části. Řezná část nástroje může být tvořena jedním, dvěma nebo několika hlavními břity:

- jednobřité – např. soustružnické nože,
- dvoubřité – vrtáky,
- vícebřité – frézy, výstružníky, výhrubníky, závitníky,
- vícebřité nepravidelné – brousící kotouče.

Při obrábění přichází do styku s obrobkem pouze řezná část nástroje. Těleso nástroje se nesmí nikdy dotýkat obrobku.

Geometrie obráběcího nástroje je charakterizována celou řadou ploch, hran a úhlů. Plochy a hrany soustružnického nože jsou patrné z obrázku. U ostatních nástrojů se úhly určují velice podobně.



Základní plochy a tvary břitu:

- břit – je řeznou částí nástroje, plochy tvořící klín se nazývají čelo a hřbet,
- čelo – je plocha, po níž odchází tříska z místa řezu,
- hřbet – je plocha obrácená nebo přilehlá k řezné ploše,
- řezná hrana – je průsečnice plochy čela a plochy hřbetu a vyskytuje se ve tvaru přímém, zakřiveném a lomeném. Ostří je funkční část řezné hrany.

Má-li nástroj správně řezat, musí mít optimální řezné úhly. Velikost úhlů je závislá hlavně na:

- druhu obráběného materiálu (tvrdost, pevnost),
- způsobu práce,
- druhu práce,
- materiálu nástroje,
- druhu a konstrukci nástroje.

Následuje popis tří nejzákladnějších úhlů a jejich vliv na obráběcí proces. Je nutné si uvědomit, že stanovení správné geometrie nástroje je problematika nepoměrně složitější, než je obsah této kapitoly.

Úhel hřbetu α – nemá být příliš velký, aby se nezmenšoval úhel břitu, což by mělo za následek zmenšení pevnosti nástroje. Příliš malý úhel břitu má však za následek tření nože o obráběnou plochu a tím jeho opotřebování.

Úhel břitu β – jeho velikost je závislá na tvrdosti a pevnosti obráběného materiálu. S rostoucí tvrdostí a pevností obráběného materiálu se musí zvětšovat i úhel β .

Úhel čela γ – jeho velikost má vliv na vytváření a utváření třísky, na velikost spirály třísky, na řezné síly, příkon, tepelné zatížení nástroje atd. Čím je γ větší, tím lépe se tříska svinuje. Hodnota tohoto úhlu může být jak kladná, tak i záporná. Např. u nástrojů s břittem z SK se často volí úhel γ záporný. S takovým nástrojem je pak díky jeho větší tuhosti možné obrábět ocel s velkou pevností v tahu a obrábět ocel přerušovaným řezem.

Dále rozeznáváme spoustu dalších úhlů, z nichž nějakým způsobem ovlivňuje řezný proces. Jmenujme například úhel nastavení c , úhel sklonu ostří l a další.

Obrobitelnost kovových materiálů

Pod pojmem obrobitelnost materiálu se rozumí souhrn technologických vlastností obráběného materiálu, uplatňujících se při vlastním řezání. Jsou to zejména chemické složení a struktura obráběného materiálu a způsob jeho předchozího mechanického a tepelného zpracování. Kromě těchto vlastností ovlivňují ještě obrobitelnost materiálu způsob obrábění, druh materiálu břitů nástroje a řezné podmínky a prostředí.

Obrobitelnost materiálu posuzujeme z několika hledisek, přičemž důležité je jejich pořadí. Při hrubování je to pořadí – řezná rychlost, řezný odpor, utváření třísek, drsnost obrobené plochy. Pro obrábění na čisto je pořadí jiné – drsnost obrobené plochy, řezná rychlost, utváření třísek, řezný odpor.

V praxi obrobitelnost posuzujeme tzv. stupněm obrobitelnosti podle řezné rychlosti, přičemž zbylá kritéria jsou pouze doplňková. Stupeň obrobitelnosti určujeme jako poměr řezné rychlosti při obrábění daného materiálu ku řezné rychlosti při obrábění etalonu. Materiál etalonu má stupeň obrobitelnosti $i_o=1$.

Všechny materiály jsou rozděleny do čtyř základních skupin obrobitelnosti, označených písmeny a, b, c, d. Do jednotlivých skupin jsou materiály zařazeny takto:

- a – litiny a nekovové materiály,
- b – oceli a oceli na odlitky,
- c – barevé kovy,
- d – lehké kovy.

Každá skupina materiálů je dále tříděna podle stupně obrobitelnosti do dvaceti tříd, označených čísly 1 až 20. Ve třídě jedna jsou zařazeny materiály nejhůře obrobitelné, ve třídě 20 materiály obrobitelné nejlépe. Pro každou skupinu obrobitelnosti je stanoven stupeň obrobitelnosti, který je roven $i_o=1$, tedy je roven obrobitelnosti materiálu etalonu. Jsou to tyto stupně v jednotlivých skupinách: 11a, 14b, 12c a 12d.

Zařazení materiálů do skupin obrobitelnosti umožnilo vypracovat řezné podmínky pouze pro základní třídy obrobitelnosti. Řezné podmínky pro daný materiál se pak stanoví vynásobením tabulkových hodnot základní třídy stupněm obrobitelnosti i_o daného materiálu.

Teplo a teplota řezání

Téměř veškerá mechanická práce vynaložená na přeměnu odřezávané vrstvy v třísku a odvedení třísky z místa řezu se přeměňuje v teplo. Teplo se vyvíjí v poměrně malé oblasti a je příčinou vysoké teploty, která dosahuje až 1000°C. Teplota má nepříznivý vliv na opotřebení nástroje, na přesnost obrábění a na jakost obrobené plochy.

Ke vzniku tepla při obrábění dochází přeměnou dílčích prací v jednotlivých místech zdrojů. Jsou to práce plastických deformací Q_{pd} , práce tření na čele nástroje Q_{tc} a práce tření na hřbetu nástroje Q_{th} .

Celkové teplo vznikající při obrábění je z podstatné části odváděno třískou – to označujeme Q_1 , z menší části obrobkem – Q_2 a nástrojem – Q_3 . Část tepla je vyzářena přímo do okolí – Q_4 . Podíl jednotlivých složek odváděného tepla je závislý na tepelné vodivosti materiálů obrobku a nástroje, dále na řezných podmínkách, a to zejména na řezné rychlosti, pak na řezném prostředí a způsobu chlazení a mazání a také na geometrii břitů nástroje.

Pro dílčí zdroje tepla a pro složky odváděného tepla platí tzv. rovnice tepelné bilance:
 $Q_{pd} + Q_{tc} + Q_{th} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$

Vývin tepla při obrábění má za následek zvýšení teploty v místech zdrojů tepla a v jejich okolí. Teplota má výrazný vliv na stav břitů, především na intenzitu jeho otupování. Protože teploty na čele nástroje jsou o 50 až 100% vyšší než na hřbetě nástroje, jsou z hlediska opotřebení významnější teploty na čele. Nejvyšší teplota není na špičce nástroje, jak by se dalo očekávat, ale její maximum je vlivem poloměru špičky nástroje posunuto. V místech s nejvyšší teplotou na ploše čela je také nejintenzivnější opotřebení. Zjišťování

teplotního pole (teplot v jednotlivých místech sledované plochy) je velmi náročné, určuje se proto pouze střední teplota styčné plochy čela s třískou a nazývá se teplotou řezání η . Příпустné mezní hodnoty teploty řezání jsou závislé na odolnosti použitého materiálu nástroje. Překročením mezní teploty řezání se rychle snižuje tvrdost břitu, nástroj ztrácí řezné schopnosti a prudce narůstá jeho opotřebení.

Znalost teplotního pole a teploty obrobku je důležitá vzhledem k rozměrové a tvarové přesnosti obrobku a má význam při obrábění na čisto, zejména při broušení.

Chlazení a mazání při obrábění

Při obrábění hraje významnou roli řezné prostředí. Přirozeným řezným prostředím je vzduch, častěji se však používají tzv. řezné kapaliny. Účinky řezného prostředí na proces obrábění jsou komplexní. Nejčastěji se uvažuje snížení teploty nástroje a snížení tření na stykových plochách mezi nástrojem a obrobkem. Tyto dva hlavní účinky (chladicí a mazací) však mají širší význam a ovlivňují též mechaniku tvoření třísky, silové jevy na stykových plochách aj. Shrnutím řečeného a přidáním dalších informací tedy konstatujeme, že úkolem řezného prostředí je odvádět teplo z oblasti jeho tvoření, snížit práci vlivem tření, snížit intenzitu otupování nástroje, zlepšit jakost obrobené plochy, odvádět třísky z místa řezu, přičemž nejdůležitější je účinek chladicí a mazací.

Chladicí účinek snižuje teplotu a snižuje tak opotřebení nástroje, u RO až na pětinu proti obrábění za sucha.

Mazací účinek se projevuje snížením tření na činných plochách nástroje a usnadňuje plastické deformace třísky. Řezný odpor se tak snižuje až o 25%, u malých průřezů třísek i více. Účinkem mazání se tedy zlepší jakost obrobené plochy.

Nejčastěji se jako řezného prostředí používá řezných kapalin. Jsou to:
vodné roztoky,
emulze olejů, tuků a vody,
řezné oleje.

Vodné roztoky – jsou vodní roztoky chemických látek (uhličitanu sodného, křemičitanu sodného a dalších). Vyznačují se dobrým chladicím účinkem. Používají se hlavně při broušení.

Emulze – jsou směsi vody a jemně rozptýlených olejů a tuků. Splývání jednotlivých částecí olejů a tuků se zamezí přidáním tzv. emulgátorů, nejčastěji mýdel. Emulze mají velmi dobré mazací i chladicí účinky a jsou nejpoužívanější řeznou kapalinou.

Řezné oleje – vyrábějí se z minerálních olejů. U řezných olejů převládá účinek mazací. Zajišťují vysokou jakost obrobené plochy a malé opotřebení nástroje. Používají se při stružení a protahování a při obrábění ozubení a závitů.

Při výběru řezného prostředí je nutné přihlížet nejen ke způsobu obrábění, ale i k druhu obrobku a materiálu.

Materiály využívané ve strojírenství

Ocel je slitina železa s uhlíkem (do 2,14 % C) a doprovodnými prvky, které se do oceli dostaly při výrobě (Mn, Si, P, S, Cu). Kromě doprovodným prvků obsahují některé oceli úmyslně přidané prvky, tzv. přísadové prvky (Cr, W, Mo, V, Ni aj.). Pro své mechanické a technologické vlastnosti je ocel dodnes nejdůležitějším technickým materiálem.

Každá z ocelí má svůj **materiálový list**, obsahující všechny informace, které danou ocel charakterizují.

Oceli můžeme v podstatě rozdělit na oceli k tváření a oceli slitinové. Oceli k tváření se podle použití dělí na oceli konstrukční a nástrojové.

Oceli k tváření jsou rozděleny do devíti tříd jakosti podle chemického složení. Označení ocelí se skládá ze základní číselné značky a doplňkových číslic. Základní číselná značka oceli je pětimístné číslo. První číslice je 1 a vyjadřuje, že jde o ocel k tváření. Druhá číslice vyjadřuje ve spojení s první číslicí třídu jakosti oceli. Význam třetí, čtvrté a páté číslice se různí podle třídy oceli. Pátá číslice má význam pořadový. K doplňkovým číslicím. Jsou dvě, a od základní pětimístné číselné značky jsou odděleny tečkou. První doplňková číslice vyjadřuje konečný stav oceli, tj. druh tepelného zpracování. Druhá doplňková číslice vyjadřuje konečný stupeň přetváření u ocelových plechů a pásů.

$$\underline{1X\ XXX} . \underline{XX}$$
 základní číselná značka doplňkové číslice

význam 3. a 4. číslice se různí podle třídy oceli

$$\underline{1X\ XXX} . \underline{X\ X}$$
 třída oceli tepelné zpracování stupeň přetváření
 pořadová číslice

Oceli na odlitky jsou definovány jako slitiny železa s uhlíkem, křemíkem, manganem a dalšími prvky, v níž množství uhlíku nepřesahuje 2,14 % C. Oceli na odlitky označujeme takto:

42 XXXX. Druhé dvojčíslí označuje druh oceli podle stupně legování takto:

42 26XX – uhlíkové oceli na odlitky

42 27XX, 42 28XX – nízkolegované a středně legované oceli na odlitky

42 29XX – vysokolegované oceli na odlitky.

Třetí dvojčíslí udává u legovaných ocelí skupiny legovacích prvků.

Stejně jako u ocelí i označení ocelí na odlitky je doplněno dvojčíslím za tečkou. První číslo má stejný význam jako u ocelí, druhé číslo pak označuje způsob odlévání odlitků.

Legované oceli na odlitky jsou velmi odolné proti opotřebení a některé zachovávají své vlastnosti i za teplot 450 °C. Používají se např. na namáhaná ozubená kola a armatury a součásti parních kotlů a turbín do 450 °C. Další skupinu tvoří tzv. žárovevné oceli. Používají se na součásti namáhané tlakem za vyšších teplot, pro chemický průmysl, součásti namáhané vysokým otěrem.

Vysokolegované oceli na odlitky jsou legovány především chromem, niklem a dalšími prvky. Jde o analogii s tvářenými oceli třídy 17 a se stejným použitím.

Šedá litina je slitina železa s uhlíkem, křemíkem, manganem a dalšími prvky, kde množství uhlíku přesahuje 2,14 % C. Šedá litina může obsahovat legující prvky. Označujeme 42 24XX. Základními vlastnostmi šedé litiny je poměrně malá pevnost v tahu (od 100 do 350 MPa, avšak velmi dobrá pevnost v tlaku (asi 3 až 4 krát větší než v tahu). Proto se hodí lépe pro součásti namáhané tlakem.

Velmi důležitou vlastností šedých litin je velká schopnost útlumu chvění, což je zvlášť důležité ve stavbě obráběcích strojů.

Použití nelegovaných šedých litin je např. na ložiska, řemenice, součásti motorů, turbín, válců kompresorů, ozubená kola, ložisková pouzdra, ale např. i součásti kamen.

Tak jako u legovaných ocelí na odlitky, i u šedé litiny legované je možno přísadou dalších prvků dosáhnout speciálních vlastností. Jsou to hlavně žárovzdornost a zvýšená odolnost proti korozi v agresivních chemických prostředích. Používají se na odlitky roštů, sázecích otvorů pecí, kovových forem aj.

Tvárná litina je velmi důležitým, poměrně mladým, konstrukčním materiálem. Vyrábí se přidáním hořčíku do pánve před odlitím. Označujeme 42 23XX. Vlastnosti tvárné litiny se mohou pohybovat v širokém rozmezí. Mohou mít výbornou tažnost, dobrou houževnatost za nízkých teplot, pevnost v tahu. Jejich použití je dáno právě jejich vlastnostmi od ozubených kol, dynamicky namáhaných součástí, až po součásti vystavené abrazivnímu opotřebením za spoluúčasti rázů.

Temperovaná litina je houževnatý a snadno obrobitelný materiál. V řadě vlastností byla sice překonána ocelí a tvárnou litinou, přesto má oproti nim určité výhody. Má malý rozptyl hodnot mechanických vlastností. Je svařitelná, lze ji chránit kovovými povlaky. Použití např. pro klíče, upínky, západky aj.

Měď a její slitiny patří mezi těžké neželezné kovy.

Měď má zcela specifické vlastnosti, rozdílné od železa. Má asi šestkrát vyšší tepelnou a elektrickou vodivost, malou pevnost v tahu, vysokou tažnost, dobře se pájí a dá se svařovat. Má dobrou odolnost proti korozi. Využití nachází v elektrotechnickém průmyslu a pro výrobu slitin, zvláště mosazí a bronzů. Slitiny mědi tedy rozdělujeme na bronzy a mosazi.

Bronzy jsou slitiny mědi s různými kovy, bez zinku. Rozdělujeme je dále podle hlavního legujícího prvku (např. bronzy cínové, olověné hliníkové atd.), ten určuje i specifické vlastnosti těchto slitin. Využití v elektrotechnickém průmyslu, dále na součásti značně namáhané třením, např. kluzná ložiska, šneková kola apod.

Mosazi jsou slitiny mědi s různými kovy, se zinkem. Ve srovnání s bronzy mají nižší cenu a lepší slévárenské vlastnosti. Užívají se především tam, kde je třeba zajistit dobré kluzné vlastnosti a odolnost proti korozi.

Hliník a slitiny hliníku patří mezi lehké neželezné kovy.

Hliník má malou hustotu a dobrou tepelnou a elektrickou vodivost, dobrou chemickou odolnost, dobrou slévateľnost, dobré mechanické vlastnosti.

Přísadami některých prvků se dosáhne podstatného zlepšení mechanických vlastností. Protože je výroba slitin hliníku energeticky velmi náročná, využíváme je zejména tam, kde lze využít jejich specifické vlastnosti, jako je nízká měrná hmotnost a odolnost proti atmosférické korozi. Využití tedy nacházejí např. pro hlavy válců spalovacích motorů, v potravinářském průmyslu apod.

Titan a slitiny titanu patří mezi lehké neželezné kovy.

Titan má podobné mechanické vlastnosti jako oceli, má však podstatně menší hustotu. Nevýhodou je však vysoká cena, nepříliš dobrá obrobitelnost, rychle klesající pevnost se vzrůstající teplotou. Titan je velmi odolný proti korozi, odolává všem anorganickým i organickým kyselinám. Je důležitým legujícím prvkem ocelí. Využití nachází zejména v chemickém průmyslu.

Úpravy materiálů (tepelné zpracování)

Tepelným zpracováním rozumíme všechny postupy, při nichž předmět, nebo materiál v tuhém stavu záměrně ohříváme a ochlazujeme určitým způsobem tak, aby získal požadované vlastnosti. V podstatě jde vždy o souhrn těchto operací: ohřev na určitou teplotu, výdrž na této teplotě a ochlazování určitou rychlostí na danou teplotu. V některých případech mohou tyto operace probíhat vícekrát za sebou za různých podmínek.

Tepelným zpracováním ovlivňujeme mechanické vlastnosti jako pevnost, tažnost, vrubovou houževnatost, odolnost proti opotřebení atd. V mnoha případech je s tím zároveň spojena změna struktury materiálu.

Žihání je způsob tepelného zpracování, kterým chceme u součásti dosáhnout zpravidla stavu blízkého stavu rovnovážnému. Podstatou je rovnoměrný ohřev součásti na teplotu žihání (ta je pro různé způsoby žihání a pro různé materiály jiná), setrvání na této teplotě po určitou dobu, a potom obvykle velmi pomalé ochlazování.

Rozesnááváme několik druhů žihání, které se mezi sebou liší jednotlivými postupy, a mají různé účely.

Kalení a popouštění. Účelem kalení je zvýšit tvrdost součásti. Jeho podstatou je překrystalizace za velmi pečlivě zvolených teplot a za dodržení určitých postupů. Velice laicky lze říci, že jde o ohřátí na určitou teplotu a následné rychlé ochlazení. Obrat „rychlé ochlazení“ je však relativní, neboť je odlišný pro jednotlivé materiály, stejně jako kalící teploty.

Protože postupy jsou odlišné pro každý materiál, zaměříme se spíše na obecné vlastnosti materiálů v souvislosti s kalením.

Kalitelnost je schopnost oceli dosáhnout kalením zvýšení tvrdosti. Přitom nejvyšší dosažitelná tvrdost oceli po kalení je závislá především na obsahu uhlíku.

Prokalitelnost je schopnost oceli dosáhnout po kalení v určité hloubce pod povrchem určité tvrdosti. Tuto vlastnost zkoušíme tzv. *zkouškou prokalitelnosti*. Při této zkoušce se čelo standardního válcového zkušebního vzorku, který se v peci ohřeje na teplotu kalení, ochlazuje ve zvláštním přípravku proudem vody. Rychlost ochlazování je největší na kaleném čele a se vzrůstající vzdáleností od čela se plynule zmenšuje. Po zakalení se na povrchu vzorku vybrousí podélná ploška, na které se zjišťuje tvrdost v různých vzdálenostech od čela. Tím zjistíme průměr, který se ještě zakalí.

Zušlechťování - účelem je dosáhnout vysoké meze kluzu, pevnosti a odolnosti proti únavě při vysoké houževnatosti. Právě zvyšování meze kluzu a vrubové houževnatosti je pro nás stěžejní, neboť čím vyšší je mez kluzu, tím více lze ocel zatížit bez nebezpečí deformace a čím vyšší je vrubová houževnatost, tím větší je odolnost oceli proti křehkému porušení nenadálými rázy.

Povrchové kalení. Při povrchovém kalení ohříváme povrchové vrstvy velmi rychle, s velmi krátkou výdrží na teplotě. Po ohřevu následuje ihned prudké ochlazení, čímž se povrch součásti zakalí do hloubky, která závisí na hloubce prohřátého materiálu.

Tím docílíme součástí s houževnatým jádrem a tvrdým povrchem.

Chemicko-tepelné zpracování oceli. Pod tímto pojmem rozumíme řadu způsobů, při nichž se vytváří povrch oceli různými prvky, aby se dosáhlo různých požadovaných vlastností, např. žárovzdornost, korozivzdornost, odolnost proti opotřebení apod.

Cementování je používáno pro nasycení povrchu součásti uhlíkem. Následným zakalením této nasycené vrstvy se dosáhne vysoké tvrdosti, přičemž se zachová houževnatost jádra. Nauhličená vrstva bývá 0,5 až 1,5 mm tlustá. Zdůrazněme tedy, že po cementování se musí součásti ještě zakalit, právě proto aby dosáhly potřebné tvrdosti a odolnosti proti opotřebení.

Nitridování je syčení povrchu dusíkem, který reaguje se železem a s jinými úmyslně přidávanými prvky (hlavně Al a Cr). Vytvářejí se tím tvrdé nitridy, které způsobují značné zvýšení tvrdosti povrchové vrstvy.

Materiály řezných nástrojů

Nástrojový materiál s ideální řezivostí vyžaduje vysokou tvrdost a pevnost při pracovních teplotách, zajišťující potřebnou odolnost proti opotřebení a deformaci břitu. Dále musí mít vysokou houževnatost, eliminující křehké porušení břitu, odolnost proti teplotnímu rázu a také chemickou stálost, zaručující odolnost proti difúzi a oxidaci.

Dosud žádný řezný materiál není schopen zajistit všechny tyto požadavky. Rostoucí houževnatost umožňuje použít vyšší posuvy, rostoucí odolnost proti otěru zase vyšší řezné rychlosti.

Při vývoji nástrojových materiálů představuje významný posun k ideálním řezným charakteristikám úprava povrchů nástrojů. Tou lze zajistit břit nebo nástroj s potřebnou houževnatostí a pevností, na kterém je aplikován tvrdý, otěruvzdorný a chemicky stálý povlak. Povlakem se rozumí vrstva materiálu, která zvětšuje jmenovitý rozměr nástroje.

Rychlořezné oceli (RO) mají v porovnání s ostatními materiály velmi dobrou houževnatost a odolnost proti adheznímu opotřebení. Jejich nevýhodou je ztráta pevnostních charakteristik při teplotě asi 600 °C.

Významnou modifikací RO jsou typy obsahující 5 až 10% kobaltu, který zvyšuje jejich pevnostní charakteristiky za tepla a tím i výkonnost. Proto se tyto oceli nazývají často vysoko výkonné, v informacích výrobců mají často označení HSS-E.

Využití nacházejí na konvenčních strojích; limitujícím faktorem je nízká pracovní rychlost (pod 60 m/min). Obecně lze nástroji z RO obrábět široké spektrum kovových a nekovových materiálů, s výjimkou materiálů tvrdých a silně abrazivních.

Povlaky na nástrojích a výměnných destičkách z RO poskytují menší zlepšení řezivosti než povlaky na slinutých karbidech. Zvýšení trvanlivosti břitu se pohybuje v rozmezí mezi 50% a 200%, možné navýšení řezné rychlosti při zachování předepsané trvanlivosti je 10% až 20%.

Slinuté karbidy (SK) jsou tvořeny velmi tvrdými karbidovými částicemi v kovové vazbě a jsou vyráběny technologií práškové metalurgie. (Prášková metalurgie je technologie, při které jsou zhotovovány polotovary nebo hotové výrobky spojováním kovů, nebo kovů s nekovy ve formě prášků působením tlaku a tepla při teplotách nižších než je teplota tavení alespoň jedné ze spojovaných složek.) Základními karbidy pro výrobu jsou karbid wolframu WC a kubické nitridy TiC, TaC a NbC v kobaltovém pojivu.

Z hlediska použití existují tři základní skupiny s mezinárodním označením K (WC+Co), P (WC+TiC+Co) a M (WC+TiC+TaC/NbC+Co).

SK skupiny K jsou ze všech skupin nejhouževnatější, avšak s nižší odolností proti difúznímu otěru. Jsou určeny zejména pro obrábění materiálů, tvořících elementární třísku (např. šedá litina, bronz), tvorba této třísky je spojena se vznikem mikrochvění, které může u méně houževnatých SK způsobit praskání.

SK skupiny P obsahují karbidy TiC, které vnášejí do materiálu vyšší tvrdost a odolnost proti otěru. Jsou náchylnější na křehký lom, proto jsou určeny pro obrábění materiálů, u kterých se netvoří elementární tříska (oceli, lité oceli, tvárné litiny, lehké kovy).

SK skupiny M jsou určitou velmi kvalitní modifikací skupiny P a jsou určeny především pro obrábění těžkoobrobitelných ocelí a slitin.

Slinuté karbidy se dnes aplikují především ve formě výměnných břitových destiček. Stále více se však používají i monolitní nástroje menších rozměrů z SK (např. frézy, vrtáky). Nástroje ze SK, nebo s destičkami z SK jsou dnes nejpoužívanějšími nástroji. V porovnání

s RO jsou slinuté karbidy tvrdší a otěruvzdornější, mají větší pevnost v tlaku, ale jsou méně houževnaté.

Povlakované slinuté karbidy dovolují zvýšit řeznou rychlost až o 300% oproti nepovlakovaným druhům. Používají se především soustružnické operace, ale i pro operace frézovací a vrtací, zejména pro obrábění těžkoobrobitelných materiálů. Jako základ se používají SK, které jsou houževnaté.

Cermety. Cermet je název pro tvrdý keramický materiál obsahující tvrdé částice zpravidla TiC, TiN, TiCN v kovovém pojivu, vyrobený obdobně jako SK práškovou metalurgií. Název obsahuje počáteční písmena slovního spojení CERamic/METal, používaný pro označení keramických částic v kovovém pojivu.

Cermety mají velmi dobrou odolnost proti opotřebení, vysokou pevnost za tepla a chemickou stabilitou. Oproti SK vykazují menší houževnatost a odolnost proti teplotnímu rázu. Jsou vhodné pro jemné obrábění a dokončování ocelí a ocelolitin. Jejich vlastnosti lze také zlepšit povlakováním.

Keramika. Tímto názvem se dnes označuje několik řezných materiálů s odlišným chemickým složením a mikrostrukturou.

Čistá oxidická keramika Al_2O_3 má nízkou houževnatost a odolnost proti teplotnímu rázu, ale vysokou odolnost proti opotřebení a vynikající chemickou stálost. Může být obohacena tvrdými částicemi, nejčastěji TiC, nebo zpevněna velmi tenkými (průměr 1 μm) a pevnými vlákny z karbidu křemíku.

Neoxidická keramika, jejímž představitelem je nitrid křemíku Si_3N_4 má vysokou pevnost za tepla a je houževnatější než oxidická keramika.

Keramika je vhodná pro obrábění žáruvzdorných a žárupevných slitin, zušlechťených ocelí, tvárné, temperované litiny.

I tyto materiály se upravují povlakováním.

Řezné rychlosti se pohybují mezi 400 a 600 m/min.

Polykrystalický kubický nitrid boritý je synteticky vyrobený materiál, který v přírodní formě neexistuje. Spolu s diamantem patří k velmi tvrdým materiálům s vysokou pevností za tepla, s výbornou odolností proti opotřebení a chemickou stabilitou k železným kovům. V literatuře je KBN společně s diamantem označován jako supertvrdý materiál (STM).

Nástroje jsou dvojího provedení – monolitní nebo dvouvrstvé (u těch je KBN přislinován na karbidovou podložku).

KBN používáme na nástroje pro soustružení, vyvrtávání a i pro frézovací nástroje. KBN se osvědčil při obrábění superslitin, slinutých karbidů a tvrzených litinových válců. Nástroje z KBN zaručují vysokou kvalitu obrobeneho povrchu ($Ra = i 0,3 \mu m$) a proto nahrazují i operaci broušení.

Diamanty. Diamant je nejtvrdší známý přírodní materiál. Průmyslové diamanty jsou dnes dostupné v několika provedeních. Vedle vysoké tvrdosti mají diamanty výbornou odolnost proti abrasivnímu opotřebení, dobrou tepelnou vodivost a nízký koeficient tření. K jejich nevýhodám patří křehkost, afinita k železným kovům a Ni slitinám a nízká pracovní teplota asi 700°C.

Kinematika obrábění

V této kapitole se budeme zabývat obecně kinematikou obrábění. Pro každý stroj jsou specifické jiné hodnoty nastavení pohybů stroje, ačkoliv jsou si svojí podstatou podobné.

Řezný pohyb je vzájemný pohyb mezi obrobkem a nástrojem. Uskutečňuje se určitou relativní rychlostí a po určité dráze. Ve většině případů je řezný pohyb složen ze dvou složek:

1. Ze složky hlavního řezného pohybu, která se shoduje se základním pohybem obráběcího stroje. Například otáčivý pohyb vřetena u soustruhů, vrtaček, frézek apod.
2. Ze složky vedlejšího řezného pohybu, která je zpravidla kolmá na složku hlavního řezného pohybu. Vedlejší řezný pohyb se nazývá posuv. Podle způsobu obrábění je posuv podélný, příčný atd. Velikost posuvu se udává v různých jednotkách podle druhu stroje, druhu obrábění apod., takže se můžeme např. u frézování setkat s posuvem v mm za zub, ale také v mm za minutu.

Je ještě jeden pohyb při obrábění, tomu říkáme přísuv. Přísuv je vzájemný pohyb mezi nástrojem a obrobkem. Je zpravidla kolmý na obráběnou plochu a umožňuje nastavení hloubky řezu h .

Výsledný řezný pohyb je geometrickým součtem hlavního pohybu a posuvu. Rychlost posuvu je v porovnání s rychlostí hlavního pohybu zanedbatelná (asi 1000x menší) a nemá na rychlost výsledného pohybu podstatný vliv. Proto ji zanedbáváme a rychlost hlavního pohybu nazveme řezná rychlost. Pro otáčivý pohyb se určí ze vztahu $v = \pi Dn$, kde D je průměr obrobku nebo nástroje – pozor, udávaný v metrech!, a n jsou otáčky vřetena za minutu.

Upínání obrobků

Při obrábění se musí obrodek ustavit a upnout na obráběcí stroj nebo upínací zařízení v určité poloze vůči nástroji. Na stroji nebo upínacím zařízení jsou opěrné plochy, o něž se obrodek upíná.

V následujícím textu budeme rozlišovat upínání obrobků na strojích, kde se otáčí obrodek (soustruhy, brusky) a druhou skupinu strojů, kde se otáčí nástroj (frézka, vrtačka).

Upínání obrobků na soustruzích

Nejčastěji se na soustruhu upíná obrodek do sklíčidla. Do univerzálního sklíčidla se v kusové výrobě upínají dlouhé i krátké obrobky. Nejpresnější jsou tříčelistová sklíčidla.

Obrobky s výrazně větší délkou, než je jejich průměr, upínáme mezi hroty, přičemž unášení obrobků zajišťuje tzv. unášecí srdce, které přenáší krouticí moment.

Velmi dlouhé obrobky se při unášení podepírají lunetou.

Tenké a krátké obrobky nepravidelného tvaru se upínají na čelo upínací desky, která má čtyři samostatné nastavitelné čelisti a na čele vyfrézované drážky na upnutí upínek.

Obrobky s přesnou dírou se upínají na soustružnický trn. Pro obrobky s dírami, které mají větší mezní úchylky, a pro tenkostěnné obrobky jsou vhodné rozpínací trny.

Upínání obrobků na frézkách

Upnutí obrobku musí být rychlé, snadné, přesné a dostatečně pevné. Spolehlivost upnutí je při frézování zvláště důležitá, neboť práce frézy má nárazovitý charakter.

Volba druhu upínacích prostředků a způsobu upínání závisí na několika faktorech:

- na velikosti a tvaru upínaného obrobku,
- na druhu a způsobu frézování,
- na požadované přesnosti,
- na celkovém počtu obráběných kusů.

Upínky – obrodek upínáme přímo na stůl frézky. Tento způsob se používá zejména k upínání větších obrobků, obrobků nepravidelného tvaru, přičemž upínky mohou mít různé tvary.

Strojní svěráky – používáme pevné, otočné, univerzální a samostředící svěráky. *Pevné svěráky* mají pohyblivou čelist posuvnou po tělese svěráku jen ve směru k čelisti a od čelisti. *Otočné svěráky* mají spodní kruhovou desku se stupňovým dělením a ta umožňuje svěrák otáčet kolem svislé osy. Otočné a sklopné *univerzální svěráky* se dají natáčet okolo svislé i vodorovné osy podle úhlových stupnic. *Samostředící svěráky* se používají k upínání krátkých válcových součástí. Součást se středí pomocí prizmatické vložky, ke které se přitlačí čelistmi svěráku otáčením ručního kolečka.

Skličidla se používají při upínání obrobků na dělicím přístroji.

Přípravky – používají se při výrobě větších sérií, nebo při výrobě součástí, kterou nelze upnout jiným způsobem z důvodu své tvarové složitosti, nebo požadované přesnosti. Tyto přípravky mají svůj tvar a rozměry přizpůsobeny přesně pro upnutí té které součásti.

Závěrem této kapitoly se seznámíme s několika zásadami, které je nutné při upínání obrobků na frézku dodržovat:

- obrobky musí být před frézováním upnuty ve správné poloze pevně a spolehlivě,
- upínání má být rychlé a snadné, zejména je-li frézovací doba krátká,
- upínáním se nesmí obrobek deformovat, je třeba zabránit i případným deformacím obrobku vlivem jeho vlastní hmotnosti,
- obráběná plocha musí být co nejbližší k upínací ploše stolu frézky,
- tenké obrobky nesmějí vyčnívat z upínacího zařízení (nesmějí mít velké vyložení), neboť chvěním obrobku by mohlo dojít k poškození nástroje,
- obrobky musí být upnuty tak, aby byl zajištěn volný odchod třísek.

Upínání nástrojů

I pro účely této kapitoly budeme rozlišovat upínání na strojích, kde se otáčí obrobek (soustruhy, brusky) a druhou skupinu strojů, kde se otáčí nástroj (frézka, vrtačka).

Upínání nástrojů na soustruzích

Je nutné rozlišovat mezi upínáním nástrojů na konvenčních strojích a na číslicově řízených strojích, které se vyznačují propracovaným systémem upínání nástrojů.

Nože pro obrábění na konvenčních strojích mají čtvercový tvar a upínají se do upínacích hlav, které jsou otočné a umožňují upnutí i více nožů najednou, nejčastěji čtyř. Nůž musí na upínací plochu dosedat celou svou základnou a musí mít co nejmenší vyložení. Osové nástroje se na konvenčních strojích upínají do pinoly koníku.

Pro obrábění na číslicově řízených strojích se nože upínají pomocí speciálních typizovaných držáků do revolverové hlavy.

Upínání nástrojů na frézkách

Frézy musí být vždy upnuty pevně a spolehlivě. Při špatném upnutí frézy házejí, jsou jednostranně namáhány, špatně řezou a obrobené plochy nejsou kvalitní. Způsob upnutí frézy závisí hlavně na konstrukci, druhu a rozměrech frézy a na druhu (způsobu) práce.

Válcové frézy, kotoučové a tvarové frézy se upínají na dlouhý frézovací trn. Fréza se upíná na dlouhou válcovou část trnu. Unášení frézy je zabezpečeno podélným perem, její poloha pak rozpěrnými kroužky a maticí s levým závitem. Frézovací trn je kuželovou stopkou uložen v kuželové dutině vřetena a zajištěn šroubem. Druhý, válcový konec trnu je podepřen v ložisku podpěrného ramena. K uložení trnu v ložisku podpěrného ramena slouží vodicí pouzdra. Velikosti frézovacích trnů jsou normalizované.

Frézy s kuželovou upínací stopkou se upínají přímo do kuželové dutiny, nebo v případě že kužel upínací stopky frézy a vřetena není stejný, do redukčního pouzdra. Frézy s válcovou stopkou se upínají do upínacích hlaviček s vyměnitelnými rozpínacími pouzdry.

Velké frézovací hlavy se upínají přímo na vnější kužel vřetena stroje. Upínají se pomocí unášecí a upínacího šroubu.

Při upínání fréz je třeba dodržovat následující zásady:

- upínací části fréz, redukčních pouzder, jakož i kuželová dutina vřetena se musí před upínáním řádně očistit,
- upínací plochy, kuželové a válcové plochy stopek a trnů musí pevně dosedat po celé délce stykové plochy,
- nástroje, pouzdra i trny se musí v kuželové dutině vřetena zajistit šroubem,
- na dlouhých frézovacích trnech se mají frézy upínat co nejbližší vřetena nebo podpěrného ložiska, aby se zmenšilo prohýbání trnu při frézování.

3.4. Základní obráběcí stroje

Soustruhy- soustružení

Soustružením lze obrábět vnější i vnitřní válcové plochy, vnější i vnitřní kuželové plochy, tvarové plochy i plochy obecné (podsoustružené zuby fréz, vačky apod.). Na soustruzích lze vrtat, vystružovat, řezat závity, soustružit rovinné i kulové plochy. Kromě toho lze na nich konat zvláštní práce, jako vroubkování, válečkování apod.

Při soustružení se obrobek otáčí, zatímco nástroj, tj. nůž, se obvykle pohybuje přímočaře. Hlavní pohyb při soustružení je vždy otáčivý. Pracovní pohyb nástroje je buď ve směru osy obrobku – podélný posuv, nebo ve směru kolmém na osu obrobku – příčný posuv. Při kopírovacím soustružení se oba pohyby dějí současně, ale různými rychlostmi.

Obvodová rychlost obrobku v je řeznou rychlostí. Její velikost vypočítáme z již uvedeného vzorce $v = \pi Dn$. Velikost podélného i příčného posuvu je dráha nože za 1 otáčku obrobku (v mm). Posuv je buď ruční, nebo strojní. Přísuv je pohyb nástroje, kterým se nastavuje hloubka záběru.

Řezné podmínky při soustružení

Řezná rychlost je měřítkem pro hlavní pohyb. Optimální velikost řezné rychlosti závisí hlavně na mechanických vlastnostech materiálu obrobku, tj. stupni obrobitelnosti, na druhu materiálu nože, tj. na jeho řezivosti. Na velikosti průřezu třísky, tj. na velikosti posuvu a hloubky odebrané vrstvy materiálu, a na zvolené trvanlivosti nástroje. Také závisí na geometrii břitu, na druhu soustružnické práce (např. při řezání závitů se volí menší řezné rychlosti), tuhosti soustruhu a chlazení.

Posuv s závisí na požadované jakosti plochy a na tuhosti a velikosti obrobku. Zásadně se volí maximální velikost posuvu, která odpovídá uvedeným požadavkům. Obecně lze říci, že se pro hrubování volí větší posuvy než pro práci na čisto.

Hloubka řezu t , tj. hloubka odřezávané vrstvy materiálu, závisí na mechanických vlastnostech materiálu obrobku, jeho tuhosti a na způsobu obrábění. Při hrubování se obvykle vychází z celkového přírůstku materiálu na obrábění. Z hlediska hospodárnosti se musí volit maximální hloubka řezu přípustná pro dané obrábění. Obecně lze říci, že pro hrubování volíme co největší hloubky řezu a pro práci na čisto ponecháváme nejvhodnější přírůstek. Důležitým kritériem pro volbu hloubky řezu je také tvar třísky. Používají se menší posuvy a větší hloubky řezu vzhledem k využití ostří nože.

Dosahovaná přesnost a drsnost

Přesnost i drsnost povrchu soustružené plochy závisí na volbě řezných podmínek, zejména na posuvu, tuhosti soustavy stroj-obrobek-nástroj, na geometrii břitu, na jakosti ostří a na způsobu mazání a chlazení.

Dosahovaná přesnost a drsnost povrchu bývá IT 11 až 14 při jakosti $R_a = \text{cca } 12,5$ pro hrubování, pro jemné soustružení při obrábění diamantovými nástroji lze dosáhnout přesnosti IT 5 až 6 při drsnosti obráběné plochy $R_a = 0,2$ až $0,8$.

Soustružnické nože

Soustružnické nože můžeme rozdělovat podle spousty kritérií.

Podle materiálu jsou nože: z rychlořezné oceli, s břitovými destičkami ze slinutých karbidů a dalších materiálů, o kterých je pojednáno v kapitole 2.1.10.

Podle charakteru obrábění: na hrubovací a hladicí.

Podle způsobu obrábění: ubírací, zapichovací, upichovací, vyvrtávací, tvarové.

Podle tvaru tělesa nože: přímé, ohnuté, prohnuté, osazené.

Podle polohy hlavního ostří: pravé, levé, souměrné. Pravý nůž má při vodorovné poloze, hlavou k pozorovateli a čelem vzhůru, ostří na pravé straně (levý na levé straně).

Jaké úhly určujeme na soustružnickém noži je pojednáno v kapitole 2.1.3.

Geometrie břitu

Při konstrukci nože se musí volit optimální geometrie břitu pro danou práci a druh obráběného i nástrojového materiálu. Řezné úhly se volí zejména se zřetelem na trvanlivost břitu, jakost povrchu obráběné součásti, řezné podmínky, velikost řezného odporu, tuhost stroje a pevnost břitové hrany. Velikosti jednotlivých řezných úhlů se určují podle technologických tabulek.

Soustružení podélné a čelní

Při podélném soustružení se nůž posouvá rovnoběžně s osou vřetena, obvykle od koníku ke vřeteníku. Obrábějí se tak vnější i vnitřní válcové plochy, jako např. čepy, hřídele, pouzdra apod.

Při čelním soustružení má nůž posuv kolmý na osu vřetene. Zhotovují se tak rovinné plochy, např. zarovnávání čela obrobku, osazení, zápichy, drážky, soustružení desek, upíchnutí obrobku apod.

Obrobky se obrábějí postupně: nejprve se hrubuje, pak se obrábí na čisto, příp. se ještě provádějí dokončovací operace.

Hrubování mírně odstupňovaných hřídelů lze dělat různými způsoby. V prvním případě se každý jednotlivý stupeň soustruží od čela. V druhém případě (je-li hřídel dost tuhý) lze některé úseky spojit, takže se celková dráha nástroje zkrátí. Z hlediska trvanlivosti nože má přednost druhý způsob.

Aby se dodržela souosost, soustruží se co nejvíce úseků při jednom ustavení. Stupňovitý hřídel však lze jen zřídka obrobit při jednom ustavení. Která strana se má soustružit nejdříve, se obvykle řeší podle zásady co neméně ztenčit hřídel, tj. soustružit nejdříve stranu tlustší.

Vrtání a vystružování

Na soustruhu lze vrtat díry do plného materiálu nebo díry rozšiřovat (vyvrtávat, vyhrubovat, vystružit). Aby byla zajištěna souosost ploch, obrábějí se díry po soustružení ostatních ploch obrobku. Před vrtáním se musí čelní plocha zarovnat a navrtat středící důlek pro ustředění šroubovitěho vrtáku. Šroubovitý vrták se upne do kuželové dutiny pinoly koníku. Posuv vrtáku je ruční nebo strojní.

Díry se vyvrtávají vnitřními soustružnickými noži. Posuv a hloubka řezu se volí menší než při soustružení vnějších ploch, protože jinak nůž příliš pružil.

Pro vystružování se používají pevné nebo stavitelné strojní výstružníky. Výstružník se upne kuželovou stopkou do kuželové dutiny pinoly koníku.

Soustružení kuželů

Krátké kužele se soustruží nastavením nože, dlouhé vyosením koníku. Příčným přestavením koníku se nakloní přední povrchová přímka soustruženého kužele tak, že je

rovnoběžná s osou koníku. Tyto kuželové plochy se proto mohou soustružit podélným strojním posuvem.

Strmější kužele soustružíme natočením nožových saní podle úhlové stupnice o polovinu vrcholového úhlu.

Obdobně soustružíme vnitřní kuželové plochy. Kuželové díry lze také vystružovat kuželovými výstružníky upnutými v pinole koníku.

Řezání závitů

Na soustruhu se závity řezou závitníky, závitovými čelistmi nebo se soustruží závitovými noži.

Řezání závitů závitníky a závitovými čelistmi je jednoduché a levné. Těmito nástroji se řezou na hotovo hlavně metrické závity. Závitník nebo závitová čelist jsou vedeny hrotovou objímkou koníku.

Na univerzálních soustruzích se řezou závity různé velikosti a tvaru, např. metrické, lichoběžníkové, oblé apod., závitovými noži. V posuvové převodovce zařazuje soustružník převody podle tabulky posuvu, který odpovídá stoupání závitů

Soustružení tvarových ploch

Tvarové plochy se soustruží tvarovými noži, pomocí přípravku nebo kopírováním.

Tvarovými noži se součásti tvarují zapichováním. Používají se pro tvarování krátkých částí, při soustružení dlouhých tvarů vzniká chvění.

Přípravky různých konstrukcí se používají pro soustružení kulovitých aj. ploch.

Mechanické kopírování je vhodné pro soustružení podlouhlých obrysů. Kovová šablona má přesný tvar obrobku.

Válečkování a vroubkování

Válečkováním se získává hladký a zpevněný povrch.

Účelem vroubkování je zdrsnění povrchu. Válečky nebo kotouče mají na povrchu podélné nebo šikmé rýhy. Jsou otočné v držáku, který se upíná stejným způsobem jako soustružnický nůž. Vroubkují se válcové matice, válcové hlavy šroubů, kroužkové kalibry, rukojeti válečkových kalibrů apod.

Frézky- frézování

Frézováním se obrábějí rovinné i tvarové plochy otáčejícím se vícebřitým nástrojem – frézou.

Obrobek upnutý na pracovním stole frézky vykonává plynulý pohyb – posuv. Někdy se posouvá i vřeteno s nástrojem. Jednotlivé břity nástroje nejsou trvale v záběru, ale jen po určitou dobu otáčky. Břity, které právě neodebírají třísku z materiálu, se ochlazují.

Otáčivý pohyb frézy je hlavní pohyb, vedlejší pohyb obrobku je přímočarý nebo kruhový, obvykle kolmý na osu otáčení.

Frézování rovinných ploch lze rozdělit na frézování válcovými a čelními frézami. Při frézování válcovými frézami je osa nástroje rovnoběžná s obrobenou plochou, kdežto při frézování čelními frézami je k ní kolmá.

Frézování válcovými frézami

Válcovou frézou lze frézovat buď sousledným, nebo nesousledným způsobem.

Nesousledné frézování – fréza se otáčí proti smyslu posuvu. Průřez třísky se postupně zvětšuje od nuly do maximální tloušťky. Nevýhodou je, že břit zubu na začátku řezu klouže po obrobené ploše, odírá se, zahřívá a otupuje. Pak vnikne do zpevněné plochy, což zhoršuje jakost. Řezná síla směřuje nahoru, a tím nepříznivě ovlivňuje způsob upnutí.

Sousledné frézování – fréza se otáčí ve smyslu posuvu. Břity zubů se postupně zařezávají do maximální tloušťky třísky a končí na obrobené ploše. Plochy takto obrobené jsou hladší. Řezná síla působí příznivěji na upínání obrobku, neboť jej přitlačuje na opěrnou plochu. Nevýhodou sousledného frézování jsou silové rázy při záběru každého zubu

materiálu. Sousedné frézování se uplatní jen na frézách tuhé konstrukce. Obvykle se používá při obrábění houževnatých a měkkých materiálů. Při obrábění výkovků, odlitků a vylisků, které mají nečistý a tvrdý povrch, je výhodnější frézování nesousedné.

Frézování čelními frézami

Materiál je odřezáván nejen břity na obvodu frézy, ale také břity na čelní ploše frézy. Tloušťka třísky se mění také od minima až do maxima podle velikosti průměru frézy k šířce frézované plochy. Frézování čelními frézami je výkonnější než frézování válcovými frézami, protože při něm zabírá více zubů současně, což umožňuje volit větší posuv stolu.

Řezné podmínky pro frézování

Řezné podmínky při frézování tvoří řezná rychlost v , posuv s a hloubka řezu h .

Řezná rychlost se uvádí v metrech za minutu (m/min) a vypočítáme ji z již výše uvedeného vzorce $v = \pi D n$.

Při určování velikosti řezné rychlosti se řídíme těmito zásadami:

- vyšší pevnost a tvrdost obráběného materiálu vyžaduje nižší řeznou rychlost. To je dáno tím, že pevnější a tvrdší materiál klade větší odpor zubům frézy, tím se fréza rychleji zahřívá a otupuje,
- při frézování frézami s činnou částí ze slinutých karbidů se volí řezná rychlost vyšší, u fréz z RO nižší,
- při hrubování se volí nízké řezné rychlosti, při hlazení vysoké řezné rychlosti,
- při frézování s chlazením je možno použít vyšší řeznou rychlost než při frézování bez chlazení,
- u fréz velkého průměru lze volit vyšší řezné rychlosti, protože podmínky řezání jsou výhodnější (vyšší tuhost frézy, zuby jsou tlustší, drážky pro odvod třísek širší a třísky snadněji odcházejí, podmínky pro odvod tepla z místa řezu jsou lepší – fréza se méně zahřívá),
- v praxi udává doporučené řezné podmínky výrobce daného nástroje, případně se řídíme technologickými tabulkami,
- v praxi musíme ze zadané řezné rychlosti umět vypočítat otáčky. Po přepočtu nám zpravidla nevyjde číslo z rozsahu daného stroje, proto nastavíme nejbližší nižší otáčky.

Posuv rozeznáváme podle zvolené jednotky času na posuv za minutu s_{\min} (dráha, o kterou se posune obrobek během jedné minuty), posuv na otáčku frézy s_o (dráha o kterou se posune obrobek během jedné otáčky frézy), posuv na zub frézy s_z (dráha o kterou se posune obrobek během doby potřebné k pootočení frézy o jeden zub). Mezi těmito posuvy platí následující vztahy: $s_{\min} = s_o n$; $s_o = s_z z$; kde n je počet otáček za minutu a z je počet zubů frézy.

Dosahovaná přesnost a drsnost povrchu

- závisí na použitém nástroji, na řezných podmínkách a řadě dalších faktorů. Nejlepší parametry lze dosáhnout u menších obrobků – i $R_a = 0,8$ a stupeň přesnosti IT = 7.

Nástroje pro frézování – frézy

Frézy rozdělujeme podle několika kritérií.

1. Podle ploch, na nichž jsou vytvořeny zuby, dělíme frézy na:

- a. válcové – zuby jsou na válcové ploše,
- b. kuželové – zuby jsou na kuželové ploše,
- c. čelní –
 - i. čelní válcové – zuby jsou na čele a na válcové ploše.
 - ii. čelní kuželové – zuby jsou na čele a na kuželové ploše.
- d. kotoučové – zuby jsou na úzké válcové ploše a zpravidla na obou čelních plochách.
- e. tvarové – mají zuby na tvarové ploše – zaoblovací vypuklé nebo vyduté, úhlové frézy, modulové frézy, frézy na závity, frézy na ozubení.

- f. speciální – tvar zubu mají upraven tak, že požadovaný tvar frézované plochy je výslednicí vzájemného pohybu frézy a obrobku.
2. Podle poměru počtu zubů k průměru frézy na:
 - a. jemnozubé,
 - b. polohrubozubé,
 - c. hrubozubé.
3. Podle způsobu upínání rozeznáváme:
 - a. frézy nástrčné – upínají se na frézovací trn nebo na přední konec vřetená frézky,
 - b. frézy se stopkou – válcovou nebo kuželovou.
4. Podle smyslu otáčení dělíme frézy na:
 - a. pravořezné – otáčejí se ve smyslu hodinových ručiček (při pohledu od vřeteníku),
 - b. levořezné – otáčejí se proti smyslu hodinových ručiček.
5. Podle počtu dílů rozeznáváme:
 - a. frézy celistvé – jsou vyrobeny z jednoho kusu. Těleso frézy i zuby jsou vcelku a bývají z jednoho materiálu,
 - b. frézy s vyměnitelnými zuby – zuby jsou vsazeny do tělesa nástroje,
 - c. frézy dělené – jsou vyrobené ze dvou nebo několika dílů,
 - d. frézy složené – jsou vždy sestaveny z několika fréz umístěných a upnutých vedle sebe na společném trnu.

Frézování rovinných ploch

Rovinné plochy se obrábějí frézami válcovými, čelními a frézovacími hlavami. Větší produktivity se u větších ploch dosáhne frézovacími hlavami. Užší plochy obrábíme válcovými frézami se zuby ve šroubovici o velkém stoupání a s děliči třísek.

Frézování drážek, zářezů a vybrání

Nejvýkonnější je frézování drážek kotoučovými frézami. Tohoto způsobu se používá tehdy, má-li fréza výběh. Drážky per se frézují stopkovými frézami na jeden nebo více záběrů. Širší drážky lze frézovat postupně do šířky. Drážky s úkosem se obrábějí úhlovými frézami tvaru drážky. Drážky tvaru T frézujeme nadvakrát, nejprve kotoučovou frézou na plnou hloubku, potom stopkovou frézou dokončíme tvar v dolní části. Drážky v drážkových hřídelích se frézují buď kotoučovými frézami (dělicím způsobem), nebo odvalovací frézou.

Frézování zakřivených ploch

Zakřivené (oblé) plochy se frézují tvarovými frézami, stopkovými frézami pomocí různých kinematických zařízení, nebo kopírováním podle šablony. Kruhové plochy a drážky lze frézovat na frézkách s otočným stolem.

Frézování dělicím způsobem

Obrobky, které mají mít na obvodu nebo na čele určitý počet pravidelně rozmístěných drážek, ploch, nebo vybrání, se frézují dělicím způsobem různě konstruovanými dělicími přístroji. Používají se zejména při frézování přímých i šroubových drážek na válcových, kuželových a čelních plochách. Frézování drážek se nejvíce uplatní při výrobě zubových spojek, ozubených kol, apod.

Přímé dělení – pro malý počet roztečí, pomocí přímého jednoduchého dělicího přístroje obvykle s 24 dírami.

Nepřímé dělení – tam kde si nevystačíme s přímým dělením – na dělicím přístroji s nepřímým dělením; pomocí šnekového převodu s poměrem 1:40 a dělicích kotoučů s různým počtem děr.

Diferenciální dělení – tam kde si nevystačíme ani s nepřímým jednoduchým dělením. Dělicí klikou dělíme na větší nebo menší počet dílů než je třeba a vzniklý rozdíl (diferenci)

dorovnáme otočením dělicího kotouče přes ozubené převody. Používáme především pro dělení velkých prvočísel.

Vrtačky - vrtání

Díry se vrtají do plného materiálu. Vyvrtáváním se předvrtané díry zvětšují, předlité a předkované díry se obrábějí, popř. zvětšují. Patří sem i vyhrubování a zahlubování. Vystružování je zvláštní dokončovací způsob vyvrtaných děr. Zahlubování se zarovnávají čelní plochy, zkosují hrany a zahlubují díry např. pro válcové hlavy šroubů.

Hlavní pohyb při vrtání je otáčivý a vykonává jej obvykle vrtací nástroj. Posuv je přímočarý ve směru osy otáčení a vykonává jej zpravidla také nástroj.

Řezná rychlost, která je měřítkem hlavního pohybu, je obvodová rychlost největšího průměru vrtáku a spočítáme ji ze známého vztahu $v = \pi Dn$.

Posuv se udává za jednu otáčku nástroje. Posuvem se vytváří tříska určité tloušťky.

Šroubovitými vrtáky vrtáme kratší díry (do poměru $l/D = 10$), dlouhé díry vrtáme speciálními vrtáky.

Větší průchozí díry asi od $\varnothing 35$ se vrtají způsobem „na jádro“, v plechu a v tenkostěnných obrobkách se větší díry vypichují.

Řezné podmínky při vrtání

Při vrtání určujeme velikost posuvu a řeznou rychlost. Řezné podmínky se volí podle obrobitelnosti materiálu, hloubky děr, způsobu vrtání a podle materiálu nástroje. Produktivitu vrtání zvýšíme použitím řezných kapalin. Pro oceli se používají olejové emulze, pro nesnadno obrobitelné oceli a kovy aditivované oleje.

Řezné podmínky určujeme stejně jako u jiných operací z technologických tabulek.

Dosahovaná přesnost a drsnost povrchu

Vrtáním šroubovitými vrtáky se dosahuje přesnosti IT 11. Drsnost povrchu záleží na řezných podmínkách, zvolené řezné kapalině, geometrii břitu a na tuhosti stroje. Bývá $Ra=6,3$.

Vyhrubováním se dosahuje lepší jakosti povrchu než při vrtání, neboť řezné síly jsou mnohem menší. Jakost povrchu se zhoršuje zvětšením řezné rychlosti a posuvu. Dosahujeme přesnosti IT 10 a drsnosti povrchu $Ra=3,2$.

Vystružováním se dosáhnou přesnosti IT 6 a drsnosti $Ra=0,8$ při menších řezných rychlostech a posuvech.

Pro vrtání používáme různé nástroje podle druhu operace.

Šroubovitý vrták je dvoubřitový nástroj se šroubovými drážkami pro odvod třísek a přívod chladicí kapaliny. Tělo vrtáku je kuželovité aby se snížilo tření. Faseta je úzká, válcová ploška na žebrech šroubovitého vrtáku, která zajišťuje vedení a snižuje tření.

Záhlubníky jsou buď jednobřítové, dvoubřítové nebo několikabřítové nástroje na válcové, kuželové nebo tvarované díry. Záhlubníky jsou vedeny buď vodícím čepem v díře součásti, nebo čep nemají a jsou vedeny svou válcovou částí v pouzdru přípravku.

Výhrubníky jsou trojbřítové až čtyřbřítové nástroje, zpravidla se zuby ve šroubovici. Pracovní číst výhrubníku se skládá z řezného kužele a z válcové kalibrovací (vodící) části. Výhrubníky se používají pro dosažení přesnějších rozměrů a lepšího geometrického tvaru. Výhrubníky mohou být s kuželovou stopkou, nástrčné s kuželovým vrtáním, nebo nástrčné s břitými ze slinutých karbidů.

Výstružníky jsou mnohobřítové nástroje, které se při práci zpravidla otáčejí kolem své osy, v jejím směru se posouvá k obrobku a odbíráním jemných třísek dodává předvrtaným válcovým nebo kuželovým dírám přesný rozměr, správný geometrický tvar a hladký povrch. Vzhledem k jejich velké přesnosti a tudíž malé toleranci opotřebení, zhotovují se i výstružníky stavitelné, nebo výstružníky rozpínací, což jsou nástroje s nastavitelným průměrem (v určitém malém rozsahu).

Vrtací a vyvrtávací operace

Základní práce na vrtačkách jsou vrtání, vyhrubování, vystružování, vyvrtávání vrtákem, zahlubování otvorů, zkosení hran, zarovnávaní čel a řezání závitů.

Kuželové díry se nejprve předvrtávají, pak se obrábějí sadou kuželových výhrubníků a dokončí kuželovým výstružníkem.

Brusky - broušení

Oddělování třísek při broušení je podobné jako při frézování. Na rozdíl od frézy jsou bity brousícího kotouče tvořeny zrny brusiva, jsou nepravidelně rozmístěné po obvodu nástroje a mají nestejnou geometrii břitu.

Velikost zrn je od 0,003 až do 3 mm. Zrna mají většinou záporné úhly čela a velké úhly hřbetu, ale přesto řezou dobře, neboť pracují velkou řeznou rychlostí (10 až 80 m/s). Průřez odebírané třísky jedním brusným zrnem je velmi malý (0,0001 až 0,002 mm²).

Velká řezná rychlost je příčinou velkého vývinu tepla a vysoké teploty odřezávaných třísek. Ty se zahřívají na teplotu 800 až 1200 °C. ohřívá se též obrobená plocha a vzniklé povrchové pnutí může být příčinou trhlinek, zejména při broušení kalených ploch. Vzniku trhlinek se zabráňuje volbou vhodného brusiva, vhodných pracovních podmínek a vydatným chlazením.

Řezné podmínky

Broušení je převážně dokončovací operace, a proto řezné podmínky volíme z hlediska dodržení požadované přesnosti rozměrů, geometrického tvaru a drsnosti při maximálním úběru materiálu za jednotku času.

Volba řezných podmínek pro broušení je složitá a je ovlivněna mnoha činiteli, především materiálem obrobku, materiálem nástroje a způsobem broušení. V praxi určujeme řezné podmínky pro broušení podle tabulek.

Řezná rychlost se volí co největší, ovšem se zřetelem na pevnost kotouče, vypočítáme ji ze vztahu $v = \pi Dn$. Nejčastěji se řezná rychlost volí 25 až 35 m/s pro ocel a 20 až 25 m/s pro litinu. Nejvyšší přípustné řezné rychlosti jsou označeny na štítku brousícího kotouče. Kotouče s keramickým pojivem snášejí řeznou rychlost až 40 m/s, s bakelitovým pojivem až 60 m/s.

Podélný posuv kotouče vzhledem k obrobku se volí podle šířky kotouče B.

Příčný pohyb v radiálním směru – přísuv – určuje hloubku odbrušovaného materiálu. Tento pohyb vykonává brousící kotouč po projetí celé dráhy obrobku.

Brousící kotouče

Brousící nástroj tvoří zrna brusiva spojená pojivy v tuhé těleso vhodného tvaru, tvrdosti a struktury.

Zrnitost brusiva je určena měrným rozměrem zrna. Rozměry zrna jsou určeny jeho délkovými rozměry rovnoběžnostěnu opsaného zrna. Měrným rozměrem zrna je jeho šířka. Zrnitost brousícího kotouče je určena číslem, které závisí na měrném rozměru zrna. Zrnitost brusiva se volí podle předepsané drsnosti povrchu obrobku a při její volbě dodržujeme následující zásady:

- čím více se ubírá materiálu, tím se volí zrno hrubší;
- pro velké styčné plochy mezi kotoučem a obrobkem a velké řezné rychlosti se volí zrno hrubší;
- čím menší zahřátí lze u obrobku připustit (kalená ocel), tím se volí jemnější zrnitost.

Tvrdost kotouče je odolnost zrn brusiva proti vydrolování, které probíhá při broušení. Volí se podle broušeného materiálu a způsobu broušení. Brousící kotouč se volí tím měkčím, čím je tvrdší broušený předmět a čím je větší styčná plocha s broušeným předmětem. Pro volbu tvrdosti kotouče lze uvést tyto zásady:

- tvrdý kotouč pro přerušované plochy;

- měkký kotouč pro přesné broušení, velké řezné rychlosti, při broušení bez chlazení a pro houževnaté tvrdé materiály.

Struktura kotouče určuje kvantitativní poměr objemu brusiva, pojiva a pórů v kotouči. Čím vyšší je číslo struktury, tím větší jsou póry v kotouči, a tím jsou zrna dál od sebe. Podle čísla struktury jsou brousící kotouče velmi hutné (1,2), hutné (3,4) atd. až velmi pórovité (9,10), zvláště pórovité (11,12,13). Strukturu kotouče je nutno volit podle druhu broušeného materiálu, způsobu broušení a podle předepsané jakosti broušeného povrchu. Při broušení hladkých předmětů z tvrdého a křehkého materiálu a při malé styčné ploše broušení se doporučuje hutná struktura. Pórovité kotouče jsou vhodné k broušení houževnatého materiálu při poměrně velké styčné ploše. Na broušení součástí, které se nesmějí obráběním ohřívat, je nutno volit kotouče zvláště pórovité.

Pojiva jsou anorganická (keramická, silikátová, magnezitová, kovová) a organická (šelak, pryž, umělé pryskyřice). Nevýhodou keramických (nejpoužívanějších) pojiv je, že nedovolují pracovat obvodovou rychlostí větší než 35 až 50 m/s. Silikátová pojiva jsou méně pevná, ale pružnější než keramická. Hodí se jen pro broušení za sucha. Kovové pojivo se používá u diamantových kotoučů. Pryžové pojivo se pro vysokou pevnost a pružnost používá ke zhotovení úzkých kotoučů k řezání materiálů, broušení pilek a leštění. Pojivo z umělých pryskyřic se pro vysokou pevnost v tahu používá při řezných rychlostech 80 až 100 m/s na rozřezávací a drážkovací kotouče. Tvrdost brousícího kotouče není dána tvrdostí zrn brusiva, ale druhem pojiva.

Volba brusného kotouče je obtížná a záleží na mnoha činitelích, např.:

- na typu stroje, rychlosti obvodové a posuvné;
- stykové ploše brousícího kotouče, šířce, rozsahu a způsobu dotyku (kontinuální či přerušovaný);
- chlazení.

Broušení vnějších válcových ploch

Broušení s podélným posuvem se používá k broušení dlouhých obrobků upnutých obvykle mezi hroty. Obrobek se otáčí malou obvodovou rychlostí a brousící kotouč ve stejném smyslu rychlostí průměrně 100krát větší. Podélný posuv při broušení válcových ploch koná stůl brusky s obrobkem nebo brousící vřeteník s brousícím kotoučem.

Broušení hloubkové používáme jen pro kratší a tuhé obrobky. Brousící kotouč se orovnáva kuželovitě a celý přídavek na broušení se odebírá většinou na jeden záběr, tj. 0,1 až 0,4 mm na zdvih. Posuv za otáčku bývá 1 až 6 mm. Výkon hloubkového broušení je o 25% až 75% vyšší než při normálním způsobu. Nevýhodou je nadměrná spotřeba brousících kotoučů.

Broušení zapichovací je velmi výkonné, protože na broušenou plochu připadá maximální počet brusných zrn. Dosahuje se o 40% až 80% většího výkonu než při normálním broušení. Kotouč je o něco širší než broušená plocha a koná radiální posuv (přísuv), který bývá 0,001 až 0,012 mm za jednu otáčku obrobku. Tohoto způsobu se používá pro tuhé obrobky s délkou broušené plochy až 350 mm, nebo lze tak brousit několik ploch najednou kotouči složenými v sadu.

Broušení bezhroté – obrobek je volně uložen na opěrné vodící liště mezi brousícím a podávacím kotoučem. Jeho osa je asi 5 až 30 mm nad osami obou kotoučů. Obvodová rychlost brousícího kotouče je stejná jako při broušení mezi hroty. Obrobek je při broušení přidržován adhezním účinkem podávacího kotouče, jehož obvodová rychlost odpovídá rychlosti potřebné pro otáčení obrobku.

Broušení vnitřních válcových ploch

Vnitřním broušením se zhotovují přesné válcové i kuželové díry. Vnitřní broušení je však obtížnější, tedy i nákladnější než broušení vnějších ploch. Průměr kotouče je malý, tj. 0,7 až 0,9 průměru broušené díry. Malý kotouč se rychle opotřebovává. Pro dosažení

optimální řezné rychlosti musíme otáčky zvýšit úměrně k průměru. Často potřebujeme brusky, které potřebují otáčky až 100 000 za minutu.

Vnitřní broušení se nejvíce uplatňuje při broušení kalených součástí nebo součástí z velmi tvrdých materiálů. Je výhodné i pro odlitky s nerovnoměrnou tvrdostí, u součástí s nevhodným tvarem pro vystružování a také pro slepé díry.

Vnitřní broušení s podélným posuvem je podobné vnějšímu broušení. Obrobky se však upínají do sklíčidel nebo do kleštin. Vřeteno a celé zařízení je málo tuhé, proto musíme volit menší příčný posuv. To platí především o zapichovacím způsobu, který se používá v mimořádných případech, jako např. při vnitřním tvarovém broušení.

Planetové broušení se používá při broušení děr v takových součástech, které nelze upnout do sklíčidla nebo čelistí v normální brusce na díry. Obrobek je tedy nehybně upnut na stole brusky a brousící vřeteno vykonává všechny pracovní pohyby. Vyložení vřetena je málo tuhé, proto je přesnost planetových brusek menší.

Broušení rovinných ploch

Rovinné plochy se brousí obvodem nebo čelem kotouče. Při broušení obvodem kotouče vykonává stůl brusky přímočarý vratný, nebo i kruhový pohyb.

U brusek s kruhovým stolem se dosahuje příčného posuvu posuvem brusného kotouče od obvodu ke středu kruhového stolu. Tak se obrábějí přesné čelní plochy, např. čela kotoučových fréz, okružních pil apod.

Broušení obvodem kotouče s přímočarým pohybem stolu je nejpřesnější způsob broušení ploch, protože se pracuje s poměrně úzkým kotoučem, předmět se málo zahřívá, a proto se jen nepatrně deformuje.

Broušení čelem kotouče je vhodné pro širší plochy. Je výkonnější než broušení obvodem, protože do styku s obrobkem přichází větší plocha brusného kotouče. Broušení čelem je však méně přesné, a proto se hodí jen na hrubší práce. Aby se zmenšila styčná plocha plného čela kotouče s obrobkem a zabránilo se tak velkému vývinu tepla, nakloní se vřeteno k obrobené ploše o několik stupňů (2 až 4°).

Broušení tvarových ploch

Nejvýkonnější je broušení tvarovými brusnými kotouči. Pro méně přesné práce se vytlačuje profil v kotouči ocelovými kladkami.

Obecné tvary na obvodu kotouče se pro přesné práce vytvoří diamantem upnutým v přípravku.

3.5. Základy znalostí CNC strojů

Číslicově řízené obráběcí stroje

Číslicově řízené stroje (CNC) jsou charakteristické tím, že ovládání všech funkcí stroje je prováděno výhradně řídicím systémem stroje pomocí programu. Všechny údaje potřebné k obrobení součásti na požadovaný tvar a s požadovanou přesností jsou při číslicovém řízení předem připraveny ve formě řady čísel. Tato čísla v určitém kódu, srozumitelném pro řídicí systém stroje, jsou pak zaznamenána na nosič informací, který aktivizuje a řídí silové a ovládací prvky stroje a následně probíhá výroba součástí.

Informace používané v oblasti CNC obráběcích strojů lze rozdělit na:

- **geometrické** (o geometrii obrábění) – určují rozměry součásti nebo vzdálenosti otvorů, tj. popisují dráhu nástroje vzhledem k obrobku
- **technologické** (o technologii obrábění) – charakterizují řídicí funkce, které musí obráběcí stroj vykonávat v jednotlivých fázích obrábění (např. velikost posuvu, otáčky vřetena apod.)
- **pomocné** – jsou to informace o určitých pomocných funkcích (např. zapínání chladicí kapaliny, otáček atd.).

Řídicí systémy CNC obráběcích strojů

Řídicí systémy CNC obráběcích strojů je možné třídit podle mnoha hledisek:

☐ podle použití zpětné vazby:

- ♦ **bez zpětné vazby** - zadávací signál je převeden na pohyb, přičemž není zpětně hlášena skutečná poloha nebo rychlost pohybujících se částí
- ♦ **se zpětnou vazbou** - zadávací signál je stále porovnáván se zpětnovazebním signálem a odchylka zjištěná tímto porovnáváním je poté převáděna na pohyb

☐ podle pohybu v souřadnicích:

- ♦ **pravoúhlé** - postupně se vykonávají pohyby v jednotlivých osách (tyto systémy již nejsou od výrobců pro zastaralost dodávány, i když v praxi se používají zejména na CNC vrtačkách a jejich životnost končí spolu s odpisem stroje)
- ♦ **souvislé řízení** - současně ve dvou osách:
 1. Souvislé řízení 2D - provádí lineární nebo rotační pohyb ve dvou osách:
 - * x a z pro soustružení kuželů, zaoblení (rádiusů) atd.
 - * x a y pro frézky, vrtačky - lineární či kruhová interpolace polohových os X, Y s následným pohybem nástrojové osy (Z) pro vykonání přísuvu do materiálu (odjezd je prováděn v opačném poradí), taktéž současně X+Y pro frézování zaoblení, úkosů ap.
 2. Souvislé řízení 2,5D má význam pro frézky a umožňuje lineární interpolaci ve všech osách (X, Y, Z); pro kruhovou interpolaci platí omezení pohybu po šroubovici, takže polohové osy se pohybují po kružnici a ve stoupání šroubovice se pohybuje nástrojová osa (někdy též označováno jako systém Helios)
- ♦ **souvislé řízení** umožňující pohyb nástroje současně **ve třech osách**. Tímto způsobem je možné obrábět obecně definovatelné plochy. Technický vrchol představuje frézka s pěti a více řízenými osami, která umožňuje obrábět nástrojem postaveným k normále obráběné plochy (tzv. **5. D obrábění**)

☐ podle způsobu programování:

ŘS i simulační programová vybavení umožňují v základní konfiguraci nastavení do jednoho z obou typů programování. Vzhledem k nejvíce rozšířenému programování v absolutních souřadnicích lze očekávat, že většina ŘS je takto nastavena, ale přesto je vhodné, zejména u programů, které budou používány i v budoucnu, začínat tvorbu programu funkcí G90:

- ♦ **G90 - absolutní programování:** popisuje cílový bod pojezdu nástroje vztažený k předem zvolenému počátku souřadnic - k nulovému bodu obrobku W (zapisují se souřadnice cílového bodu, kam nástroj dojede). Jedná se tedy o určení souřadnic cílového bodu vůči nějaké základně (z latinského absolut = ničím nerušený)
- ♦ **G91 - přírůstkové (inkrementální) programování:** souřadnice všech bodů se udávají v hodnotách měřených vzhledem k předchozímu bodu (zapisují se: „souřadnice, o kolik se nástroj posune od startovacího do cílového bodu“). Součet všech hodnot souřadnic je nula, pokud se nástroj vrací do výchozí polohy. Pro přírůstkové programování je možno použít i název relativní (z latinského relativ = vztaženo na jedno stanoviště).

Pozn.: Z jednoho typu programování do druhého a naopak lze přecházet v rámci téhož programu.

Rozdělení CNC obráběcích strojů

- je možno provést z mnoha hledisek. Uvedme rozdělení podle jejich specializace či naopak univerzálnosti:

jednoprofesní (pro jeden druh operace) - mohou na obrobku vykonat při jednom upnutí, jeden druh operace (např. soustružení, frézování, vrtání atd.). Do této skupiny patří číslicově řízené soustruhy, frézky, vrtačky, vyvrtávačky atd.

víceprofesní - pro více druhů operací na obrobku při jednom upnutí. Nazývají se obráběcí centra.

Podle tvaru obráběných součástí je lze rozdělit na:

- obráběcí centra pro výrobu rotačních obrobků hřídelových nebo přírubových;
- obráběcí centra umožňující výrobu rotačních i nerotačních součástí s určitým omezením operací.

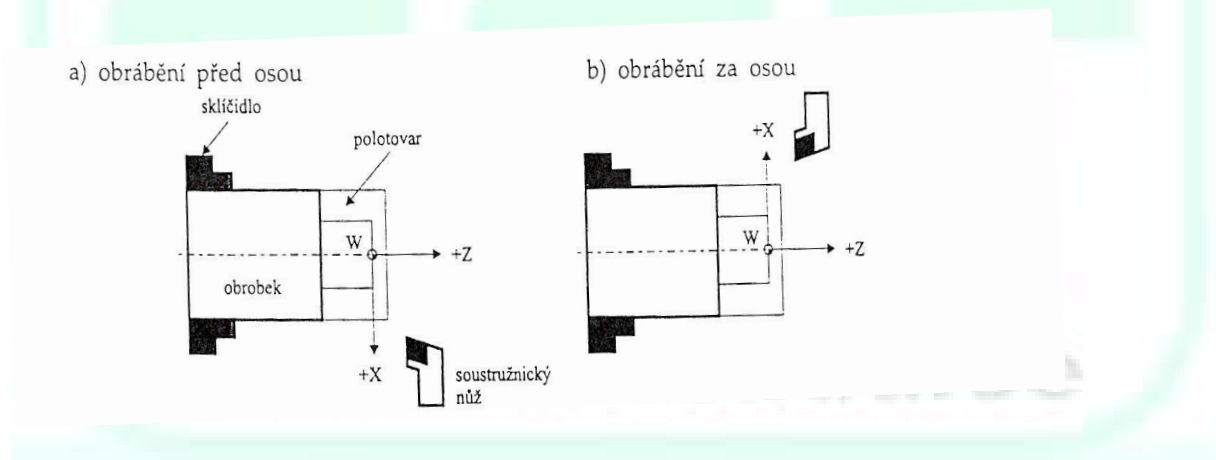
Konstrukční řešení CNC obráběcích strojů

Konstrukční řešení CNC obráběcích strojů je odlišné oproti klasickým obráběcím strojům.

Mezi základní rozdíly patří:

- příčné uspořádání CNC obráběcího stroje (např. saně vedení lože leží za osou soustružení – čili používají se tzv. za osové nástroje; upnutý nástroj leží vždy šikmo nad osou soustružení). Touto konfigurací se zlepšila tuhost soustavy stroj – nástroj – upínací přípravek – obrobek (dále jen S – N – P – O), usnadnila se manipulace s výrobky a také se usnadnil odvod třísek.

Nástroj před osou a nástroj za osou



- CNC obráběcí stroje nemají žádné ruční obslužné prvky na stroji (obsluha probíhá z ovládacího panelu)
 - pracovní prostor CNC obráběcího stroje je uzavřený (z hlediska bezpečnosti práce lze spustit stroj pouze při uzavřeném krytu)
 - CNC obráběcí stroje bývají vybaveny zásobníkem nástrojů
 - CNC obráběcí stroje bývají vybaveny dopravníkem třísek, dopravníkem hotových výrobků
 - CNC obráběcí stroje jsou konstruovány tak, že mají podstatně zvýšenou tuhost
- Důležitou součástí konstrukce CNC obráběcích strojů je kuličkový šroub, který umožňuje přesné a rychlé nastavení polohy. Kuličkový šroub je zařízení, sloužící k převodu rotačního pohybu na přímočarý. Rotační pohyb (kroutící moment) vzniká v posunovém motoru (AC servopohon, méně častěji DC servopohon) a přenáší se buď přímo, nebo přes ozubený řemen na posunový šroub. Protože však tento přenos a dosažení rychlého a přesného polohování je

nutné jen bez vůle a s nepatrným třením (šroub a matice jsou vzájemně předejaty a tím dochází k odstranění nežádoucí vůle) je vyloučeno použití posunových šroubů s lichoběžníkovým závitem, což je běžné u klasických obráběcích strojů. Z těchto důvodů se tedy používají kuličkové posuvové šrouby, ve kterých vzniká pouze valivé tření mezi kuličkami, šrouby a maticemi. Převod pohybu mezi hřídelí a maticí zprostředkuje určitý počet kuliček; oběh kuliček je veden v uzavřeném cyklu.

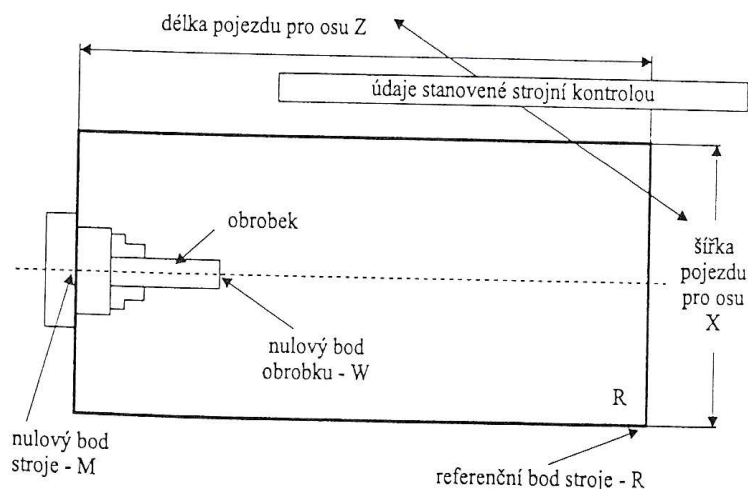
Pracovní prostor číslíkově řízeného stroje

V pracovním prostoru CNC obráběcího stroje jsou určeny některé základní body, jejichž znalost je důležitá i pro vlastní programování. Jsou to zejména:

Referenční bod stroje R: je přesně stanoven výrobcem a jeho aktivací dochází ke sjednocení mechanické a výpočetní části stroje. Slouží k přesnému nastavení odměřovacího systému po zapnutí stroje a zařazení referenčního bodu do CNC programu, také vede k odstranění chyb, které mohou vznikat interpolací (pokud stroj nemá zpětnou vazbu). Je realizován mechanickým způsobem, tj. pomocí koncových spínačů. Obvyklé umístění referenčního bodu stroje R je uvedeno na obr.č.6 (není podmínkou).

Nulový bod stroje M: je druhý pevný bod v systému a je tudíž také stanoven výrobcem. Je výchozím bodem pro všechny další souřadnicové systémy a vztažné body na stroji. Ve většině případů výrobci řídicího systému používají variantu, kdy spojnice nulového bodu M a referenčního bodu R je úhlopříčkou pracovního prostoru stroje (většinou frézky, vrtačky apod., tj. stroje, u kterých vykonává hlavní řezný pohyb nástroj, a také u elektrojiskrových CNC strojů). U soustruhů je nulový bod strojem umístěn v ose rotace obrobku v místě zakončení vřeteníku přírubou. Vzdálenosti nulového bodu strojem a referenčního bodu stroje R jsou výrobcem přesně odměřeny a vloženy do paměti řídicího systému jako strojní konstanty.

Nulový bod obrobku W: lze nastavit pomocí speciálních funkcí řídicího systému v libovolném místě pracovního prostoru stroje – to znamená, že si jeho polohu určuje technolog - programátor sám. Tento nulový bod obrobku W se s výhodou umísťuje do takového místa, aby se co nejvíce zjednodušil výpočet přechodových míst jednotlivých konstrukčně technologických prvků [do těch míst na obrobku, od kterých např. začíná kótování na výkrese (konstrukční, měřicí základna), a tím je umožněno zjednodušení práce programátora – nemusí dopočítávat anebo dopočítávat jen minimálně kóty a rozměry obrobku.



Základy programování

Definice programu: jednotný způsob uspořádání řídicích programů pro CNC stroje se nazývá struktura programu a určuje ji mezinárodní norma ISO 1058.

Výhody dodržování programové struktury:

- dodržení tvaru a posloupnosti instrukcí a dodržení formálních pravidel syntaxe umožňuje kontrolnímu systému v případě formální chyby tuto chybu najít a oznámit
- přehledná struktura programu umožňuje snadnější orientaci v programu
- přehledná struktura programu také umožňuje lepší nalezení případných chyb
- přehledná struktura programu usnadňuje lepší provedení změn.

Začátek programu: je zvykem každý CNC program začínat znakem začátku programu - znakem % + číslo.

Před tímto znakem % je možné uvést informace, které systém nemá zpracovávat (např. název součásti, údaje o polotovaru apod.), ale tyto informace nesmí obsahovat již zmíněný znak %.

Za tímto znakem % považuje řídicí systém všechny další údaje za součást programu (kromě poznámek, které ale musí být vloženy v závorce).

Program pro CNC stroje se skládá z bloků (vět), které jsou sestaveny z jednotlivých příkazů (slov). Každé slovo se skládá ze dvou částí:

1. Adresy - určuje, kam bude instrukce směřována
2. Významové části - udává konkrétní hodnotu.

Číslování vět

Každá věta musí začínat číslem, aby ji bylo možno vyvolat z paměti řídicího systému CNC stroje. Číslo věty je umístěno na začátku každého bloku programu a skládá se z adresy N a z čísla, které odpovídá poloze věty v programu. Je výhodné tyto věty číslovat např. po desítkách (10, 20, 30, 40, atd.), aby bylo možné dodatečně vložit dalších vět (př. N 031). Číslování CNC vět má význam pro snazší orientaci obsluhy (opravy ve větách, opakování části programu, skoky do programu atd.). Řídicí systém čte a provádí CNC věty nezávisle na číslování v pořadí jak jsou napsány za sebou a zleva doprava.

Přípravné (hlavní) funkce

Jsou instrukce ke zpracování geometrických informací. Sestávají se z adresy G a dvojmístného kódového čísla (př. G00). Do jedné věty je, v některých řídicích systémech, možné vložit i větší počet přípravných a pomocných funkcí (z různých skupin), které se budou doplňovat; avšak přípravné funkce se sdružují do skupin a funkce z jedné skupiny je možné použít ve větě pouze jednou. Skupiny přípravných funkcí se označují podle DIN 66025 (nyní uvedené skupiny obsahují modální funkce, tj. funkce s dlouhodobou platností):

skupina a	... druh interpolace
skupina c	... posunutí nulových bodů
skupina d	... korekce dráhy nástrojů
skupina e	... pracovní cyklus
skupina f	... posunutí
skupina j	... rozměry (palce; mm)
skupina k	... popis posuvů (mm/ot; mm/min)
skupina l	... popis otáček včetně (G92; G96)
skupina m	... rozměrové jednotky.

Informace o dráze

Definují v příslušné větě programu polohu cílového bodu a tvar dráhy. Podle typu programování (zda se jedná o absolutní - G90, nebo přírůstkové - G91) jde buď o souřadnice, nebo o přírůstek v jednotlivých osách X, Y, Z v mm (u řídicího systému CNC soustruhů je obvyklé, že při absolutním programování jsou hodnoty v ose X zpracovávány jako průměrové; při přírůstkovém programování jako změna poloměru).

Posuvové funkce

Pod adresou F se jimi zadávají hodnoty posuvu v jednotkách mm/ot pro soustruh, anebo mm/min pro frézku (výjimečně i soustruh).

Otáčkové funkce

Pod adresou S se jimi zadávají hodnoty otáček přímo v otáčkách za minutu.

Funkce nástroje

Zadávají se adresou T a dvojčíslím nebo nověji čtyřčíslím kódovaným číslem.

Pomocné (přídavné) funkce

Zadávají se jimi technologické příkazy pod adresou M a dvojčíslím kódovaným číslem.

Instrukce, které mají být platné pro více vět není obvykle třeba opakovat; tyto instrukce jsou uloženy do paměti řídicího systému a mají dlouhodobou platnost - jsou to příkazy modální; naproti tomu příkazy jednorázové platí pouze v bloku, ve kterém jsou zapsány.

Ukončení programu

Program je ukončen pomocným příkazem konec programu (pomocná funkce M 02 nebo M 30) - tento příkaz je zapsán v poslední větě programu a zastaví stroj a přestaví CNC systém zpět do výchozího stavu.

Nástroje pro CNC stroje

V podstatě neexistují velké rozdíly mezi nástroji pro klasické soustruhy a frézky a nástroji pro tyto CNC stroje.

Hlavní rozdíly spočívají:

- seřizování nástrojů pro CNC stroje probíhá nejčastěji na specializovaném pracovišti mimo vlastní stroj, což vede k výraznému snížení vedlejších časů a tím i k větší produktivitě práce
- u CNC obráběcích strojů se jako řezné materiály používají vyměnitelné břitové destičky (dále VBD) ze slinutých karbidů (dále SK), velmi často povlakované - např. TiN, popř. jiné řezné materiály jako jsou keramické materiály (dále KM), polykrystalický kubický nitrid boritý (PKBN) nebo i polykrystalický syntetický diamant (PKD), což vede mj. i ke změně řezných podmínek (zvýšení řezné rychlosti)
- trvanlivost řezné části nástrojů pro CNC obráběcí stroje je menší (viz kapitola „Ekonomika provozu CNC obráběcích strojů“); u soustružnických nožů se pohybuje okolo cca 15 minut, u fréz okolo cca 45 minut, což vede opět ke změně řezných podmínek (výrazně větší řezná rychlost)
- nutností jsou vhodné u tvářeče a děliče třísky
- upínání nástrojů pomocí normalizovaného upínacího nářadí
- u CNC obráběcích strojů se používá tzv. nástrojový systém (tj. systematicky uspořádaná a udržovaná sada nástrojů). Nástroje jsou minimálně zdvojeny z hlediska náhodného otupení, nebo vylomení ostří tak, aby byly okamžitě při obrábění k dispozici.
- u CNC obráběcích strojů se takřka nepoužívají tvarové nástroje (výjimkou mohou být např. závitové soustružnické nože); dále u CNC soustruhů při výrobě některých druhů drážek a zápichů nejsou nutné tvarové nože, ale nože hladicí, které velikostí úhlu nastavení hlavního ostří κ_r , úhlu špičky nože ϵ a úhlu nastavení vedlejšího ostří κ_r umožňují provést tvarové zápichy; ustupuje se od používání stranových nožů ve prospěch nožů rohových (úhel $\kappa_r = 93$ až 95°) za účelem dosažení kolmosti osazení; drobné úchyly mohou být i v případě geometrie ostří..

Tyto změny vedou také k tomu, že na CNC soustruzích a frézkách lze vykonávat práce na hotovo, tj. lze v mnohých případech úspěšně nahradit i broušení (je možné dosáhnout drsnosti $R_a = 0,8$ a tomu odpovídajícímu stupni přesnosti IT).

4. Metrolog

Obsah modulu „Metrolog“:

1. Orientace v technické dokumentaci
2. Využití výpočetní techniky
3. Základy metrologie
4. Metrologie a zákony
5. Řízení jakosti



4.1. Orientace v technické dokumentaci

Technické výkresy

V technické praxi se setkáváme s celou řadou dokumentů. Tyto dokumenty jsou podkladem pro výrobu nebo realizaci technických projektů.

Základním dokumentem při návrhu nového výrobku je technický výkres. Je souborem informací vyjádřených na určitém nosiči informací v souladu s normalizovanými pravidly, musí být tedy vždy vypracován podle určitých zásad. Technické výkresy využíváme v celé řadě oborů, pro které mají charakteristický obsah.

Technické výkresy mohou být dnes vytvořeny klasickým kreslením nebo pomocí výpočetní techniky (CAD) v určité formě:

Náčrt (skica) je v podstatě vytvořený od ruky, bez zřetele na měřítko. Bývá často prvním ztvárněním nového výrobku. Skicu lze vytvořit přímo na papíře, nebo na počítači pomocí grafických programů k tomu určených.

Originál je výkres vytvořený podle všech pravidel technického zobrazování, při dodržení závazných pravidel (norem). Je archivován a většinou se využívá pouze pro zhotovení kopií.

Kopie je rozmnožený originál. Slouží jako podklad pro výrobu, montáž a kontrolu vyráběného výrobku.

Velmi často používáme rozdělení výkresů i dle jiných kritérií, např. podle toho, jak detailně danou součást zobrazují:

Výkresy součástí jsou základním podkladem pro výrobu, proto je nazýváme také výrobní. Obsahují veškeré údaje nutné pro výrobu (rozměry, tolerance, tepelné zpracování atd.).

Výkresy sestav a podsestav využívají se pro průběžnou a finální montáž výrobku. Obsahují pouze hlavní rozměry určující vazbu na návazné celky a popis jednotlivých součástí a dílců pomocí tzv. pozic. Soupis všech dílů je uspořádán v seznamu položek (kusovníku).

Pravidla pro zobrazování na výkresech

V technické praxi se setkáváme s potřebou zobrazení prostorových útvarů pomocí náčrtu, nebo přesně kresleného výkresu. Aby toto zobrazení bylo naprosto jednoznačné, musí být stanovena přesná pravidla a normy, podle kterých budeme technické výkresy součástí vytvářet.

Součásti zobrazujeme pomocí rovnoběžného promítání na tzv. průmětny. K tomu můžeme použít dvě metody, z nichž v Evropě používaná je metoda označovaná ISO-E a nazývaná metoda promítání v prvním kvadrantu. Metoda používaná v Americe označovaná ISO-A a je nazývaná jako metoda promítání v prvním kvadrantu. My se budeme věnovat zobrazování ISO-E.

Po sklopení jednotlivých promítacích rovin do jediné získáme soustavu sdružených průmětů. Běžné rozložení sdružených průmětů na strojnickém výkrese pro ISO-E je zobrazeno na následujícím obrázku.

Velmi často používanou kombinací sdružených obrazů ve výkresové dokumentaci je kombinace pohledu zepředu, pohledu shora a pohledu zleva, tzv. nárysu, půdorysu a bokorysu.

Pro zobrazování těles na výkrese platí tato pravidla:

- počet obrazů volíme co nejmenší, avšak takový, aby bylo těleso úplně zobrazeno,
- pro umístění obrazů platí pravidla pravoúhlého promítání,
- hlavní obraz (nárys, nebo hlavní řez) by měl co nejvíce vystihovat tvar daného předmětu,
- předmět má být zobrazen ve funkční poloze nebo poloze vhodné pro výrobu,
- viditelné hrany a obrysy se kreslí souvislou tlustou čarou; zakryté hrany a obrysy se kreslí čárkovanou tenkou čarou, pokud je to nutné k objasnění tvaru.

Kótování

Pro čtení výkresu, tj. určení rozměrů nebo polohy předmětu, jsou rozhodující kóty. Z tohoto důvodu je kótování jedna z nejdůležitějších prací na technických výkresech.

Základní pojmy a pravidla kótování:

- kóta je číslo určující požadovanou nebo skutečnou velikost rozměrů nebo polohu předmětu a jeho částí, bez zřetele na měřítko, ve kterém je předmět kreslen,
- délkové rozměry se kótují na celém výkrese ve stejných jednotkách, převážně v milimetrech, aniž by se uváděla jejich značka (mm),
- rovinné úhly se kótují v úhlových stupních, minutách a vteřinách, a za jednotky se vždy přepisují jejich značky,
- každý prvek má být na výkrese kótován pouze jednou,
- kóty se umísťují v tom pohledu nebo řezu, v němž je jasný jejich vztah ke kótovanému prvku; kóty téhož prvku se umísťují pokud možno do jednoho obrazu.

Provedení kót

Formální provedení a uspořádání kót musí odpovídat stanoveným pravidlům tak, aby byla zajištěna jejich jednoznačnost a přehlednost celé soustavy kót. Kóta, kótovací značky i hraniční značky mají při zobrazení přednost, ostatní čáry se v jejich okolí přerušují.

Předepisování mezních úchylek

Výkresem předepsané rozměry jsou ve skutečnosti pouze teoretické. Při výrobě součásti vznikají nepřesnosti způsobené zvolenou technologií výroby. Je však nutné stanovit a předepsat přesnost, s jakou mají být ty které rozměry vyrobeny. Rozměry, které neplní žádnou funkci, není účelné tolerovat příliš přesně – jejich skutečné rozměry jsou dané tzv. všeobecnými tolerancemi, které jsou dány normou ČSN ISO 2768. Tuto normu s označením s jednou ze čtyř tříd přesnosti musíme vepsat do popisového pole, aby bylo zřejmé, jak přesně mají být vyrobeny veškeré rozměry, které nemají toleranci předepsanu jiným způsobem.

Tolerance můžeme u tzv. funkčních rozměrů předepisovat několika způsoby. Je to předepsáním mezních úchylek, mezních rozměrů, nebo pomocí tzv. tolerančních značek. Pomocí prvních dvou možností víme okamžitě po přečtení výkresu, jaká má být přesnost rozměru, ve třetím případě jsou tolerance určeny specifickým způsobem, kterému říkáme lícování.

Nejprve si musíme vysvětlit pojem toleranční značka. Zápis pomocí toleranční značky je např. Ø20 H7. 20 je označení rozměru, H je označení tolerančního pole a číslo 7 je toleranční stupeň přesnosti. Označení H7 pak nazýváme toleranční značka. Tyto toleranční značky jsou seskupeny do přehledných tabulek, ze kterých podle rozměrů a tolerančních

značek odečítáme požadované úchylky, ze kterých vypočítáme mezní rozměry. Tabulky byly vypracovány pro zjednodušení práce všech profesí, podílejících se na výrobě součástí (od konstruktérů až po dělnické profese).

Předepisování jakosti povrchu

Při výrobě strojních součástí dbáme nejen na přesnost rozměrů, ale také na vzniklé nerovnosti povrchu. Jednotlivé plochy mohou vznikat obráběním, ale může být zachován povrch původní, pokud není nutné jej obrábět. To vše musíme na technickém výkrese nějakým způsobem sdělit.

Jakým způsobem nerovnosti povrchu hodnotíme? Hodnotíme tzv. drsnost povrchu, přičemž používáme ověřený parametr Ra. Počítáme jej jako průměrnou aritmetickou úchylku profilu.

Hodnoty Ra se volí z praktické řady dle tabulek (... 0.4, 0.8, 1.6, 3.2, 6.3 ...).

Drsnost povrchu se na výkrese předepisuje pomocí značky struktury povrchu.

Šroubové spoje

Všechny normalizované závity se zobrazují zjednodušeně, nakreslením průmětů válců odpovídajících velkému a malému průměru závitu.

U vnějšího závitu se velký průměr zobrazuje souvislou tlustou čarou a malý průměr souvislou tenkou čarou. U vnitřního závitu je tomu naopak.

U pohledu ve směru osy se malý průměr závitu vyznačí částí kružnice kreslenou souvislou tenkou čarou více než ze tří čtvrtin obvodu.

Funkční délka závitu se vyznačí souvislou tlustou čarou, je-li závit zakrytý pak čárkovanou čarou.

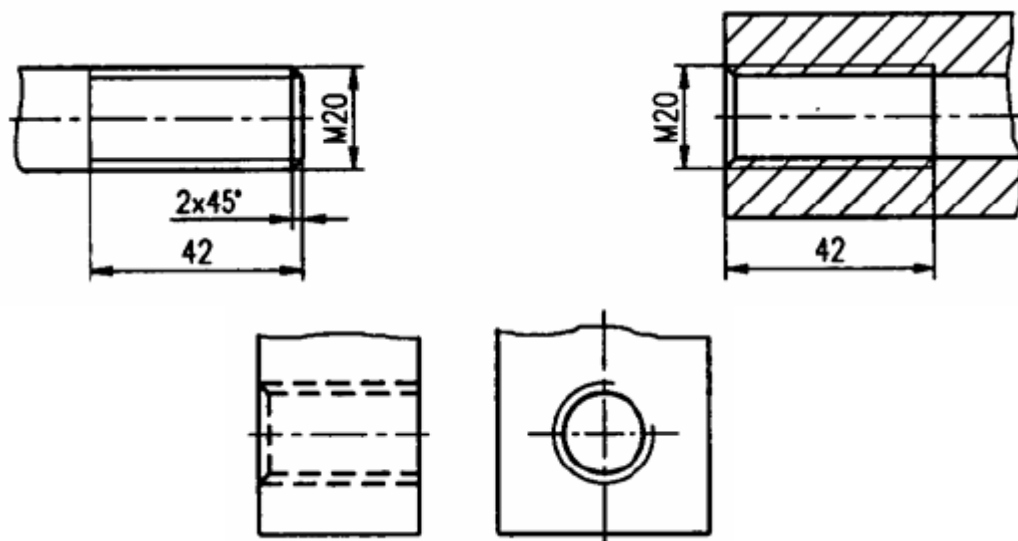
Výběh závitu se nekreslí, pokud to není nutné z důvodu znázornění nebo kótování jeho funkce (např. u závrtného šroubu).

Při kreslení vnitřního závitu se plocha v řezu šrafuje až k malému průměru.

Neviditelný vnitřní závit se kreslí čárkovanou tenkou čarou nebo tlustou, na jednom výkrese vždy stejným typem čáry.

Nenormalizované závity je nutno úplně zobrazit a zakótovat.

Na následujícím obrázku je vidět zobrazování a kótování závitů dle těchto pravidel.



Při kótování závitů musíme dodržovat tato pravidla:

- závity vnější i vnitřní se kótují velkými průměry závitu s udáním značky druhu závitu a funkční délkou bez jeho výběhu,
- u vnitřních závitů se nekótuje průměr předvrtané díry a kuželové zahloubení, je-li provedeno s vrcholovým úhlem 120°,
- závit jiné řady než s hrubým stoupáním se musí označit hodnotou stoupání závitu.

4.2. Využití výpočetní techniky

Základní prostředí operačního systému Windows XP

Plocha – představuje pracovní plochu, na které se objeví okna spuštěných programů.

Můžeme na ní ukládat dokumenty, vytvářet složky, mohou na ní být umístěni Zástupci objektů. Může mít libovolnou barvu, nebo na ní může být umístěn nějaký obrázek – tapeta.

Hlavní panel – jsou zde tlačítka spuštěných programů.

Většinou jsou na něm:

tlačítko Start (po klepnutí na něj se objeví nabídka činností, funkcí, které můžeme v systému Windows provádět)

panel nástrojů Snadné spuštění (můžeme jedním klepnutím spustit program, jehož zástupce se na něm nachází)

tlačítka stále spuštěných programů (představují programy, které musí běžet stále nebo které se často používají)

Okno programu, názvy jeho částí

Název systému Windows znamená v překladu OKNA. Každý spuštěný program běží ve svém okně.

Dialogová okna

Prvky dialogových oken

- výběr jedné z více možností
- výběr více možností
- zadání textu nebo hodnoty
- okno potvrzení/zrušení akce
- okno vyplnění hodnot
- výběrové pole

Práce se soubory a složkami – program Průzkumník

Pomocí programu **průzkumník** můžeme pracovat se soubory a složkami jako celky. Tedy prohlížet (procházet) jednotlivé složky, vytvářet je a mazat. Soubory můžeme vytvářet, mazat, kopírovat, přejmenovávat, přesouvat atd.

Psaní a editace textu v programu Word

Psaní neobvyklých znaků

Nastavíme textový kurzor na místo, kam chceme znak vložit. Z nabídky VLOŽIT spustíme příkaz SYMBOL. Nalezneme požadovaný symbol a dvakrát na něj klepneme levým tlačítkem myši – a symbol se vloží do dokumentu.

Náprava nepovedeného příkazu nebo psaní

- d) stisk tlačítka Zpět ve standardním panelu
- e) užití klávesové zkratky Ctrl + Z
- f) zadání příkazu Zpět z nabídky Úpravy

Přesouvání a kopírování větších částí textu

- 7) výběr vlečením myši
- 8) výběr klepáním myši (poklepáním na jednom místě vybere jedno slovo, trojím klepnutím vybere celý odstavec)
- 9) výběr celé věty umístíme kurzor kamkoli do věty, přidržíme klávesu Ctrl a stiskneme levé tlačítko myši
- 10) výběr pomocí klávesnice, když přidržíme klávesu Shift a pohybuje kurzorem pomocí kurzorových kláves
- 11) výběr svislého bloku – provádíme se opět vlečením myši ale s přidrženou klávesou Alt
- 12) výběr veškerého textu v dokumentu – stiskneme Ctrl + A

Přesouvání a kopírování s využitím schránky

Nejdříve vybereme část textu, kterou chceme přesunout. Pak stiskneme klávesovou zkratku Ctrl + X. Přesuneme kurzor na místo, kam chceme text vložit a stiskneme klávesovou zkratku Ctrl + V – text se zde objeví.

Při kopírování vybereme část textu a stiskneme Ctrl + C, poté následuje vložení textu přes Ctrl + V.

Formátování textu

Vždy nejprve vybereme text, který chceme upravovat, a pak:

- 4) pro převedení textu na tučný stiskneme Ctrl + B
- 5) na kurzívu Ctrl + I
- 6) pro podtržení Ctrl + U

Klávesové zkratky můžeme vzájemně kombinovat.

Nastavení velikosti písma

V roletce na Panelu nástrojů ukážeme myši do prostoru roletky a napíšeme zde velikost písma, popřípadě vybereme z nabízených možností.

Změna písma

Pro změnu samotného písma (fontu) použijeme volič s roletkou, který je vlevo od voliče velikosti písma.

Centrální nastavení parametrů písma

Příkazem PÍSMO z nabídky FORMÁT se otevře dialogový panel PÍSMO. Zde můžeme nastavit například typ písma, jeho barvu, styl podtržení, řez písma, velikost, proložení znaků, textové efekty, atd.

Vytvoření číslovaného seznamu

Stačí pouze napsat první odstavec s úvodním číslováním a ukončit jej klávesou Enter. Word sám vytvoří číslovaný odstavec. Všechny parametry pro úpravu číslovaného seznamu můžeme nastavit v dialogovém panelu, který otevřeme příkazem ODRÁŽKY A ČÍSLOVÁNÍ z nabídky FORMÁT. Tutéž nabídku vyvoláme pravým tlačítkem myši. Nejdříve je ovšem nutné vybrat (označit do bloku) seznam, na který chceme úpravy aplikovat.

Tabulátory

Posun na jednotlivé tabulační zářezky provedeme stiskem klávesy Tab. Pro nastavení zářezek si nejdříve musíme zobrazit vodorovné pravítko. Z nabídky **ZOBRAZIT** zadáme příkaz **PRAVÍTKO**. Nyní stačí klepat do prostoru pravítka a zářezky se vkládají. Volbu druhů zářezek provádíme klepáním do levého rohu pravítka, kde je značka zářezky a tím určujeme druh zářezky.

Nastavení parametrů tisku

Z nabídky **Soubor** vybereme možnost **Tisk**. Zde můžeme nastavit všechny parametry tištěného dokumentu.

V nabídce **Soubor** můžeme rovněž nastavit **Vzhled stránky** (např. okraje, formát papíru, rozvržení, orientaci, atd.).

Před samotným tiskem je užitečná volba **Náhled stránky**, kde si můžeme zkontrolovat jak bude vytištěná stránka doopravdy vypadat.

Ukládání dokumentů

Pro uložení dokumentu jej musíme pojmenovat. Dokument uložíme jedním ze tří způsobů:

- 4) klávesovou zkratkou **Ctrl + S**
- 5) stiskem tlačítka **ULOŽIT** (obrázek diskety)
- 6) příkazem za nabídky **SOUBOR - ULOŽIT**

Vždy se objeví stejný dialogový panel, ve kterém musíme především určit místo, kam se dokument uloží, a musíme mu dát jméno. Jméno souboru může být libovolné, jen je zapotřebí dodržet několik omezení:

- 4) délka jména může být nejvýše 255 znaků
- 5) jméno samo nesmí obsahovat znaky: /, \, <, >, *, :, ?, „, |, :.
- 6) všechny ostatní znaky jsou povolené

Vložení obrázku

Umístíme kurzor do textu na místo, kam budeme chtít obrázek vložit. Z nabídky **VLOŽIT** spustíme příkaz **OBRÁZEK**, kde můžeme zvolit tyto možnosti: Klipart ze souboru Automatické tvary, WordArt, ze Scanneru nebo Fotoaparátu. Veškeré úpravy obrázku lze provést výběrem nabídky **FORMÁT – OBRÁZEK** z panelu nástrojů. Tutéž nabídku lze vyvolat tak, že označíme vložený objekt a stiskneme pravé tlačítko myši.

Vyhledávání a nahrazování textu

Pro vyhledání s nahrazením stiskneme klávesovou zkratku **Ctrl+H**. Do pole **NAJÍT** zadáme vyhledávaný text, do pole **NAHRADIT ZA** napíšeme text, který má nalezený výraz nahradit, a stiskneme tlačítko **NAHRADIT**.

Vytvoření tabulky ve Wordu

Máme tři možnosti:

- z nabídky **TABULKA** příkazem **NAVRHNOU TABULKU** ji ručně nakreslit (program naše kreslení od ruky napraví do vodorovných a svislých linek)
- z nabídky **TABULKA** příkazem **NAVRHNOU TABULKU** zadáme základní parametry tabulky a Word ji podle nich vytvoří
- výběrem textu a z nabídky **TABULKA** příkazem **PŘEVÉST – TEXT NA TABULKU** vytvoříme z textu tabulku skutečnou.

Uživatelské znalosti programu Microsoft Office Excel

Obrazovka Excelu – jedna velká tabulka

Když pohybujeme myší po obrazovce, pohybuje se po ní malý, silný kříž; jmenuje se kutr myši určujeme s ním, se kterým políčkem tabulky se bude pracovat. Řádek malých obrázků nad obrazovkou se jmenuje **pruh ikon**. Řada slov nad ikonami je **nabídka**. Klepnutím myši na slovo způsobí, že se nabídka **rozbalí** a odhalí jednotlivé příkazy nabídky. Pod ikonami je další pruh, rozdělený na dvě části. Menší část vlevo je **pole názvů**, používané pro označování a nalézání buněk. Větší část vpravo je **řádek vzorců** – je to místo, kde se dají vkládat a upravovat vzorce. Dole vlevo je **přepínač listů**. Úzký pruh zcela dole se nazývá **stavový řádek**, informující nás o některých důležitých nastavení programu, umožňuje jej také měnit.

Psaní do políčka tabulky

Při spuštění Excelu je první políčko tabulky, zcela vlevo nahoře, silně černě orámováno. Znamená to, že je **vybráno** a můžeme do něj něco napsat.

Slovo **políčko** se v Excelu správně označuje jako **buňka** (anglicky „cell“, odtud název programu Excel). Každá buňka má svou přesnou **adresu**, své označení, svůj název.

Kopírování a přenášení buněk

Zkopírování obsahu buňky na jiné místo

Vybereme buňku a stiskneme klávesovou zkratku **Ctrl+C**. Tím umístíme obsah buňky do schránky, ze které ji můžeme kamkoli vkládat – signalizuje to přerušovaná plovoucí čárka kolem buňky. Vybereme buňku vpravo posunem kurzoru o jeden doprava a stiskneme **Ctrl+V** – tím obsah buňky zkopírujeme do tohoto políčka.

Přenesení obsahu buňky na jiné místo

Postupujeme stejně jako u kopírování, ale stiskneme klávesovou zkratku **Ctrl+X**.

Výběr více buněk

7. **Výběr kurzorovými klávesami** -vybereme jednu buňku, přidržíme stisknutou klávesu Shift a pohybujeme kurzorovými klávesami.
8. **Výběr myší** – při stisknutí a přidržení levém tlačítku myši, táhneme myší z jednoho do druhého rohu souvislé oblasti.
9. **Výběr jednotlivých (nesousedících) buněk** – s přidrženu klávesou **Ctrl** klepeme na jednotlivé buňky v oblasti, případně i vlečením, ohraničujeme větší oblasti buněk.
10. **Výběr jednoho celého řádku nebo sloupce** – stačí klepnout myší na číslo řádku nebo písmeno sloupce.
11. **Výběr více sloupců či řádků** – provedeme je tažením myší přes čísla řádků nebo písmena sloupců.
12. **Výběr celé tabulky** – buď klávesovou zkratkou **Ctrl+A** nebo klepnutím myši na průsečík označení řádků a sloupců.

Snadné rozkopírování do strany obsahu jedné buňky do více buněk.

Vybereme jednu buňku, ve které je už nějaký obsah. V jejím pravém dolním rohu je malý černý čtvereček; přiblížíme k němu kurzor myši a ten se změní na plný černý kříž. Nyní stiskneme a přidržíme levé tlačítko myši a vlečeme směrem dolů přes několik buněk, pak, tlačítko pustíme.

Změna šířky a výšky buňky

Rozšíření nebo zkrácení buňky (sloupce) provedeme uchopením pravého okraje celého sloupce mezi políčky obsahujícími písmena označující sloupce. Druhou možností je ukázání pravým tlačítkem na políčko s písmenem sloupce a z kontextové nabídky zadáme příkaz **ŠÍŘKA SLOUPCE**. Objeví se dialog, ve kterém zadáme šířku sloupce číslem. Změnu výšky buňky (řádku) provedeme podobnou cestou.

Ohraničení buňky

Nejjednodušší je použít ikonu **OHRANIČENÍ** z pruhu ikon. Velice bohaté možnosti ohraničení pak nabízí příkaz **FORMÁT BUNĚK** – záložka **OHRANIČENÍ** z kontextové nabídky (je vyvolána pravým tlačítkem myši). Této nabídce můžeme určit i pozadí buněk, vzorek, atd.

Skrytí řádků nebo sloupců

Nejdříve vybereme sloupec, který chceme skryt. Nyní klepneme do prostoru označení sloupců pravým tlačítkem myši a z kontextové nabídky zadáme příkaz **SKRYT**. Jestliže chceme skryté řádky nebo sloupce opětovně zobrazit, zvolíme příkaz **ZOBRAZIT**.

Vložení prázdného řádku nebo sloupce

Zvolíme příkaz z nabídky **VLOŽIT**, buď:

Odstranění řádku nebo sloupce

Vybereme řádek nebo sloupec, který chceme zrušit a nyní zvolíme jednu z možností:

- klávesovou kombinaci **Ctrl a -**
- z kontextové nabídky vybereme příkaz **ODSTRANIT**
- z nabídky **ÚPRAVY** zadáme příkaz **ODSTRANIT**.

Vytvoření jednoduchého vzorce

Aby Excel poznal, že se jedná o vzorec, začíná se znakem **=**, následuje vzorec a **Enter**.

Upravení vzorce

Vybereme buňku se vzorcem, který chceme upravit a nyní máme dvě možnosti:

- 3) buď najedeme kurzorem do řádku vzorců a stiskneme levé tlačítko myši
- 4) nebo nikam nenajíždíme a stiskneme klávesu **F2**; buňka přepne zobrazení z výsledku na vzorec

Vytvoření vzorce ukazováním do tabulky, výběrem buněk myší

Nejdříve vybereme buňku, kde budeme chtít mít výsledek. Klepneme nyní myší na znak rovnítko vlevo vedle řádku vzorců. Nyní klepneme do políčka, které se dosadí za rovnítko. Nemusíme tedy označení buněk do rovnice psát, stačí do buňky klepnout, její označení se dosadí při psaní do rovnice samo.

Průměr, součet, maximum, minimum a další statistické funkce

Umístíme kurzor do buňky pod sloupec čísel, která chceme sečíst a v liště ikon stiskneme tlačítko **AUTOSUM**.

Ukážeme pravým tlačítkem myši do políčka ve stavové řádce, kde se objevuje hodnota průběžného součtu; rozvine se zde nabídka dalších možností. Zvolíme je jednoduše klepnutím na jméno funkce.

Postup při vytvoření jakékoli funkce

Vybereme prázdnou buňku, do které budeme chtít umístit výsledek funkce, klepneme na ikonu **VLOŽIT FUNKCI (FX)** z pruhu ikon. Zobrazí se panel s nabídkou funkcí. Když funkci vybereme, v dolní části panelu se zobrazí způsob, jakým se zadává a pod ní je stručný popis funkce. Po výběru funkce stiskneme **OK**. Objeví se další panel, který vypadá u každé funkce jinak. V panelu je nejdůležitější prázdný řádek s nápisem **Číslo**.

Absolutní a relativní adresování buněk

Pojmenované buňky používají ve vzorcích tzv. **absolutní adresování**, při kopírování vzorce se odkazovaná buňka nemění. Buňky označované běžně souřadnicí, tj. např. „A10“, jsou ve vzorci použity s **relativním adresováním**, při překopírování vzorce jinam se pozmění označení buněk ve vzorci o vzdálenost překopírování.

Absolutní adresa se vytvoří tak, že před číslem řádku i sloupce uvedeme znak **\$**. Dolar můžeme zadat klávesovou zkratkou **Ctrl+Alt+u**.

Rychlé vytvoření grafu

Vybereme tabulku, ze které budeme tvořit graf. Nyní stiskneme v horním řádku ikon tlačítko *PRŮVODCE GRAFEM*; objeví se tzv. průvodce, několik obrazovek, kde v jednotlivých krocích zadáváme vlastnosti grafu.

Smazání grafu

Vybereme graf a stiskneme klávesu Del.

Úpravy již vytvořeného grafu

Ukážeme pravým tlačítkem myši do volné oblasti grafu, mimo vlastní graf, osy a popisky.

Zobrazí se kontextová nabídka obsahující volby:

- TYP GRAFU
- ZDROJOVÁ DATA
- MOŽNOSTI GRAFU

Nastavení stránky

Pro podrobnější konfiguraci stránky je určeno okno *VZHLED STRÁNKY*, do něhož se dostaneme pomocí hlavní nabídky Excelu klepnutím na *SOUBOR* a tam na položku *VZHLED STRÁNKY*.

Tisk

Vybereme oblast , která má být vytištěna a zahájíme samotný tisk. Klepneme v hlavní nabídce Excelu na *SOUBOR* a tam na položku *TISK*. Excel zobrazí okno pro tisk. Vybereme požadovanou tiskárnu (pokud jich máme nainstalovaných více).

V levém dolním rohu určíme, co bude Excel tisknout. Pokud bychom před tiskem nevybrali žádnou oblast do bloku, tiskli bychom po stránkách. Před samotným tiskem je výhodné prohlédnout si *NÁHLED STRÁNKY*, ve kterém vidíme, jak bude vytištěná stránka vypadat. Okno pro tisk vyvoláme také klávesovou zkratkou *Ctrl + P*.

Využití internetu**Identifikace serveru v internetu – IP adresy**

Všechny servery v internetu jsou mezi sebou určitým způsobem propojeny. Na rozdíl od běžných počítačových sítí však v internetu neexistuje žádný centrální uzel, který by řídil celý chod internetu. Každý server tvoří jeden uzel. Každý server musí být označen, má proto svoji číselnou adresu – říká se jí IP adresa. Ta je složena ze čtyř čísel oddělených tečkou – například **192.168.52.13**.

Doménová adresa

Ke každé číselné IP adrese existuje i tzv. doména neboli adresa v textovém tvaru – např. www.knihy.cz. Obecně platí, že každá adresa je v internetu jedinečná – není možné, aby existovaly dva servery se stejným jménem nebo číselnou adresou.

WWW stránka

standard WWW (World Wide Web) významným způsobem přispěl k celosvětové expanzi internetu. Formát WWW může obsahovat kromě textů i obrázky a multimediální prvky (videosekvence, zvuky, barevná písma apod.). tomu, co uživatel internetu vidí na obrazovce po přístupu k WWW serveru, se říká WWW stránka. Může být libovolně dlouhá. Stránka je psána v jazyce HTML (HyperText Markup Language). Jedná se o velmi jednoduchý jazyk, v němž se místo příkazů používají takzvané tagy neboli značky, mezi kterými je zapsán text.

K internetu se lze připojit:

- Telefonní linkou přes modem.
- ISDN – jedná se o kvalitnější digitální telefonní linku.
- ADSL – jedná se o ještě kvalitnější typ připojení po telefonní lince než ISDN.
- Pevnou linkou – zaručuje určitou přenosovou rychlost.

- Rádiovým připojením (tzv. mikrovlnou) - jde o připojení „vzduchem“, resp. rádiovým přenosem (poskytovatel i uživatel vlastní anténu).
- Kabelovou televizí.
- Mobilním telefonem.
- Jednosměrným satelitním připojením – jde o velmi rychlé, ale dražší připojení k internetu.

Firewall aneb ochrana sítí

Jedná se o ochranu mezi internetem a vnitřní lokální sítí. Na serverech se pro přístup do internetu instalují programy, kterým říkáme firewally. Jsou to systémy, které chrání „průtok“ dat mezi sítí a internetem. Firewall odráží útoky neoprávněných osob z internetu na síť.

Internetový prohlížeč

Aby uživatel na svém počítači viděl WWW stránku tak, jak ji „naprogramoval“ autor, musí mít k dispozici program, který dokáže „číst“ jazyk HTML. Takových programů existuje celá řada. Říká se jim browsery (prohlížeče) a mezi nejznámější patří např. NetScape, Microsoft Internet Explorer, Opera či Mozilla. Co se týká vzhledu, je prohlížeč okno, které v horní části disponuje několika málo prvky pro ovládání stránek a hlavně dialogovým okénkem pro zadávání adresy.

Vyhledávání v internetu

Chceme-li najít konkrétní informaci, musíme se obrátit přímo do samotného internetu, na speciální k tomu určené servery – internetové vyhledávače. Jsou to velmi výkonné servery s velkými diskovými kapacitami, na nichž jsou uloženy databáze internetových stránek. Vyhledávače hledají stránky podle jednoho nebo několika klíčových slov, která uživatel zadá.

Vyhledávání v internetu katalogovými vyhledávači

V předchozím případě jsme se zabývali vyhledáváním pomocí tzv. fulltextových vyhledávačů. Ty se používají velmi často v případě, že chceme na internetu najít podle prakticky libovolných klíčových slov požadovanou stránku. Existuje ale ještě typ tzv. katalogových vyhledávačů. Ty mají jednotlivé stránky seřazeny v přehledně uspořádané databázi. Takovým typem vyhledávače jsou například servery **www.seznam.cz**, **www.centrum.cz**, **www.atlas.cz**, apod.

E-mail (počítačová pošta)

Každý, kdo potřebuje komunikovat e-mailem, musí mít zřízenou svoji e-mailovou schránku.

Tu zřídí provider serveru, na kterém je uživatel přihlášen nebo je možné ji zdarma zřídit na k tomu určených serverech.

E-mailová schránka je prostor na disku vyhrazený pro příjem a odesílání zpráv. Každá e-mailová schránka musí mít určitou e-mailovou adresu, například pepa@seznam.cz apod.

E-mailová adresa se skládá ze dvou částí, oddělených znakem @ (slangově „zavináč“). Před @ vlevo je adresa konkrétního uživatele. Může to být libovolný text (s výjimkou určitých znaků). Za znakem @ je server, na kterém je schránka uložena. Tuto část není možné měnit.

Způsoby práce s e-mailem

Existují dvě metody, jak s poštou pracovat:

- 3) Prostřednictvím internetového rozhraní.** Jedná se o metodu používanou zejména u veřejných serverů typu seznam.cz, atlas.cz, centrum.cz, email apod. Veškeré operace s poštou se odehrávají on-line na internetových stránkách. Výhodou tohoto způsobu používání pošty je fakt, že poštu můžeme číst kdekoli, kde je k dispozici počítač s internetovým prohlížečem a připojením k internetu.

Nevýhodou je skutečnost, že veškeré zprávy zůstávají na serveru poskytovatele a operovat s nimi můžeme, pouze pokud jsme připojeni k internetu.

- 4) **Prostřednictvím poštovního klienta.** Poštu si ze serveru stáhneme a veškeré její zpracování probíhá u nás na počítači. Zde navíc můžeme mít k dispozici neomezenou historii poštovních zpráv a nejsme omezeni místem na poštovním serveru. Bohužel nemůžeme s poštou pracovat kdekoliv, kde je přístup k internetu, ale pouze na počítači, na kterém je klient nainstalován.

4.3. Základy metrologie

Kategorie metrologie

V Evropské unii se metrologie člení do tří kategorií s různým stupněm složitosti, oblasti užití a přesnosti:

1. Vědecká metrologie se zabývá organizací a vývojem etalonů a jejich uchováváním (nejvyšší úroveň).
2. Průmyslová metrologie zajišťuje náležité fungování měřidel používaných v průmyslu a ve výrobních a zkušebních procesech.
3. Legální metrologie se zabývá přesností měření tam, kde tato měření mají vliv na průhlednost ekonomických transakcí, zdraví a bezpečnost.

Fundamentální metrologie není v mezinárodním měřítku definována, nicméně představuje nejvyšší úroveň přesnosti v rámci dané oblasti. Fundamentální metrologii lze proto popsat jako vědeckou metrologii doplněnou o ty části legální a průmyslové metrologie, které vyžadují vědeckou kompetenci.

Legální metrologie

Legální metrologie vznikla původně z potřeby zajistit poctivý obchod.

Hlavním cílem legální metrologie je chránit občany před důsledky špatného měření v oblasti

- úředních a obchodních transakcí,
- pracovních podmínek, zdraví a bezpečnosti.

Proto legislativa stanoví požadavky na

- měřidla,
- metody měření a zkoušení, včetně
- hotově baleného zboží.

Technická funkce legální metrologie. Ti, kdo používají výsledků měření v aplikační oblasti legální metrologie, nemusí být metrologičtí odborníci a odpovědnost za důvěryhodnost takovýchto měření přejímá stát. Přístroje musí zaručovat správné výsledky měření:

- provozních podmínek,
- během celého období používání,
- v rámci stanovených přípustných chyb.

Směrnice. Na celém světě jsou pro výše uvedené oblasti stanoveny národní právní požadavky na měřidla a jejich používání. Patří sem jak preventivní tak i represivní opatření.

Preventivní opatření. Preventivní opatření se podnikají ještě před uvedením přístrojů na trh, tj. tyto přístroje musí být typově schváleny a ověřeny. Schválení typu provádí kompetentní orgán, ve většině zemí úřad, daný typ musí splňovat všechny příslušné zákonné požadavky. U sériově vyráběných měřidel musí být ověřením zajištěno, že každé měřidlo splňuje všechny požadavky stanovené ve schvalovacím řízení.

Pro používané přístroje jsou předepsány kontroly nebo periodická ověřování zajišťující, že měřidla budou splňovat zákonné požadavky. Tyto zákonné požadavky, včetně požadavků na používání, se v jednotlivých zemích liší podle národní legislativy.

Represivní opatření. Represivním opatřením je kontrola trhu zaměřená na zjištění nezákonného používání měřidel (v ČR se používá označení „Stanovená měřidla“). Etalony používané při takových kontrolách a zkouškách musí mít návaznost na národní nebo mezinárodní etalony.

Harmonizace. Harmonizace v Evropě vychází ze Směrnice 71/316/EHS, která obsahuje požadavky na všechny kategorie měřidel, a z dalších směrnic týkajících se jednotlivých kategorií měřidel, které byly vydány od roku 1971. Měřidla s typovým schválením EHS a prvotním ověřením EHS lze uvádět na trh a používat ve všech členských zemích bez dalších zkoušek či schvalování typu.

K dosažení volného pohybu zboží na jednotném evropském trhu přijala Rada svým rozhodnutím v roce 1989 novou koncepci v oblasti technické harmonizace a standardizace, včetně metrologie, jejímž záměrem bylo, aby směrnice byly závazné pro všechny členské státy a aby nebyly povoleny národní odchylky.

Evropské komise uveřejnila návrh na Směrnici pro měřidla (MID). Účelem MID je odstranění technických překážek obchodu a tím regulace prodeje a používání následujících měřidel:

- vodoměrů,
- plynoměrů,
- elektroměrů a měřících transformátorů,
- měřičů tepla,
- měřících systémů na kapaliny jiné než voda,
- automatických vážících zařízení,
- taxametrů,
- délkových měřidel,
- souřadnicových strojů,
- analyzátorů dechu,
- analyzátorů výfukových plynů.

Jednotlivé přístroje musí splňovat základní požadavky. Výrobce může stanovit technické detaily nebo se může odvolat na harmonizované evropské normy. Použití norem usnadní přístup na trh, tj. u přístrojů odpovídajících těmto normám se má za to, že splňují požadavky příslušné směrnice.

Posuzování shody. Postupy posuzování shody odpovídají postupům uvedeným ve Směrnici 93/65/EHS pro moduly používané ve všech technických harmonizačních směrnících.

U elektronických měřidel se používá dvoustupňový postup posuzování shody. V prvním stupni provádí externí certifikační orgán typovou zkoušku. Hodnocení shody sériově vyráběných přístrojů může provádět jejich výrobce za předpokladu, že má k dispozici schválený a kontrolovaný systém jakosti. Zkoušení jednotlivých přístrojů musí jinak provádět externí certifikační orgán.

Certifikační orgány. Členskými zeměmi jsou oznamovány certifikační orgány. Tyto notifikované orgány musí mít technickou kompetenci i nezávislost požadovanou ve směrnici a tím i schopnost plnit technické a administrativní úkoly. Může se jednat jak o soukromé tak i státní organizace. Výrobci mají možnost volně si vybírat mezi těmito evropskými orgány.

Zákonná kontrola. Závazná zákonná kontrola měřidel, jak je uvedena ve směrnici, bude ponechána v rukou každé členské země. Požadavky, které mají přístroje splňovat po svém uvedení do užívání, nebyly dosud harmonizovány. Členské země si pak mohou stanovit následné ověřování, kontroly a lhůty platnosti na základě své vlastní národní legislativy.

Ochrana zákazníků se může v jednotlivých členských státech lišit. Z tohoto důvodu jsou požadavky upravující používání přístrojů řešeny národní legislativou.

Členské státy mohou stanovit na měřidla vlastní zákonné požadavky, které nejsou uvedeny v MID.

Kontrolovaná zařízení

Z historických důvodů není rozsah legální metrologie ve všech zemích stejný. Většina kategorií měřidel harmonizovaných v Evropě je uvedena v následující tabulce. Až vstoupí v platnost MID, bude zrušena většina níže uvedených směrnic. Směrnice jsou uvedeny v Úředním věstníku Evropských společenství.

Směrnice	Vyhláška	Nařiz. vlády	Měřidlo nebo výrobek
71/317	33/2002		Pravoúhlá závaží 5 kg - 50 kg a válc. záv. 1 kg - 10 kg
71/318	336/2000		Plynoměry
71/319	22/2001		Průtokoměry na kapaliny jiné než voda
71/347	29/2002		Měřicí přístroje pro měření objemové hmotnosti obilí
73/362	339/2000		Hmotné délkové měřky
74/148	32/2002		Závaží od 1 mg do 50 kg
75/033	334/2000		Vodoměry na studenou vodu
75/410	250/2001		Pásové dopravníkové váhy
76/765	31/2002		Lihoměry a hustoměry na líh
76/766	141/1997		Lihoměrné tabulky
76/891	338/2000		Elektroměry
77/095	336/2000		Taxametry
77/313	21/2001		Měřicí systémy pro kapaliny jiné než voda
78/1031	249/200		Automatické kontrolní a třídící vážící zařízení
79/830	333/2000		Vodoměry na teplou vodu
86/217	37/2000		Měřiče tlaku v pneumatikách pro motorová vozidla
90/384		326/2002	Váhy s neautomatickou činností
93/42		181/2001	Zdravotnické prostředky

Software není ve výše uvedených směrnících zahrnut, ale bude patrně řešen v MID.

Mezinárodní organizace - OIML

Mezinárodní organizace legální metrologie OIML byla vytvořena na základě úmluvy v roce 1955 s cílem napomáhat globální harmonizaci postupů legální metrologie.

OIML je mezivládní smluvní organizace s 57 členskými zeměmi, které se podílejí na technické činnosti, a s 48 korespondenčními členskými zeměmi, které se podílejí na činnosti OIML jako pozorovatelé.

OIML spolupracuje s orgány Metrické konvence a BIPM v mezinárodní harmonizaci legální metrologie.

OIML udržuje styky s více než 100 mezinárodních a regionálních institucí v otázkách metrologie a normalizace a v souvisejících oblastech.

Metrologické směrnice

Celosvětová technická struktura poskytuje členům metrologické směrnice na vypracování národních a regionálních požadavků týkajících se výroby a používání měřidel v oblasti legální metrologie.

Vzorové předpisy, mezinárodní doporučení

OIML vypracovává vzorové předpisy a vydává mezinárodní doporučení, která slouží pro členské země jako mezinárodně dohodnutý základ k vypracování národní legislativy pro různé kategorie měřidel. Technická doporučení obsažená v návrhu Evropské směrnice pro měřidla (MID) jsou do značné míry shodná s Mezinárodními doporučeními OIML.

Hlavní prvky mezinárodních doporučení:

- rozsah, aplikace a terminologie,

- metrologické požadavky,
- technické požadavky,
- metody a zařízení pro zkoušení a ověřování shody s požadavky,
- formát zkušební zprávy.

Návrhy doporučení a dokumentů OIML zpracovávají technické výbory resp. podvýbory, jejichž členy jsou zástupci jednotlivých členských zemí. Jako poradní orgány působí také některé mezinárodní a regionální instituce. OIML má k odstranění konfliktních požadavků uzavřeny dohody o spolupráci s různými organizacemi např. s ISO a IEC. Proto mohou výrobci i uživatelé měřidel pro zkušební laboratoře současně používat jak publikace OIML tak i publikace jiných institucí.

Certifikační systém OIML. Tento systém poskytuje výrobcům možnost získat certifikát a zkušební zprávu OIML potvrzující, že daný typ splňuje požadavky příslušných Mezinárodních doporučení OIML.

Certifikáty vydávají členské státy OIML, které vytvořily jeden nebo několik vystavujících orgánů odpovědných za vyřizování žádostí od výrobců, kteří si přejí mít certifikát pro typy svých přístrojů. Tyto certifikáty jsou předmětem dobrovolného uznání ze strany národních metrologických služeb.

Evropská organizace WELMEC

V souvislosti s vypracováním a prosazováním směrnic v souladu s "Novým přístupem" podepsalo 15 členských zemí EU a tři země EFTA v roce 1990 Memorandum o porozumění při příležitosti založení organizace WELMEC - "Západoevropská organizace pro spolupráci v legální metrologii". Tento název byl v roce 1995 změněn na "Organizaci pro evropskou spolupráci v legální metrologii", nicméně se jedná o stejnou organizaci. Od té doby se přidruženými členy WELMECu staly země, které podepsaly smlouvy s Evropskou unií. V současné době má tato organizace 27 členských zemí.

Členy WELMECu jsou národní orgány legální metrologie v členských zemích EU a EFTA. Přidruženými členy jsou národní orgány legální metrologie kandidátských zemí EU. Hlavním cílem WELMECu je vytváření vzájemné důvěry mezi orgány legální metrologie v Evropě, harmonizace aktivit v oblasti legální metrologie a podpora výměny informací mezi všemi zainteresovanými orgány.

Výbor WELMECu je složen z delegátů jednotlivých členských a přidružených států a z pozorovatelů EUROMETu, Evropské spolupráce v akreditaci (EA), Mezinárodní organizace pro legální metrologii (OIML) a dalších regionálních organizací se zájmy v oblasti legální metrologie. Výbor se schází nejméně jednou za rok. Ve strategických otázkách radí předsedovi malá Poradní skupina.

Pracovní skupiny se scházejí podle potřeby k projednání řady důležitých otázek a k vypracování doporučení pro výbor WELMECu. V současné době podporuje činnost výboru sedm pracovních skupin:

WG 2 Realizace směrnice 90/38/EHS. Sekretariát ve Spojeném království

WG 4 Aplikace norem EN45000 na notifikovaná pracoviště. Sekretariát v Norsku

WG 5 Revize prosazujících aktivit. Sekretariát ve Spojeném království

WG 6 Hotově balené zboží. Sekretariát v Nizozemsku

WG 7 Software. Sekretariát v Německu

WG 8 Směrnice pro měřidla. Sekretariát ve Francii

WG 10 Měřicí zařízení pro kapaliny jiné než voda. Sekretariát v Nizozemsku.

Příklady vydaných pokynů pro harmonizaci v Evropě:

- Aplikace směrnice 90/384/EHS o neautomatických vahách.
- Dohoda o schvalování typů, která zahrnuje vzájemné uznávání typových schválení na základě doporučení OIML, pro některé kategorie měřidel v oblastech dosud neharmonizovaných.
- Pokyny pro softwarové požadavky na měřidla.

WELMEC je poradním orgánem Evropské komise a Rady při vypracování Směrnice pro měřidla (MID).

Zdroje metrologických informací

Uváděné domovské stránky, včetně příslušných odkazů, poskytnou bohaté informace.

Předmět informací	Zdroje	Kontakt
Mezinárodní metrologické organizace	BIPM (Mezinárodní úřad pro váhy a míry)	Pavillon de Breteuil, F-92312 Sèvres Cedex, Francie www.bipm.org
Soustava SI		BIPM, www.bipm.org
Národní metrologické ústavy	EUROMET	Sekretariát 2000-2001: METAS, Lindenweg 50, CH-3003 Bern-Wabern, Švýcarsko, www.euromet.ch
Technické projekty EUROMET a vzájemná porovnání	EUROMET	sekretariát je od roku 2002 v Irsku, internetová adresa www.euromet.org
Akreditované laboratoře	EA	Sekretariát: COFRAC, 37 rue de Lyon, FR-75012 Paříž, Francie, <a href="http://www.european-
accreditation.org">www.european- accreditation.org
Akreditace v Evropě		
Měřicí, zkušební a analytické laboratoře v Evropě	EUROLab	www.eurolab.org
Mezinárodní klíčová porovnání	Uveřejněno v časopise "Metrologia"	BIPM www.bipm.org
Normy	ISO (Mezinár. organ. pro normalizaci)	www.iso.ch
Národní normalizační orgány	CEN (Evropský výbor pro normalizaci)	www.cenorm.be
Referenční materiály pro chemickou analýzu	IRMM COMAR databáze	www.irmm.jrc.be
Legální metrologie v Evropě	WELMEC	WELMEC sekretariát: Spojené království tel.: ++44-208-9437211 www.welmec.org
Legální metrologie, mezinárodní	OIML	Sekretariát OIML: BIML Paříž, Francie tel.: ++33 1 48 781282 www.oiml.org
Legislativa Společenství - metrologie	Úřední věstník Evropských společenství	<a href="http://www.europa.eu.int/eur-
lex/en/lif/reg/en_register-">www.europa.eu.int/eur- lex/en/lif/reg/en_register-

	CELEX databáze	133012.html
V ČR	ČMI ÚNMZ	www.cmi.cz www.unmz.cz

Měřicí jednotky

Myšlenka metrické soustavy, tj. soustavy jednotek založené na metru a kilogramu, vznikla za Francouzské revoluce, kdy byly v roce 1799 vytvořeny dva platinové referenční etalony metru a kilogramu a uloženy ve Francouzském národním archivu v Paříži; později se jim začalo říkat archivní metr a archivní kilogram. Národní shromáždění pověřilo Francouzskou akademii věd vypracováním nové soustavy jednotek, určené pro celý svět, a v roce 1946 pak členské země Metrické konvence přijaly soustavu MKSA (metr, kilogram, sekunda, ampér). Soustava MKSA byla v roce 1954 rozšířena o kelvin a kandela a celá soustava potom dostala název Mezinárodní soustava jednotek, SI (Le Système International d'Unités).

V roce 1960 soustavu SI zavedla 11. Generální konference pro váhy a míry (CGPM):

"Mezinárodní soustava jednotek SI je ucelená soustava jednotek schválených a doporučených CGPM."

Soustavu SI tvoří sedm základních jednotek, které spolu s jednotkami odvozenými vytvářejí ucelený systém jednotek. Kromě toho byly pro používání spolu s jednotkami SI schváleny i některé další jednotky stojící mimo soustavu SI.

Základní jednotky SI

Veličina	Základní jednotka	Značka
délka	metr	m
hmotnost	kilogram	kg
čas	sekunda	s
elektrický proud	ampér	A
termodynamická teplota	kelvin	K
látkové množství	mol	mol
svítivost	kandela	cd

Základní jednotkou je měřicí jednotka základní veličiny v dané soustavě veličin.

Definice a realizace každé základní jednotky SI se postupně upravuje s tím, jak metrologický výzkum odhaluje možnosti přesnější definice a realizace jednotky. Příkladem může být vývoj definice jednotky délky.

Definice metru z roku 1889 vycházela z mezinárodního prototypu z platin-iridia uloženého v Paříži. V roce 1960 byl metr nově definován jako 1 650 763,73 násobek vlnové délky spektrální čáry kryptonu 86. Kolem roku 1983 již tato definice přestala dostačovat a bylo rozhodnuto metr nově definovat jako délku dráhy, kterou urazí světlo ve vakuu za časový interval $1/299\,792\,458$ sekundy, vyjádřenou vlnovou délkou záření z helium–neonového jodem stabilizovaného laseru. Tyto nové definice snížily relativní nejistotu realizace jednotky z 10^{-7} m na 10^{-11} m.

Metr je délka dráhy, kterou proběhne světlo ve vakuu za $1/299\,792\,458$ sekundy.

Kilogram je hmotnost mezinárodního prototypu kilogramu, uchovávaného v Mezinárodním úřadě pro váhy a míry (BIPM) v Sévres.

Sekunda je doba rovnající se 9 192 631 770 periodám záření, které odpovídá přechodu mezi dvěma hladinami velmi jemné struktury základního stavu atomu cesia 133.

Ampér je stálý elektrický proud, který při průchodu dvěma rovnoběžnými, přímými, nekonečně dlouhými vodiči zanedbatelného kruhového průřezu, umístěnými ve vakuu ve vzdálenosti 1 m, vyvolá mezi nimi stálou sílu rovnou 2×10^{-7} newtonu na 1 metr délky vodičů.

Kelvin je $1/273,16$ díl termodynamické teploty trojného bodu vody.

Poznámka: Celsiova teplota t je definována jako rozdíl $t = T - T_0$ mezi dvěma termodynamickými teplotami, kde $T_0 = 273,15$ K. Interval nebo rozdíl teplot může být vyjádřen buď v kelvinech nebo ve stupních Celsia, označení $^{\circ}\text{C}$.

Mol je látkové množství soustavy, která obsahuje právě tolik elementárních jedinců (entit), kolik je atomů v $0,012$ kg nuklidu uhlíku ^{12}C . Při udávání látkového množství je třeba elementární entity specifikovat; mohou to být atomy, molekuly, ionty, elektrony, jiné částice nebo blíže určená seskupení částic.

Kandela je svítivost zdroje, který v daném směru vysílá monochromatické záření o kmitočtu 540×10^{12} hertzů a jehož zářivost v tomto směru je $1/683$ wattu na steradián.

Odvozené jednotky SI

Odvozenou jednotkou je jednotka míry odvozené veličiny v dané soustavě veličin.

Odvozené jednotky SI jsou odvozeny od základních jednotek SI v souladu s fyzikální souvislostí mezi danými veličinami.

Odvozené jednotky jsou vytvářeny ze základních jednotek použitím matematických značek pro násobení a dělení. Příklady jsou uvedeny v tabulce 5.2.

Příklady odvozených jednotek SI

Odvozená veličina	Odvozená jednotka	Značka
plocha	čtvereční metr	m^2
objem	krychlový metr	m^3
rychlost	metr za sekundu	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
zrychlení	metr za sekundu na druhou	$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$
úhlová rychlost	radián za sekundu	$\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$
úhlové zrychlení	radián za sekundu na druhou	$\text{rad} \cdot \text{s}^{-2}$
hustota	kilogram na krychlový metr	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
intenzita magnetického pole	ampér na metr	$\text{A} \cdot \text{m}^{-1}$
hustota elektrického proudu	ampér na metr čtverečný	$\text{A} \cdot \text{m}^{-2}$
moment síly	newton metr	$\text{N} \cdot \text{m}$
intenzita elektrického pole	volt na metr	$\text{V} \cdot \text{m}^{-1}$
permeabilita	henry na metr	$\text{H} \cdot \text{m}^{-1}$
permitivita	farad na metr	$\text{F} \cdot \text{m}^{-1}$
měrná tepelná kapacita	joule na kilogram kelvin	$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
koncentrace látkového množství	mol na krychlový metr	$\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$
jas	kandela na čtvereční metr	$\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$

CGPM schválila zvláštní pojmenování a značky pro některé odvozené jednotky, jak je uvedeno v tabulce 2.1.3.

Některé základní jednotky se používají u různých veličin, jak ukazuje tabulka 5.4. Odvozenou jednotku lze často vyjádřit různými kombinacemi 1) základních jednotek a 2) odvozených jednotek se zvláštním pojmenováním. V praxi se dává přednost pojmenování zvláštních jednotek a kombinací jednotek k rozlišení různých veličin se stejným rozměrem. Proto musí měřidlo uvádět jak jednotku, tak i měřenou veličinu.

Odvozené jednotky SI se zvláštním pojmenováním a značkou

Odvozená veličina	Odvozená jednotka SI zvláštní pojmenování	Značka zvláštní značka	V jednotkách SI	V základních jednotkách SI
Kmitočet	hertz	Hz		s^{-1}
Síla	newton	N		$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
tlak, mech. napětí	pascal	Pa	N/m^2	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
energie, práce, mn. tepla	joule	J	$N \cdot m$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
výkon, zářivý tok	watt	W	J/s	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
elektrický náboj, množství elektřiny	coulomb	C		$s \cdot A$
rozdíl elektr. potenciálu, elektromotorická síla	volt	V	W/A	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
elektrická kapacita	farad	F	C/V	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
elektrický odpor	ohm	Ω	V/A	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$
elektrická vodivost	siemens	S	A/V	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2$
magnetický tok	weber	Wb	$V \cdot s$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
magnetická indukce, hustota magnetického toku	tesla	T	Wb/m^2	$kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
indukčnost	henry	H	Wb/A	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$
světelný tok	lumen	lm	$cd \cdot sr$	$m^2 \cdot m^{-2} \cdot cd = cd$
osvětlení	lux	lx	lm/m^2	$m^2 \cdot m^{-4} \cdot cd = m^{-2} \cdot cd$
aktivita (radionuklidu)	becquerel	Bq		s^{-1}
absorbovaná dávka, kerma, měrná energie (předaná)	gray	Gy	J/kg	$m^2 \cdot s^{-2}$
dávkový ekvivalent	sievert	Sv	J/kg	$m^2 \cdot s^{-2}$
rovinný úhel	radián	rad		$m \cdot m^{-1} = 1$
prostorový úhel	steradián	sr		$m^2 \cdot m^{-2} = 1$

Příklady odvozených jednotek SI, jejichž pojmenování a značky obsahují odvozené jednotky SI se zvláštním pojmenováním a značkou

Odvozená veličina	Odvozená jednotka	Značka	V základních jednotkách SI
dynamická viskozita	pascal sekunda	$Pa \cdot s$	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-1}$
moment síly	newton metr	$N \cdot m$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
povrchové napětí	newton na metr	N/m	$kg \cdot s^{-2}$
úhlová rychlost	radián za sekundu	rad/s	$m \cdot m^{-1} \cdot s^{-1} = s^{-1}$
úhlové zrychlení	radián za sekundu na druhou	rad/s^2	$m \cdot m^{-1} \cdot s^{-2} = s^{-2}$
hustota tepelného toku, hustota zářivého toku	watt na čtvereční metr	W/m^2	$kg \cdot s^{-3}$
tepelná kapacita, entropie	joule na kelvin	J/K	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$

měrná tepelná kapacita, měrná entropie	joule na kilogram kelvin	J/(kg·K)	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
měrná energie	joule na kilogram	J/kg	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
tepelná vodivost	watt na metr kelvin	W/(m·K)	$\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$
hustota energie	joule na krychlový metr	J/m ³	$\text{m}^{-1} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
intenzita elektrického pole	volt na metr	V/m	$\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}$
hustota elektrického náboje	coulomb na krychlový metr	C/m ³	$\text{m}^{-3} \cdot \text{s} \cdot \text{A}$
hustota elektrického toku	coulomb na čtvereční metr	C/m ²	$\text{m}^{-2} \cdot \text{s} \cdot \text{A}$
permitivita	farad na metr	F/m	$\text{m}^{-3} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^4 \cdot \text{A}^2$
permeabilita	henry na metr	H/m	$\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-2}$
molární energie	joule na mol	J/mol	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{mol}^{-1}$
molární entropie, molární tepelná kapacita	joule na mol kelvin	J/(mol·K)	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
ozáření (paprsky x a γ)	coulomb na kilogram	C/kg	$\text{kg}^{-1} \cdot \text{s} \cdot \text{A}$
absorbovaná dávka	gray za sekundu	Gy/s	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3}$
zářivost	watt na steradián	W/sr	$\text{m}^4 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} = \text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3}$
	watt na čtvereční metr steradián	W/(m ² ·sr)	$\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} = \text{kg} \cdot \text{s}^{-3}$

Jednotky mimo SI

Tabulka 2.1.5 uvádí jednotky stojící mimo SI, které jsou povoleny k používání společně s jednotkami SI, jelikož se široce používají nebo se používají ve specifických oborech.

Tabulka 2.1.6 obsahuje příklady jednotek mimo SI, které jsou povoleny k používání ve specifických oborech.

Tabulka 2.1.7 uvádí jednotky mimo SI, které jsou povoleny k používání ve specifických oborech a jejichž hodnoty jsou určovány experimentálně.

Kombinovaná nejistota (koeficient pokrytí $k = 1$) u dvou posledních čísel daného čísla je uvedena v závorkách.

Tabulka 2.1.5: Jednotky mimo SI, které jsou povoleny

Veličina	Jednotka	Značka	Hodnota v jednotkách SI
čas	minuta	Min	1 min = 60 s
	hodina	h	1 h = 60 min = 3600 s
	den	d	1 d = 24 h
rovinný úhel	stupeň	°	1° = (π/180) rad
	minuta	′	1′ = (1/60)° = (π/10 800) rad
	vteřina	″	1″ = (1/60)′ = (π/648 000) rad
	nygrad	gon	1 gon = (π/200) rad
objem	litr	l L	1 l = 1 dm ³ = 10 ⁻³ m ³
hmotnost	tuna	t	1 t = 10 ³ kg

Tabulka 2.1.6: Jednotky mimo SI, které jsou povoleny k používání v rámci specifických oborů

Veličina	Jednotka	Značka	Hodnota v jednotkách SI
délka rychlost	míle námořní uzel		1 námořní míle = 1852 m 1 námořní míle za hodinu = (1852/3600) m/s
hmotnost lineární hustota mohutnost optických systémů	karát tex dioptrie	tex	1 karát = 2×10^{-4} kg = 200 mg 1 tex = 10^{-6} kg/m = 1 mg/m 1 dioptrie = 1 m^{-1}
tlak kapaliny v lidském těle	milimetry rtuti	mm Hg	1 mm Hg = 133,322 Pa
plocha	ar	a	1 a = 100 m^2
plocha	hektar	ha	1 ha = 10^4 m^2
tlak	bar	bar	1 bar = 100 kPa = 10^5 Pa
délka	ångström	Å	1 Å = 0,1 nm = 10^{-10} m
průřez	barn	b	1 b = 10^{-28} m^2

Tabulka 2.1.7: Jednotky mimo SI, které jsou povoleny v rámci specifických oborů a jejichž hodnoty jsou určovány experimentálně [2]

Veličina	Jednotka	Značka	Definice	V jednotkách SI
<i>energie</i>	<i>elektronvolt</i>	<i>eV</i>	<i>1 eV je kinetická energie jednoho elektronu procházejícího potenciálním rozdílem 1V ve vakuu</i>	<i>1 eV =</i> 1,602 177 33 (49). 10^{-19} J
hmotnost	jednotka atomové hmotnosti	u		1 u = 1,660 540 2 (10). 10^{-27} kg
délka	astronomická jednotka	ua	1 u se rovná 1/12 zbytkové hmotnosti neutrálního atomu nuklidu ^{12}C v základním stavu.	1 ua = 1,495 978 706 91 (30) . 10^{11} m

Předpony SI

CGPM přijala a doporučila řadu předpon a předponových značek, které jsou uvedeny v tabulce.

Zásady pro správné používání předpon:

1. Předpony se zásadně týkají mocnin deseti (a nikoli například mocnin dvou)
2. Předpony musí být psány bez mezery před značku dané jednotky.
3. Nelze používat kombinaci předpon.
4. Předponu nelze psán samostatně.

Předpony SI

Faktor	Předpona	Značka	Faktor	Předpona	Značka
10^1	deca	da	10^{-1}	deci	d
10^2	hecto	h	10^{-2}	centi	c
10^3	kilo	k	10^{-3}	mili	m
10^6	mega	M	10^{-6}	mikro	μ
10^9	giga	G	10^{-9}	nano	n
10^{12}	tera	T	10^{-12}	pico	p
10^{15}	peta	P	10^{-15}	femto	f
10^{18}	exa	E	10^{-18}	atto	a
10^{21}	zetta	Z	10^{-21}	zepto	z
10^{24}	yotta	Y	10^{-24}	yocto	y

Psaní názvů a značek jednotek SI

1. Značky se nepíší velkými písmeny, nicméně první písmeno značky se píše velkým písmenem, jestliže 1) pojmenování jednotky pochází od jména osoby nebo 2) značka uvozuje větu.
2. Značky zůstávají beze změny i v množném čísle, žádná koncovka množného čísla se nepřidává.
3. Po značkách se nikdy neklade tečka, ledaže značkou končí věta.
4. Kombinované jednotky vzniklé násobením několika jednotek je nutno psát se zvýšenou tečkou nebo s mezerou.
5. Kombinované jednotky vzniklé dělením jedné jednotky jinou je nutno psát s lomítkem nebo se záporným exponentem.
6. Kombinované jednotky mohou obsahovat pouze jediné lomítko. U složitých kombinací je dovoleno používat závorku nebo záporné exponenty.
7. Značky musí být od následující číselné hodnoty odděleny mezerou.
8. Značky a názvy jednotky nelze směšovat.

Číselné zápisy

1. Vždy po třech číslicích na obou stranách desetinné čárky je třeba umístit mezeru (15 739,012 53). Tuto mezeru lze vypustit u čtyřmístných čísel. K oddělování tisíců nelze používat čárku.
2. Matematické operace lze používat pouze u značek jednotek (kg/m^3) a nikoli u pojmenování jednotek (kilogram/krychlový metr).
3. Musí být zřejmé, ke které značce jednotky se číselná hodnota vztahuje a která matematická operace se vztahuje k dané číselné veličině.

4.4. Metrologie a zákony

Ochrana spotřebitele

Na jedné straně je zastřešována státem, který vypracovává koncepci ochrany spotřebitele a zajišťuje zákony ve prospěch této ochrany. Na druhé straně vznikají dobrovolná sdružení na ochranu spotřebitelů, která mají za cíl informovat spotřebitele, vychovávat je k odpovědnému rozhodování na trhu a prosazovat jejich zájmy ve státních orgánech.

Sdružení na ochranu spotřebitelů mají svoji světovou organizaci CI (Consumer International).

CI deklarovala osm základních práv, která mají být zabezpečena pro spotřebitele, tj. právo na:

- bezpečnost;
- volný výběr zboží;
- odškodnění;
- informace;
- vzdělání;
- zastupování;
- základní potřeby;
- zdravé životní prostředí.

V ČR stanovuje Koncepci spotřebitelské politiky ministerstvo průmyslu a obchodu.

Cíle spotřebitelské politiky ČR jsou:

- chránit bezpečnost života, zdraví a ekonomické zájmy občanů,
- přispívat k ochraně vnitřního trhu před nekalým jednáním,
- rozvíjet činnost nevládních spotřebitelských organizací,
- zlepšovat informovanost občanů o jejich právech při nákupu zboží a služeb a o způsobech, jak uplatňovat na trhu své ekonomické zájmy,
- přispět k dosažení kompatibility trhu ČR s vnitřním trhem EU,
- podílet se na vytváření důvěry v elektronický obchod a na jeho rozvoji.

Výrobci, poskytovatelé služeb, dovozci, ale i distributoři by měli mít základní povědomí o legislativě upravující tuto oblast.

Tu představují zejména:

- zákon o odpovědnosti za škodu způsobenou vadou výrobku,
- zákon o obecné bezpečnosti výrobků,
- zákon o technických požadavcích na výrobky,
- zákon o potravinách a tabákových výrobcích,
- zákony o léčivech a ochraně veřejného zdraví.

Právní úprava ochrany spotřebitele

Ochrana spotřebitele v ČR vychází z občanského zákoníku a ze zákona o ochraně spotřebitele.

Zákon o ochraně spotřebitele obsahuje povinnosti při prodeji výrobků a služeb. V části týkající se povinností při prodeji výrobků a poskytování služeb je stanovena poctivost prodeje výrobků a služeb, zákaz diskriminace spotřebitele a informační povinnosti prodávajícího.

Prodávající je povinen zejména:

- prodávat výrobky ve správné hmotnosti, míře nebo množství a umožnit spotřebiteli překontrolovat si správnost těchto údajů.
- prodávat výrobky a poskytovat služby v předepsané nebo schválené jakosti, pokud je závazně stanovena nebo pokud to vyplývá ze zvláštních předpisů anebo v jakosti jím uváděné; není-li jakost předepsána, schválena nebo uváděna, v jakosti obvyklé,

- prodávat výrobky a poskytovat služby za ceny sjednané v souladu s cenovými předpisy a ceny při prodeji výrobků nebo poskytování služeb správně účtovat.
- prodávající se nesmí při prodeji výrobků a poskytování služeb chovat v rozporu s dobrými mravy; zejména nesmí žádným způsobem spotřebitele diskriminovat.
- zákaz výroby, dovozu, vývozu, nabídky, prodeje a darování výrobků nebezpečných svou zaměnitelností s potravinami Nikdo nesmí vyrábět, dovážet, vyvážet, nabízet, prodávat a darovat výrobky nebezpečné svou zaměnitelností s potravinami.
- zákaz nabídky, prodeje a vývozu výrobků nebo zboží určených pro humanitární účely Nikdo nesmí nabízet za účelem prodeje, prodávat a vyvážet výrobky nebo zboží, které byly určeny pro humanitární účely.
- nikdo nesmí klamat spotřebitele, zejména uvádět nepravdivé, nedoložené, neúplné, nepřesné, nejasné, dvojsmyslné nebo přehnané údaje anebo zamlčet údaje o skutečných vlastnostech výrobků nebo služeb či úrovni nákupních podmínek.
- odpovědnosti za klamání spotřebitele se nelze zprostit poukazem na skutečnost, že potřebné nebo správné údaje neposkytl výrobce, dovozce nebo dodavatel.
- prodávající je povinen řádně informovat spotřebitele o vlastnostech prodáváných výrobků nebo charakteru poskytovaných služeb, o způsobu použití a údržby výrobku a o nebezpečí, které vyplývá z jeho nesprávného použití nebo údržby, jakož i o riziku souvisejícím s poskytovanou službou. Jestliže je to potřebné s ohledem na povahu výrobku, způsob a dobu jeho užívání, je prodávající povinen zajistit, aby tyto informace byly obsaženy v příloženém písemném návodu a aby byly srozumitelné.
- prodávající musí zajistit, aby jím prodávané výrobky byly přímo viditelně a srozumitelně označeny názvem výrobku, označením výrobce nebo dovozce, popřípadě dodavatele, údaji o hmotnosti nebo množství nebo velikosti, popřípadě rozměru, dalšími údaji potřebnými dle povahy výrobku k jeho identifikaci, popřípadě užití.
- v případě prodeje výrobku, při jehož označení byly použity symboly, je prodávající povinen vhodně zpřístupnit spotřebiteli informaci o významu těchto symbolů.
- prodávající je povinen informovat v souladu s cenovými předpisy spotřebitele o ceně prodáváných výrobků nebo poskytovaných služeb zřetelným označením výrobku cenou.
- prodávající je povinen spotřebitele řádně informovat o rozsahu, podmínkách a způsobu uplatnění odpovědnosti za vady výrobků a služeb (dále jen "reklamace") včetně údajů o tom, kde lze reklamaci uplatnit, a o provádění záručních oprav.
- prodávající je povinen při ukončení činnosti v provozovně informovat živnostenský úřad o tom, kde lze vypořádat případné závazky.
- umožňuje-li to povaha výrobku, je prodávající povinen na žádost spotřebitele výrobek předvést.
- na žádost spotřebitele je prodávající povinen vydat doklad o zakoupení výrobku nebo o poskytnutí služby s uvedením data prodeje výrobku nebo poskytnutí služby, o jaký výrobek nebo o jakou službu se jedná a za jakou cenu byl výrobek prodán nebo služba poskytnuta, pokud zvláštní právní předpis nestanoví jinak.
- vyžaduje-li to povaha výrobků, zejména s ohledem na hygienické podmínky prodeje a charakter použití, je prodávající povinen výrobky prodávat v hygienicky nezávadných obalech nebo je do takových obalů při prodeji zabalit, při samoobslužném prodeji je povinen spotřebiteli poskytnout vhodný obalový materiál.
- prodávající nebo jím pověřený pracovník rozhodne o reklamaci ihned, ve složitých případech do tří pracovních dnů. Do této lhůty se nezapočítává doba přiměřená podle druhu výrobku či služby potřebná k odbornému posouzení vady. Reklamace včetně odstranění vady musí být vyřízena bez zbytečného odkladu, nejpozději do 30 dnů ode dne uplatnění reklamace, pokud se prodávající se spotřebitelem nedohodne na delší lhůtu. Po

uplynutí této lhůty má spotřebitel stejná práva, jako by se jednalo o vadu, kterou nelze odstranit.

Technická normalizace

Technická normalizace je činností, kterou se zavádějí ustanovení pro všeobecné a opakované použití, zaměřená na dosažení optimálního stupně pořádku v dané souvislosti s ohledem na aktuální nebo potenciální problémy. Tato činnost sestává zejména z vypracování, vydávání a zavádění norem. Důležitým přínosem normalizace je zlepšení vhodnosti výrobků, procesů a služeb pro zamýšlené účely, předcházení překážkám v obchodu a usnadnění technické spolupráce.

Kdybychom chtěli pokud možno co nejstručněji charakterizovat smysl technické normalizace, stačilo by k tomu jediné slovo: dorozumění. Technická normalizace totiž od samého počátku své existence – bez ohledu na to, odkud se rozhodneme jej počítat – přímo nebo zprostředkovaně sloužila a slouží právě tomuto účelu, a to dorozumění partnerů v oblasti techniky.

Technické normy jsou tedy dokumentované dohody, které obsahují technické specifikace nebo jiná určující kriteria používaná jako pravidla, směrnice, pokyny nebo definice charakteristik zajišťující, že materiály, výrobky, postupy a služby vyhovují danému účelu. Jejich používání je dobrovolné.

Rozvoj globální výroby a obchodu posiluje význam mezinárodních norem, jejichž používání přispívá k odstraňování technických překážek obchodu. Ve státech Evropské unie jsou ke stejnému účelu používány evropské normy, které v řadě případů přejímají normy mezinárodní. Zpracování evropských norem bylo důležitým předpokladem pro vytvoření jednotného trhu.

Na mezinárodní úrovni lze považovat za nejdůležitější Mezinárodní normalizační organizaci – ISO a Mezinárodní elektrotechnickou komisi – IEC. Obě instituce vydávají mezinárodní normy. Na evropské úrovni existuje Evropská komise pro normalizaci – CEN.

Právní úprava technické normalizace je obsažena v zákonu č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění zákona č. 71/2000 Sb. a zákona č. 102/2001 Sb. Zákon č. 22/1997 Sb. nabyl účinnosti 1. 9. 1997.

Cílem jeho vypracování bylo vytvořit základ k právní úpravě odpovídající čl. 75 Evropské dohody, která obsahuje závazek České republiky “dosáhnout ve spolupráci s EU plné shody s technickými předpisy ES, evropskou normalizací a postupy posuzování shody”. Následné změny zákona uvádějí jeho znění do plného souladu s legislativou Evropského společenství.

Zákon upravuje:

- problematiku národních technických norem,
- problematiku přejímání technických předpisů upravujících zejména požadavky na výrobky, které by mohly svými vlastnostmi ohrozit veřejný zájem na ochraně života a zdraví, majetku a přírodního prostředí, včetně stanovení postupů posuzování shody.

Vydáváním českých technických norem byl pověřen Český normalizační institut – ČSNI, který též každoročně vydává seznam ČSN, které jsou systematicky řazeny podle šestimístného třídicího znaku. Normy, které jsou převzaty z evropské soustavy norem do soustavy ČSN, mají označení ČSN EN a číslo evropské soustavy. Normy, které jsou převzaty z mezinárodní soustavy norem do soustavy ČSN, mají označení ČSN ISO a číslo mezinárodní normy.

Metrologie

Metrologie - vědní a technická disciplína, zabývající se všemi poznatky a činnostmi, týkajícími se měření, je základem jednotného a přesného měření ve všech oblastech vědy, hospodářství, státní správy, obrany, ochrany zdraví a životního prostředí. Jednotné a přesné měření je předpokladem vzájemné důvěry při směně zboží, ale stále více i jednou z nutných podmínek jakékoliv efektivní výroby.

Zabývá se:

- definováním jednotek měření
- realizací jednotek, etalony
- návazností měření

Zákon 505/1990 Sb. :

- stanovuje práva a povinnosti právnických osob a fyzických osob oprávněných k podnikatelské činnosti a orgánů státní správy v oboru metrologie, a to v rozsahu potřebném k zajištění jednotnosti a správnosti měřidel a měření.
- rozděluje měřidla do několika skupin
- určuje státní metrologickou kontrolu měřidel (hovoříme o schvalování typů měřidel apod.)
- určuje ověřování a kalibraci měřidel
- stanovuje úkoly orgánů a organizací
- určuje sankce za porušování tohoto předpisu

Některé další zákonné a dobrovolné aktivity (akreditace, oceňování)

V mezinárodním i národním prostředí existují i další aktivity, které sledují podporu jakosti a mají právní nebo dobrovolný základ.

Akreditace. Akreditací se rozumí oficiální uznání, že subjekt akreditace (laboratoř, certifikační orgán, inspekční orgán) je způsobilý provádět specifické činnosti (laboratoře zkoušky nebo kalibrace, certifikační orgány certifikace výrobků nebo systémů jakosti, pracovníků, inspekční orgány inspekce).

Akreditaci provádějí národní akreditační orgány. V ČR plní tuto úlohu Český institut pro akreditaci – ČIA.

Osvědčení o akreditaci má posílit jistotu zákazníků ve způsobilost akreditovaných subjektů, zejména z pohledu jejich systému zabezpečování jakosti.

Označování a oceňování jakosti. Označování výrobků má sloužit k prokázání, že byly splněny určité požadavky na výrobky, a tím má usnadnit zákazníkům lepší orientaci ve výrobcích. Může vyplývat ze zákona nebo může jít o dobrovolnou aktivitu.

Značky shody. Právní oporu v zákoně o technických požadavcích na výrobky (zákon č. 22/1997 Sb.) má Česká značka shody, která vyjadřuje, že výrobek odpovídá stanoveným požadavkům a že při posuzování shody byly dodrženy podmínky stanovené tímto zákonem.

Kromě České značky shody, mohou být na dobrovolném základě označovány značkou shody výrobky s českou technickou normou výrobky, které neohrožují oprávněný zájem. Tuto značku shody s technickou normou mohou udělovat oprávněná zkušební a certifikační místa pověřená Českým normalizačním institutem (ČSNi).

Ostatní značky jakosti. Většina přiznávaných značek jakosti výrobků nebo služeb má přispět k lepší orientaci zákazníků a může mít i příznivý komerční efekt. Ucházení se o přidělení značky je realizováno na dobrovolném základě, předpokladem je obvykle splnění určitých požadavků.

V ČR je rozšířená značka Czech Made, kterou přiznává Sdružení pro Cenu ČR za jakost výrobků nebo službám. Značka Czech Made vyjadřuje, že se jedná o výrobek, splňující požadavky dané obecně závaznými právními předpisy (přihlíží se též k tomu, jak výrobek ovlivňuje životní prostředí a spotřebu energií). Vlastnosti výrobku mají odpovídat požadavkům minimálně v míře srovnatelné s nabídkou kvalitních zahraničních a zemských

výrobků na českém trhu. Výrobek musí být vyroben podnikatelským subjektem registrovaným v ČR, musí jít o výrobky běžně dostupné na českém trhu. Značka se propůjčuje na 2 roky s možností prodloužení její platnosti.

Ceny za jakost. Smyslem cen za jakost bylo zvýraznit firmy, které dosahují dlouhodobě příznivé výsledky svých finálních výrobků, později se kritéria rozšířila i na systém řízení jakosti a v současnosti již mnohé ceny jakosti postihují kvalitu firmy jako celku.

V podmínkách evropského regionu má význam Evropská cena za jakosti, pro kterou vydala kritéria Evropská nadace pro řízení jakosti (E.F.Q.M).

Od roku 1995 jsou vyhlášeny Sdružením pro cenu ČR za jakost požadavky pro firmy, které mají zájem získat cenu za jakost.

4.5. Řízení jakosti

Struktura norem ISO 9000

Normy ISO řady 9000 byly přijaty v roce 1987 a v přibližně sedmiletých cyklech byly aktualizovány. Doporučení pro systém řízení jakosti jsou uvedena v několika normách ISO, přičemž každá z nich má jinou funkci:

- ISO 9000 představuje úvod do problematiky managementu jakosti ve smyslu filozofie ISO,
- ISO 9001 obsahuje kritéria, podle kterých se posuzuje zavedený systém,
- ISO 9004 lze využít jako metodický materiál pro další zlepšování QMS,
- ISO řady 10 000 slouží k podpoře, popřípadě k rozšíření systému jakosti.

ISO 9000 – Systémy managementu jakosti – základy, zásady a slovník

Norma ISO 9000 obsahuje výklad základů a zásad managementu jakosti a nejdůležitějších pojmů týkajících se jakosti a jejího zabezpečování. Má významné postavení v požadavcích na zabezpečení jakosti, protože uvádí základní požadavky na podobu systému managementu jakosti, který je vyhovující pro certifikaci.

ISO 9001 – Systémy managementu jakosti – požadavky

Tuto normu lze považovat za stěžejní. Zpravidla se podle ní provádí koncipování, zavádění a zvláště pak prověřování (auditování) implementovaného (zavedeného) systému jakosti. Proto je tato norma též označována jako norma kritériální, jejíž požadavky musí organizace splnit, pokud potřebuje prokázat úspěšné fungování QMS, tj. ujišťovat o svoji schopnosti trvale poskytovat výrobek, který splňuje požadavky zákazníka a příslušných předpisů, respektive ujišťovat o schopnosti trvale zvyšovat spokojenost zákazníka.

ISO 9004 – Systémy managementu jakosti – směrnice pro zlepšování výkonnosti

Účelem této normy je poskytnout doporučení, které může organizace dále zavést nad rámec požadavků uvedených v ISO 9001 v zájmu dalšího rozšíření, zlepšení systému řízení jakosti tak, aby zahrnoval spokojenost nejen zákazníků, ale i dalších zainteresovaných stran a směřoval ke zvyšování výkonnosti organizace (byl rozvinut v rámci celé organizace). Tato norma není určena jako nástroj certifikace.

Normy řady 10 000

V této skupině norem si zaslouží pozornost zvláště normy příslušící do oblasti metrologie (ISO 10 012) a auditování (ISO 10 011).

Firemní dokumentace

Z hlediska řízení můžeme za dokument považovat jakýkoliv písemný či jiný předpis, který je schválen příslušnou autoritou (manažerem) a má charakter trvalého příkazu.

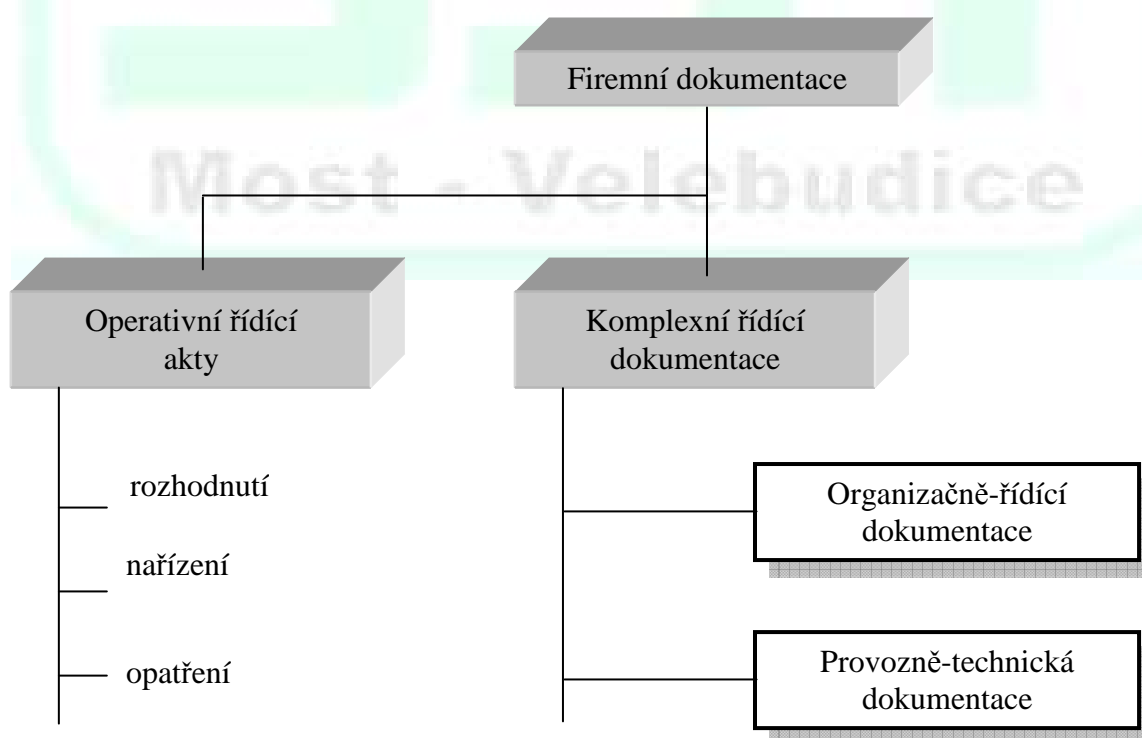
Přínosy dokumentace:

- pro výkon opakujících se (rutinních) činností, které mají vykonávat různí pracovníci určuje dokumentace „nejlepší“ postup,
- v obsahu dokumentace je uchováno knot-how instituce, což je zvláště důležité, pokud daný postup zná úzký okruh pracovníků nebo dokonce jeden pracovník, který může opustit organizaci,
- dokumentace dokládá určitý postup, takže i následně je možno doložit správné provádění určité činnosti.

Struktura dokumentace:

U všech typů organizací lze rozlišit dva základní typy dokumentace:

- operativní řídicí akty, které se využívají především k okamžitým manažerským zásahům a v praxi mívají obvykle podobu rozhodnutí, opatření, nařízení příslušného vedoucího pracovníka.
- komplexní řídicí dokumenty, které se užívají pro standardizaci určité činnosti, procesu či prvku. Mohou mít podobu organizačně řídicích dokumentů, které upravují různé činnosti technicko-hospodářského charakteru (např. příjem obchodních případů, zásobování, metrologii, organizaci nebo podepisování se jménem organizace, řešení stížností a reklamací) a mívají různé názvy – řády, směrnice, v poslední době se užívá výraz „postup“. Další podobou komplexních řídicích dokumentů jsou provozně-technické dokumenty, které upravují provozní, technické či jiné transformační činnosti. Týkají se hlavních výkonů organizace, například u výrobní organizace se může jednat o výrobní výkresy, technologické, montážní, kontrolní postupy, různé pracovní instrukce.

Struktura firemní dokumentace

Řízená dokumentace

Má-li dokumentace plnit úlohu účinného, přímého nástroje řízení, musí splňovat určité požadavky kladené na:

- postup jejího zpracování, vydávání, uchování,
- vnitřní strukturu a podobu dokumentace,

Zpracováním dokumentu bývá pověřen zpravidla příslušný odborný pracovník nebo tým. Při zpracování dokumentu je třeba respektovat platné legislativní předpisy a nejlepší praktiky (technické, manažerské). Zpracovaný dokument by měl být připomínkován všemi dotčenými pracovníky a schválen příslušným nadřízeným místem.

Další požadavky na řízenou dokumentaci lze shrnout do následujících bodů:

- dokumentace musí být čitelná, datovaná a snadno přístupná, udržovaná v pořádku a po určenou dobu archivována,
- nově připravené či aktualizované dokumenty musí být přezkoumány a schváleny příslušnými pracovníky,
- na místech, kde se dokumentace užívá musí být pouze platné dokumenty, zastaralé dokumenty musí být staženy a alespoň jedna podoba původního znění musí být archivována,
- organizace musí provádět revize dokumentů, tj. проверки dokumentů, které se provádějí ve zhruba dvou a tříletých intervalech, a prověřuje se jimi jednak formální správnost dokumentů, jednak věcná správnost.

Formální požadavky na dokumentaci a její vnitřní struktura

Pro identifikaci dokumentace je třeba každý dokument opatřit hlavičkou, která obvykle obsahuje název a číselné značení dokumentu, údaje o stránkovém rozsahu dokumentu (strana/celkový počet stran) a o (změnovém) stavu dokumentu (původní vydání – 0, první změna 1), popřípadě i přehled o čísle výtisku ve vazbě na rozdělovník (platí pro písemnou podobu).

Organizace by měla mít přehled o tom, kdo obdržel příslušnou dokumentaci a zabezpečit, aby v případě změn (aktualizace) dokumentace byly k dispozici vždy platné dokumenty. Kromě evidovaných dokumentů mohou být distribuovány tzv. informativní výtisky, tj. dokumenty, u kterých není zabezpečován režim řízené dokumentace, zejména její aktualizace.

Vzor hlavičky dokumentu

Logo instituce	Název dokumentu	Strana:
	Číselné označení dokumentu	Změna:
		Výtisk č.:

Struktura dokumentace systému managementu jakosti v závislosti na velikosti organizace může mít dvě až tři vrstvy.

Příručka jakosti představuje první vrstvu dokumentace – jde o dokument, ve kterém je přehledně specifikován systém řízení jakosti organizace. Příručka jakosti slouží jak externím účelům (například pro zákazníky), tak interním účelům (pro zaměstnance) jako přehledná prezentace QMS.

Druhá vrstva je představována směrnicemi, které upravují postupy realizace určitých procesů nebo činností. Jde o interní dokument, který upravuje jednání pracovníků při výkonu určitých činností – zásobování, skladování, počínání si v případě reklamace.

Typickým představitelem *třetí vrstvy* dokumentace jsou technologické, pracovní, montážní postupy, dále pracovní či kontrolní instrukce, výkresy a schémata. Tento typ dokumentace je určen k výkonu konkrétních technologických, pracovních a kontrolních operací.

Míra podrobnosti, respektive obecnosti dokumentace závisí na:

- kvalifikační úrovni pracovníků,
- náročnosti operací, které mají být vykonávány,
- rizikovosti výrobků nebo služeb,
- předpisech, případně požadavcích zákazníků, které vedou k úpravě činností.

Elektronická podoba dokumentace

Firemní dokumentace může být vedena v papírové nebo digitální podobě.

Je třeba dodržovat zásady ochrany dat na elektronických nosičích:

- příslušní pracovníci mají přístup k počítači a dovedou si příslušný dokument otevřít,
- v informačním systému byla definována přístupová práva k souborům pro zpracovatele,
- informační systém je zabezpečen proti virům,
- veškerá řízená dokumentace je zálohována a je zabezpečeno, že zálohy jsou uloženy mimo prostory, kde jsou instalovány prvotní soubory,
- je zajištěno vyhovující archivování neplatných dokumentů.

Metrologické zabezpečení

V případech, kdy kontrolní činnosti se provádějí pomocí měřících prostředků, je třeba zabezpečit, aby výsledky kontroly jakosti byly směrodatné. K tomuto účelu je třeba mít ve firmě zaveden metrologický pořádek. Ten bývá obvykle popsán v podobě metrologického řádu (směrnice). Metrologický řád upravuje řadu povinných úkolů (činností), jakými jsou:

- zvolit vhodná měřidla pro stanovené kontrolní operace,
- vést příslušnou evidenci a dokumentaci měřidel,
- zabezpečit způsobilost měřidel příslušnou formou metrologické kontroly,
- zavést a udržovat pravidla správného užívání měřidel.

Kontrolní operace plní řadu funkcí. Těmito funkcím musí odpovídat i přesnost a věrohodnost používaných měření a měřidel. Základní metrologické pravidlo doporučuje volit měřidlo o řád přesnější, než je měřená veličina.

Stanovená měřidla. Jedná-li se o měření, která mají význam pro ochranu správnosti obchodního styku nebo pro ochranu zdraví, životního prostředí, bezpečnosti práce či jiného veřejného zájmu, je třeba vedle vhodné volby měřidla dále zabezpečit metrologickou správnost formou ověření stanoveného měřidla. Okruh těchto měřidel a délku planosti ověření, které provádějí autorizované metrologické laboratoře, určují výměry Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.

Kalibrace a konfirmace. V ostatních případech lze zabezpečit správnost měřidla kalibrací nebo konfirmací. Kalibrace obvykle provádějí externí kalibrační laboratoře. Konfirmaci lze zpravidla provádět již v provozních podmínkách, provádí se dle zpracovaného konfirmačního postupu, nejčastěji srovnáním s podnikovým etalonem.

Značení a evidence měřidel. Každé měřidlo by mělo být označeno, identifikačním štítkem nebo evidenčním číslem přímo na měřidle, popřípadě na obalu měřidla. Vedle evidenčního značení je vhodné uvést i údaj týkající se lhůty, do které platí pro měřidlo příslušná metrologická kontrola – ověření, kalibrace, konfirmace. O všech měřidlech, která se v organizaci užívají, je třeba vést evidenci, ze které jsou zřejmé nejdůležitější údaje týkající se měřidla: druh měřidla, výrobce, rok uvedení do provozu, obor měření, přesnost měřidla, údaje o opravách, standardní doba pro ověření, kalibraci či konfirmaci.

Pravidla pro užívání měřidel. Pro stanovená měření je možné používat pouze určená měřidla. Zásadně by nemělo být k měření použito měřidlo neevidované a neproověřené. Jsou-li k měření předepsány přípravky pro uchycení měřeného prvku, je tyto přípravky třeba důsledně používat. Má-li uživatel jakoukoliv pochybnost o přesnosti měřidla, měl by požádat o jeho prověření. V případě zjištění, že kontrolní, měřicí a zkušební zařízení bylo poškozeno a

jeho faktický stav se odchyluje od kalibrovaného, musí se provést překontrolování výrobních partií zpětně až do okamžiku, kdy není pochyb o správnosti měření. Poškozené měřidlo se označí jako vadné a předá se k seřízení, k opravě nebo vyřazení. Uživatelé měřidel jsou odpovědní za správné uchování, ošetřování, čištění, manipulaci a skladování měřidla. Pro mezioperační odkládání měřidel by měly být na pracovišti vhodné podložky. Má-li dojít k delšímu skladování měřidla, měla by obsluha zajistit a dodržet pokyny pro skladování – konzervaci měřidla, umístění v uzamykatelných prostorách, vhodné klimatické podmínky a preventivní prohlídky stavu měřidla.

Zabezpečování jakosti ve smyslu TQM

Kromě přístupů zabezpečování jakosti vycházejících z požadavků normy ISO 9000, se ve světě užívají přístupy, obvykle označované jako TQM (Total Quality Management). I když existuje řada názorových proudů a "škol TQM", společné rysy lze odvodit již z názvu:

Total – jde o úplné zapojení všech pracovníků organizace, jak ve smyslu zahrnutí všech činností od marketingu až po servis, tak zapojení všech pracovníků včetně administrativy, ostrahy apod.,

Quality – jde o pojetí jakost, jak ve směru splnění očekávání zákazníků, tak jako vícerozměrný pojem zahrnující nejen výrobek či službu, ale i proces, činnost,

Management- řízení je zahrnuto jak z pohledu strategického, taktického i operativního řízení, tak z pohledu manažerských aktivit – plánování, motivace, vedení, kontroly atd.

Počátek TQM je spojen s prezentací a zaváděním přístupů předních odborníků na jakost, následně a zvláště v posledním desetiletí sílí snahy tyto přístupy sjednotit a kodifikovat v podobě kritérií cen za jakost, až již jde o národní ceny nebo o evropskou cenu za jakosti.

Dále přinášíme výklad některých typických společných rysů TQM přístupů:

- Leadership
- Orientace na zákazníka
- Úsilí o trvalé zlepšování
- Důraz na priority a prevenci
- Procesní přístup
- Bezvadnost samozřejmostí

LEADERSHIP

Výrazem "leadership" se v TQM specifikují úlohy zejména pro vrcholový management, od něhož se očekává, že:

- Jako střelka kompasu určuje směr vývoje organizace včetně vývoje v oblasti jakosti
- Bude vytvářet a udržovat interní prostředí, v němž se mohou pracovníci plně zapojit do dosahování určených záměrů organizace (aktivizace pracovníků).

Předpokládá se, že vrcholový management – v rámci první části obsahové náplně pojmu "leadership" z pohledu TQM – naznačí jasný směr, jímž se organizace bude ubírat. Jde o konci pování strategických záměrů, které jsou následně rozpracovány do firemních strategií a plánů. Zvolená podoba přístupů, míra podrobnosti i vlastní forma výstupů bude záviset na konkrétních podmínkách, ve kterých firma funguje.

Doporučení týkající se manažerského rysu označovaného v TQM pojmem leadership lze shrnout do dvou závěrů:

- s přijatými strategickými záměry a cíli seznámit pracovníky organizace, protože pokud je neznají, mohou preferovat cíle, které budou rozdílné oproti zájmům firmy
- transformovat strategické záměry a cíle do konkrétních opatření a určit všude, kde je to možné, měřitelné hodnoty, které budou využity pro vyhodnocení faktických výsledků.

Ačkoliv nejde o hmatatelnou věc, je nesporné, že leadership zvláště v momentu správného vymezení strategických záměrů představuje vysoce odpovědnou a rizikovou činnost.

Hodnotový žebříček firmy. Zavádění péče o jakost ve smyslu TQM se výrazně dotýká kultury firmy, která konec konců závisí na chování, jednání, vystupování každého jednotlivce firmy. Rozhodne-li se firmy pro TQM, bude muset vrcholový management identifikovat zásady, hodnoty a zvyklosti, které jsou ve firmě zaběhlé, a posoudit, zda je nebude třeba změnit či doplnit.

Aktivizace spolupracovníků. Druhá část obsahové náplně pojmu "leadership" z pohledu TQM sočívá ve vyhledávání vhodných postupů jak aktivizovat, iniciovat a mobilizovat pracovníky organizace ve směru vytčených cílů. Není třeba připomínat, že na čelním místě musí být osobní příklad, angažovanost podřízených vedoucích pracovníků. Podoby získávání, přesvědčování, informování pracovníků o strategických záměrech a užitečnosti jejich splnění pro každého pracovníka mohou být různé – od běžných porad, přes různé formy vizualizace na nástěnkách, přijetí podnikových kréd a sloganů, vyhlášení různých soutěží. Stranou pozornosti nemusí být ani informování a vyjadřování názorů prostřednictvím intranetu. Cílovým je takový stav, kdy pracovníci ve firmě mají zájem podílet se na stanovených záměrech, zajímají se o dění ve firmě, nejsou neteční k připravovaným změnám, a je minimum těch, kteří nemají zdání, co se ve firmě děje.

Orientace na zákazníka. Orientace na zákazníka vychází z postulátu, že chování firmy není založeno na prioritě vlastních zájmů, kterým se musí zákazníci přizpůsobit, ale naopak na zájmech zákazníků, kterým se musí přizpůsobit struktura a chování dodavatelů. Koncepce podnikání založené na přístupu "musíme prodat, co se vyrobí", byť by byly podporovány sebelepšími marketingovými aktivitami na podporu prodeje, nemají šanci na přežití. Jednoznačně jsou preferovány přístupy "můžeme vyrábět jen to, co je možné prodat".

Zaměření na trvalé zlepšování. Soudobé ekonomické a společenské prostředí je velice dynamické, proměnlivé, nestabilní, nepředvídatelné. Pro stále méně oblastí platí jistota stability, předvídatelné vývojové trendy. Za tohoto stavu nabývá na významu směr managementu zaměřený na monitorování a pružné využívání či dokonce iniciování změn.

Společným znakem trvalého zlepšování je připravit a realizovat opatření, které pro danou oblast bude přínosné. I když trvalé zlepšování představuje typický rys TQM, předmětem zájmu nemusí být pouze zlepšování jakosti, ale může jít o aktivity, v jejichž důsledku dojde k zlepšení hospodárnosti (úsporám), zlepšením v oblasti bezpečnosti, práce, v pracovním a životním prostředí.

Podle důvodu a charakteru rozdělujeme zlepšovací aktivity do tří skupin:

- nápravná opatření, jejichž smyslem je v případě zjištěné neshody vyšetřit příčinu a učinit takové kroky, až neshoda byla odstraněna: příkladem nápravného opatření může být seřízení stroje, dochází-li k zhoršování příslušného parametru výroby
- preventivní opatření, která spočívají v přijetí kroků vedoucích k předcházení potenciálním neshodám, případně až k úplnému vyloučení možných neshod, praktickým příkladem preventivního opatření je například seznámení projektantů s navrženým technickým řešením, které mělo za následek závadu, aby se tohoto postupu do budoucna vyvarovali
- zdokonalovací opatření, která nemají přímou vazbu na zjištěnou neshodu či neshody, jejich cílem je zkvalitnit, zohospodárnit, zefektivnit, zvýšit bezpečnost určité činnosti, procesu, výrobku, služby

Postupy zlepšování

V odborné literatuře můžeme najít řadu přístupů, jak postupovat při realizaci zlepšovacích činností. Zřejmě nejznámější a poměrně jednoduchá doporučení předkládá cyklus **PDCA** předložený E. Demingem, který sestává ze čtyř kroků:

- **Plan** – naplánuj, urči záměr zlepšení
- **Do** – realizuj, uskutečni tento záměr
- **Check** – proved' kontrolu, vyhodnot' dosažené výsledky
- **Art** – proved' korekce, úpravy, pokud výsledky neodpovídají plánovaným záměrům

Celý postup PDCA opakuj!

Na postupu PDCA je cenná bezpochyby jednoduchost a zvýraznění nepřetržitosti dané opětovným opakováním cyklu. Nicméně jde o postup velmi obecný, a proto řada firem vypracovala podrobnější návody na řešení problémů, respektive na postupy zlepšování. I když se v jednotlivostech liší, obecné kroky mají společné:

- určení předmětu zlepšování (řešení problémů)
- stanovení řešitelského týmu
- v případě řešení existujícího problému, zvážení nutnosti přijetí okamžitého, často provizorního opatření
- získání a vyhodnocení příslušných údajů týkajících se daného řešení
- návrh možných variant řešení
- vyhodnocení variant a výběr nejlepších varianty
- zpracování zvolené varianty
- rozhodnutí o zavedení zvoleného řešení
- vlastní realizace, kontrola průběhu, vyhodnocení řešení
- případné korekce, úpravy, doplnění
- stabilizace nového řešení – například změnou, úpravou existující dokumentace

Důraz na priority a prevenci. Priority a prevence jsou blízké pojmy, kterým patří v přístupech péče o jakost přední místo. Jak již bylo uvedeno, přístupy zabezpečování jakosti představují pestrou paletu úkolů, které je třeba v každé organizaci naplnit. Je pochopitelné, že některé úkoly musí být splněny s ohledem na svou závažnost, naléhavost či důsledky přednostně (představují priority). U některých činností nepředstavuje jejich uskutečnění nejšťastnější postup řešení, lepší by bylo, kdyby k jejich provedení nemuselo vůbec dojít, tj. kdyby se dalo jejich uskutečnění předejít (prevence).

Oba přístupy racionálního chování – důraz na priority a preferování prevence – jsou momenty, které by měly zdomácnět v práci manažerů na všech úrovních řízení. Jejich znalost a respektování jsou ovšem užitečné i pro další pracovníky organizace. I když je výklad v dalším textu přednostně orientován na oblast řízení jakosti, jeho aplikace je mnohem obecnější.

Priority - každodenní realita staví před manažery, včetně manažerů jakosti, řadu úkolů. Přitom jejich kapacity nejsou neomezené. Proto je třeba:

- rozlišovat, co je významné (co je prioritou jejich činnosti), na co zaměřit pozornost
- určit to, co je naopak nedůležité, co nebude předmětem zájmu.

Prevence v nejširším významu je chápána jako předcházení nedostatkům (neshodám, vadám, poruchám). Má své opodstatnění ve zkušenosti – čím dříve se zjistí a odstraní určitý nedostatek, tím nižší budou ztráty, které jsou s ním spojené.

Čelní místo v oblasti řízení jakosti přísluší zohledňování prevence při koncipování technické kontroly. Nejméně žádoucí je reagovat na nedostatky, které zjistí až zákazník (řešení reklamací). Výhodnější je zavést výstupní kontrolu. Ta však funguje obvykle pouze jako síto, které nepropustí neshodné výrobky k zákazníkovi. Ještě výhodnější je zavést mezioperační kontrolu, která může reagovat na nežádoucí změny v průběhu procesu a na jejímž základě mohou být přijata různá korigující či nápravná opatření. Nejvýhodnější je zavést kontrolu

všech faktorů, které ovlivňují kvalitu procesu, na počátku před zahájením procesu nebo na jeho úplném začátku, aby se zajistilo, že proces bude správně probíhat, že je dobře nastaven apod. Takovou formou kontroly je prověření kvality formy či přípravku před nasazením na stroj, nebo tzv. kontrola prvního kusu, tj. prvního výrobku či výrobků po seřízení stroje. Nejlepším řešením jsou ovšem případy, kdy se podaří realizovat taková opatření, která preventivně vyloučí vznik neshodné produkce.

Procesní přístup

Proces lze charakterizovat těmito znaky:

- "tah na branku" – jasným cílem musí být užitek pro zákazníka
- logické zařazení a uspořádání do procesu pouze těch činností, které jsou nezbytné k dosažení požadovaného výstupu – proces musí být hospodárný
- veškeré činnosti musí být způsobilé a stabilizované – proces musí probíhat kvalitně, musí být dodrženy termíny, být opakovaně spolehlivý.

Proces představuje posloupnost a/nebo souslednost činností, logicky uspořádaných, jejichž výstup má užitek pro zákazníka.

Procesní pojetí přidané hodnoty

Základem procesního pohledu na přidanou hodnotu jsou požadavky zákazníků. Jestliže připustíme, že každý proces se skládá z určitých činností, můžeme logicky odvodit, jak jednotlivé činnosti přispívají k celkovému užitku, spokojenosti zákazníka. Ve vazbě na toto zjištění můžeme ještě doplnit, jaké náklady zabezpečení každá z činností vyžaduje. Na tomto základě můžeme odvodit řadu cenných závěrů:

- existují činnosti, které mají velký přínos pro zákazníka, jejichž zajištění nemusí být dokonce ani příliš nákladné
- mohou existovat činnosti, které se na celkovém užitku pro zákazníka příliš nepodílejí, a přitom náklady na jejich uskutečnění mohou být vysoké
- ještě zajímavějším může být zjištění, že jsou realizovány činnosti, které nemají prakticky žádný užitek pro zákazníka, a přesto jsou uskutečňovány včetně vynakládání nákladů na jejich průběh
- naopak může být zjištěna absence některých činností, které by bylo v zájmu lepšího uspokojení zákazníka provést, ale dosud se nerealizují.

Management procesů

Máme-li využít poznatky procesního přístupu v řízení, je třeba:

- identifikovat procesy včetně učení základních vztahů mezi nimi
- analyzovat procesy a provést případně změny procesů
- zajistit stabilitu procesů
- navodit atmosféru trvalého zlepšování procesů.

Bezvadnost samozřejmostí

Nezbytným rysem moderního řízení jakosti je úsilí o vysoký stupeň bezvadnosti dodávaných výrobků a/nebo služeb. I když zabezpečení totální bezvadnosti je u běžných produktů nereálné nebo mimořádně nákladné, všeobecný trend směřuje k vysokému stupni bezvadnosti, který je měřen v miliontinách – ppm.

Analyzujeme-li příčiny, které vedou k neshodné produkci či službám, ukazuje se, že jen 20 až 50 % neshod má svůj povod ve vadné práci pracovníků. Zbývající podíl lze přičíst na konto nedostatečně koncipovaných procesů.

Způsobilost provozních procesů

Programy zlepšování zaměřené na snižování neshodné produkce musí předně garantovat způsobilost provozních procesů. K tomu je třeba zajistit:

- jasné vymezení působnosti, pravomocí a odpovědností týkajících se výkonu práce, oprávnění k rozhodování jakosti, o neshodnosti produkce, o jejím vypořádání

- bezchybnou provozně-technickou dokumentaci – výrobních, montážních, kontrolních, zkušebních postupů
- bezchybnou provozně-technickou dokumentaci – výrobních, montážních, kontrolních, zkušebních postupů
- pracovníky s příslušnou kvalifikací
- materiál s určenými kvalitativními specifikacemi
- provozní zařízení se stanovenou přesností a spolehlivostí
- vhodné pracovní prostředí – osvětlení, teplotu míru hluku, čistotu.

Ve vztahu ke kvalitě se obvykle doporučuje změnit postoje všech pracovníků k vadnosti, ke kvalitě vykonávané práce, k nejistotě v odváděné práci každého pracovníka. Jde o dlouhodobý proces, který začíná seznámením všech pracovníků s důsledky nekvalitní práce pro firmu a se zásadami bezvadné práce.

Obecné zásady bezvadné práce:

- nemůžeš realizovat příslušnou operaci na dílu, který přišel z předcházející operace zjevně vadný
- máš-li jakoukoliv pochybnost o kvalitě příchozích dílů nebo své práce, zajisti pečlivé překontrolování těchto výrobků nebo operací
- vadné díly musí být pozastaveny, izolovány, označeny a následně vypořádány
- odebírající pracoviště (útvary) je zákazníkem, který musí dostat bezvadný výstup.

Příčiny vad a neshod na straně pracovníků

Zejména management, který řídí provozní činnosti, by měl znát faktory, které mohou vést k vadné práci jednoznačně způsobené pracovníky, a reagovat na tyto faktory. Jsou to:

- vědomé chyby
- chyby z nedostatku znalostí
- chyby z nedostatku soustředění, pozornosti

Vědomé chyby – představují chyby, které pracovník přímo iniciuje nebo o nich minimálně ví. Mohou mít několikerou příčinu:

- záměrné chyby, jejichž důvodem zpravidla bývá vzdor, pocit uražení pranicí neoprávněně či oprávněně ze zneuznání, z předcházejícího pokárání či z postihu pracovníka, pracovník se rozhodl pro jistou formu msty v podobě záměrných vad, úmyslného chybného nastavení stroje, apod.
- chyby z nedbalosti, jejichž původ může výt ve zjištění, že organizace dokáže jen obtížně identifikovat vady ve vazbě na pracovníka, který je způsobil, pracovník získal pocit anonymity, že ať pracuje dobře nebo špatně, nepřijde se na to, jinou příčinou nedbalosti může výt lhostejnost (flegmatismus) pracovníka, který ztratil zájem o práci, protože firma nemá zájem o jeho návrhy, připomínky a doporučení
- chyby zatajované, jejichž příčinou je obava pracovníka, že zachycením a vykazováním vadné produkce padne špatné světlo na kvalitu jeho práce či celého útvaru s následnou kritikou nebo sankčním postihem, pracovník raději neshodnou produkci nezachycuje, nevytrídí a kalkuluje, že se na to nepřijde nebo že se nedostatky nějak následně vyřeší

Chyby z nedostatku znalostí. Tyto chyby jsou způsobeny tím, že je určitá práce přiřazena pracovníkovi, který na ni svou kvalifikací, praxí, výcvikem či zaškolením nestačí. Je zřejmé, že vadné výstupy jsou sice způsobeny pracovníkem, ale větší díl odpovědnosti je na vedoucím, který mu tuto práci zadal, ačkoliv věděl nebo měl vědět, zda na ni pracovník stačí či nikoliv. Některé organizace proto zavedly rozdělení (stratifikaci) pracovníků do čtyř skupin:

- nově zařazený pracovník, který již zvládá příslušnou operaci, ale nad jeho práci musí být dohled
- zpracovaný pracovník, který zvládá uvedenou operaci samostatně, bez nutnosti dohledu

- zkušený pracovník, který zvládá samostatně bez dohledu řadu operací, a může tak být dle potřeby nasazován na různou práci
- pracovník – trenér, který perfektně zvládá řadu operací a může zaškolovat další pracovníky, popřípadě mít dohled nad kvalitou jejich práce.

Chyby z nedostatku soustředění, pozornosti. I tyto chyby mohou mít řadu dílčích příčin:

- pracovník je často vyrušován vnějšími vlivy a nemůže se plně soustředit na práci
- pracovník je přepracován, protože pracuje často přesčas, je nevyspalý, unavený či se jedná o mimořádně fyzicky namáhavou práci
- práce je vykonávána pod časovým tlakem, pracovník pospíchá a dělá chyby
- práce je jednoduchá, vysoce opakovaná, stereotypní (monotonie práce), přičemž není v lidské přirozenosti udržet trvalou pozornost po celou osmihodinovou pracovní dobu, řešením této nežádoucí situace je zavést rotaci pracovníků, obohacovat práci, zařazovat na práci pracovníky, kteří jsou k monotonii práce více odolní a podobně.

Hovoří-li se v TQM o kvalitě práce, má se na mysli kvalita práce všech pracovníků. Běžná praxe v případě úvah o bezvadné práci tuto práci jednostranně vztahuje pouze na výsledky práce vy výrobních provozech (dělnických profesích). Přitom je zřejmé, že větší či menší nedostatek se může vyskytnout i v práci technických a administrativních pracovníků, stejně jako v práci manažerů prakticky na všech úrovních řízení. Přiznejme, že důsledky této nekvalitní práce mohou být mnohem větší a jen mimořádně jsou evidována, vyhodnocována a přijímána nápravná či preventivní opatření v tomto směru.

5. Využití technologie CAD/CAM

Obsah modulu „Využití technologie CAD/CAM“:

1. Základní pojmy
2. Práce v CAD systému SolidWorks
3. Práce v CAM systému SURFCAM



5.1. Základní pojmy

Počítačová podpora

Dříve než se pustíme do popisu CAD systému SolidWorks a CAM systému SURFCAM, bude nutné osvětlit několik pojmů, se kterými se můžeme v oblasti počítačové podpory setkat.

Zkratka CAx znamená obecně počítačovou podporu čehokoliv. C = computer, A = aided. Poslední písmenko určuje, čeho se ona počítačová podpora týká. Následuje výpis několika používaných zkratk.

CAD (CA design) = počítačová podpora konstrukčního procesu – sem patří software pro vytváření technické dokumentace, ať už ve 2D prostředí, nebo mnohem výkonnější 3D modelář. Z produktů vyjmenujme například nejznámější 2D software AutoCad, jeho konkurenta IntelliCad, nebo 3D modeláře Autodesk Inventor, nebo SolidWorks.

CAM (CA manufacturing) = počítačová podpora pro návrh drah nástrojů při obrábění a vytváření CNC programů pro automatizované řízení strojů. Jmenujme například SURFCAM, EdgeCAM.

CAD/CAM – propojení systémů CAD a CAM. V běžném výkladu se často pojem CAD/CAM zužuje na vygenerování výkresu součásti v CNC program včetně přiřazení příslušných technologií

CAO (CA organization) = počítačová podpora obchodní činnosti

CAE (CA engineering) = počítačová podpora inženýrských, projekčních činností

CAP (CA production) = počítačová podpora technologické přípravy výroby

CAPP (CA process planing) = počítačová podpora pro funkce plánovací v oblasti operativního řízení výroby

CAQ (CA quality control) = počítačová podpora při plánování a řízení kvality

CNC řízení

Předchůdcem CNC řízení bylo NC řízení, což v překladu znamená „číslicově řízený“ (numerical control). Všechny potřebné informace jsou řídicímu systému zadávány ve formě čísel a písmen.

Zpočátku využívaly řídicí systémy pro výstavbu výpočetní části relé a elektronky, později tranzistory. To bylo řízení NC, pro které je charakteristický snímač děrné pásky (čtečky), pomocí které se do řídicího systému postupně načítají údaje pro řízení stroje v jednom pracovním kroku. Přechtené údaje jsou NC systémem uloženy a zpracovány. Po vykonání jednoho kroku se přečte další věta programu a předchozí krok je zapomenut.

Řídicí systém NC je řešen hardwarově – pevným propojením elektronických prvků. Tímto propojením jsou pevně dány vlastnosti systému.

CNC systémy (computerized numerical control), tedy počítačem řízené, jsou proti klasickým NC systémům pružnější. Vlastní řízení probíhá v reálném čase. Počítač čte nejdříve všechny vstupní informace řídicího programu a obvykle uloží celý program do vnitřní paměti, takže při řízení stroje odpadá čtečka děrné pásky.

5.2. Práce v CAD systému SolidWorks

Seznámení s programem SolidWorks

SolidWorks je výkonný objemový a plošný parametrický modelář. V základní variantě naleznete vše potřebné k práci konstruktéra – návrháře.

- Umožňuje snadný a rychlý přechod od 2D výkresů do 3D konstrukce.
- PMDWorks poskytuje členům konstrukčních týmů bezpečnou a efektivní kontrolu všech dat projektu.
- Pomocí komunikačních nástrojů e-Drawings, PhotoWorks a SolidWorks Animator lze efektivněji předvést vzhled i funkce výrobku.
- Nástroje pro zvýšení CAD produktivity jako jsou SolidWorks Toolbox, SolidWorks Utilities a FeatureWorks redukuje počet konstrukčních kroků.

Funkce programu SolidWorks

- Vizualní interakce s uživatelem – sada intuitivních funkcí zobrazení a ovládání.
- Správa konfigurace – opětovné využití konstrukce vytvářením více variant výrobku.
- Analýza konstrukce – snadná analýza integrity konstrukce.
- Návrhářské nástroje dle oboru – nástroje, které splňují požadavky jednotlivých odvětví.
- Technologie Smart Part – bezproblémové správné umístění součástí (např. standardních šroubů).
- Fyzikální simulace – simulování skutečného pohybu a mechanické interakce mezi tělesy.
- Online přístup k připraveným komponentám – databáze 3D ContentCentral zajišťuje přístup k hotovým dílům.
- Integrace návazných aplikací do jediného okna – lze rozšířit plnou integrací více než 45 doplňkových bezkonkurenčních řešení.

Základní pojmy prostředí SolidWorks

Skica – základní geometrie která je umístěna na rovině



Rovina – referenční geometrie pro tvorbu např. skic, zrcadlení atd..



Prvek – stavební jednotka objemového těla



Plocha – těleso s nulovou tloušťkou

Objemové tělo – je díl sestavený z několika prvků



Feature manager – strom historie ve kterém je zobrazen postup tvorby

Property manager – zobrazuje vlastnosti grafických prvků



Skladba SolidWorks

- Tvorba dílů
- Výkresy a kusovníky
- Sestavy
- Pevnostní analýzy
- Plošný modelář
- Variantní řady
- Plechové díly
- Převod 2D výkresů do 3D
- Kinematika
- Tvorba forem
- Exportní a importní filtry
- Základní knihovna dílů a prvků

Dále jsou k dispozici rozšiřující moduly:

- **FeatureWorks** - parametrizace importovaných modelů
- **PhotoWorks** - modul pro pokročilou vizualizaci
- **SolidWorks Piping** - prostorové parametrické potrubí
- **SolidWorks Animator** - tvorba pohyblivých prezentací
- **SolidWorks Moldbase** - polotovary pro tvorbu vstřikovacích forem
- **SolidWorks Toolbox** - rozšiřující knihovna normalizovaných dílů
- **SolidWorks Utilities** - pomůcky pro porovnávání a výběr geometrie
- **eDrawings** - elektronické výkresy, komunikace, spolupráce
- **PDMWorks** - správa projektů a dat konstrukčních skupin

Tvorba dílů

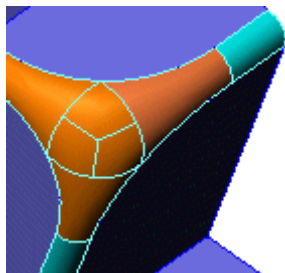
Základní filozofií SolidWorks je kombinace práce ve skicáři a tvorba objemu protažením, rotací, tažením po křivce, sečítání a odečítání tvarů, tvarové otvory, žebra, zkosení, zrcadlení, pravoúhlá a kruhová pole, skořepiny s různou tloušťkou stěn, tvorba forem, rozviny plechů, zpracování prostorových křivek a ploch, promítání křivek na plochu, detekce kolizí v sestavě, "rozhození" složené sestavy, tažení profilu po křivce (Sweep) s možností pomocných omezujících křivek (speciálním případem Sweepu je spirála), Loft (Propojení řezů) s pomocnými vodíčími křivkami, zaoblení s proměnným poloměrem. Model nemusí být při vzniku plně zakótován, tj. pokud nejsou míry zadány, program přidělí implicitní hodnoty. Pouze informuje o pod- (pře-) definovanosti geometrie barvou entity. Program se snaží "předvídat", co bychom právě potřebovali - při kreslení skic nabízí postupně směr rovnoběžný s poslední úsečkou a kolmý směr; pokud jsou v činnosti automatické vazby, spojuje uzlové body jednotlivých elementů. Při vytváření objemů ze skici natočí součást do izometrického pohledu a zjednodušeným náhledem naznačuje, jak s daným nastavením prováděná činnost dopadne. SolidWorks využívá funkce Windows pro přesun, kopírování, mazání součástí i jejich dílčích tvarů - pokud máme otevřený soubor s prvkem, který jsme dlouho vymýšleli a ještě déle vytvářeli, a rádi bychom jej zkopírovali do podobné součásti, stačí prvek vybrat a přetáhnout na druhou plochu.

Zaoblování

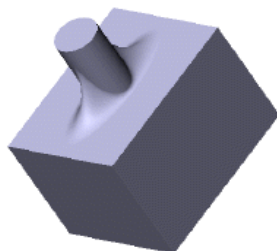
Je to zdánlivě jednoduchá dokončovací činnost. SolidWorks zvládá zaoblení mezi plochami, po křivce, zaoblení s proměnným poloměrem, s hranicí atd. Přechody je možné vrstvit na sebe, zaoblovat hranici zaoblení, různě křížit a navazovat.

Příklady zaoblení

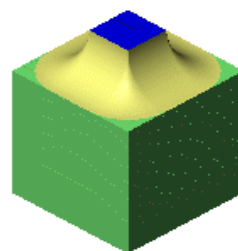
přechodové zaoblení



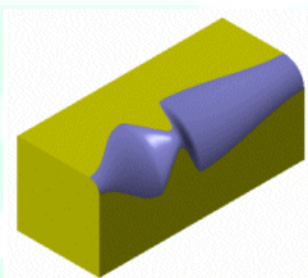
s hraniční křivkou



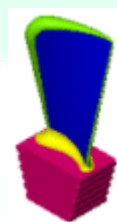
zaoblení rohu



s proměnným poloměrem



zaoblení dokola.

**Feature Manager (Správce událostí)**

Zpřístupňuje každý prvek modelu názvem. FeatureManager má podobné vlastnosti jako Explorer (“Průzkumník”) Windows - jednotlivé větve je možné sbalit, přemísťovat, kopírovat, mazat atd. Pracuje se s geometrií modelu, historií vzniku a vzájemnými vazbami jednotlivých prvků. Další možnost je změna posloupnosti vzniku prvků a dílů. Například skořepina vytvořená ze součásti s otvorem obaluje i otvor v jeho celém vysunutí (obr. 1). Pokud se skořepina přetáhne ve FeatureManageru před místo vzniku otvoru v součásti, zůstane otvor nevysunutý, jako kdyby byl vytvořen až po vzniku skořepiny (obr.2). Na druhém obrázku je zároveň podobně přesunuté zaoblení.

Výkresová dokumentace a kusovníky

Vytváří se z modelů promítnutím příslušných pohledů. Odstranění neviditelných hran, řezy, detaily, kótování, výpisy materiálu, tolerance, označení svarů a drsností se provádí s využitím automatických funkcí a knihoven značek. Obousměrné propojení součástí - sestav - výkresů zabezpečuje, aby se změny provedené na dílci, výkresu nebo sestavě automaticky projeví v celé konstrukci. Je možné měnit barvu a typ jakékoliv čáry ve výkresu, měnit polohu koncových bodů vynášecích čar, několikanásobné přerušování pohledů na dlouhé součásti atd. Všechny výkresy, detaily, řezy se odkazují na soubor s modelem součásti, kde jsou uloženy i doplňkové informace: materiál, specifická hmotnost, nátěr. Pokud se tady něco změní, změna se automaticky promítne do všech návazných dokumentů. Kusovníky a rozpisky vznikají a aktualizují se automaticky - při změně počtu, doplnění, zrušení, změně vlastností atd.

Práce s plechovými díly

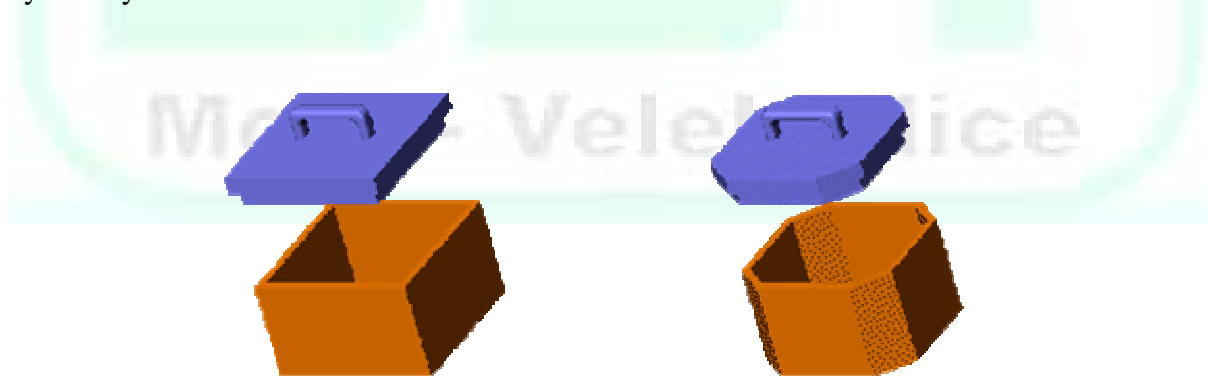
Plechové díly se navrhují v zohýbaném stavu, jak budou vypadat při provozu. Pro jejich výrobu je ale třeba tvar rozvinutý - plochý - jak se z plechu vyřeže nebo vypálí. SolidWorks udržuje asociativitu mezi rozvinem a složeným tvarem s možností úprav v jednom nebo ve druhém režimu. Prolisy a prostřihy jsou řešeny pomocí knihovny parametrických nástrojů.

Práce s plochami

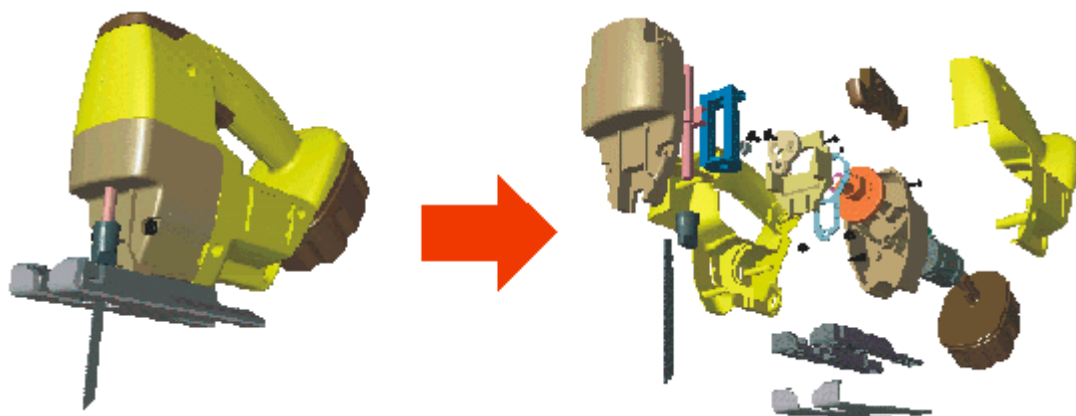
Plocha je typ geometrie, který může být použit pro tvorbu objemů. Pracuje se s nimi stejným způsobem jako s objemovými prvky, navíc je možné k nim protahovat objemy, ořezávat, vyplňovat atd. Na rozdíl od plošných modelářů jsou zde vytvořené plochy parametrické, tzn. dají se měnit prostřednictvím kót a vazeb.

Sestavy

Součásti je možné vytvářet přímo v sestavách - do nové součásti převzít z již hotových dílů návazné míry a tvary (metoda Top-Down). Takto vytvořené sestavy zachovávají při změnách návaznosti (viz obr.). Bottom-Up je pak klasická metoda skládání odděleně vytvořených součástí k sobě.

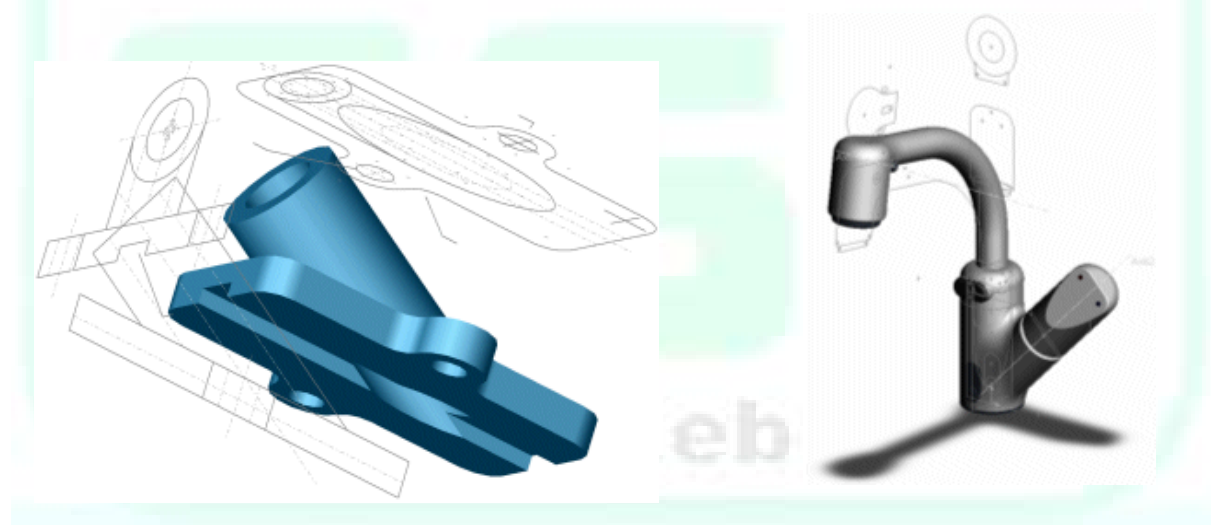


Sestavy se otevírají v režimu pro prohlížení, načítání pak trvá několikanásobně kratší dobu. Při editaci zvoleného dílu se pak načtou i zbývající data a ostatní součásti zůstanou v prohlížečím režimu. Odlehčení je stav součástí sestav, v němž jsou rychle načítány pouze jejich “obaly” se zachováním tvarů, vazeb, barev atd. Pro složitější operace v sestavě (řešení kolizí) jsou pak načteny i zbylé informace komponent. “Rozhození” a opětovné *složení* sestavy jsou pracovní stavy, které je možné při práci rychle měnit.



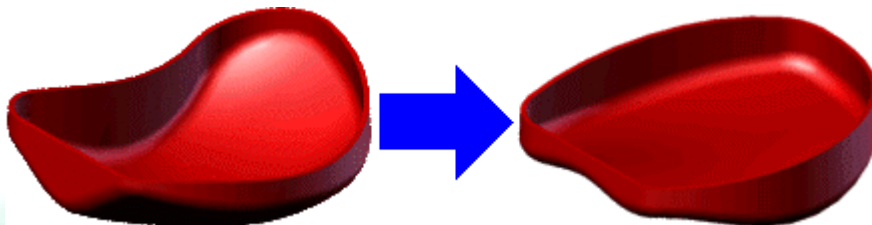
Převod 2D výkresů do 3D dílů

Importované 2D výkresy můžete převádět do 3D dílů. Převod výkresů do dílu tímto způsobem je ve většině případů mnohem rychlejší než vytváření stejného dílu od začátku.



Tvorba forem

SolidWorks ji řeší vnořením výlisku nebo odlitku do základu formy, vytvořením dutiny s přídavkem na smrštění materiálu. Konečná fáze je vytvoření dělicích rovin podle vybraných hran dílu a rozřezáním základu formy na jednotlivé části. Užitečná je možnost výměny zaformovaného dílu za jiný i tehdy, když je díl vytvořený v jiném programu. Je to obvykle případ spolupracujících organizací, kde jedna část konstruuje konečné díly a jiná formy.

**Návrh konstrukce v SolidWorks**

Metoda tvorby součástí, výkresů a sestav je jednoznačným zpracováním konstrukčního postupu.

- Se SolidWorks tvoříte prostorové 3D díly, ne jenom 2D výkresy. Tyto 3D díly lze pak použít pro tvorbu jak 2D výkresů, tak i 3D sestav.
- SolidWorks je rozměry řízený systém. Můžete zadat rozměry a geometrické vztahy mezi elementy. Změnou těchto rozměrů se řídí změna tvaru součástí se zachováním původního konstrukčního záměru.
- 3D model solidWorks se skládá z dílů, sestav a výkresů. Díly, sestavy a výkresy jsou pro různé pohledy na tentýž model. Jakákoliv změna provedená v jednom z pohledů se automaticky promítne do pohledů ostatních.
- Díly se skládají z prvků. Prvky jsou tvary (přidání, odebrání, díry) a operace (zaoblení, zkosení, skořepina ...), z jejichž kombinací se díly tvoří.
- Většina prvků je vytvořena ze skic. Skica je 2D profil nebo průřez. Při tvorbě prvků mohou být skici vysouvány, rotovány, spojovány nebo taženy po křivce.

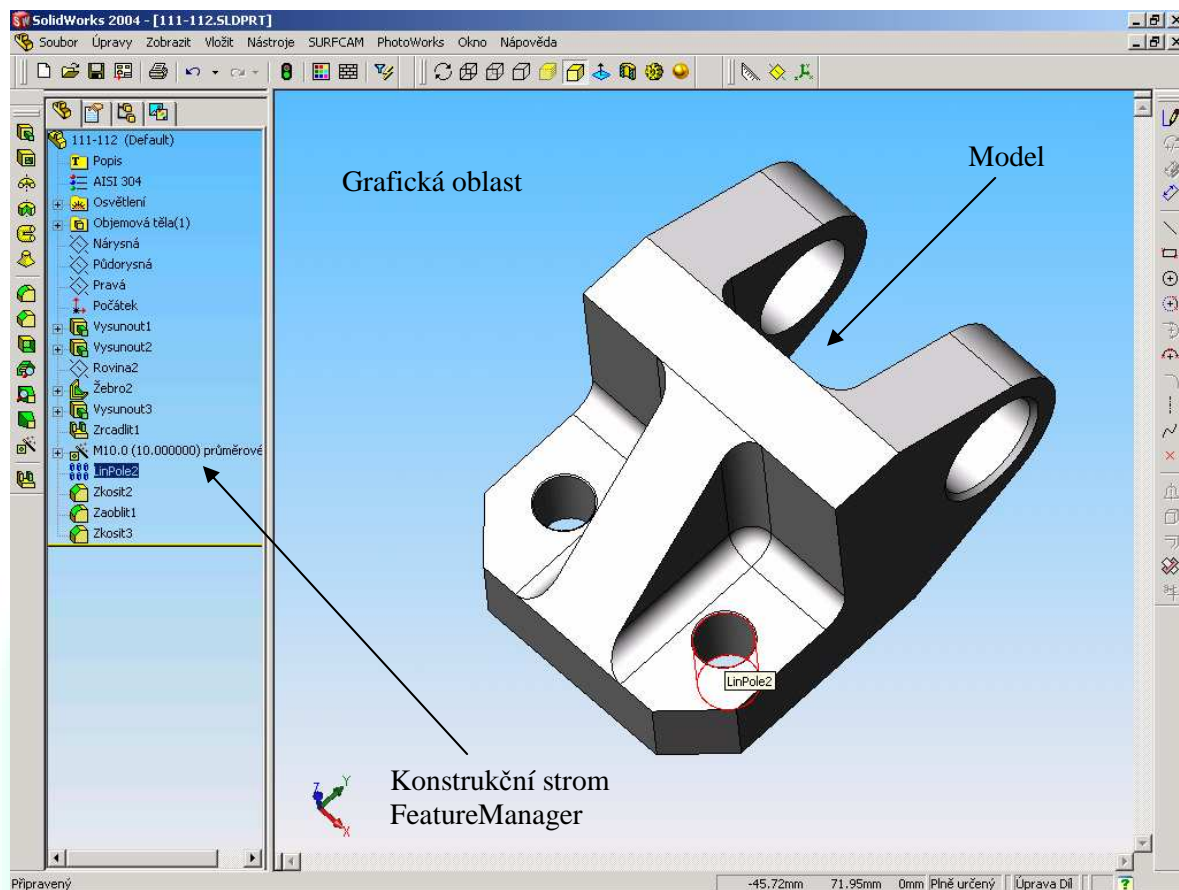
Terminologie SolidWorks

Okno dokumentu SolidWorks je rozděleno do dvou panelů:

➤ **Levý panel obsahuje:**

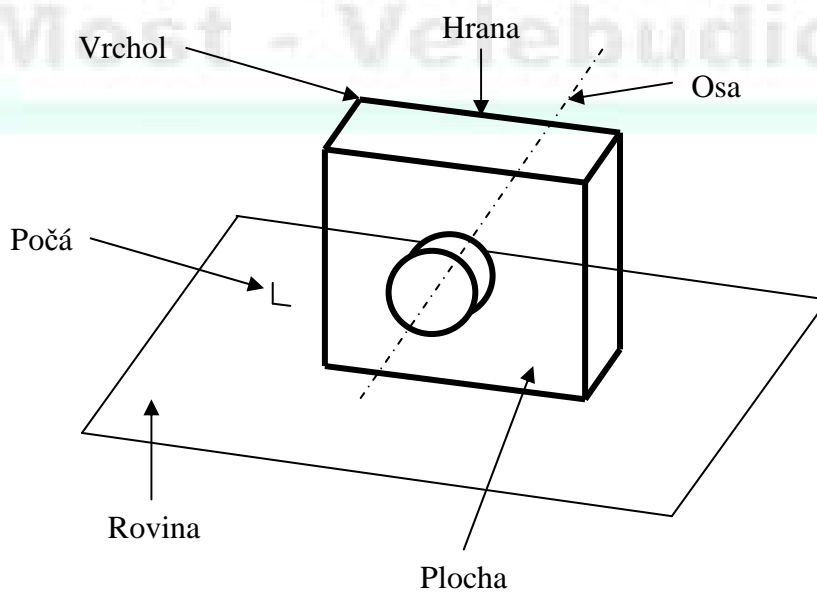
- Konstrukční strom *FeatureManager* se strukturou dílu, sestavy nebo výkresu.
- *PropertyManager* pro alternativní způsob skicování a ostatní komunikaci se Solidworks.
- Správce variant *ConfigurationManager* pro tvorbu a prohlížení variant dílů a sestav.
- Případné panely aplikací třetích stran.

➤ **Pravý panel** je grafická oblast, na které se zpracovávají díly, sestavy a výkresy.



Obecné termíny

Obecné termíny používané při práci SolidWorks.



Táhla

Táhla umožňují dynamicky měnit a nastavovat různé parametry bez nutnosti opustit grafickou pracovní oblast. Aktivní táhla jsou zelená, neaktivní jsou šedá.

Nástrojové panely

Tlačítka v panelech jsou zástupci nejčastěji používaných příkazů. Některé panely jsou zobrazeny stále, ostatní se zobrazují automaticky, pokud otevřete dokument odpovídajícího typu. Příklad: pokud otevřete dokument sestavy, zobrazí se panel Sestava.

Zobrazení a skrytí jednotlivých panelů:

Zvolte **Zobrazit, Panely** nebo stiskněte pravé tlačítko myši na okraji okna SolidWorks. Zobrazí se seznam všech panelů. Panely označené zatržítkem jsou zobrazeny; ostatní jsou skryty. Klepnutím na název panelu jej zobrazíte nebo skryjete.

Nástrojové panely je možné přizpůsobovat.

Zobrazení panelů. Některé panely jsou zobrazeny stále, jiné se zobrazují při otevření dokumentu určitého typu. Pokud např. otevřete dokument sestavy, zobrazí se i panel pro sestavu.


Přesouvání tlačítek funkcí. Mezi jednotlivými panely můžete přesouvat tlačítka funkcí, měnit rozbalovací menu nebo nastavovat zkratkové příkazy.



Seřazení panelů. Klepnutím do prostoru mezi tlačítka panel uchopíte. Přetažením panelu ke straně okna SolidWorks, panel zarovná podél jeho okraje. Pokud přetáhnete panel dál od kraje okna, změní se na plovoucí.

Používání Nápovědy

Pokud máte nějaké otázky při práci se SolidWorks, můžete pro jejich zodpovězení použít jednu z následujících cest:

Pro spuštění systému **Online – nápovědy** klepněte na  nebo v hlavní nabídce na

Nápověda, Rejstřík. Vyberte si **Obsah, Rejstřík**  nebo **Najít** – nástroj pro vyhledávání slov (témat) obsažených v nápovědě. Online nápověda SolidWorks poskytuje pomoc v průběhu práce.

Nápovědu **Co je to** získáte klepnutím  na ve Standardním panelu. Pak klepněte na ikonu  v panelu nebo na položku **FeatureManageru**. Nápověda **Co je to** je také k dispozici pro určité položky v grafické oblasti.

Vytvářet díly, sestavy a výkresy je možné i s pomocí **Nápověda, Začínáme online**. V této oblasti můžete také najít informace o základní koncepci SolidWorks.

Pro optimální sestavení koncepce konstrukčních návrhů klepněte na **Nápověda, Konstrukční portfolio**. V tomto místě jsou k dispozici vzorové konstrukční postupy.

Pro použití nápovědy v konkrétních případech klepněte na tlačítko **Nápověda** v aktuálním dialogu nebo stisknete klávesu **F1**.

Pro užitečné rady zvolte **Nápověda, Tip dne**. Pokud chcete tyto rady zobrazit při každém spuštění SolidWorks, vyberte v dialogu Tip dne nebo volbu Zobrazit při spuštění.

Popisky poskytují informace o ikonách v nástrojových lištách i dialogových oken. Pokud chvíli podržíte kurzor na ikoně, zobrazí se její název.

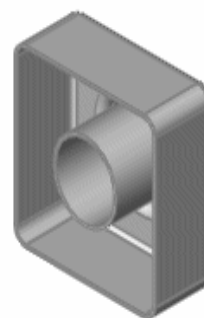
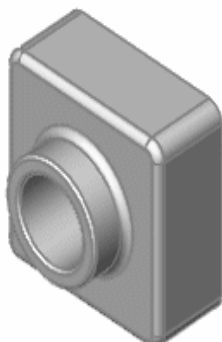
V SolidWorks Online Uživatelské příručce jsou podrobné informace o používání a dokonalém využití SolidWorks.

Klávesové zkratky

Akce	Kombinace kláves
Modelové pohledy	
Otočit model:	
• vodorovně nebo svisle	Klávesy šipek
• 90° vodorovně nebo svisle	Klávesy Shift + šipka
• ve směru či proti směru hodinových ručiček	Klávesy Alt + levá nebo pravá šipka
Posunout pohled modelu	Klávesy Ctrl + šipka
Přiblížit	Z
Oddálit	z
Zoom na všechno	f
Předchozí pohled	Ctrl + Shift + Z
Zobrazit orientaci	
Nabídka Orientace pohledu	Mezerník
Přední	Ctrl + 1
Zadní	Ctrl + 2
Vlevo	Ctrl + 3
Vpravo	Ctrl + 4
Horní	Ctrl + 5
Dolní	Ctrl + 6
Izometrický	Ctrl + 7
Výběrové filtry	
Filtrovat hrany	e
Filtrovat vrcholy	v
Filtrovat plochy	x
Přepne panel nástrojů Výběrový filtr	F5
Přepne vybrané filtry (zapnout/vypnout)	F6

Akce	Kombinace kláves
Položky nabídky Soubor	
Nový dokument SolidWorks	Ctrl + N
Otevřít dokument	Ctrl + O
Otevřít z Webové složky	Ctrl + W
Vytvořit výkres z dílu	Ctrl + D
Vytvořit sestavu z dílu	Ctrl + A
Uložit	Ctrl + S
Tisk	Ctrl + P
Další klávesové zkratky	
Přístup k nápovědě on-line v případě, že je zobrazen	F1
PropertyManager nebo dialogové okno	
Přejmenovat položku ve stromu FeatureManageru (funguje u většiny položek)	F2
Obnovit model	Ctrl + B
Provést nucenou obnovu modelu a obnovit všechny jeho prvky	Ctrl + Q
Překreslit obrazovku	Ctrl + R
Procházet mezi otevřenými dokumenty SolidWorks	Ctrl + Tab
Čára do oblouku/oblouk do čáry (režim skici)	a
Zpět	Ctrl + z
Vymout	Ctrl + x
Kopírovat	Ctrl + c
Vložit	Ctrl + v
Další okno	Ctrl + F6
Zavřít okno	Ctrl + F4

Tvorba dílu



Tvorba obsahuje:

- Vytvoření prvku základu
- Přidání prvku výstupku
- Přidání prvku odebrání
- Úpravy prvků (přidání zaoblení, změny kót)
- Zobrazení pohledu řezu dílu

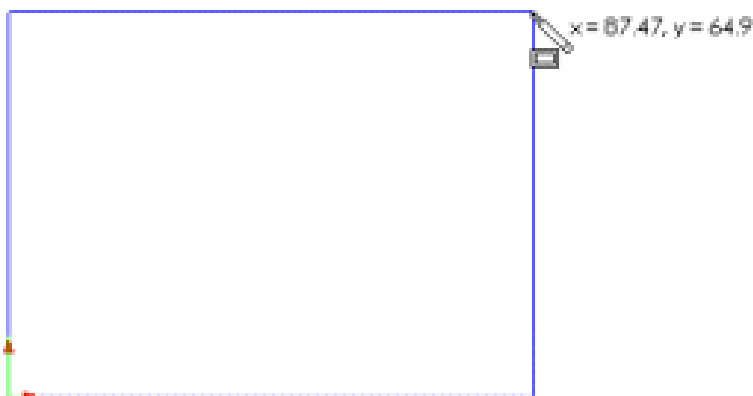
Otevřete nový dokument dílu.

1. Klepněte na **Nový** v základním panelu nástrojů.
Je zobrazeno dialogové okno **Nový dokument SolidWorks**.
2. Klepněte na **Díl** a potom na **OK**.
3. Otevře se nové okno dílu.

Prvním prvkem dílu je kvádr vysunutý z načrtnutého obdélníkového profilu.
Začnete načrtnutím obdélníku.

1. Klepněte na **Přidání vysunutím** na panelu nástrojů Prvky. Roviny **Přední**, **Vrchní** a **Pravá** jsou zobrazeny v grafické ploše a ukazatel se změní. Všimněte si, že když přesunete ukazatel přes rovinu, její hranice se zvýrazní.
2. Zvýrazněte **Přední** rovinu přesunutím ukazatele a potom ji klepnutím vyberte. Zobrazení se změní tak, že **Přední** rovina vám bude čelit. Příkazy panelu nástrojů Skici jsou k dispozici v CommandManageru a v **Přední** rovině se otevře skica.
3. Klepněte na **Obdélník** na panelu nástrojů Skici.
4. Přesuňte ukazatel na počátek skici.
5. Obdélník vytvoříte takto: klepněte myší, posuňte ji a znovu klepněte. Při pohybu ukazatelem se zobrazí kóta obdélníku.
6. Dokončete obdélník klepnutím myší.

Kóty nemusí být přesné; později použijete nástroj **Inteligentní kóta** k okótování skici.



7. Klepněte na **Vybrat** na základním panelu nástrojů.

Dvě strany obdélníku dotýkající se počátku jsou černé. Protože jste začali rýsovat z počátku, vrchol těchto dvou stran je automaticky přidružen k počátku. (Vrchol nelze volně přesunout.)

Druhé dvě strany (a tři vrcholy) jsou modré. To znamená, že jsou podurčené a tedy jimi lze volně pohybovat.

Bližší pohled na určení skic

8. Velikost obdélníku můžete změnit přetažením jedné z modrých stran nebo vrcholu.

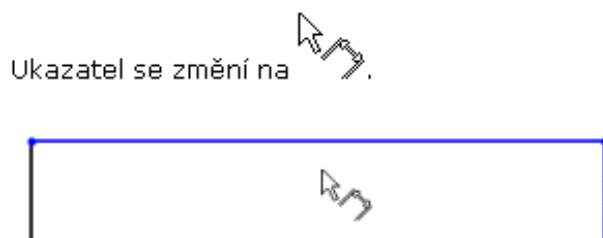
V této části zadáte velikost narýsovaného obdélníku vložení a změnou kót. V aplikaci SolidWorks není nutné skici plně okótovat nebo definovat, než je použijete k vytvoření prvků.

V tomto příkladu nyní přidáte kóty pro plné určení skici.

a) Klepněte na položku **Nástroje, Možnosti, Možnosti systému, Obecné**.

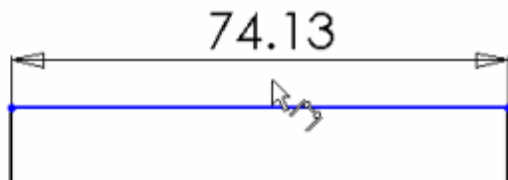
b) Zrušte zaškrtnutí políčka **Zadat hodnotu kóty** a poté klepněte na **OK**. Tímto zabráníte automatickému zobrazení dialogového okna **Upravit** pro zadání nové hodnoty kóty.

c) Klepněte na ikonu **Inteligentní kóta** na panelu nástrojů Skica.



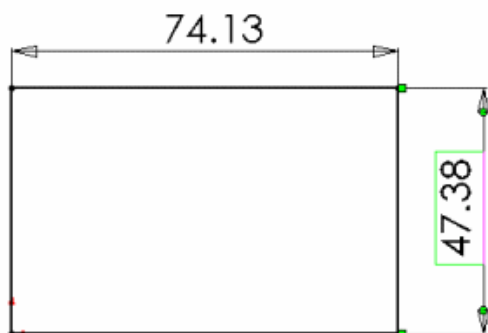
d) Klepněte na horní hranu obdélníku a poté kótu klepnutím umístěte.

Svislá čára na pravé straně se změní z modré na černou. Okótováním délky horní strany obdélníku jste plně určili polohu pravé části. Horní část můžete přetáhnout nahoru a dolů (nejdříve nástroj vypnete klepnutím na **Inteligentní kótu**). Modrá barva znamená, že je podurčená.



- e) Zkontrolujte, že je **Inteligentní kóta** vybraná a kótu umístíte klepnutím na pravou stranu obdélníku.

Horní část a zbylé vrcholy jsou nyní černé. Stavový řádek v pravé dolní části okna oznamuje, že je skica plně určená.




V této části změníte kóty.

1. Poklepněte na jednu z kót.

Objeví se dialogové okno **Upravit**. Aktuální kóta je zvýrazněna.

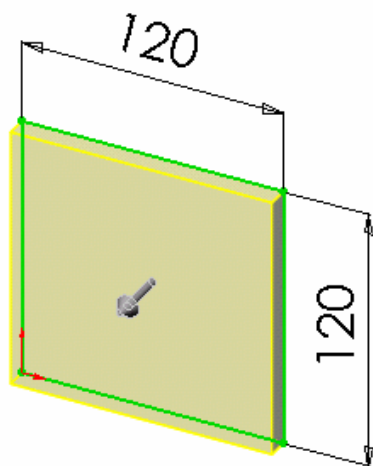


2. Zadejte hodnotu **120** a potom klepněte na 
3. Skica se změní a zobrazí novou kótu. Hodnota kóty je nyní 120 mm.
4. Klepnutím na **Zoom na všechno** na panelu nástrojů Pohled zobrazíte celý obdélník v plné velikosti a vystředíte jej v grafické ploše.
5. Poklepněte na druhou kótu a změňte její hodnotu na **120**.
6. Znovu klepněte na **Zoom na všechno** a skicu vystředíte.

První prvek v každém dílu se nazývá prvek základu. Tento prvek vytvoříte vysunutím načrtnutého obdélníku.

- a) Klepněte na **Ukončit skicu** na panelu nástrojů Skica nebo na základním panelu nástrojů.

Ve stromu FeatureManageru (v levém panelu) je zobrazen PropertyManager **Vysunutí**, pohled skici se změní na trimetrický a v grafické ploše je zobrazen náhled vysunutí.



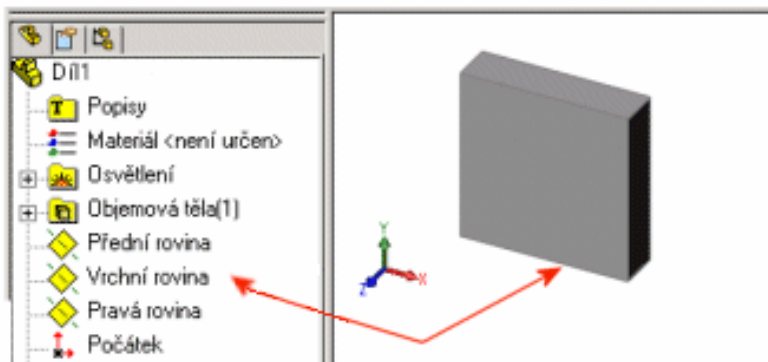
- b) V položce **Směr č. 1** PropertyManageru:

1. Vyberte hodnotu **Naslepo** v položce **Ukončení**.
2. Zadejte **30** pro **Hloubku**.

Hodnotu **Hloubky** můžete změnit klepnutím na šipky. Při každém klepnutí na šipky je náhled v grafické ploše obnoven.

- c) Vysunutí vytvoříte klepnutím na **OK**.

Nový prvek **Vysunutí1** je zobrazen ve stromu FeatureManageru a v grafické ploše.



- d) Chcete-li zobrazit celý model, stisknutím klávesy **Z** jej můžete oddálit nebo stisknutím kláves **Shift+Z** jej přiblížíte.
- e) Klepněte na znaménko plus vedle položky **Vysunutí1** ve stromu FeatureManageru.

Skica1 použitá pro vysunutí prvku je uvedena pod tímto prvkem.

Uložení dílu.

1. Klepněte na **Uložit** na Základním panelu nástrojů.
Objeví se dialogové okno **Uložit jako**.
2. Do pole **Název souboru** zadejte název **Lekce1** a klepněte na **Uložit**.
K názvu souboru je přidána přípona **.sldprt** a soubor je uložen.

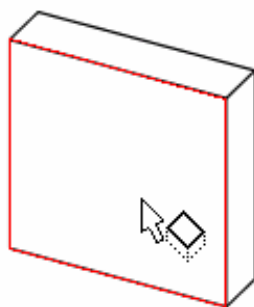
Názvy souborů nerozlišují velká a malá písmena. Tedy to znamená, že názvy souborů **LEKCE1.sldprt**, **Lekce1.sldprt** a **lekce1.sldprt** náležejí stejnému dílu.

Chcete-li v dílu vytvořit další prvky (jako např. výstupky nebo odebrání), načrtněte je na plochách modelu a potom skici vysuňte.

Skici vytvoříte na jednotlivých plochách a prvek potom vytvoříte na základě jedné nebo více skic.

- a) Na panelu nástrojů Zobrazit klepněte na **Skryté hrany odstraněné**.
- b) Klepněte na **Přidání vysunutím**.
- c) Přesuňte ukazatel přes přední plochu dílu.

Ukazatel se změní na a hrany plochy jsou zvýrazněny a tímto je naznačeno, že je plocha k dispozici pro výběr.



d) Klepnutím

vyberte přední plochu dílu.

Otevře se skica na přední ploše dílu. Příkazy panelu nástrojů Skici jsou k dispozici v CommandManageru.

Načrtnutí výstupku - pokračování

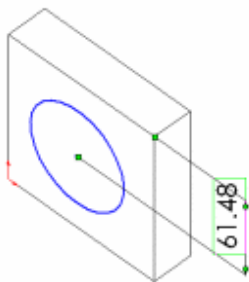
- e) Klepněte na **Kružnici** na panelu nástrojů Skici.
- f) Klepněte u středu plochy a přesunutím ukazatele vytvořte kružnici. Klepněte znovu a dokončete její tvorbu.



Kótování a vysunutí výčnělku

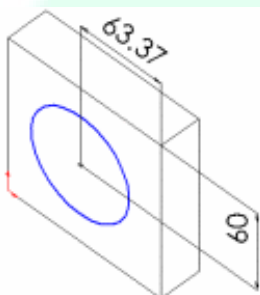
Přidáním kót určíte polohu a velikost kružnice.

1. Klepněte na nástroj **Inteligentní kóta**.
2. Klepněte na horní hranu plochy, klepněte na kružnici a potom klepnutím umístěte kótu.

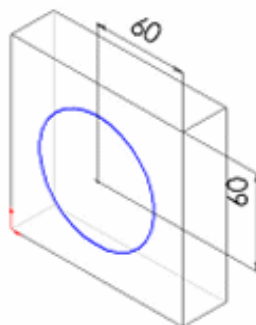


Bližší pohled na kótování

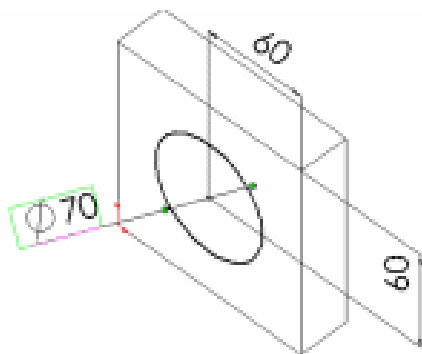
3. Poklepněte na kótu, v okně **Změnit** zadejte hodnotu **60** a okótujte vzdálenost kružnice od horní hrany plochy.



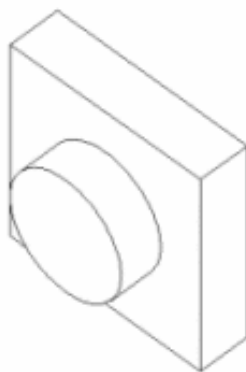
4. Stejnými kroky okótujte vzdálenost kružnice od postranní hrany plochy. Zadejte hodnotu **60**.



5. Pomocí **Intelligentní kóty** okótujte průměr kružnice. Přesuňte ukazatel a kótu zkontrolujte.
Když je kóta vodorovně nebo svisle zarovnaná, je zobrazena jako lineární kóta; je-li pod úhlem, je zobrazena jako kóta průměru.
6. Klepněte na místo, kam chcete umístit kótu průměru. Zadejte hodnotu průměru **70**.
Barva kruhu se změní na černou a stavový řádek ukazuje, že je skica plně určená.



7. Klepněte na ikonu **Ukončit skicu**.
Je zobrazen PropertyManager **Vysunout**.
8. V PropertyManageru pod možností **Směr č. 1** nastavte položku **Hloubka** na hodnotu **25**, ponechte výchozí nastavení ostatních položek a klepnutím na **OK** vysuňte prvek výstupku.



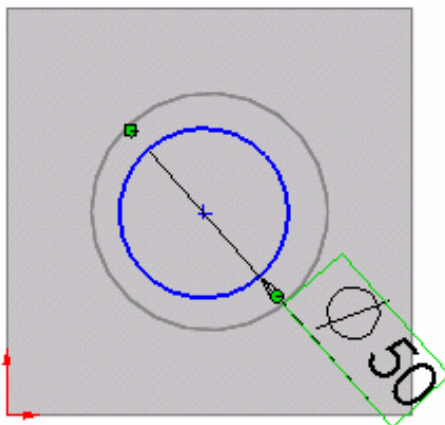
Vysunout2 je zobrazeno ve stromu FeatureManageru.

Vytvoření odebrání

Vytvoříte odebrání soustředné s výstupkem. Nejdříve vytvoříte skicu odebrání a okótujete ji. Potom ke středu kružnice narýsované na výstupku přidáte vztahy. Nakonec odebrání vysunete.

Nejdříve vytvořte a okótujte skicu odebrání.

1. Na panelu nástrojů **Pohled** klepněte na **Stínovaný s hranami**.
Panel nástrojů je někdy delší než příslušný rozměr obrazovky. V takovém případě klepněte na šipky na konci panelu nástrojů, které umožní použití skrytých tlačítek.
2. Klepněte na **Odebrání vysunutím** na panelu nástrojů **Prvky**.
3. Klepnutím vyberte přední plochu kruhového výstupku.
4. Klepněte na položku **Základní pohledy** a vyberte **Kolmo na**.
Poloha dílu se změní tak, že vybraná plocha modelu vám bude čelit.
5. Narýsujte kružnici poblíž středu výstupku podle obrázku. Klepněte na **Inteligentní kótu**, a okótujte průměr kružnice 50 mm.

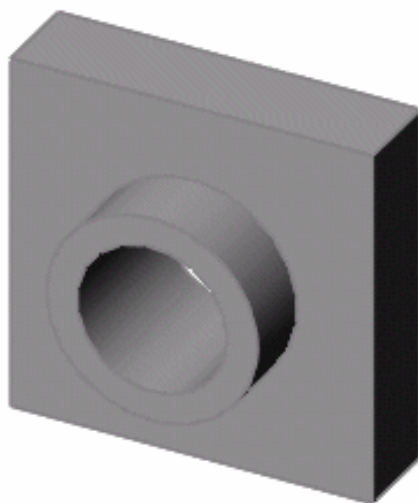
**Poté přidejte soustředný vztah.**

1. Klepněte na **Přidat vztah** na panelu nástrojů **Skica**.
Objeví se PropertyManager **Přidat vztah**.
2. Vyberte narýsovanou kružnici (vnitřní kružnice) a hranu výstupku (vnější kružnice).
Tyto entity jsou zobrazeny v části **Vybrané entity**.
3. V položce **Přidat vztahy** klepněte na **Soustředný**.
V položce **Existující vztahy** je zobrazeno **Soustředný0**. Vnitřní a vnější kružnice nyní mají soustředný vztah.
4. Klepněte na **OK**.

Vytvoření odebrání - pokračování

Poté dokončíte odebrání.

1. Klepněte na ikonu **Ukončit skicu**.
Tím dojde k zobrazení PropertyManageru **Odebrání vysunutím**.
2. V PropertyManageru pod položkou **Směr č. 1** pro **Ukončení** vyberte možnost **Skrz vše**.
3. Klepněte na **OK**.
4. Klepněte na položku **Standardní pohledy** a vyberte **Trimetrický**.



5. Klepnutím na **Uložit** díl uložíte

Zaoblení rohů

V této části zaoblíte čtyři rohy dílu pomocí prvku zaoblení. Protože zaoblení mají stejný poloměr (10 mm), můžete je vytvořit najednou jako jeden prvek.

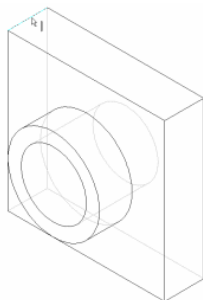
Nejdříve změníte několik možností zobrazení, aby byla tvorba zaoblení lépe vidět.

1. Klepněte na **Nástroje, Možnosti, Možnosti systému, Zobrazení/výběr**.
2. Pod položkou **Skryté hrany zobrazené jako** vyberte **Plná čára**.
Tato možnost zlepší viditelnost skrytých hran v pohledu **Skryté hrany viditelné**.
3. Pod položkou **Zobrazení tečných hran dílů/sestav** vyberte **Viditelné**.
Tato možnost zlepší viditelnost nově zaoblených hran.
4. Klepněte na **OK**.

5. Na panelu nástrojů Zobrazit klepněte na **Skryté hrany viditelné**.
Tento pohled umožní zobrazení skrytých hran.

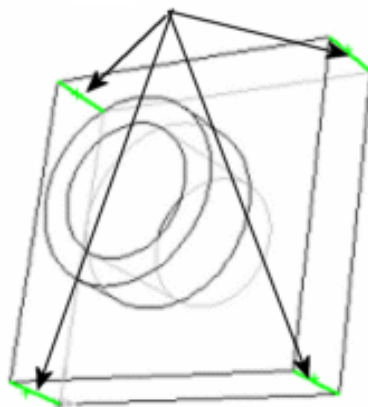
Nyní zaoblíte čtyři hrany rohů dílu.

1. Klepnutím na hranu prvního rohu ji vyberte.



Všimněte si, že plochy, hrany a vrcholy jsou zvýrazněny při přesunutí ukazatele a tímto jsou označeny objekty pro výběr. Všimněte si také, že se ukazatel mění:

2. Podržte klávesu **Ctrl** a klepněte na zbylé hrany rohů.

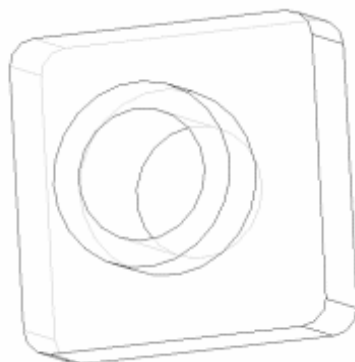


Hrany lze lehce vybrat pomocí nástroje **Otočit pohled**. Klepněte na **Otočit pohled** a přetažením díl otočte, potom znovu klepněte na **Otočit pohled** a pokračujte ve výběru hran.

3. Klepněte na **Zaoblit** na panelu nástrojů Prvky.
V PropertyManageru pod možností **Položky k zaoblení** jsou v poli **Hrany, plochy, prvky a smyčky** uvedeny čtyři vybrané hrany.
Pokud přesunete ukazatel přes pole nebo ikonu v PropertyManageru, zobrazí se popis s názvem pole nebo ikony.
4. Pod položkou **Položky k zaoblení** vyberte **Plný náhled**.
V grafické ploše se objeví náhled zaoblení.
5. Zadejte **10** pro **Poloměr**.

6. Klepněte na OK.

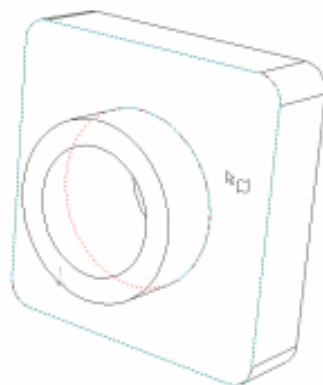
Čtyři vybrané rohy jsou zaobleny. Prvek **Zaoblit1** se objeví ve stromu FeatureManageru.



Přidání více zaoblení

Nyní zaoblíte další ostré hrany dílu. Plochy a hrany můžete vybrat před nebo po otevření PropertyManageru **Zaoblení**.

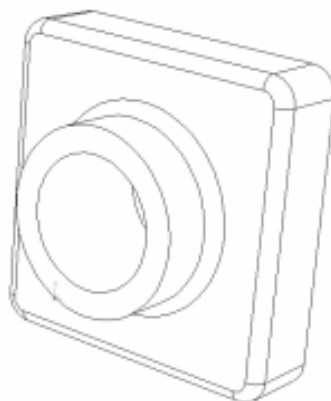
1. Klepněte na **Skryté hrany odstraněné**.
2. Klepněte na **Zaoblení**.
Objeví se PropertyManager **Zaoblení**.
3. Klepnutím vyberte přední plochu základu podle obrázku.



Na vnější hraně vysunutého základu a výčnělku je zobrazen náhled zaoblení.

Seznam **Hrany, plochy, prvky a smyčky** zobrazí jednu vybranou plochu. Popis v grafické ploše označuje **Poloměr**.

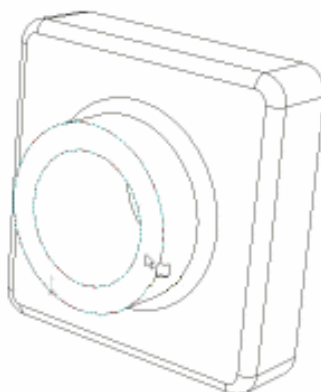
4. Pod možností **Položky k zaoblení** zadejte **Poloměr 5** a klepněte na **OK**.



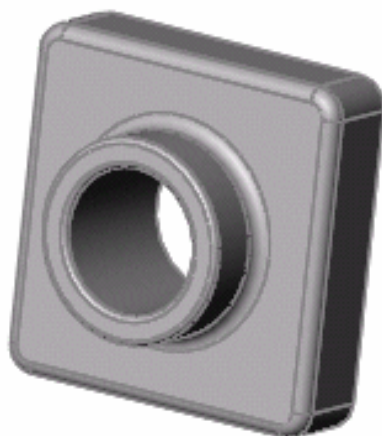
Vnější a vnitřní hrany jsou v jediném kroku zaobleny.

Přidání více zaoblení - pokračování

5. Znovu klepněte na **Zaoblení**.
6. Klepnutím vyberte přední plochu kruhového výstupku podle obrázku.



7. Zadejte **Poloměr2** a klepněte na **OK**.
Všimněte si, že prvky ve stromu FeatureManageru jsou zobrazeny ve stejném pořadí, v jakém byly vytvořeny.
8. Klepněte na ikonu **Stínovaný s hranami** na panelu nástrojů Zobrazit a potom klepněte na **Otočit pohled** a otočením dílu zobrazte různé pohledy.

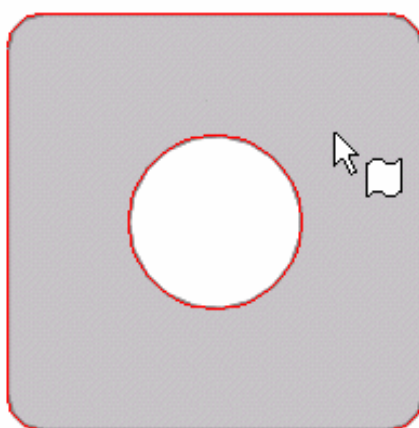


9. Klepnutím na **Uložit** díl uložíte.

Vytvoření skořepiny z dílu

Poté z dílu vytvoříte skořepinu. Prvek skořepiny díl vyhloubí, odstraní materiál z vybrané plochy a ponechá tenkostěnný díl.

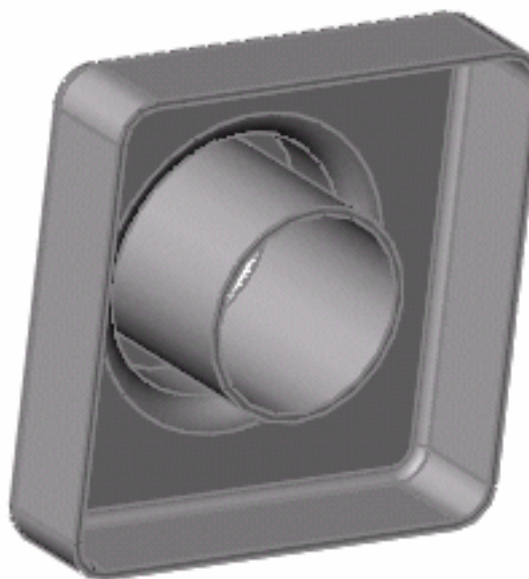
1. Klepněte na **Standardní pohledy** a vyberte **Zadní**.
Zadní část dílu vám nyní čelí.



2. Klepněte na ikonu **Skořepina** na panelu nástrojů Prvky.
Zobrazí se PropertyManager **Skořepina**.
3. Klepnutím na zadní plochu ji vyberte.

Vybraná plocha se objeví v poli **Parametry** v seznamu **Plochy k odstranění**.

4. V poli **Parametry** zadejte **Tloušťku 2** a klepněte na **OK**.
Operace skořepiny odstraní vybranou plochu a ponechá tenkostěnný díl.



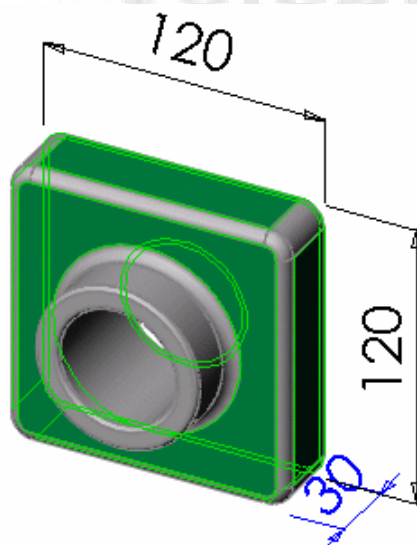
5. Chcete-li vidět výsledky, klepněte na **Otočit pohled** a díl otočte. Nástroj vypněte opětovným klepnutím na **Otočit pohled**.

Úprava existujících prvků

Prvky můžete kdykoli opravit. Tato část ilustruje způsob změny kóty vysunutého prvku.

1. Klepněte na **Standardní pohledy** a vyberte **Trimetrický**.
2. Poklepněte na **Vysunout1** ve stromu FeatureManageru.

V grafické ploše jsou zobrazeny kóty.



3. Poklepněte na **30**.
Objeví se dialogové okno **Změnit**.
4. Zadejte hodnotu **50** a potom klepněte na.
5. Prvek aktualizujte s novou kótou klepnutím na **Obnovit** na Základním panelu nástrojů.



6. Klepnutím na **Uložit** díl uložíte.

Zobrazení pohledu řezu

3D pohled řezu můžete zobrazit kdykoli. Roviny řezu určíte pomocí ploch nebo rovin modelu. V tomto příkladu použijete k řezu pohledu modelu **Pravou** rovinu.

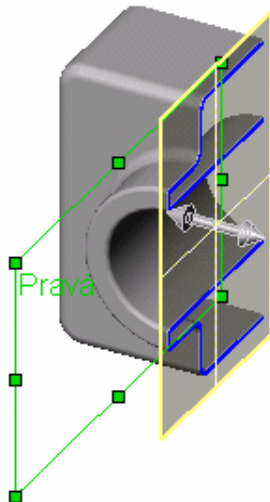
1. Klepněte na **Standardní pohledy** a vyberte **Trimetrický**.
2. Na panelu nástrojů Pohled klepněte na **Stínovaný**.
3. Klepněte na nástroj **Pohled řezu** na panelu nástrojů Pohled nebo vyberte **Zobrazit, Zobrazit, Pohled řezu**.

Objeví se PropertyManager **Pohled řezu**. Pod položkou **Řez č. 1**, je v poli **Referenční rovina/plocha řezu** na základě výchozího nastavení zobrazena **Přední** rovina.

4. Pod položkou **Řez č. 1** vyberte **Pravou** rovinu klepnutím na **Pravá**.
5. Zadejte **60** pro **Vzdálenost odsazení** a stiskněte **Enter**.

Je zobrazena rovina řezu odsazená 60 mm od **Pravé** roviny.

Velikost odsazení můžete změnit klepnutím na šipky vedle **Vzdálenosti odsazení**. Při každém klepnutí na šipky je náhled v grafické ploše obnoven.



Přepnutím pohledů na

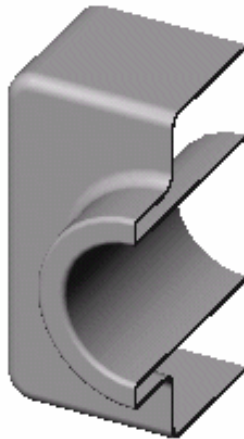
Horní nebo **Přední** nástroji

Pohled řezu lépe porozumíte.

6. Klepněte na **OK**.

Zobrazí se pohled řezu dílem. Řez je proveden jen zobrazením dílu, ne modelem. Když změníte orientaci nebo měřítko přiblížení, řez zůstane zobrazený.

7. Pohled řezu vymažete klepnutím na **Pohled řezu** nebo **Zobrazit, Zobrazit, Pohled řezu**. Pohled dílu je znovu úplný.



5.3. Práce v CAM systému SURFCAM

Použití

V dnešní době se neustále zvyšují nároky na strojírenskou výrobu. Proto je upřednostňována výroba na CNC strojích, a to nejen pro hromadnou výrobu.

Použití CNC strojů je dnes běžné ve výrobě forem pro vstřikování plastů, grafitových a měděných elektrod pro elektroerosivní stroje a pro zhotovení nástrojů k ostatním tvářecím strojům.

Ruční sestavování programů pro CNC stroje podle výrobní dokumentace pomocí textových editorů je dnes možné pouze u tvarově jednoduchých obrobků, které je možno zhotovit pomocí dvouosého způsobu obrábění. Právě pro efektivní využití víceosých CNC strojů a obráběcích center je nutné sestavovat velmi náročné programy a mít možnost provést kontrolu správnosti jejich sestavení a odladění. Pro takovéto sestavení programu je nutné použití specializovaného CAM softwaru.

SURFCAM je právě takovýmto softwarem, který umožňuje nejen vygenerování dráhy nástroje na předloženém modelu, ale umožňuje i úpravy zobrazené geometrie a ploch i jejich možností zhotovení v CADu, který je součástí SURFCAMU.

Díky tomu, že SURFCAM podporuje celou řadu formátů souborů, což je nezanedbatelná vlastnost.

Samozřejmostí systému SURFCAM je verifikace drah nástrojů.

Prostředí SURFCAMU

Grafické prostředí dovoluje velmi snadnou orientaci a ovládání systému. Obsahuje:

- Řídící menu okna (stejně pro všechny programy operačního systému windows)
- Titulní lišta okna (stejně pro všechny programy operačního systému windows)
- Lišta hlavního roletového menu
- Nástrojová lišta
- Lišta stavového menu - obsahuje příkazy pro nastavení: barva, pohled, konstrukční rovina, hladiny, zobrazení, souřadnice a další
- Lišta vnořeného menu – objeví se většinou po zvolení jakékoliv funkce z roletového menu
- Pracovní plocha
- Výzvný řádek – zobrazuje instrukce nebo přídavné informace o příkazech jednotlivých zvolených funkcí
- Souřadnice kurzoru
- Indikátor pohledu – pro lepší orientaci v prostoru

Tvorba modelu

Model je základní částí celého NC projektu. Je možno jej transformovat z jiného CADu.

Model můžeme také vytvořit přímo v SURFCAMU pomocí menu „tvorba“. Následně lze také model samozřejmě upravovat – a to jak transformovaný, tak vytvořený v prostředí SURFCAMU.

Generování dráhy nástroje

Poté, co je model dokončen, může začít práce modulu CAM. Je třeba rozhodnout o typu obrábění a potřebných drahách nástrojů pro daný model. Typ obrábění se vztahuje k typu stroje. SURFCAM vytváří dráhy nástroje pro několik typů strojů:

- Frézování (2 – 5 osé)
- Soustružení
- Poháněné nástroje na soustruhu (třetí osa)
- Drátořezy
- Elektroerozivní stroje

Použitím funkcí v menu „NC“ vytvoříme potřebné dráhy nástroje. Potom je potřeba tyto dráhy dát do správného pořadí, provést potřebné změny a zkontrolovat vhodnost způsobu obrábění. Tyto potřebné úkony provádíme v „Operačním manažeru“.

Tvorba modelu pro obrábění 3axis

Pro tříosé obrábění je nutné, aby byl model zhotoven z ploch. Většinou je tento model vypracován v CADu v jeho objemovém modeláři (například SolidWorks) a následně přenesen do CAMu.

Přes velmi dobrou schopnost SURFCAMU načíst širokou škálu formátů modelů je mnohdy nutné vypracovat přímo v SURFCAMU mnoho dalších ploch jako doplněk potřebný k řádnému obrobení modelu.

