

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

Magisterský studijní program: strojírenská technologie

Zaměření: obrábění a montáž

RACIONALIZACE KONSTRUKČNÍCH PRACÍ V KARNEDU TOOLS s.r.o. POMOCÍ MODERNÍ VÝPOČETNÍ TECHNIKY

RACIONALISATION OF DESIGN WORKS IN KARNED TOOLS s.r.o. BY THE HELP OF COMPUTER TECHNOLOGY

KOM - 973

Miroslav Strnad

Vedoucí práce: Ing. Jan Frinta, CSc – TU v Liberci, KOM

Konzultant: Ing. Jiří Felgr – Karned Tools s.r.o.

Ing. Leoš Holub, CSc – TU v Liberci, KOM

Počet stran: 69

Počet příloh

a tabulek: 23

Počet obrázků: 37

Počet modelů

nebo jiných příloh: 1

28.května 2004

RACIONALIZACE KONSTRUKČNÍCH PRACÍ V KARNEDU TOOLS s.r.o. POMOCÍ MODERNÍ VÝPOČETNÍ TECHNIKY

ANOTACE:

Práce vychází z požadavků firmy Karned Tools s.r.o., provést racionalizaci konstrukčních prací při návrhu a konstrukci řezného nástroje. Po podrobné analýze konstrukčních prací, byly stanoveny oblasti možné racionalizace a předložen návrh řešení pomocí moderní výpočetní techniky. Řešením konkrétních nástrojů se ověřil princip a způsob racionalizace. Pro konkrétní nástroje byla vypracována výkresová dokumentace. V závěru práce je uvedena možnost aplikace i pro jiné typy nástrojů, doporučení pro firmu a ekonomické zhodnocení.

RACIONALISATION OF DESIGN WORKS IN KARNED TOOLS s.r.o. BY THE HELP OF COMPUTER TECHNOLOGY

ANNOTATION:

The thesis is result from requirements of Karned Tools s.r.o. company to elaborate racionalisation of design works upon cutting tool's lay-out and design. After design works detail analyses areas of possible racionalisation have been determined and a solution proposal by the help of computer technology has been submitted. Principle and the method of racionalisation has been verified on concrete cutting tools. For these concrete examples drawing documentation has been disposed. An application possibilities for the other cutting tools, recommendation and economic valuation are stated in conclusion of the thesis.

Klíčová slova: ŘEZNÉ NÁSTROJE S VBD, NÁVRH A KONSTRUKCE

Zpracovatel: TU v Liberci, KOM

Dokončeno: 2004

Archivní označ. zprávy:

Počet stran:	69
Počet příloh:	21
Počet obrázků:	37
Počet tabulek:	2
Počet diagramů:	1

MÍSTOPŘÍSEŽNÉ PROHLÁŠENÍ

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury pod vedením vedoucího a konzultanta.

V Liberci, 28. května 2004

Miroslav Strnad

Obsah:

Seznam použitých symbolů	7
Úvod	8
1. Obecná charakteristika zadaného úkolu	9
1.1 Představení firmy Karned Tools s.r.o	9
1.2 Konstrukční práce ve firmě Karned Tools	11
1.2.1 Poptávky - návrh nástroj	11
1.2.2 Výrobní zakázky	12
1.2.2.1 Optimální řezné podmínky – optimalizace	14
1.3 Výrobní dokumentace	18
1.3.1 Výrobní výkresy	18
1.3.2 Modely	19
1.3.2.1 Obecný postup zhotovení modelu	20
1.4 Programové vybavení firmy	21
1.4.1 Systém CADKEY 97	21
1.4.2 Systém Unigraphics	23
1.5 Oblast možné racionalizace	26
1.6 Výběr vhodného sortimentu nástrojů	27
1.5.1 Výběr nástrojů s ohledem na produkci	27
1.5.2 Výběr nástrojů s ohledem na programové vybavení a konstrukci ..	27
2. Návrh principu řešení racionalizace	29
2.1 Racionalizace konstrukce řezného nástroje	29
2.1.1 Princip řešení	29
2.1.2 Tvorba knihovny	31
2.1.2.1 Uživatelem definované prvky (UDF)	31
2.1.2.2 Obecný postup při tvorbě knihovny	32
2.1.3 Vytvoření modelu pomocí knihovny (UDF)	36
2.1.3.1 Obecný postup při tvorbě modelu pomocí knihovny	36
2.1.4 Výkresová dokumentace	37
2.2 Racionalizace distribuce a manipulace s výkresovou dokumentací ...	39
2.2.1 Princip řešení	39
2.2.2 Transformace (tisk) do postscriptového souboru	40
2.2.2.1 Postscript	40
2.2.2.2 Nastavení systému Unigraphics	41
2.2.2.3 Nastavení systému Windows	41
2.2.3 Transformace souboru z postskriptu do PDF	42
2.2.3.1 Formát PDF	42

3. Konstrukční řešení vybraných nástrojů	44
3.1 Obecný postup a zásady konstrukce nástroje	44
3.1.1 Vyšetření výchozího povrchu nástroje	44
3.1.2 Stanovení předběžné geometrie	44
3.1.3 Zvolení tvaru břitových destiček	45
3.1.3 Volba počtu zubů	46
3.1.4 Stanovení připojovacích rozměrů – upínání	46
3.1.5 Volba chlazení	47
3.1.6 Jakost materiálu a tepelné zpracování tělesa	48
3.2 Konstrukční řešení nástrčné frézy s VBD upínané šroubkem	49
3.2.1 Knihovna upínacích dutin	49
3.2.2 Knihovna lůžek	51
3.2.3 Výkresová dokumentace	54
3.3 Konstrukční řešení stopkové frézy s VBD upínané šroubkem	55
3.3.1 Knihovna upínacích stopek	55
3.3.2 Knihovna lůžek	56
3.3.3 Výkresová dokumentace	58
3.4. Konstrukční řešení spec. zahlubovacího nástroje	59
3.4.1 Výkresová dokumentace	61
4. Možnost aplikace pro ostatní výrobky a doporučení pro firmu	62
4.1 Možnost aplikace na ostatní výrobky	62
4.1 Doporučení pro firmu Karned Tools s.r.o.	63
5. Ekonomický přínos	64
6. Zhodnocení a závěr	66
Poděkování	67
Seznam použité literatury	68
Seznam příloh	69

Seznam použitých zkratk a symolů:

T	trvanlivost břitu	[min]
v	řezná rychlost	[m/min]
k	exponent Taylorova vztahu	[-]
C _T	konstanta	[-]
C _v	konstanta	[-]
N _{CELK}	celkové náklady na obrobek 1 obrobku	[Kč]
N _S	náklady na strojní čas	[Kč]
N _V	náklady na výměnu otupeného břitu	[Kč]
N _N	náklady na nástroj	[Kč]
T hosp	trvanlivost břitu při hospodárných podmínkách	[min]
tv	čas pro výměnu otupeného břitu	[min]
N	náklady na 1 břit (podíl ceny destičky a nástroje)	[Kč/břit]
M	náklady na 1 hodinu práce stroje	[Kč]
v _{hosp}	hospodárná řezná rychlost	[m/min]
f	posuv	[mm/ot]
y	exponent vyjadřující vliv posuvu na vhosp	[-]
a _p	hloubka řezu	[mm]
x	exponent vyjadřující vliv hloubky řezu na vhosp	[-]
tv	čas na výměnu otupeného břitu	[min]
T _{prod}	trvanlivost břitu při max. produktivitě	[min]
ČJK	číslo jednotné klasifikace	
TD	technická dokumentace	
MTZ	materiálně-technické zásobování	
OÚ	obchodní úsek	
VBD	vyměnitelná břitová destička	
CLSF	program pro řízení stroje (Cutter Location Source File)	
CAD	konstruování pomocí počítače (Computer-Aided Design)	
CAM	programování pomocí počítače (Computer-Aided Manufacturing)	
UDF	Uživatelsky definované prvky (User Defined Feature)	

ÚVOD:

V současné době má velké množství firem pouze krátkodobý výrobní program, výroba se neustále obměňuje podle potřeby trhu. Tento trend je podmíněn stálým požadavkem zvyšování produktivity práce a zvyšování jakosti výrobku. Firmy, které se na tomto trhu chtějí uplatnit musí neustále rychle reagovat na potřeby trhu, efektivně vyrábět a zajistit si tak potřebnou konkurenceschopnost. Pro efektivní výrobu je mnohdy zapotřebí velké množství atypických, speciálních a integrovaných nástrojů. Touto skutečností jsou výrobci nástrojů nuceni do co nejkratších nabídkových a dodacích termínů.

Cílem této diplomové práce je zproduktivnit konstrukční práce při návrhu a vývoji řezných nástrojů a urychlit tak konstrukční a technologické přípravy výroby.

Tento požadavek racionalizace konstrukce zadala firma Karned Tools s.r.o. Děčín.

1. Obecná charakteristika zadaného úkolu

1.1 Představení firmy Karned Tools s.r.o



obr. 1.1 Karned Tools s.r.o.

Společnost **Karned Tools s.r.o.** vznikla v roce 1.9.2000 transformací z firmy KARNED a.s. Děčín. Firma navázala na bohatou tradici při výrobě nástrojů pro obrábění kovů a dřeva se slinutými karbidy.

Vlastní historie podniku se datuje od roku 1942, kdy do objektu na Benešovské ulici byla převedena výroba nástrojů se slinutými karbidy od německé firmy DE HA WE z Berlína.

Těsně před ukončením 2. světové války byly průmyslové objekty v této lokalitě poškozeny bombardováním. Po osvobození dochází k obnovení výroby a závod nesl název „ Společnost pro přesné nástroje z tvrdého kovu „. V roce 1946, užívaly objekty Škodovy závody Plzeň. V roce 1948 přechází závod na krátkou dobu pod SOMET Teplice a ještě v témže roce vznikl národní podnik KARNA, který v roce 1958 přešel pod n. p. Náradí Praha.

Počáteční jednoduchá výroba - pájené nástroje na obrábění kovů - se postupně rozšiřovala o důlní nástroje a dřevonástroje. V letech 1950 - 1962 vyráběl závod také jádrovací korunky pro geologický průzkum a vrtací dláta pro hlubinné vrtání.

Od roku 1964 závod vyrábí sériově nože a frézy s vyměnitelnými břitovými destičkami. Výroba nástrojů na obrábění kovů se rozrůstá na sortiment zahrnující nástroje pro stavebnictví, doly a lomy, nástroje na obrábění dřeva a nových hmot a nástroje na soustružení a frézování kovů.

V sedmdesátých letech došlo k prohloubení specializované výroby, k růstu specializovaného sortimentu. Byla zavedena sériová výroba nástrojů pro obrábění dřeva a umělých hmot, modernizovaly se čelní válcové frézy na kovy, byla zavedena výroba pájených nožů pro revolvery a kopírky, zvýšil se i podíl operačních nástrojů.

Nástroje získaly ohodnocení zlatými medailemi na Mezinárodním strojírenském veletrhu v Brně. Soustava tvarových frézovacích nástrojů pro obrábění loží soustruhu SV18RA získala zlatou medaili v r. 1971 (obr. 1.1.2).



obr. 1.2 Oceněná soustava tvarových fréz

O šest let později získal zlatou medaili soubor frézovacích nástrojů pro konvenční a NC stroje a to ve spolupráci s VSST Liberec.

Výroba nových nástrojů, zejména nástrojů s vyměnitelnými destičkami náročnými na přesnost a kvalitu provedení, si vyžádala investice do strojového zařízení podniku. Pro výrobu tvarových dřevonástrojů v letech osmdesátých byly použity elektrolytické brusky, byly instalovány NC stroje, především druhé generace, bylo zkonstruováno na desítky jednoúčelových strojů. Došlo také k zahájení výroby nožů s destičkou z řezné keramiky.

K přerodu pak došlo po r. 1989, kdy se potřeba na tvořícím se novém trhu nabídky a poptávky promítá i do vlastnických vztahů. V r. 1991 vznikla osamocněním děčínského závodu akciová společnost Narex Děčín. O dva roky později byla a. s. Narex přejmenována na KARNED, a. s. Děčín.

Počátkem roku 1997 se stal majoritním akcionářem Pramet, a. s. Šumperk, dlouholetý nejvýznamnější obchodní partner podniku a podnik se přejmenoval na PRAMET Děčín, a. s.

V březnu 1998 Pramet Děčín obdržel certifikát kvality ISO 9001 od firmy Lloyd's Register Quality Assurance.

Po dvouletém působení firmy v rámci a.s. PRAMET Šumperk, dlouholetého nejvýznamnějšího obchodního partnera a po zakoupení této firmy švédskou společností SECO TOOLS, se naše firma opět osamostatnila a vrátila se k původnímu názvu KARNED a.s. Děčín.

V září roku 2000 vznikla z Karnedu a.s. firma Karned Tools s.r.o.

V současné době je firma **Karned Tools s.r.o.** stabilizovanou a prosperující firmou, která se specializuje na výrobu nástrojů pro obrábění kovů s vyměnitelnými břitovými destičkami a také nástrojů pro obrábění dřeva, jak v provedení pájeném tak i s vyměnitelnými břitovými destičkami. Velkou pozornost věnuje firma vývoji nových produktivních nástrojů. Cílem firmy je také uspokojovat zákazníky výrobou speciálních nástrojů pro obrábění kovů, dřeva a plastů.

Firma má v současnosti přibližně 115 zaměstnanců a její cílem je zařadit se mezi významné evropské výrobce nástrojů pro obrábění kovů a nástrojů pro obrábění dřeva.

1.2 Konstrukční práce ve firmě Karned Tools

V této kapitole bych rád popsal konstrukční práce ve firmě pro následné vyvození kroků racionalizace.

Konstrukční práce lze rozdělit do dvou základních skupin. První skupinou jsou konstrukční práce na tzv. poptávkách, kdy zákazník poptává určitý spec. nestandardní nástroj nebo technologii. Druhou skupinu konstrukčních prací je pak tvorba výrobní dokumentace zakázek výroby nástrojů.

1.2.1 Poptávky - návrh nástroje

Poptávkami rozumíme, konstrukční předběžné návrhy nástrojů pro konkrétní zákazníky. Snaha je, zákazníkovi odpovědět a navrhnout nástroj s kalkulací do 48 hodin. Nástroje se příliš nerozkreslují, zákazníkovi většinou stačí pouze skica nebo ideový návrh.

pozn.: Snaha je co nejvíce zjednodušit poptávky, neboť zákazníkovi nejsou účtovány a není jistota, že poptávaný nástroj objedná. Úspěšnost poptávek činí ve firmě asi 40 procent. Detailně se zabýváme pouze předem jistým zakázkám a smluvním partnerům.

Poptávky je možno rozdělit do několika skupin:

1. Zákazník požaduje pouze upravený námi, vyráběný standardní nástroj

Úprava se týká změny řezného průměru, velikosti nebo typu stopky, délky vyložení, změny počtu zubů atd. Jde o velice jednoduchý konstrukční návrh, konstruktér pouze upraví standardní nástroj. Musí však vždy zvážit, zda daná alternativa je realizovatelná, z konstrukčního i výrobního hlediska. Návrh zobrazí většinou na katalogovém listu, kde vyznačí hlavní rozměry a příslušenství.

2. Zákazník poptává výrobu nástroje podle své dokumentace.

Dokumentací rozumíme výkres, model popř. vzorek. V tomto případě musí konstruktér prostudovat výkres a zvážit možnost výroby, vzhledem k provedení, typu, velikosti a přesnosti daného výrobku. V případě nejasností výkresu, výkres konzultuje a doplní, tak aby byl srozumitelný pro technologii. Provéřit také musí materiál a tepelné zpracování.

Pozn.: Konstruktér materiál a tepelné zpracování konzultuje, když je to nutné, s metalurgem a se zásobováním.

V případě, že zákazník dodá pouze vzorek, musí si konstruktér, pokud je to nutné, nechat proměřit na kontrolním měrovém středisku potřebné hodnoty a

nakreslí náčrtek pro technologii. V návrhu musí být uveden také materiál a tepelné zpracování.

3. Zákazník požaduje určitý typ nástroje, který firma běžně nenabízí.

Zákazník většinou dodá skicu nástroje. Konstruktor musí přehodnotit konstrukci tohoto nástroje a povést návrh se všemi náležitostmi. Stanovit základní rozměry, rozmístění VBD, příslušenství včetně VBD a obalu, zvolit materiál tělesa a jeho tepelné zpracování.

4. Zákazník požaduje nástroje pro obrobení konkrétní součásti (obrobku).

K dispozici je většinou výkres obrobku, materiál obrobku a parametry stroje na kterém se bude obrábět. Tento typ poptávky je konstrukčně nejnáročnější, v mnoha případech vyžaduje návštěvu konstruktéra u zákazníka. Konstruktor musí navrhnout nejen schopné konstrukční řešení, ale i technologii a stanovit startovní nebo dokonce optimální řezné podmínky. Při konstrukci postupuje podle bodu 3.1. Kde jde použít standardní nástroj, použije standardní nebo upravený standardní nebo jeho část. Pokud jde o sadu nástrojů, snaží se dostat do sestavy co nejvíce nástrojů standardních. Konstruktor se musí vždy spolehnout na své zkušenosti a dovednosti.

1.2.2 Výrobní zakázky

Výrobní zakázky jsou v podstatě odsouhlasené a objednané nástroje, navržené v poptávkovém řízení. Jedná se o tvorbu výrobní dokumentace a modelu pro výrobu. Jelikož jsou zakázky jistou návazností na poptávky, jejich rozdělení je podobné předchozímu rozčlenění poptávek.

1. Úprava standardního nástroje.

Konstruktor využívá výkresové dokumentace standardu, upravuje ji a vytváří nové výkresy. V některých případech pouze doplňuje položku v dokumentaci. Nový výkres vytváří buď z výkresu v papírové formě z výkresu v elektronické podobě nebo se upravuje model, s kterého se výkres generuje. Výkresovou dokumentaci 3x okopíruje (TPV, NC programátor, výroba) a s vyplněným zakázkovým listem předá do dalších útvarů (TPV, NC programátor, výroba). Vytvořenou výkresovou dokumentaci (originály) zakládá do archivu výkresů.

2. Výroba podle dodané dokumentace

V případě výroby nástroje podle dodané dokumentace nebo vzorku postupuje konstruktor následovně: Dokumentaci překreslí, popřípadě jen upraví

nebo doplní tak, aby byla správná, srozumitelná a vhodná pro výrobu naší technologií.

Pozn.: Technologie výroby firmy má určitá specifika a je nutné pro ni upravovat dokumentaci. Jedná se hlavně o způsob zakótování a způsob měření.

V případě, že výroba nástroje jde přes obráběcí centra je nutné zhotovit model. Na dodaném vzorku nechá na kontrolním měrovém středisku proměřit detailní rozměry a vzorek zkreslí. Způsob zafrézování lůžka a některé další detaily se snaží přizpůsobit naší technologii. V případě velkých odchylek od původního vzorku, konzultuje změnu se zákazníkem. Výkresovou dokumentaci předá dalším útvarům jako v předchozím bodě.

3. Konstrukce nového typu nástroje podle návrhu zákazníka.

Z návrhu zákazníka, upraveného v poptávkovém řízení, konstruktér vytvoří nejprve model a z modelu potom výrobní výkresy. Vlastní tvorba modelu je náročná, neboť konstruktér vytváří model od základu, nemá k dispozici podobné modely, které by přizpůsobil. V případě, že konstrukce je provedena na nestandardní, atypickou nebo upravenou VBD, musí si ji konstruktér vyžádat, popřípadě její výkresovou dokumentaci. Vzniknou-li během konstrukce nějaká nestandardní řešení, musí je konstruktér hned konzultovat z technologem, popřípadě s metalurgem. Výrobní dokumentaci včetně modelu předává dalším útvarům jako v předchozích bodech.

4. Nástroje pro opracování konkrétního obrobku

Podle návrhu z poptávkového řízení, konstruktér zkreslí nástroj popř. sadu nástrojů. V případě, že v poptávkovém řízení je řešen jen princip, je nutné se zákazníkem projednat detaily konstrukčního řešení. Konstruktér se vždy snaží konstrukci spec. nástroje přizpůsobit technologii výroby. Při konstrukci postupuje podle bodu Obecný postup a zásady konstrukce nástrojů (viz. bod 3.1). Dokumentaci včetně modelu předá dalším útvarům jako v předchozích třech případech. Po vyrobení a proměření nástroje, provede konstruktér, je-li to nutné, úpravu dokumentace. Jedná se hlavně o některé detaily, které se řeší až během výroby, nemají se před výrobou specifikovat. Dokumentace se archivuje.

Pokud to zákazník vyžaduje musí konstruktér stanovit startovní a optimální řezné podmínky a provést optimalizaci (viz. bod 1.2.2.1). Optimální řezné podmínky se stanoví až u zákazníka .

1.2.2.1 Optimální řezné podmínky - optimalizace

Optimalizace řezných podmínek je zaměřena na strojní časy, které jsou závislé především na řezné rychlosti a posuvu. Řezná rychlost a trvanlivost břitu jsou navzájem závislé podle Taylorova vztahu matematicky vyjádřeného rovnicí:

$$T \cdot v^k = C_T \quad (1)$$

kde

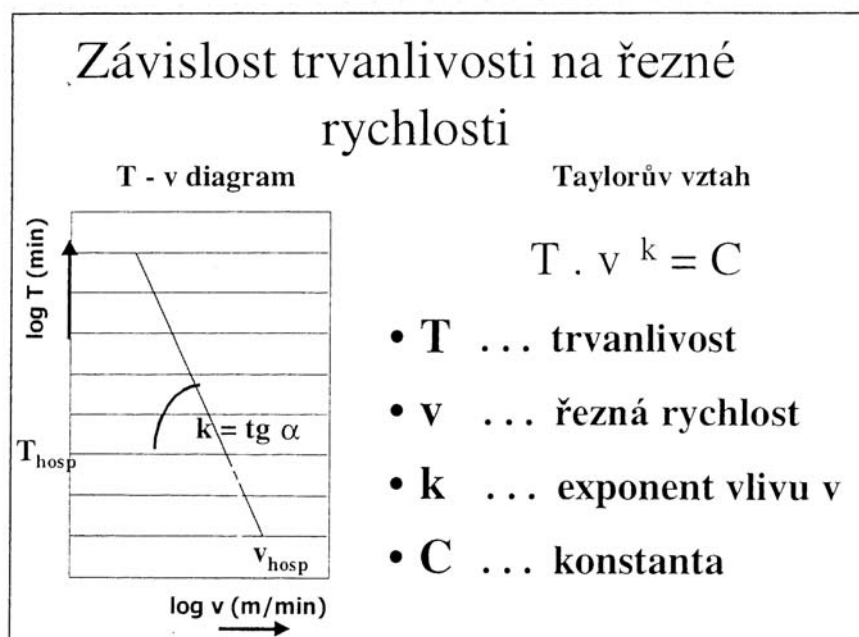
T trvanlivost břitu (min)

v řezná rychlost (m/min)

k exponent

C_T konstanta

Schematicky je Taylorův vztah ve dvojité logaritmické souřadné síti uveden na obr. 1.3. Základní otázkou optimalizace je rozhodnout, zdali volit vysokou řeznou rychlost a nízkou trvanlivost nebo naopak. Je nutno volit optimální kombinaci.



obr. 1.3 Závislost trvanlivosti na řezné rychlosti

Pro volbu optimální varianty řezných podmínek jsou obvykle používána dvě kritéria:

1. minimální náklady na obrobení součásti
2. minimální čas pro obrobení součásti

Nejčastěji je pro výpočet optimálních řezných podmínek používáno kritérium minimálních nákladů na obrobek součásti. Podle tohoto kritéria jsou minimalizovány náklady závislé na řezných podmínkách.

$$N_{\text{CELK}} = N_S + N_N + N_V \quad (2)$$

kde

N_{CELK} celkové náklady na obrobek 1 obrobku závislé na řezných podmínkách

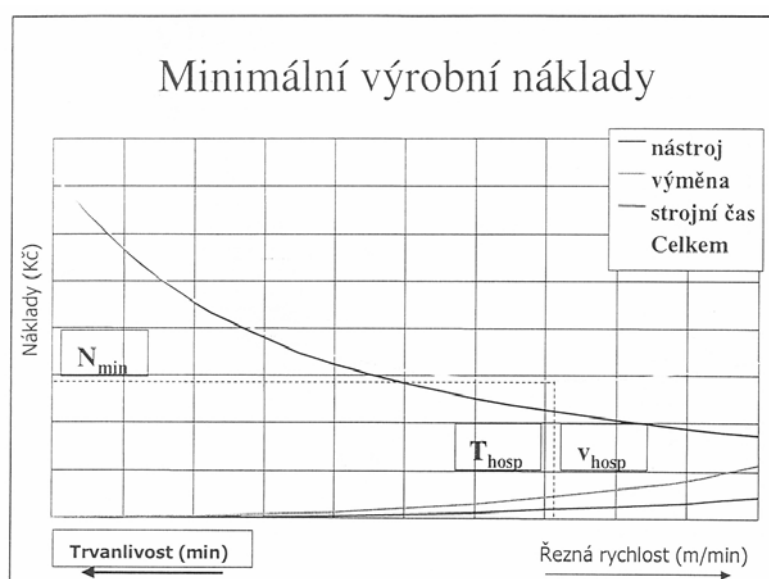
N_S náklady na strojní čas, které sestávají z podílu odpisů obráběcího stroje, náklady na mzdy, energii a údržbu stroje a náklady na podpůrné pracoviště

N_V náklady na výměnu otupeného břitu v podstatě jde o náklady na prostoj obráběcího stroje při výměně otupeného břitu

N_N náklady na nástroj, podíl nákladů na 1 břit vztažený na 1 obrobek

V případě všech výše uvedených složek jde o podíl nákladů připadající na 1 obrobek.

Závislost jednotlivých složek nákladů na řezné rychlosti je v diagramu na obr. 1.4. Zatímco náklady na strojní čas N_S se s rostoucí řeznou rychlostí zmenšují, nákladové složky na výměnu otupeného břitu N_V a nástroj N_N s rostoucí řeznou rychlostí rostou. Celkové náklady, které jsou podle rovnice (2) součtem jednotlivých složek N_S , N_V a N_N , mají určité minimum odpovídající optimálním řezným podmínkám - hospodárné řezné rychlosti v_{hosp} případně hospodárné (ekonomické) trvanlivosti T_{hosp} podle obr.1.4.



obr. 1.4 Minimální výrobní náklady

Hodnotu hospodárné trvanlivosti lze vypočítat podle vzorce:

$$T_{\text{hosp}} = (k - 1) \cdot (t_v + 60N / M) \quad (3)$$

kde

T_{hosp} trvanlivost břitu při minimálních výrobních nákladech (min)

k exponent Taylorova vztahu (obr. 1.3)

t_v čas pro výměnu otupeného břitu (min)

N náklady na 1 břit (podíl ceny destičky a nástroje) (Kč/břit)

M náklady na 1 hodinu práce stroje (odpisy, mzdy energie, údržba stroje, podpůrná pracoviště)

Hospodárnou řeznou rychlost lze vypočíst ze vztahu:

$$V_{\text{hosp}} = \frac{C_v}{T_{\text{hosp}}^{\frac{1}{k}} \cdot f^y \cdot a_p^x} \quad (4)$$

Kde

V_{hosp} hospodárná řezná rychlost (m/min) hospodárná

T_{hosp} trvanlivost (min)

k exponent Taylorova vztahu (obr. 1.3)

f posuv (mm/ot)

y exponent vyjadřující vliv posuvu na v_{hosp} hloubka

a_p hloubka řezu (mm)

x exponent vyjadřující vliv hloubky řezu na v_{hosp}

C_v konstanta

Konstanta C_v a exponenty k , y a x jsou materiálovými konstantami materiálu břitové destičky. Druhé kritérium, jehož použití je méně časté, určuje trvanlivost břitu resp. řeznou rychlost, při které je dosahováno minimálních výrobních časů resp. maximální produktivity. V tomto případě je minimalizován součtový čas $t_S + t_v$, kde t_S je strojní čas (min) a t_v je čas na výměnu otupeného břitu (min).

Trvanlivost břitu při maximální produktivitě je dána vztahem:

$$T_{\text{prod}} = (k - 1) \cdot t_v \quad (5)$$

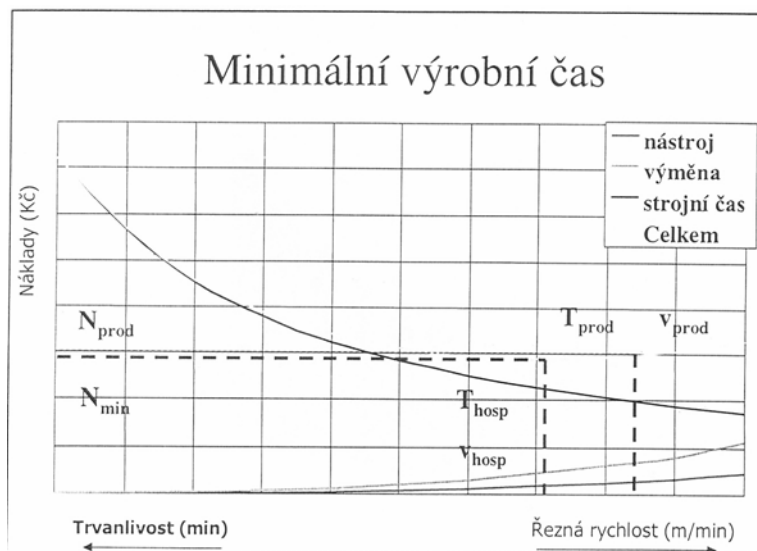
kde

k exponent Taylorova vztahu

t_v čas na výměnu otupeného břitu (min)

T_{prod} trvanlivost břitu (min)

Vzájemný vztah v_{hosp} a v_{prod} je naznačen na obr. 1.5. Obvykle je $v_{hosp} < v_{prod}$. Maximální produktivity se dosáhne při vyšší řezné rychlosti, ale také při poněkud vyšších nákladech na obrobek, jak je z obr. 1.5 zřejmé $N_{prod} > N_{min}$.



obr. 1.5 Minimální výrobní čas

Hlavní zásady pro snížení NN

- Volit břitovou destičku s co největším počtem břitů (oboustranné destičky jsou v tomto případě vhodnější než jednostranné)
- s ohledem na hloubku řezu ap volit co nejmenší základní rozměr břitové destičky.

Velikost celkových nákladů NC ovlivňuje i výkonnost řezného materiálu. Důležité je volit materiál břitové destičky s maximální možnou otěruvzdorností (tepelnou stabilitou). Volba méně výkonných houževnatějších, ale méně tepelně stabilních materiálů pokud to nevyžaduje mechanické zatížení břitu, zvyšuje NC.

K výraznému poklesu celkových nákladů NC vede i použití maximálních možných posuvů.

Optimální pracovní podmínky

Jakémukoliv výpočtu optimálních řezných parametrů musí nutně předcházet volba optimálního tvaru a materiálu břitové destičky. základní geometrie břitu včetně geometrie utvařeče jako první stupeň optimalizace.

Současní výrobci nástrojů nabízí velký počet alternativ břitových destiček s různou geometrií pro soustružení, frézování, vrtání atp. Není vždy snadné si v této nabídce vybrat variantu optimální. Volba této optimální varianty v prvním stupni leží dosud mimo možnost exaktního výpočtu.

1.3 Výrobní dokumentace

Výrobní dokumentací rozumíme výrobní výkresy, modely, technologické postupy a programy pro výrobní zařízení. V rámci této DP se budu zabývat pouze produkty konstrukce tj. výrobními výkresy a modely. V následujících statích bych chtěl popsat současný stav pro vyvození racionalizačních kroků.

1.3.1 Výrobní výkresy

Výrobní výkresy musí jednoznačně popsat daný výrobek a musí být srozumitelné pro výrobu. Specifický výrobek, řezný nástroj jde v některých případech jen velmi těžko popsat. Během doby se pro zakreslení nástrojů ustálily některé způsoby zakreslení a zakótování nástroje. Způsob zakreslení a zakótování výrobků (nástroje) vychází z technologie výroby, způsobu měření a tvorby programu. Výkresová dokumentace se přizpůsobila výrobě i obchodu vznikly následující typy výkresu:

- výkres sestavy
- výkres polotovaru
- výkres sedla (lůžka)
- nabídkový výkres pro zákazníka

Výkresová dokumentace se tvoří pomocí programu Cadkey, programu Unigraphics nebo ručně na rýsovacím prkně.

Pozn: Programy Cadkey a Unigraphics jsou představeny v bodě Programové vybavení firmy (1.3).

Vytvořený výkres pro danou součást se plotruje nebo v některých případech vytahuje tuží na pauzovací papír, eviduje se v příslušné knize (číslo výkresu, název, datum, autor, zákazník) a archivuje. V archivu je uložen do zásuvkového pořadače. Podle prostředku vytvoření se výkresy různě označují:

- ručně kreslený výkres
označení: Tk + velikost formátu + pořadové číslo
(Tk3-0532)
- výkres vytvořený v CADu ve 2D (CADKEY)
označení: Pg + velikost formátu + pořadové číslo
(Pg3-0326)
- výkres vytvořený v CADu z 3D modelu (UNIGRAPHICS)
označení: UG + velikost formátu + pořadové číslo
(UG3-0254)

Každou novou nebo speciální zakázku (výroba výrobku jiného než standardního), musí konstruktér vybavit výkresy. Výkresy musí vyhledat, vyzvednout v archivu a vykopírovat je pro výrobu a technologii a NC programátora. Kopie výkresů eviduje do databáze.

Vyhledávání výkresů

Výkresy je možno vyhledat pomocí evidovacích knih nebo podle evidenční databáze, kde byl výkres zaevidován při první výrobě. Výkresy je pak nutné fyzicky vyhledat podle čísla výkresu v archivu.

Editace a aktualizace výkresů

V případě úpravy nebo změny jsou aktualizovány (upraveny) originály v archivu, ve všech střediscích TPV a ve výrobě (ve výdejně, výkresy standardních katalogových výrobků).

1.3.2 Modely

Modely, virtuální kopie výrobku, jednoznačně popisují daný výrobek a usnadňují nejen samotnou konstrukci daného výrobku, ale i výrobu, tvorbu NC programů. Modely jsou vytvářeny v programu Unigraphics, verze 18. a jsou nezbytnou součástí pro vznik výkresů a NC programů. Soubory modelů mají příponu *.prt a jsou označovány číselným kódem podle ČJK (číslo jednotné klasifikace) výrobku. V názvu souboru modelu je také zahrnuto rozlišení, zda se jedná o samotný model výrobku (v našem případě model řezného nástroje), sestavu (model + komponenty), polotovar nebo cam- sestavu:

základní model: _mod

sestava: _top

polotovar: _pol

cam-sestava: _cam

Příklad: výrobek má ČJK: 415 239 15 5621

Označení základního modelu: 5239155621_01_mod.prt

Soubory s modely jsou ukládány na sdílený disk podnikového serveru. Na tomto disku jsou nastavená různá přístupová práva pro různé uživatele. Konstruktér má právo vytvářet, měnit a ukládat soubory modelu s příponou _mod, _top, _pol, programátor pouze _cam.

Modely jsou součástí výrobní dokumentace a výrobu bez nich, si u některých typů výrobku, dnes už ani nedovedeme představit. Tvorba modelu dle bodu 1.3.2.1.

1.3.2.1 Obecný postup zhotovení modelu

Vzhledem k možnostem různého přístupu ke konstrukčnímu řešení, širokým možnostem systému Unigraphics a tím pádem i možnostem různého postupu při zhotovování modelu, je stanovit postup jako jaký si „etalon“ velice obtížné. Proto jsem si, při řešení této problematiky, byl vědom toho, že stanovit nějaký přesný postup nejde a že vždy záleží na konstruktérovi, jaký postup si osvojí. Přesto lze stanovit následující postup.

Postup modelování (zjednodušený):

1. V tzv. „skicáři“ (prostředí systému Unigraphics-„toolbox“) nejprve vytvoříme rovinu, v které nakreslíme 2D skicu přibližného tvaru (obrysu) poloviny tělesa souměrné podle osy rotace (rotační nástroj). Tento tvar vychází z tvaru součásti, která bude nástrojem obráběna a jeho přesná podoba závisí na citu a zkušenostech konstruktéra.

2. Tuto skicu okótujeme (tzn. jednotlivým částem skici přidělíme skutečné délkové a úhlové hodnoty, čímž skica dostane svůj skutečný tvar) a zakótujeme ji „pevně“ k souřadnému systému tak, abychom ji odebrali stupně volnosti (jednoznačné určení skici). Při zadávání těchto kót vycházíme z informací o obrobku (tj. řezný průměr, jednotlivé délky apod.) a z dalších informací získaných v předešlých bodech (geometrie, upínání apod.) .

Tyto kóty zadáváme důsledně parametricky, a to tak, aby při následné možné změně některé z nich se změnily i ostatní kóty s ní související, a tím byl vytvořen „prostor“ i pro následné využití, např. při konstrukci stejného nástroje, ale jiného řezného průměru apod.

3. Z této skici namodelujeme prostorové těleso. To je možno provést několika způsoby. Např. pomocí funkce „Extruded body“ což je jakési „vytažení“ do prostorového tělesa (použití pro modelování soustružnických nožů), nebo pomocí funkce „Body of revolution“ kdy skicu necháme otáčet kolem osy budoucího nástroje (použití pro modelování rotačních nástrojů), tím vznikne prostorové těleso, které se přibližně rovná soustružnickému polotovaru.

4. Pomocí několika rovin „Datums plane“ a orientovaných vektorů „Datums axis“ vytvoříme v tělese rovinu nakloněnou v požadované geometrii (geometrie nástroje) pro umístění VBD $\Rightarrow$ lůžka.

5. V této rovině, obdobně jako při tvorbě tělesa, vytvořím skicu lůžka dle daného typu (tvaru) VBD. Tažením této skici (funkce „Extruded body“) vytvořím těleso lůžka, které prostorově odečtu od tělesa nástroje, čímž vytvořím lůžko na tělese nástroje. Obdobně vytvořím na tělese nástroje válcování tj. prostor zubové mezery (drážky).

6. V předchozím bodě jsme vytvořili jednu zubovou mezeru a jedno lůžko pro umístění VBD. Nyní dle prostorových možností a konstrukčního řešení nástroje volím počet zubů a zubovou rozteč (která nemusí být vždy stejnoměrná).

7. Dle zvolené zubové rozteče vytvořím další zubové mezery po obvodu nástroje. To provádíme pomocí funkce „instance“ .

Pro ověření správnosti konstrukce lůžka a „doladění“ výsledné podoby nástroje, osadíme nástroj VBD popř. podložkou tj. založíme vrcholovou (top) sestavu. Vytvořili jsme sestavu skládající se z tělesa nástroje a VBD. Tyto osazení (přidání) provádíme v „part.top“ tzv. sestavy . Kontrolujeme polohu VBD tj. správný rezný průměr , přesahy VBD vůči tělesu apod. Případné chyby odstraníme na modelu tělesa nástroje v „part.mod“ .

1.4 Programové vybavení firmy

V současné době má firma k dispozici dva typy konstrukčních programů (CAD systémů). Starší CAD program CADKEY 97 a jeden nový CAD/CAM systém Unigraphics, verzi 18.

1.4.1 Systém CADKEY 97

Jedná se o starší typ programu, vytvořený v roce 1998 a je první z řady CADKEY, který pracuje pod operačním systémem WINDOWS. Před touto verzí program pracoval pod operačním systémem DOS s označením CADKEY 1,2,3,5 a 7. Program CADKEY 97 má CAD 3D grafické jádro a je možné v objemovém modeláři tvořit modely. Systém však pracuje pouze z drátovým modelem. Kreslení 2D výkresů zvládá velmi dobře a přispívá k tomu zejména jednoduché a přehledné uspořádání (náhled viz. obr. 1.6).

Model a výkres možno tvořit jen s těchto grafických entit:

- POINT (bod)
- ARC (oblouk)
- CIRKLE (kružnice)
- CONIC (kuželosečka)
- LINE (úsečka)
- POLYGON (n-hran)
- POLYLINE (řetězec úseček)
- SPLINE (křivka 2D, 3D)

Všechny tyto entity, ze kterých je vytvářen model, jsou geometrické prvky druhu „křivka“. Entita POINT (bod) má při vytváření modelu pouze pomocnou funkci a není součástí modelu.

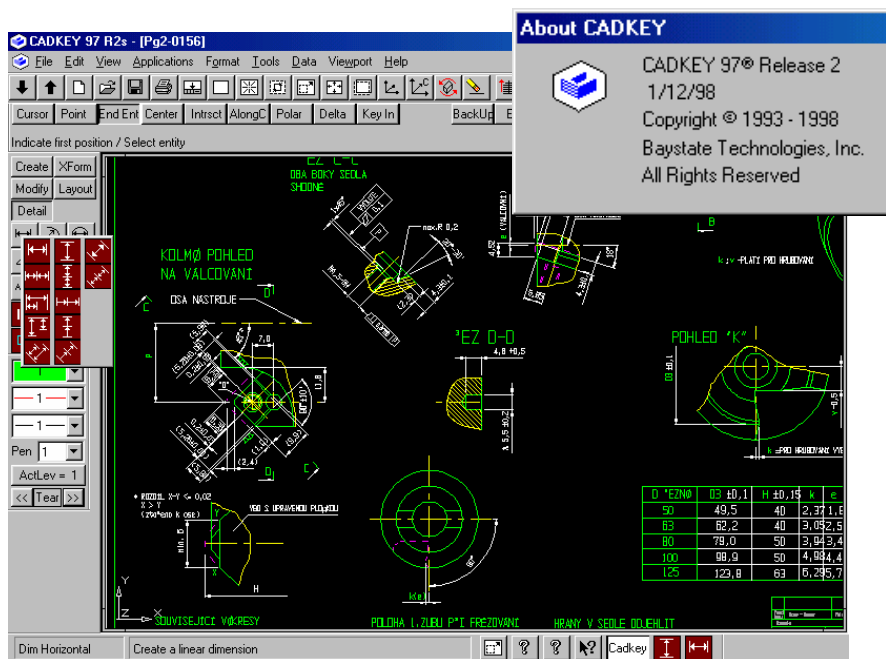
Ke každé entitě je definována množina vlastností. Tyto vlastnosti se dělí na geometrické negeometrické. První jsou nazývány parametry (slouží k definici entity pouze jako geometrického objektu) druhé se nazývají atributy (slouží většinou ke stanovení způsobu zobrazení entity).

Vedle grafických entit jsou implementovány další grafické entity, které jsou však využity při tvorbě výkresu (nikoliv tedy modelu). Jsou to především kótovací entity, šrafy atd.

Model může existovat v těchto formátech, identifikovaných stejnojmennou příponou souboru:

Soubor ve formátu prt (part) obsahuje kromě modelu veškeré systémové proměnné, tedy celý obsah systémové databáze. V této souvislosti má zvláštní význam tzv. prototypový výkres v souboru blank.prt, který neobsahuje žádný model, pouze systémové proměnné a je proto využíván k nastavení systému při startu nebo kdykoliv později. Otevření souboru v tomto formátu znamená změnu obsahu celé systémové databáze. V tomto souboru provádíme veškeré konstrukční práce ve 2D, pomocí volených konstrukčních entit.

Soubor ve formátu ptn (patern) obsahuje model který je po otevření souboru do systémové databáze přidán. Lze přitom nastavit některé geometrické i negeometrické vlastnosti takto vloženého modelu (poloha ve zvoleném referenčním souř. Systému pohledu, hladina atd.). V kreslení ve 2D se nejvíce využívá k kopírování určitých částí a celků do výkresu.



obr. 1.6 Náhled programu CADKEY 97

Obecně možno říci, že tento program bezpečně zvládá tvorbu jednoduchých modelů a v oblasti tvorby výkresů je plnohodnotným 2D kreslicím programem, podobně jako např. Auto-cad. Program však není mezi uživateli tak rozšířen, jako zmiňovaný Auto-cad a žádný z běžných grafických programů s ním nespolečupracuje (není kompatibilní). Modelování složitějších těles, rotačních i stacionárních nástrojů je v tomto programu velmi náročné a ve většině případech i nemožné. Program nemá žádnou možnost výstupu pro CAM systém. Z těchto důvodů je pro mé racionalizační kroky v konstrukci nástrojů nepoužitelný a ani firma nehodlá do tohoto programu investovat a rozvíjet (nákup dalších licencí, vyšších verzí atp.).

1.4.2 Systém Unigraphics

UNIGRAPHICS je komplexní CAD/CAM systém zahrnující podporu pro široké spektrum činností v konstrukci a výrobě od prvního ideového návrhu přes výpočty, modelování, tvorbu dokumentace, programování NC obráběcích a měřicích strojů a simulaci obrábění až po kontrolu kvality, správu dat a projektů a integraci do podnikového informačního systému. UNIGRAPHICS je modulární systém, tj. každé pracoviště je možno konfigurovat podle potřeby. Přitom je možno moduly sdílet po síti (tzv. plovoucí licence) a konfiguraci je možno doplňovat podle potřeby (škálovatelnost).

UNIGRAPHICS je komplexní produkt jak z hlediska pokrytí procesů ve strojírenství, tak z hlediska plnosti a kvality funkcí. Díky své modulární stavbě nabízí řešení jak pro špičkové průmyslové aplikace, jako je letecký a automobilový průmysl, tak i řešení pro běžnou strojírenskou výrobu. Pro specificky zaměřené použití má UNIGRAPHICS k dispozici speciální sestavy modulů. Tyto komplety vždy plně pokrývají určitou oblast činností v technické přípravě výroby při pořizovací ceně na úrovni CAD nebo CAM systémů střední třídy.

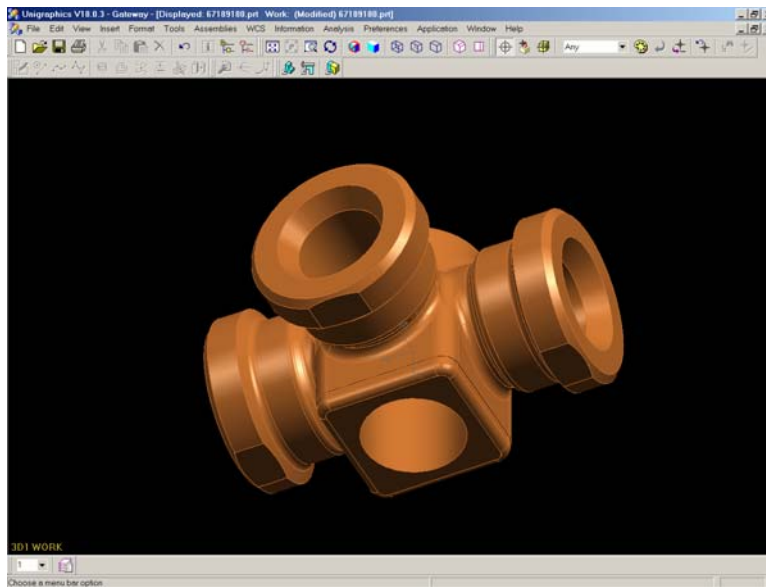
Všechna řešení jsou k dispozici pro prostředí UNIX, Windows NT a Windows 2000. Uživatelské prostředí je typu Windows.

Systém Unigraphics, je tedy plně třidimenzionální systém s dvojnásobnou přesností, který umožňuje přesný popis téměř každého geometrického tvaru. Vytvořené těleso pomocí jednotlivých základních utilit nebo pomocí uživatelských utilit, vlastních skatchí nebo vytvořené transformací z jiného systému, lze plně manipulovat, analyzovat jej a vytvářet jeho výkresovou dokumentaci. Výsledkem je 3-D model, plně parametrický a asociativní jak s výkresy, tak i jako komponent v jednotlivých sestavách. Tento model je pak plně asociativní i v CAM sestavách, všechny změny na modelu a vygenerované dráhy nástroje jsou akceptovány a vedou ke změně dráhy obráběcího nástroje,

tz. Z konstruovaného modelu systém vygeneruje NC program pro řízení stroje, soubor „cutter location source file“ (CLSF), který je kompatibilní se stroji všech světových významných výrobců.

Systému Unigraphics, jak už bylo řečeno, je rozdělen podle funkce (modelování, obrábění, mechanismy atd.) do jednotlivých modulů.

Tyto moduly jsou podporovány základním modulem, který se nazývá Gateway (obr. 1.7). Tento modul musí být vždy nainstalován a slouží prostředí k propojení jednotlivých modulů. Tímto modulem nastavujeme veškerá nastavení prostředí UG (barvy, fonty, typy rendrování apod.). V tomto modulu lze pouze jednotlivé modely prohlížet a editovat zobrazení.

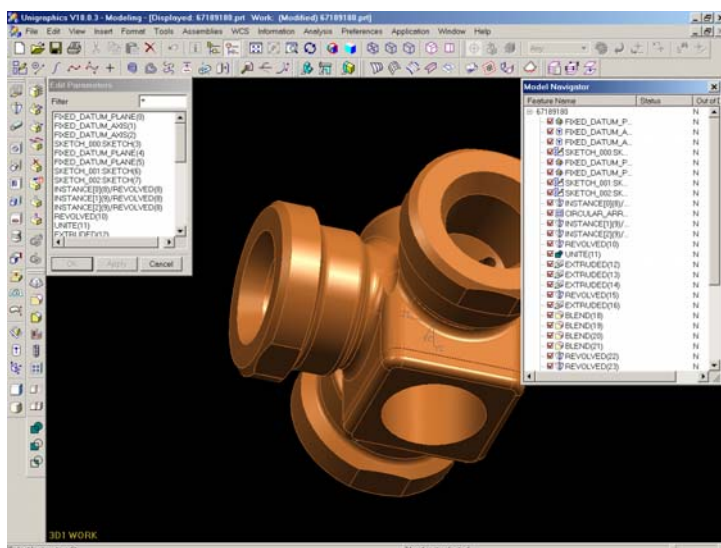


obr. 1.7 Modul Gateway

Mezi nejpoužívanější (základní) moduly patří následující moduly:

Modul Modeling (obr. 1.8)

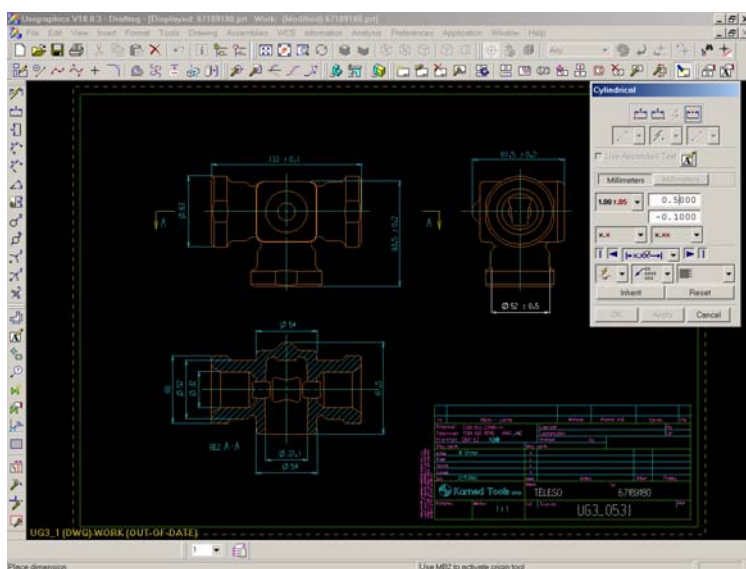
Slouží k vlastní tvorbě modelu, tělesa vytvořeného ve 3D prostoru. Tvorba objemového modelu se provádí tažením a rotací, sešíváním objemových těles z povrchů a prováděním Booleovských operací s 3D tělesy. Dále je možné modelovat pomocí předdefinovaných plně asociativních a parametrických konstrukčních prvků. Vytvořené soubory mají příponu *.prt a nazýváme je party.



obr. 1.8 Modul Modeling

Modul Drafting (obr. 1.9)

Vytváří asociativní výkresovou dokumentaci z objemového modelu. Tvorba výkresové dokumentace je jedním z logických pokračování po vytvoření vlastního modelu součásti nebo sestavy. Pouhou specifikací druhu pohledu a jeho umístění na formát je možné vygenerovat plně asociativní výkres s uživatelsky definovaným způsobem zobrazení skrytých hran a s možností automatického vytvoření všech používaných druhů řezů. Při změně geometrie modelu dochází k automatické regeneraci výkresu. Modul Drafting také obsahuje komplexní souhrn nástrojů pro kreslení kót, symbolů, značek, os a poznámek dle standardů ANSI, ISO, DIN a ČSN.



obr. 1.9 Modul drafting

Modul Assemblies

Modul pro sestavování komponentů do sestav pomocí připojovacích podmínek a práce v sestavách. Modul obsahuje řadu nástrojů, které umožňují práci v sestavách. Velmi užitečným prostředkem pro orientaci a rychlou práci se sestavou je grafický navigátor.

Modul Manufacturing

Umožňuje standardní soustružnické operace a jejich vizualizace, frézovací operace ve vrstvách, hrubovací i dokončovací operace dutin a kapes, 5-ti osé obrábění s rozsáhlými možnostmi řízení osy nástroje. Automaticky generuje sobory CLSF, data pro postprocesory obráběcích strojů. Umožňuje editaci a přístup do souborů CLSF.

Program Unigraphics je ideálním konstrukčním programem pro konstrukci a výrobu nástrojů. Nabízí širokou škálu programových nástrojů, jejich správným užitím je možné některé konstrukční práce výrazně racionalizovat.

1.5 Oblast možné racionalizace

Z předchozích statí, Konstrukční práce ve firmě a Výkresová dokumentace jednoznačně vyplývá potřeba racionalizace některých konstrukčních činností.

Jednou z oblastí racionalizace se jeví distribuce a manipulace s výkresovou dokumentací. Konstruktor musí neustále složitě vyhledávat a kopírovat výkresy pro následné útvary a výrobu. Opětovným vyhledáváním trpí nejen výkresová dokumentace, ale i konstruktor sám. Nevýhodné a neekonomické je také posílání konstrukčních návrhů faxem, kdy konstruktor musí nejprve vytvořit zmenšenou kopii a tu pak poslat.

Další oblastí možné racionalizace je pak samotná tvorba výkresové dokumentace a modelu při návrhu i konstrukci nového speciálního nástroje. Ve výkresové dokumentaci je jen málo prvků modularity. Výkresy jsou většinou pro jeden výrobek, není využíváno společných konstrukčních prvků. Modely jsou tvořeny od základu podle bodu 1.3.2.1 a využívá se pouze parametrických vlastností systému.

V těchto dvou oblastech je zapotřebí provést určitou racionalizaci.

1.6 Výběr vhodného sortimentu nástrojů

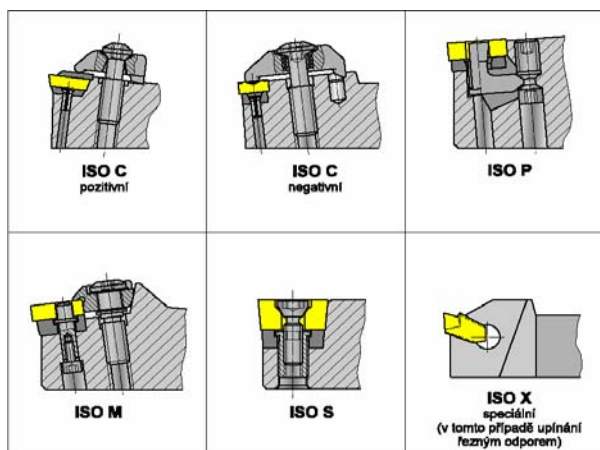
Při výběru vhodného sortimentu nástrojů pro racionalizaci, musíme vzít v úvahu dvě kritéria.

1. Výběr sortimentu nástrojů s ohledem na produkci jednotlivých typů nástrojů nabízených a vyráběných firmou Karned Tools s.r.o.
2. Výběr nástrojů s ohledem na možnosti výpočetní techniky

1.6.1 Výběr nástrojů s ohledem na produkci

Firma Karned Tools s.r.o., přední výrobce řezných nástrojů nabízí nástroje pro obrábění kovů, dřeva a plastických hmot. Nástroje pro obrábění kovu jsou hlavním produktem firmy, tvoří asi 70% výroby. Ze široké škály řezných nástrojů pro obrábění kovu, firma nabízí především nástroje s VBD (s vyměnitelnou destičkou). Patří sem stopkové, nástrčné a kotoučové frézy, soustružnické a hoblovací nože, záhlubníky, vrtáky atd. obr. 1.10. Nástroje s VBD nabízí firma s různým typem upínání. Příklady upínání dle obr. 1.4.6 . Co se týče systému upínání VBD, firma vyrábí přibližně ze 70% upínání ISO S, destičku upínanou šroubkem.

Nejvhodnějším nástrojem s ohledem na produkci, jsou jednoznačně nástroje s VBD, s destičkou upínanou šroubkem (ISO S).



obr. 1.10 Příkladu způsobu upnutí VBD

1.6.2 Výběr nástrojů s ohledem na programové vybavení a konstrukci

Z hlediska konstrukce provedení jednotlivých nástrojů a s ohledem na programové vybavení se jeví jako nejideálnější nástroje s VBD. Nástroje monolitní a rychlořezné mají mnoho přechodových ploch, těžko se definují a obtížně modelují. U nástrojů s VBD konstrukčně řešíme pouze těleso nástroje a uložení VBD. VBD nejsou výrobním programem firmy.

Pozn.: VBD pro nástroje firmy Karned Tools s.r.o. dodává firma Pramet Tools s.r.o. a naopak. Těleso pro nástroje Pramet Tools dodává firma Karned Tools.

Způsoby upnutí VBD (obr. 1.10)

ISO P – tento způsob slouží k upínání negativních destiček s válcovým otvorem a to jak s utvářecí tak bez nich. Upnutí destičky je realizováno úhlovou pákou, která po dotažení šroubku dotlačí destičku do lůžka v držáku. Držáky s tímto systémem upínání VBD zajišťují přesné a spolehlivé upnutí VBD. Jejich nejčastější použití je pro dokončovací i hrubovací operace (univerzální využití).

ISO M – tímto způsobem se upínají VBD stejného typu jako u systému ISO P. V tomto případě je destička nasazena na pevný čep, němuž je dotlačována upínkou, která současně fixuje VBD i shora. Tento typ se využívá pro hrubování.

ISO C – Tento systém slouží k upínání negativních i pozitivních VBD bez otvoru a to jak s utvářecí tak i bez nich. Destička je v lůžku držáku stabilizována upínkou dotahovanou šroubem, pod níž se u některých typů destiček vkládá ještě příložný utvářec. Systém C ztrácí v současné době svůj význam, je s výhodou nahrazován systémem upínání S.

ISO S – S tímto systémem se upínají VBD na nožích a frézách menších rozměrů. Upnutí je v tomto případě realizováno speciálním šroubkem, procházejícím kuželovým otvorem VBD. Dotažením tohoto šroubku je destička fixována v lůžku nožového držáku nebo tělesa frézy.

ISO W – Tento typ upínání je využíván pro upnutí VBD bez otvoru a to s utvářecí i bez utvářeče. K upnutí se využívá upínacího klínu, který společně s diferenciálním šroubem, dotlačí VBD do klínové drážky (lůžka) frézy. Systém upínání se používá hlavně pro hrubovací frézy a frézy velkých průměrů.

Ze způsobu upnutí je z konstrukčního hlediska nejvýhodnější upínání upínkou - ISO C nebo upínání ISO S - upínání šroubkem. S přihlédnutím k předcházejícímu bodu 1.5.1, volíme raději upínání ISO S.

Z konstrukčního hlediska je to nejjednodušší systém upínání. Poloha destičky je v lůžku vždy přesně definovaná. Destička sedí na třech rovinách (ideální stav) a polohou šroubku je dotlačována. Ve skutečnosti VBD sedí na jedné rovině (spodní plocha lůžka), přímce (jeden bok lůžka) a bodu (druhý bok lůžka). Nástroj s tímto upínáním se nejen jednoduše konstruuje, ale také jednoduše a produktivně vyrábí.

Z těchto důvodů, s ohledem na možnosti výpočetní techniky a s ohledem na produkci, volím pro racionalizaci právě tento typ upínání. Vhodným typem nástrojů pro racionalizaci se tedy jeví **nástroje s vyměnitelnými destičkami, upnutými šroubkem za střed VBD**. Jako obecný model budu brát rotační nástroj, frézu v nástrčném a stopkovém provedení.

Pozn. Stacionární nástroje (soustružnické nože apod.) jsou většinou jednodušší a konstrukčně nejsou tak náročné. Racionalizace rotačních nástrojů pak jde aplikovat i na tyto nástroje.

2. Návrh principu řešení racionalizace

Z předchozího popisu konstrukčních prací jsou patrné některé procesy v konstrukční práci, které je třeba nějakým způsobem urychlit a zefektivnit. Racionalizace konstrukčních prací by dle bodu 1.5 měla řešit dvě základní oblasti :

1. Konstrukci řezného nástroje, tvorbu modelů a výkresů
 - zkrátit dobu návrhu a konstrukce nástroje
2. Distribuci a manipulaci s výkresovou dokumentací
 - s tím je spojeno také jednodušší a rychlejší vyhledávání výkresů a její archivace.

2.1 Racionalizace konstrukce řezného nástroje

Při vlastním návrhu a konstrukci nástroje provádíme v některých případech opakovaně naprosto stejné konstrukční kroky, jako je například tvorba stopky, tvorba lůžka VBD apod. Cílem by mělo být tyto opakované konstrukční práce racionalizovat.

2.1.1 Princip řešení

Principem řešení racionalizace by měla být knihovna elementárních předem známých částí (modelů) řezného nástroje, z kterých by se nástroj složil. Snahou je některé konstrukční celky unifikovat a ty potom přednostně při konstrukci speciálního řezného nástroje používat. Toto řešení nám přinese několik výhod.

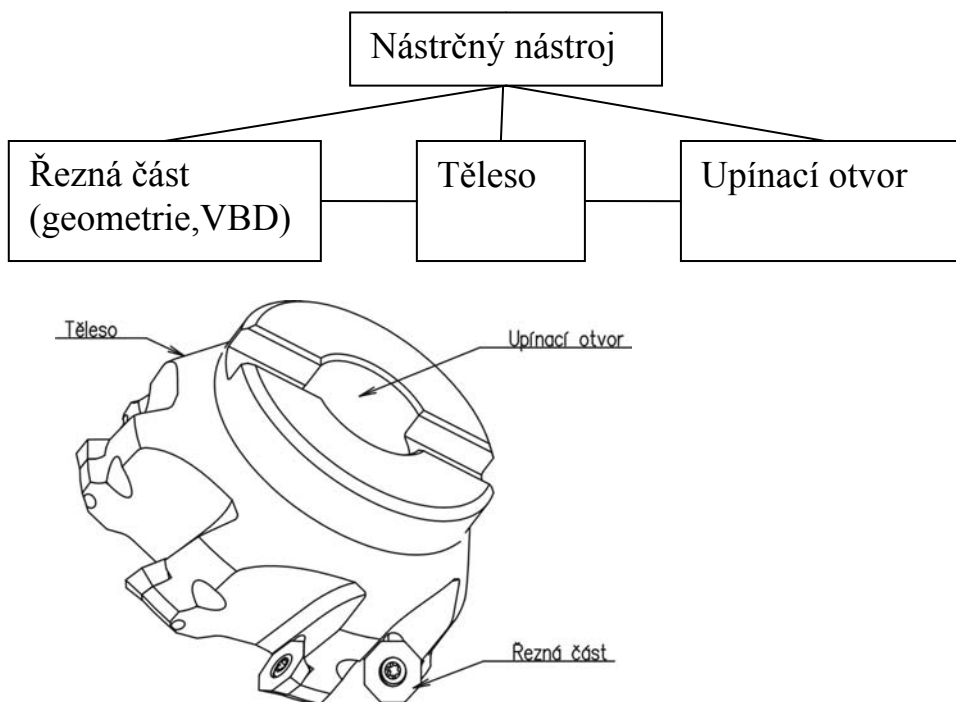
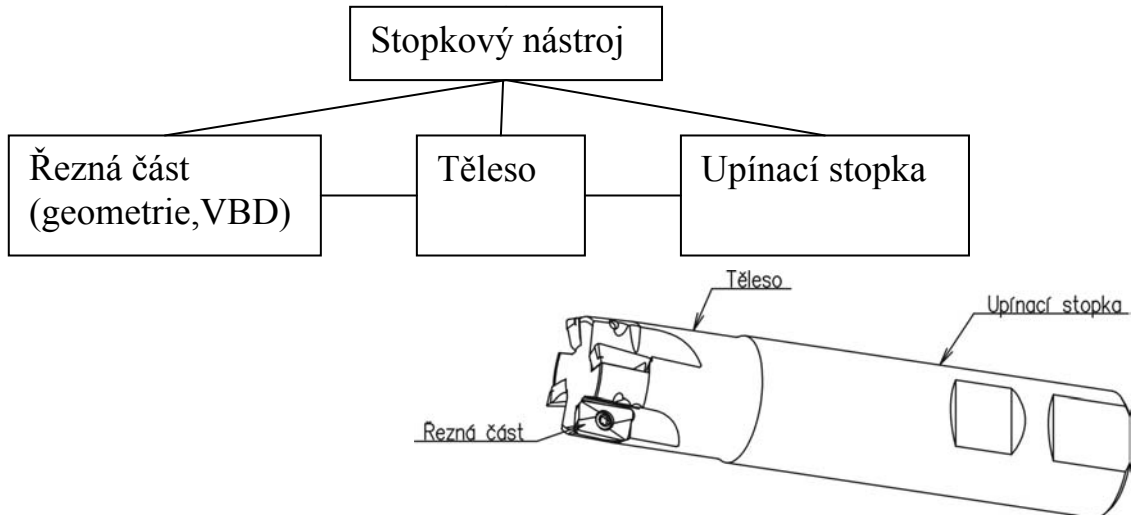
1. Vlastní konstrukce speciálního nástroje se výrazně zrychlí
2. Zjednoduší se výrobní dokumentace, výkresy mohou být společné pro několik výrobků
3. Zvýší se kvalita konstrukční práce, konstrukční celky jsou prověřeny
4. Úsporu v dalších útvarech (technologie, TPV atd.)

Nástroj lze obecně rozdělit do tří základních částí:

- a) řezná část
 - v našem případě to bude VBD včetně uložení a řezné geometrie
- b) těleso
 - spojuje řeznou část s upínací částí
- c) upínací část
 - umožňuje upnutí nástroje do obráběcího stroje

Jako příklad uvádím rotační nástroje, rozdělené do dvou základních skupin:

- stopkové nástroje
- nástrčné nástroje



ad a) Řeznou částí rozumíme uložení VBD nebo kazety s VBD. Uložení VBD je různé podle vlastní geometrie nástroje a také podle typu upínání VBD (pákou, šroubkem, upínkou atd.). Pro jednotlivé tvary VBD a způsoby upínání je možno vytvořit konstrukční celky a vytvořit, tak určitou knihovnu různých lůžek s VBD. Knihovna bude obsahovat jednoduché vyobrazení, specifikaci VBD a její polohu. Při výběru z knihovny bude možno několika parametry zvolit geometrii budoucího nástroje.

ad b) Tělesem rozumíme vlastní tělo nástroje bez upínací části a VBD. Tato část je pro každý nástroj velmi rozdílná a proto ji předem nelze dost dobře popsat. Těleso tvoří vlastně hmotu do kterého je vloženo lůžko a zubová mezera, vytváří přesahy VBD, určuje vlastní tvar nástroje, nese v sobě chladicí otvory, spojuje řeznou část se stopkou nebo tvoří hmotu pro upínací otvor. Tvar je tedy závislý na mnoha faktorech a je vždy jedinečný. Proto nemá smysl nějakou knihovnu vytvářet. Jedná se však většinou o těleso (objekt) jednoduchého tvaru a v plně parametrickém systému Unigraphics se dá lehce vytvořit. Těleso vytvoříme rotací základní skici z základní roviny X-Y.

ad c) Upínací část nástroje nám zajišťuje upnutí nástroje do upínače stroje. U stopkových nástrojů jsou to upínací stopky a u nástrčných, upínací dutiny. Provedení a tvar upínacích stopek a dutin je normalizované a norma doporučuje také velikost pro daný průměr nástroje. Stopku bude tvořit předem definované těleso, které se připojí k nástroji. Knihovna upínacích stopek bude obsahovat jednoduché vyobrazení, název nebo číslo normy a velikost upínací stopky.

Pro nástrčné nástroje bude vytvořen negativní tvar upínací dutiny a ten bude od nástroje odečten. Odečtením se vytvoří odpovídající upínací dutina. Knihovna těchto dutin bude obsahovat jednoduché vyobrazení název nebo číslo normy a velikost upínacího průměru.

2.1.2 Tvorba knihovny

Vytvoření knihovny je velmi náročné, patří vždy mezi nejsložitější operace systému. Obecně lze říci, že knihovny konstrukčních celků a prvků tvoří vždy know-how firmy a patří mezi nejdůležitější prostředky konstrukce.

K vlastní konstrukci řezného nástroje používáme, jak už bylo řečeno, systém Unigraphics (představen a popsán v bode 1.4.2). Ke tvorbě knihoven se pokusíme využít jeho modul UDF (uživatelé definované prvky), který umožňuje předem vytvořit prvek a ten následně využít pro tvorbu nového modelu.

2.1.2.1 Uživatelé definované prvky (UDF)

Program Unigraphics nabízí uživatelům možnost tvorby vlastních konstrukčních prvků a to právě pomocí modulu UDF. Tato volba umožňuje přidat k základnímu tělesu uživatelem dříve vytvořené prvky (feature). Uživatelé definované feature jsou tvořeny s předem vytvořených modelů, které byly zhotoveny s použitím dostupných prostředků modeláře. UDF musí být vytvořena v absolutním souřadném systému. Při tvorbě UDF můžeme stanovit vstupní

parametry, které budeme zadávat při každém vložení. Vstupními parametry volíme parametry, které se budou měnit. U součástí normalizovaných součástí není důvod tyto vstupní parametry zadávat a udáváme pouze polohu. Editovat použité UDF lze pomocí zadávaných parametru, nebo jednotlivé parametry možno opravit v seznamu parametrů *Tools* → *Expressions*. Lze také doplňovat a zcela přetvářet vložené UDF pomocí funkce *Expand UDF*. Vložené UDF se rozloží na základní prvky, z kterých vznikalo. V seznamu parametrů pak lze editovat veškeré parametry modelu.

Modul UDF se jeví jako ideální prostředek pro tvorbu vlastních knihoven, zejména knihoven normalizovaných nebo pevně daných konstrukčních prvků.

Pozn: Modul UDF je samozřejmě placený a jeho hodnota není malá. Pro menší firmy postačí jedna plovoucí licence, kterou si mohou jednotliví uživatelé přejímat.

2.2.2.1 Obecný postup při tvorbě knihovny

Vzhledem k složitosti a náročnosti práce, bude postup tvorby knihovny bude v některých bodech pouze naznačen. Některé body se dají jen velmi těžko popsat a vždy záleží na konkrétním modelu a konstrukci řezného nástroje. Uvádím tedy pouze zcela obecný postup bez detailního pohledu.

1. Vytvoření konstrukčního celku nebo prvku pro budoucí UDF

K vytvoření modelu používáme všech možností systému. Vždy se však snažíme, aby model byl vytvořen co nejjednodušeji, nejpřehledněji a s co možná nejmenším množstvím parametrů. Konstruktor musí už předem přesně vědět jakým způsobem bude umisťovat budoucí UDF do modelu. Model má být vždy sestaven tak, aby se dal jednoduše a ve správné poloze vkládat do budoucího modelu a také jednoduše a přehledně editovat.

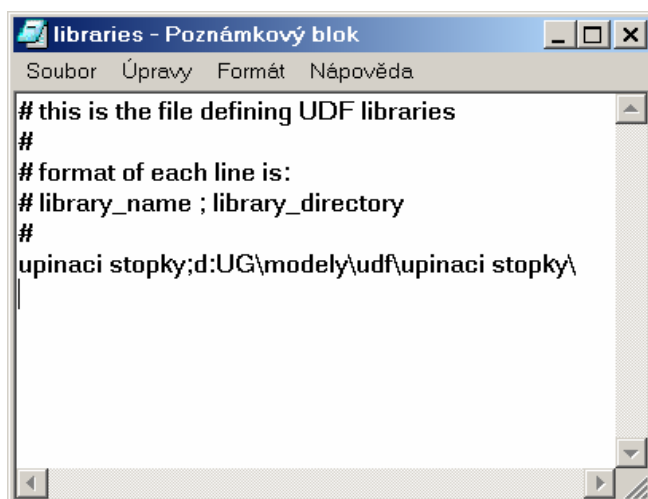
Pozn.: Tento bod je nejnáročnější a vyžaduje značnou zkušenost konstruktéra. Konstruktor musí předem definovat systém vkládání, určit reference apod.

2. Vytvoření adresáře knihovny

Pro vlastní knihovnu je potřeba nejdříve vytvořit kmenový adresář UDF textovým souborem *libraries*, určující název a cestu knihovny. Do tohoto adresáře vložíme podadresář s názvem knihovny *upinaci stopky*.

Textový soubor *libraries* musí mít tuto podobu (obr.: 2.1):

```
# this is the file defining UDF libraries
# format of each line is:
# library_name ; library_directory
upinaci stopky;d:UG\modelery\udf\upinaci stopky\
```

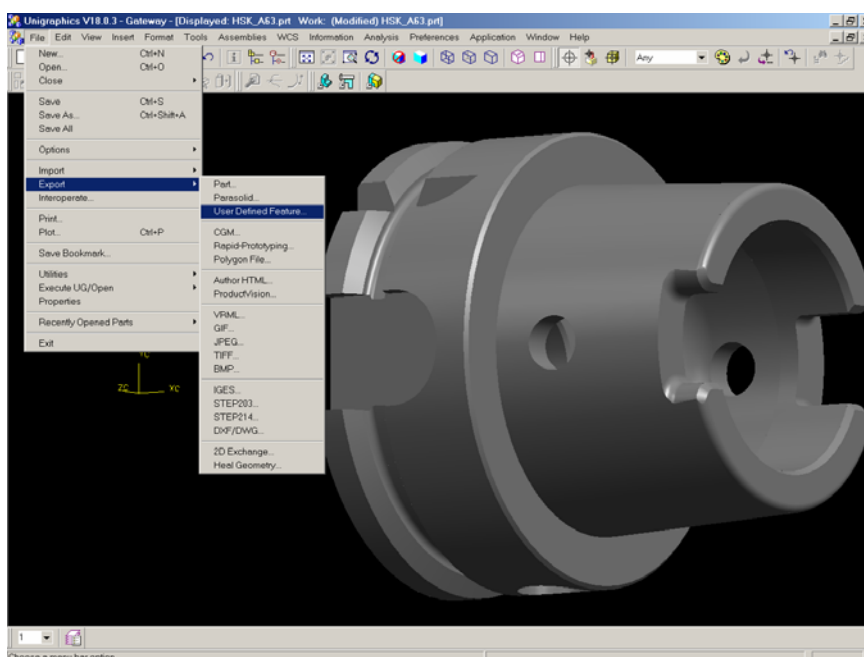


obr. 2.1 Textový soubor knihoven

3. Z modelu (konstrukčního prvku) vytvoříme UDF

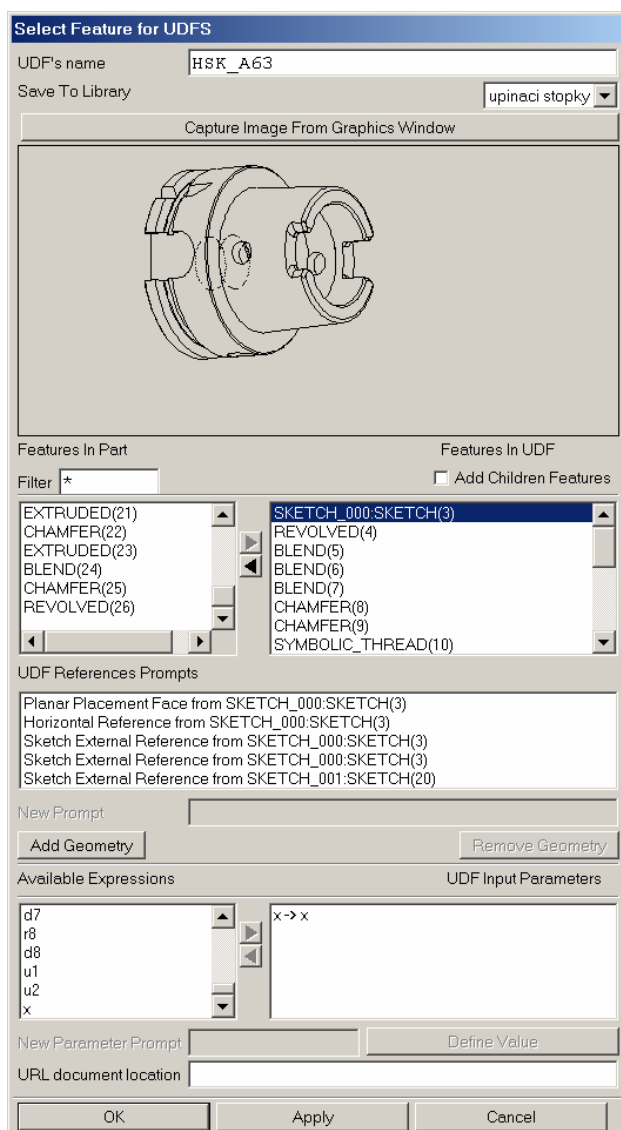
V systému Unigraphics načteme připravený model podle bodu 1. a exportujeme do UDF (obr. 2.2). Export provedeme po provedení následujících příkazů:

File → Export → User Defined Feature



obr. 2.2 Export UDF

Otevře se zadávací tabulka knihovny (obr. 2.3), do které exportujeme náhled modelu (v našem případě stopky), zvolíme název modelu (UDF) a knihovnu do které chceme UDF uložit. Název modelu volíme tak, aby byl výstižný a jednoznačně popsal danou součást. Nejlépe psát přímo název normy a rozměr. Dále vybereme potřebné prvky (operace) a zvolíme potřebné zadávací parametry.

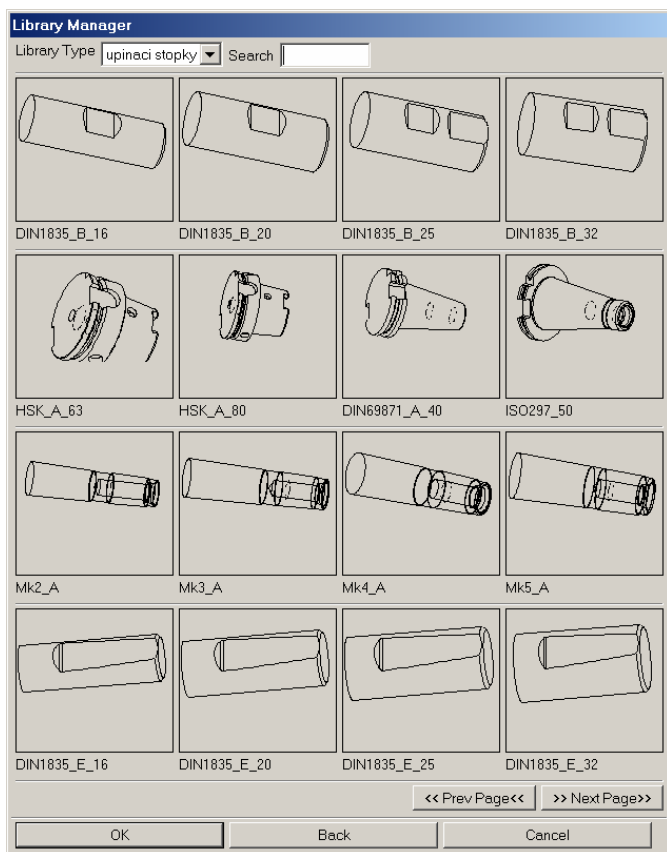


obr. 2.3 Zadávací tabulka UDF

Ze seznamu prvků (Featuru) vybíráme jen ty operace, které potřebujeme pro budoucí UDF. Systém nám hned ukazuje, které reference bude při vkládání UDF potřebovat pro zapozicování. V seznamu parametrů volíme zadávací parametry, které budou vyžadovány vždy při použití UDF.

4. Uložení UDF

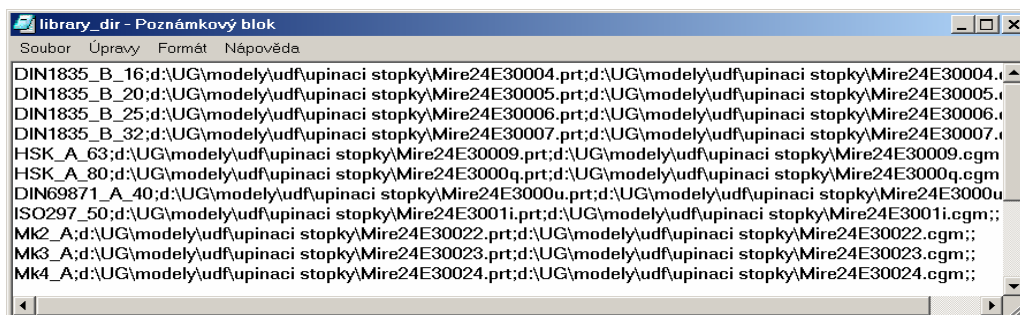
Vytvořené UDF uložíme do připravené knihovny, v našem případě do adresáře *upinaci stopky*. V adresáři se uloží pro jedno UDF dva soubory *.prt a *.cgm a pro celou knihovnu vznikne jeden textový soubor *library_dir*. Knihovnu je možné prohlídnout *Library Manageru* (obr. 2.4).



obr. 2.4 Vytvořená knihovna

5. Editace knihovny

Knihovnu možno editovat (odebírat jednotlivé UDF, měnit polohu apod.) pouze manuálním odebíráním souborů v adresáři, editací textového souboru *library_dir*, kde je možno přesouvat pořadí nebo mazat jednotlivá okna knihovny.



obr. 2.5 textový soubor *library_dir*

Editovat jednotlivá UDF nelze, dají se pouze odstranit a nahradit novým. Upravíme původní model a vytvoříme nové. V parametrickém systému jde úprava snadno a rychle.

Tímto postupem lze postupně vytvářet jednotlivé knihovny konstrukčních prvků a pomocí jich, pak tvářit potřebný model.

2.1.3 Vytvoření modelu pomocí knihovny (UDF)

Tvorba modelu v programu Unigraphics pomocí knihovny je velmi jednoduchá, dovoluje vytvářet náročné modely i méně zkušeným konstruktérům, ale je třeba dodržet určité zásady a postup.

2.1.3.1 Obecný postup při tvorbě modelu pomocí knihovny

1. Nejprve v programu Unigraphics založíme nový soubor a zapneme modul *modeling*.

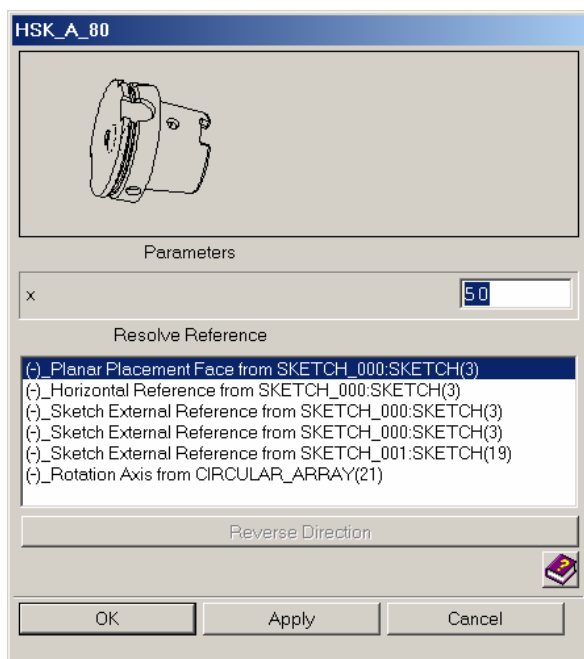
2. Vytvoříme základní roviny v absolutním souřadném systému, popřípadě další roviny pro zadávání referencí vkládaného UDF.

Pozn.: Nejjednodušší je si založit hned prvním krokem *Sketch* v rovině *X-Y* a základní roviny se vytvoří zároveň.

3. V panelu nástrojů vybereme příkaz pro vložení UDF a objeví se nám knihovna (obr. 2.4), ze které můžeme vybrat potřebné UDF. Kliknutím ho vybereme.

4. Kliknutím ho vybereme a objeví se zadávací tabulka (2.6). V tabulce je uveden název, vyobrazen tvar UDF, vypsány parametry a reference které je nutné zadat. Zvolíme tedy parametry (v našem případě je jen jeden parametr *x*), volíme jednotlivé reference a stiskneme OK.

Pozn.: Při zadávání správných referencí se v seznamu referencí vytváří závorkách znaménka +.

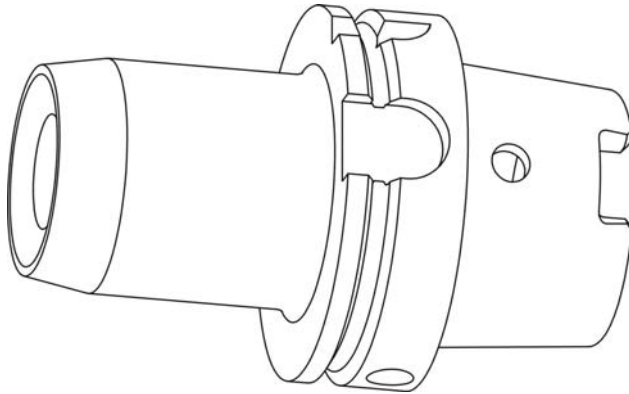


obr. 2.6 Zadávací tabulka UDF

5. UDF se vloží na určené místo a jeho poloha se dá editovat pomocí zadaného parametru nebo změnou referencí.

6. S vloženým UDF (konstrukčním prvkem) lze zacházet jako s primitivním tělesem nebo tělesem vytvořený tažením nebo rotací. Lze odčítat a přičítat k dalšímu tělesu.

V našem případě jsme vložily upínací stopku (HSK_A80), kterou připojíme (přičteme) k základnímu tělesu (obr. 2.7).



obr. 2.7 Upínací stopka + těleso

Dalším podobným vkládáním konstrukčních celků můžeme vytvořit celý řezný nástroj. Vlastní tvorba pomocí vkládaných konstrukčních prvků je tedy jednoduchá, nejtěžší je příprava konstrukčních prvků (UDF).

2.1.4 Výkresová dokumentace

Výkresovou dokumentaci tvoříme v programu Unigraphics, z modelu součásti. K tomuto účelu slouží *modul Drafting*, ve kterém je možno vkládat jednotlivé pohledy, řezy, detaily atd. . Ty jsou vždy asociativní s modelem, tak že v případě změny modelu, se automaticky upravuje také výkres. V předchozích odstavcích byla řešena racionalizace tvorby modelu pomocí knihovny konstrukčních prvků. Aby byla racionalizace úplná je zapotřebí také racionalizovat tvorbu výkresu, bez kterých zatím stále nelze vyrábět.

Pozn.: Ve firmě byla snaha o bezvýkresovou dokumentaci, vyrábět pouze podle modelu, ale zatím je to nereálné. Nutné by bylo drahé programové vybavení a vysoká kvalifikovanost výrobních dělníků.

Tvorba modelu pomocí knihovny, nabízí také možnost racionalizace ve výkresové dokumentaci. Principem řešení je připojení k jednotlivým konstrukčním celkům odpovídající výkresy. Každý konstrukční celek by měl svůj výkres a ten byl zahrnut do sestavy výkresové dokumentace.

Např. pro stopkovou frézu by byly nutné následující výkresy:

- výkres sestavy
- výkres stopky
- výkres lůžka
- polotovaru

Výkres sestavy

Nebude se jednat o klasický výkres sestavy, ale bude to výkres který musí obsahovat všechny potřebné údaje, které neobsáhnou výkresy konstrukčních prvků (v našem případě výkres stopky a výkres lůžka). Měl by zobrazovat celkový tvar, základní rozměry přes VBD, geometrii (polohu VBD), seznam příslušenství atd.. Také musí obsahovat seznam souvisejících výkresů a tepelné zpracování.

Výkres stopky

V tabulkové výkrese, bude dostatečně podrobně popsána celá rozměrová řada určitého typu stopky (normy). Výkres popisuje pouze provedení upínací stopky bez ohledu na konkrétní nástroj. Obsahovat by měl také opracování a geometrickou přesnost.

Výkres lůžka

Zobrazují pouze tvar a provedení lůžka bez ohledu na geometrii nebo nástroj. Lůžko je zapotřebí zcela uvolnit (nevztahovat ke konkrétnímu nástroji) a zakótovat polohu a tvaru lůžka k VBD.

Výkres polotovaru

Výkres zobrazuje tvar a provedení základní tělesa, bez zafrézování lůžek a zubových mezer. Výkres může být doplněn výkresem, některého z konstrukčních prvků (stopkou). Výkres je určen především pro operace soustružení, broušení a kontrolu. Výkres udává také polohu a text značení.

2.2 Racionalizace distribuce a manipulace s výkresovou dokumentací

V průběhu technické přípravy výroby, tak i v průběhu vlastní konstrukce je neustále manipulováno s výkresovou dokumentací. Pro každou zakázku je třeba vyhotovit výkresovou dokumentaci, z originálu jsou zhotoveny kopie a ty jsou pak předávány jednotlivým oddělením. Konstruktor musí v archivu neustále vyhledávat potřebné výkresy a trpí nejen konstruktor, ale hlavně originály samotné. Obnovování originálů je nejen časově náročné, ale i nákladné (pauzovací papír, cartridge apod.). Samotné vyhledávání výkresů z archivu je velmi zdoluhavé a namáhavé. Konstruktor navíc potřebuje některé výkresy, posílat zákazníkovi k odsouhlasení a to většinou faxem, takže je nucen udělat zmenšenou kopii a tu pak poslat zákazníkovi. Postupem doby se objevil také zajímavý fenomén, který je pochopitelný až po vžití se do pozice konstruktéra. Pracovníci si tisknou „náhledy“ výkresové dokumentace (nejen po jejím předání do výroby). Vede je k tomu zkušenost, že se jim osvědčilo mít dokumentaci zmenšenou (nejčastěji formát A4, A3) v tištěné podobě, v případě, kdy výroba či montáž nebo jiný útvar potřebuje konzultaci. Zde pak nastává problém, jak upravit výkresy velkých formátů do potřebného zmenšení. Navíc většina zákazníku dnes už vyžaduje zasílání výkresové dokumentace e-mailem.

Všechny tyto problémy by mohly být zjevně vyřešeny, kdyby program (systém Unigraphics), v kterém se výkresy vznikají byl více rozšířen mezi uživateli nebo byl více kompatibilní s běžnými programy typu AutoCAD.

Pozn: Unigraphics vytváří soubory typu *.prt a jen obtížně se dají složitější výkresy transformovat do souboru typu *.dwg nebo *.dxf.

Pro posílání výkresu e-mailem se nabízí možnost transformace do souboru typu *.jpg. Soubory tohoto typu jsou výborně komprimované, ale nelze se systémem získat výkres v takovém vizuálním provedení jako je tištěný originál (barevné rozlišení síly čar nelze převést do vizuální šířky apod.).

Pozn: Tyto poznatky jsem získal vlastním podrobným zkoušením

2.2.1 Princip řešení

Z možných řešení se mi jako nejschůdnější a nejvýhodnější nakonec jeví transformace výkresu ze systému Unigraphics z modulu drafting do postscriptového souboru *.ps (tisk do postscriptu) a pak dalším převodem do souboru typu *.pdf. Výsledkem je skutečně realistický výkres, s možností jednoduchého tisku na jakékoli běžné tiskárně a s možností zasílání e-mailem. Hlavní výhody postscriptu jsou popsány v bodě: 2.2.2.1.

2.2.2 Transformace (tisk) do postscriptového souboru

2.2.2.1 Postscript

Výraz „PostScript“ jako takový označuje programovací jazyk pro popis stránky. Tento jazyk byl vytvořen firmou Adobe Systems Inc. v roce 1982 speciálně pro účely grafických aplikací, díky čemuž obsahuje silné grafické funkce. Popis PostScriptu byl v té době volně k dispozici a v této formě existuje s výjimkou popisu písem dodnes. Zisk firmy Adobe zde pramení pouze z licenčních poplatků za překladače a RIPy osvitových jednotek.

Ke značnému a v podstatě definitivnímu rozšíření PostScriptu došlo v roce 1986, kdy si firma Linotronic vybrala právě PS z řady PDL (Page Definition Language) jazyků, které v té době na trhu soupeřily o pevné postavení.

PostScript je, stručně řečeno, sada matematických příkazů určujících, jak má být stránka rozvržena. Pro určení polohy objektů (text, grafické prvky...) je používán souřadnicový systém. Specifikace obsahují i jiné charakteristiky objektu, jako je hustota a úhly tiskového rastru, parametry tiskových bodů, barvy atd.

Popis stránky je vytvářen nezávisle na výstupním zařízení– vše, co je pro výstup nezbytné, je, aby tiskárna dokázala zpracovat postscriptový kód.

Hlavní síla PostScriptu je v jeho obratném zacházení s grafikou. Té se týká asi 30 % příkazů PostScriptu. Tyto příkazy, říká se jim operátory, umožňují přesnou změnu měřítka, úhlu natočení a vyplnění barvou pro určitý grafický prvek. Zde se dá s výhodou využít toho, že PostScript zachází s textovými objekty přesně stejně jako s ostatními grafickými prvky. Přesouvá je, obarvuje a mění velikost naprosto stejným způsobem.

Pozn: PostScript – Jazyk pro popis stránky

postscript – Data se strukturou definovanou jazykem PostScript.

Pro transformaci výkresu do postscriptu je nutné nastavit jak systém Unigraphics, z kterého výkres převádím, tak i základní systém v kterém pracujeme, v našem případě Windows.

2.2.2.2 Nastavení systému Unigraphics

Nastavení je nutné provést v následujících souborech:

1. Nastavení definičního souboru: *ug_metric.def*

...*UGS180\UGII\ug_metric.def*

- nastavit jméno plotru:

UG_defaultPlotQueueName: jméno plotru

- nastavit jméno serveru:

UG_defaultPlotServerName: jméno serveru

- nastavení používaných barev pro použití plotru a v našem případě postskriptu:

Plot Pen Assignments by Color - Controls the assignment of default plotter

pen numbers to the available display colors.

There are a total of 15 colors. Valid ranges are: [0 or greater]

2. V datovém souboru *ugii_env.dat* zjistit cestu *ugplot*

...*UGS180\UGII\ugii_env.dat*

- najít *UGII_PLOTQ_DIR=*

UGII_PLOTQ_DIR=\${SystemRoot}\system32\spool\ugplot

2.2.2.3 Nastavení systému Windows

Podle nalezené cesty nastavit v systému windows soubor *ugplot*

...*C:\WINDOWS (WINNT)\system32\spool\ugplot\ugplot.queueens*

- zapsat příkazové řádky postskriptového tisku:

PLRID=POSTSCRIPT

INTEGRITY_ID=0013

DSPNM=UGIIPS

PLTVEN=POSTSCRIPT

TYPE=E

MODEL=7600

SWITCHES=/AS/SP=MW/AR

OUTMOD=3

COMLN=

QUENAM=POSTSCRIPT

OUTDIR=D:\UG\POSTSCRIPT (nastavení cesty)

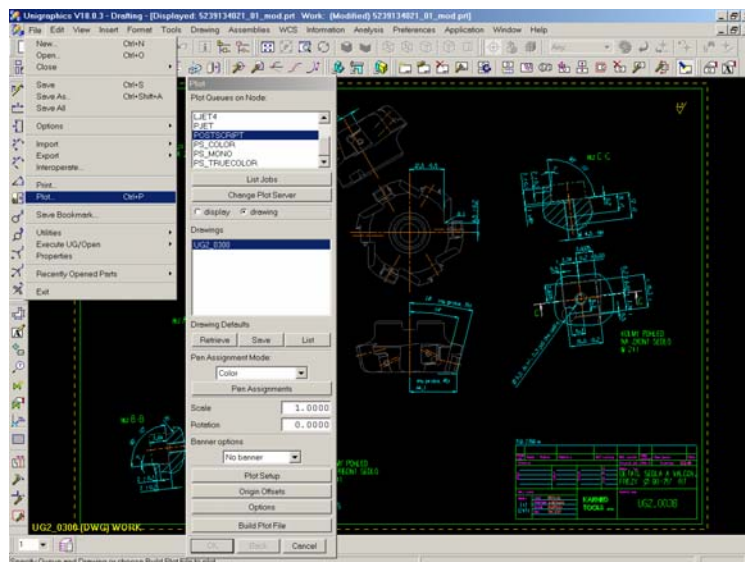
NPENS=16

DXBET=0

STPSZ=1440

- založit adresář (složku) *POSTSCRIPT* a cestu k němu zapsat do *ugplot*

Po tomto nastavení je nutné počítač restartovat, aby se načetlo nové nastavení systému. Po spuštění systému Unigraphics, modulu drafting a načtení výkresu je možné v nabídce *File* → *Plot* provést transformaci (tisk) výkresu do postscriptu. V seznamu plotrů vybrat postskript (název plotru) viz obr. 2.8.



obr. 2.8 Transformace (tisk) výkresu do postskriptu

Převedený soubor se objeví ve zvoleném adresáři (v našem případě adresář *postskript*). Soubor má příponu **.ps*.

2.2.3 Transformace souboru z postskriptu do PDF

Je potřeba načíst postscriptové soubory a převést je do formátu běžně užívaným širokou veřejností a s dobrou komprimací. Jednou možností se jeví formát **.jpg* nebo **.pdf*. Vzhledem k lepší komprimaci doporučuji ale přece jenom formát **.pdf*. Běžný uživatel tento formát načte bez jakéhokoli omezení, postačí mu nainstalovat si Acrobat Reader, freewareový proram.

2.2.3.1 Formát PDF

PDF je formát dokumentů vyvinutý firmou Adobe. Firma při jeho vývoji využila zkušeností s formátem PostScript. V roce 1993 vyvinula firma Adobe derivát Postskriptu, formát PDF. PDF má proti PostScriptu tu výhodu, že používá jak pro obrázky tak pro text a poté ještě pro celý soubor globálně komprese JPEG, ZIP, LZW případně CCITT. Lze jej tedy díky jeho malé velikosti použít pro elektronické publikování (elektronické dokumenty nebo elektronické varianty tiskovin, interaktivní dokumenty), v DTP praxi na korektur atd. Pokud jej není možné uložit přímo, lze PDF vytvořit buď tiskem do souboru ve formátu

PDF (k tomu je potřeba tiskový ovladač Adobe PDFWriter - hodí se spíše pro "menší projekty") a nebo konverzí stávajícího PostScriptu pomocí aplikace Acrobat Distiller. Pro prohlížení, případně editaci se používá Acrobat Reader nebo Acrobat Exchange. Hotovou stránku v PDF formátu lze v běžném prohlížeči oříznout, vyznačit na ní text nebo kreslit "zvýrazňovačem", dopisovat poznámky na "post-it lístky" a podle nastavených práv (formát PDF umožňuje zamknout na heslo upravování, prohlížení, tisk nebo kopírování ze souboru) kopírovat text přes schránku do dalších aplikací. Soubor může být chráněn heslem a to jak pro zápis, tak i pro čtení. Rovněž může být zakázán tisk souboru a přenos dat ze souboru přes schránku. Soubor obsahuje textové informace, vektorové i rastrové obrázky.

Firma ADOBE svůj formát prosazuje velmi cílevědomě a dnes se stal nepsaným standardem pro archivaci technických dokumentů. Originál ADOBE Acrobat Reader je zdarma a pokud to tvůrce *.pdf souboru nezakázal, můžete si dokumenty vytisknout, vytáhnout texty i obrázky a to vše na nejrozličnějších platformách.

Převod souboru z formátu *.ps do formátu *.pdf nám konverzí zajistí program Acrobat Distiller (obr.2.9):



obr. 2.9 Náhled programu Adobe Acrobat Distiller

Výsledný soubor *.pdf otevřeme v programu Acrobat Reader, volně šiřitelném programu. Aktuální verze 6 CE. Vytvořený výkres lze jednoduše a ve výborné kvalitě vytisknout (např. příloha č.5). Soubor výkresu formátu A2 má velikost přibližně 100 kB.

Takto vytvořený výkres ve formátu PDF, lze jednoduše nejen tisknout v požadovaných rozměrech, ale hlavně se dá jednoduše evidovat a vyhledávat. Konstruktor tak může ušetřit hodně času při vyhledávání výkresu při vývoji i výrobě, výkresy pro TPV a NC programátory nemusí kopírovat a předávat v papírové formě, ale může je elegantně poslat e-mailem. Zároveň si může vytisknout malý náhled a být tak připraven na pozdější konzultaci s výrobou. V případě konstrukčních návrhů, může své návrhy posílat přímo elektronickou poštou. Odpadá tak zdlouhavé zmenšování originálu a posílání faxem. Konstruktor tak může v některých případech ušetřit i několik hodin.

3. Konstrukční řešení vybraných nástrojů

3.1 Obecný postup a zásady konstrukce nástroje

V současné době se stále více uplatňují nástroje s vyměnitelnými břitovými destičkami (dále jen VBD) a také firma Karned Tools se dala touto cestou. Firma omezila nebo v některých případech výrobu nástrojů s připájenými břity dokonce i zrušila a jejím hlavním výrobním sortimentem se staly nástroje s VBD (soustružnické nože, frézy, vrtáky, záhlubníky, sdružené nástroje atd.).

V této kapitole se proto tedy budu zabývat konstrukcí nástrojů s VBD a s hlavní orientací na rotační nástroje – frézy.

Při návrhu a konstrukci řezných nástrojů používáme normy DIN nebo ISO (příloha č. 1) a řídíme se následujícími kroky.

Základní kroky v procesu konstrukce nástrojů:

1. Vyšetření výchozího povrchu nástroje
2. Stanovení předběžné geometrie
3. Zvolení tvaru a typu VBD
4. Volba počtu zubů
5. Určení připojovacích rozměrů.
6. Volba chlazení
7. Jakost materiálu tělesa, tepelné zpracování.

3.1.1 Vyšetření výchozího povrchu nástroje

Vyšetření výchozího povrchu nástroje je stěžejním krokem postupu konstrukce nástroje. Podle tvaru obráběné plochy, způsobu odebrání materiálu, dle možnosti obráběcího stroje, volíme povrch nástroje. V úvahu je nutné také brát jakost obráběného povrchu a v neposlední řadě také výkon, typ, kinematika a pracovní rozsah stroje. Podle možností pak volíme povrch nástroje tak, aby celý tvar obráběné plochy obrobil najednou nebo postupně. Při tomto vyšetřování je nutné zohlednit také přídavky pro další opracování, toleranci obráběné plochy apod.

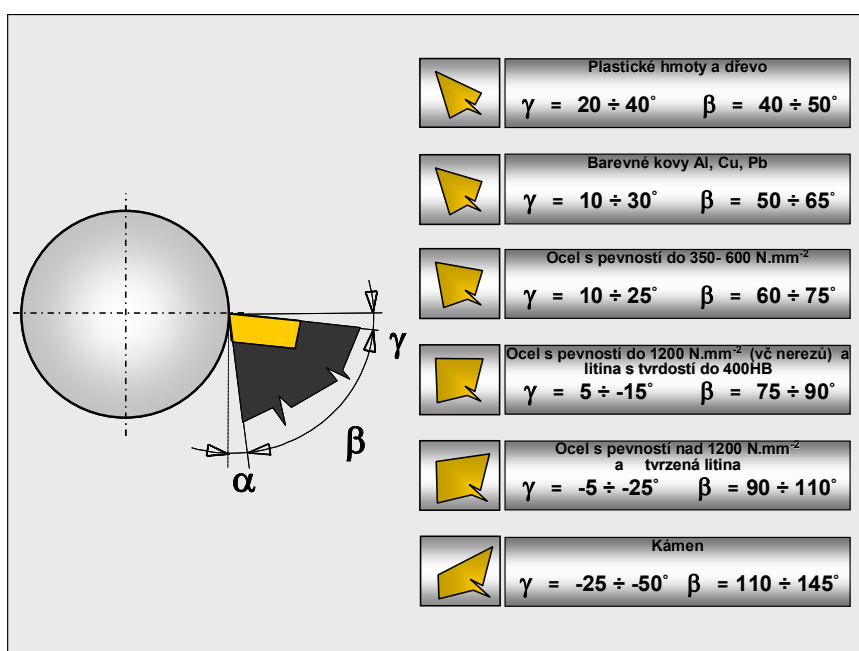
3.1.2 Stanovení předběžné geometrie

Podle obráběného materiálu (jakost, pevnost, opracování atd.) volíme předběžnou geometrii nástroje. Obecně lze stanovit podle *obr. 3.1*. Fréza na hliník bude mít výrazně jinou geometrii než fréza na kalené a nerezové materiály.

S předběžné geometrií volíme polohu VBD vůči řezu. Tuto geometrii pak lze samozřejmě ovlivnit tvarem utvařeče nebo spíše žlábkem na čele VBD.

Pozn.: Jsem si vědom, že v případě frézovacích VBD se nejedná o utvářec v plném slova smyslu, ale o žlábek, který tvoří geometrii nástroje a má vliv na trvanlivost (velikost fazetek atd). Lze jím docílit v negativně položeném lůžku, pozitivní geometrii.

Geometrie musí být také přizpůsobena konstrukci nástroje, aby v některém místě vlivem pozitivního náklonu nedocházelo k zeslabení těla nástroje apod.



obr. 3.1 Volba optimální prac. geometrie

3.1.3 Zvolení tvaru břitových destiček

Volba tvaru vychází z předchozích bodů. V úvahu musíme brát konstrukční, pevnostní, ekonomické a mnoho dalších hledisek. Volba tvaru VBD ($A=85^\circ$, $C=80^\circ$, $S=90^\circ$) je dána nejčastěji povrchem nástroje. Obecně lze také volit pomocí tab. 3.1 dle voleného kritéria. Velikost VBD (06, 09, 12...) by měla korespondovat s velikostí úběru. Příliš velká VBD nás omezuje v počtu zubů a také možné geometrii. Naopak nevhodně volená malá VBD nemusí vyhovovat pevnostně. Podle geometrie volíme podbrus destičky ($C=7$, $P=11$, $D=15$...). U malých průměrů nástrojů musíme geometrii korigovat, vlivem malého úhlu hřbetu při obvodovém kulacení nástroje. Při výběru je nutné vždy prověřit zda se daná VBD vyrábí v potřebné jakosti, typem utvařeče a v potřebné výrobní přesnosti.

kriterium volby	priorita volby						
	1	2	3	4	5	6	7
počet využitelných břitů	 *				 **		
stabilita při přerušovan. řezu	 *		 ***				
přístupnost k opěrnému kuželu							
odolnost vůči plastické deformaci	 *		 ***				
* závisí podle hloubky řezu a_p ** v případě, že máme možnost využít jak „ostrý“ tak „tupý“ roh posouvá se na pozici druhé volby *** v případě, že používáme „tupý roh“ přesouvá se na prvou až druhou pozici							

tab. 3.1 Volba tvaru VBD

3.1.4 Volba počtu zubů

Záleží na konkrétní konstrukci nástroje. Ve většině případech se snažíme o co největší počet zubů s ohledem na pevnost tělesa nástroje. Lůžko VBD musí být navrženo tak, aby se dalo pokud možno standardními nástroji vyrobit. Zubová mezera musí být však dostatečně velká, aby se nástroj nezahlcovaoval. Nebezpečí zejména u hrubovacích fréz, kde při frézování dochází k obrovskému úběru materiálu. Použít můžeme i nestejnomyšerné rozteče pro omezení chvění soustavy SNOP (stroj, nástroj, obrobek, přípravek).

3.1.5 Stanovení připojovacích rozměrů - upínání

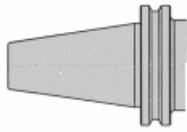
Vychází z konstrukce a velikosti nástroje a také z typu stroje pro který nástroj konstruujeme. Dle typu pak dělíme nástroje (frézy) na stopkové, nástrčné, modulární apod. V úvahu nutno také brát přesnost upnutí, otáčky nástroje a způsob přivedení chladicí kapaliny. Bezpečné a tuhé upnutí nástrojů v obráběcích strojích, zaručuje jejich klidný chod bez házení a má velký vliv na výslednou jakost povrchu. Mezi nejvýznamnější upínání patří:

- Morse kužel (nejčastěji MK2, MK3, MK4, MK5, MK6)



- Strmý kužel (SK30, SK40, SK50)

- automatizovaná výměna DIN 69871
- ruční výměna DIN 2080



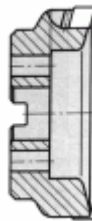
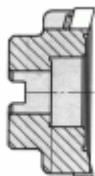
- Válcové stopka Weldon (DIN 1835-B)



- Válcová stopka Whistle Notch (DIN 1835-E)



- Upínací otvory (DIN 8030, DIN 138)



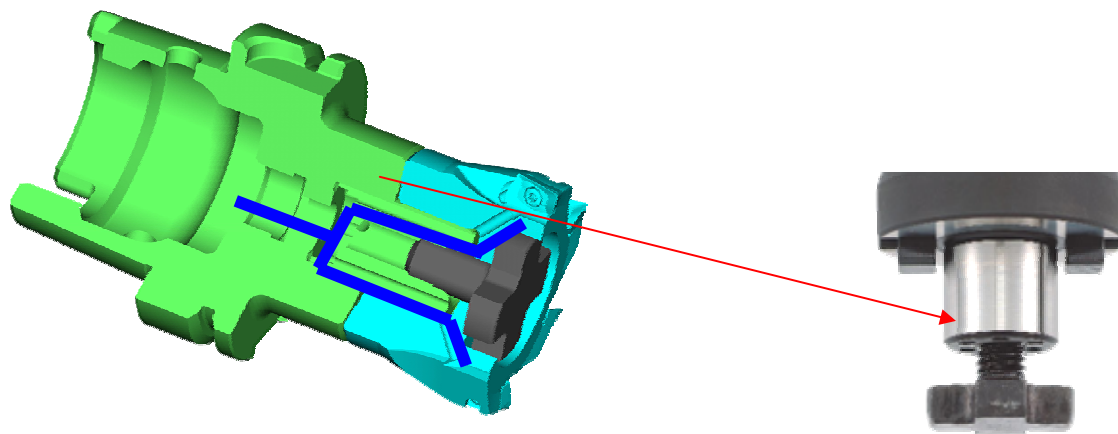
3.1.6 Volba chlazení

Zde mám na mysli, zda nástroj bude chlazen kanály vnitřkem vřetene, nebo jen proudem chladicí kapaliny z vnější strany (bez vnitřního chlazení). Hlavní úkoly chladicí (řezné) kapaliny:

- chlazení místa řezu
- mazací účinky, snižování tření
- odvod třísek z místa řezu
- řezný účinek (Rebinderův efekt)

Odvod třísek je nejdůležitější u vrtání, aby se třísky vyplavily žlábkem (může být ve tvaru šroubovice, rovná nebo jinak tvarovaná drážka) z místa vrtání ven. Pro dobrý odchod třísek je důležitý tlak a množství chladicí kapaliny přiváděného do řezu. Na nástroji se dá ovlivnit velikostí chladících otvorů. Pokud je to možné, volíme pro vrtání polohu horizontální, právě z důvodu dobrého výplachu třísek. Vrtáky, závrtné frézy, vnitřní nože a záhlubníky, pokud možno vždy s vnitřním chlazením. Vnitřní chlazení stopkových fréz vytvoříme pomocí středového otvoru od konce stopky a rozváděcími kanály (otvory) k místu řezu VBD. U fréz nástrčných je třeba zvolit upínání typ „A“, nebo k nástrojům dodat

těsnící přírubu, aby nedošlo k unikání chladicí kapaliny. V případě upínání typu „A“ je těsnění zabezpečeno válcovým šroubem s vnitřním šestihranem. Při upínání nástrojů do upínacích trnů, musí být i tyto trny s vnitřním výplachem (viz obr 3.2).



obr. 3.2 Upínací trn s výplachem

Vnitřní nože a vrtáky s vnitřním chlazením můžeme podle potřeby a možnosti stroje připojit na chladicí okruh pomocí šroubení (metrický nebo kuželový trubkový závit).

Pozn.: Obecně však platí: Než špatně chladit, tak raději nechladit vůbec, nebezpečí praskání VBD!

3.1.7 Jakost materiálu a tepelné zpracování tělesa

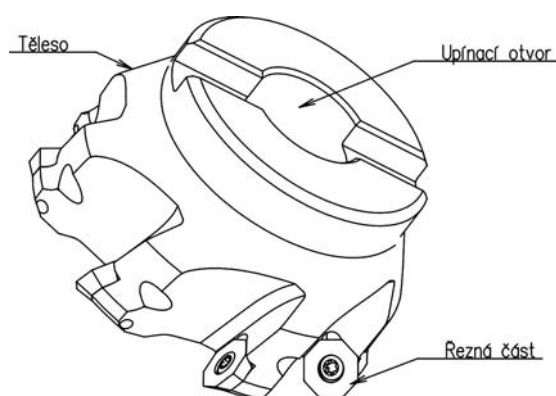
Podle velikosti a tvaru nástroje zvolíme vhodný materiál a jeho tepelné zpracování. Slabší nástroje předem zušlechťujeme na vyšší pevnost 38-42 HRC a po obrobení nitridujeme do hloubky 0,2- 0,3mm. Velké nástroje a nástroje pro špatné záběrové podmínky a těžké řezy, cementujeme a kalíme. Z ekonomického hlediska se jeví nejvýhodněji nástroje které jsou pouze zušlechtěny na vyšší pevnost. Konstruktor musí také brát v úvahu i skladové zásoby firmy. Hotové nástroje většinou černíme nebo eloxujeme. V poslední době se stále více používá pro úpravu povrchu niklování. Hlavní důvod je atraktivní vzhled a způsob odlišit se od konkurence.

3.2 Konstrukční řešení nástrčné frézy upínané šroubkem

Jedná se o rotační nástrčný nástroj s VBD upínanou šroubkem. Při návrhu a konstrukci se řídíme postupem popsáním v bodě 3.1. a normami DIN, které platí pro nástrčné frézy s VD. Jde především o následující normy:

DIN 8029-1	(ISO 7406)	Označování nástrčných fréz s VD
DIN 8030	(ISO 6462)	Frézovací hlavy s VD
		<i>Příloha č. 2</i>
DIN 138	(není ekvivalent)	Rozměry otvorů a drážek upínání
		<i>Příloha č. 3</i>

Nástrčnou frézu lze rozdělit podle bodu 2.1.1 na následující části:



- upínací část
- řeznou část
- těleso

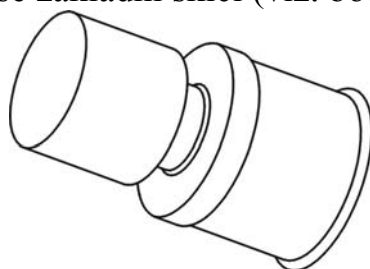
Z bodu 2.1.1 dále vyplývá, z kterých částí, konstrukčních celků lze vytvořit knihovnu a racionalizovat tak tvorbu modelu a konstrukci nástrčné frézy. Knihovnu tedy vytvoříme pro upínací a řezné části.

Jako příklad konstrukčně zpracujeme nástrčnou frézu $\varnothing 80\text{mm}$ s vyměnitelnou destičkou OFCM 05T305, počet zubů $Z=7$, upínání typ A. Frézu nazveme ISO-kódem 80A07R-S45OF05F dle DIN 8029-1.

3.2.1 Knihovna upínacích dutin

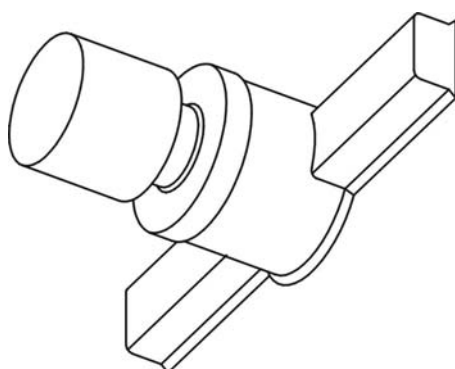
Upínací dutiny (otvory) popisuje jednoznačně norma DIN 8030 (příloha č.2). Podlé této normy lze jednoduše namodelovat negativní tvary dutin, vytvořit z nich UDF a knihovnu (dle bodu 2.1.2.2). Konstrukční prvky pak lze vybírat a vkládat. Negativní dutinu doplníme technologickým zápichem, sraženými hranami a zaobleními. Velikosti sražení zvolíme podle konstrukce, zaoblení podle technologie. Výsledný prvek je vyobrazen na obr. 3.3. Po vložení se prvek jen

odečte a vznikne požadovaná upínací dutina. Zatím, ale bez unášecí drážky. Model vytvoříme rotací se základní skici (viz. bod 1.3.2.1).



obr. 3.3 Negativní tvar upínací dutiny

Unášecí drážka se zhotovuje podle normy DIN 138 (příloha č.3). Norma podrobně popisuje tvar drážky včetně sražení, zaoblení a tolerance tvaru a polohy. Unášecí drážka je závislá na upínacím otvoru upínací dutiny, proto můžeme k negativnímu tvaru upínací dutiny připojit negativní tvar unášecí drážky. Negativní tvar drážky vytvoříme včetně zaoblení a sražení hran. Výsledné těleso, konstrukční prvek bude vypadat dle obr. 3.4.

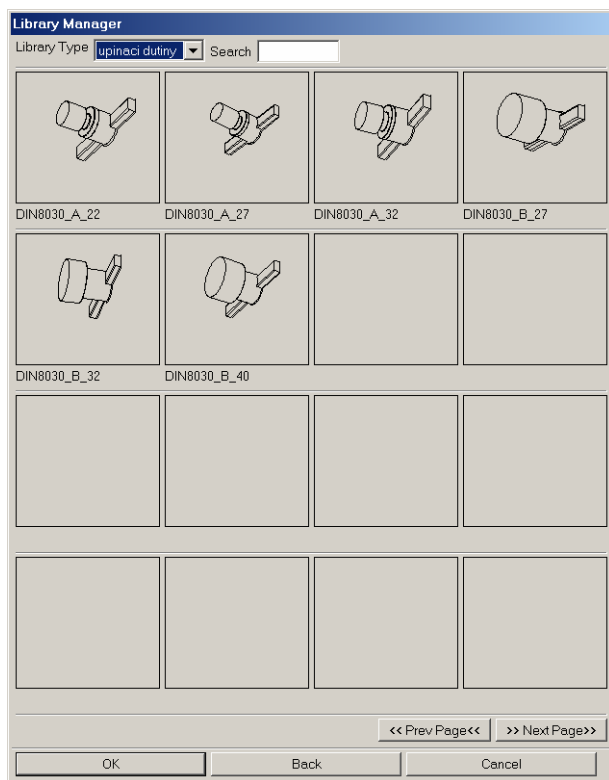


obr. 3.4 Upínací dutina + unášecí drážka

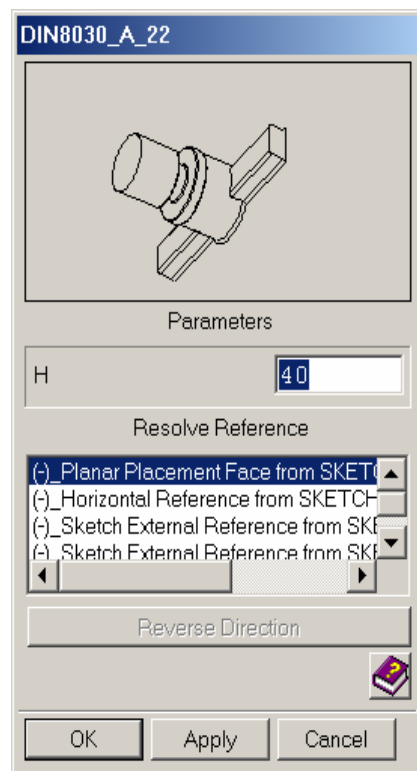
Takto připravený model převedeme na UDF a vytvoříme knihovnu podle bodu 2.1.2. Knihovnu nazveme *upínací dutiny* obr. 3.5. Jednotlivé upínací dutiny nazveme číslem normy, typem a velikostí upínacího otvoru. Příklad názvu: DIN8030_A_22. Jako zadávací parametr zvolíme vzdálenost dosedací plochy od čelní roviny nástroje a nazveme „H“. Umisťovat ho budeme na základní rovinu X-Y. Zadávací tabulka je uvedena na obr. 3.6. Vzhledem k tomu, že jde o normalizovaný tvar, další zadávací parametry už nejsou nutné.

Obdobným postupem vytváříme postupně celou knihovnu upínacích dutin. V případě nestandardních upínacích dutin, je třeba volit více zadávacích parametrů.

Pozn.: Editaci provádíme úpravou zadávacích parametrů, přístupné příkazem *edit parametr*. Nebo volíme příkaz *explode UDF* a vložené UDF se rozloží na jednotlivé prvky a ty pak lze editovat. Model se pak ale stává nepřehledným, obsahuje velké množství parametrů.



obr. 3.5 Knihovna upínacích dutin



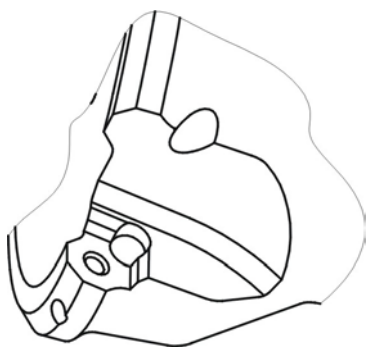
obr. 3.6 Zadávací tabulka

3.2.2 Knihovna lůžek

Řeznou část nástroje tvoří VBD uložená v lůžku nástroje a zubová mezeru. Lůžko frézy upínané šroubkem tvoří kapsa s upínacím závitem (obr. 3.7), která je spolu se zubovou mezerou zafrézovaná do základního tělesa. Lůžko musí splňovat dvě základní podmínky:

1. Funkčnost pro dané upínání VBD.
2. Musí být takového tvaru, aby se dalo jednoduše a kvalitně obrobit, pokud možno standardními nástroji.

Pozn.: Postup konstrukce tvaru a provedení lůžka je nad rámec této diplomové práce a tvoří vždy know-how dané firmy, proto zde nebude uveden.



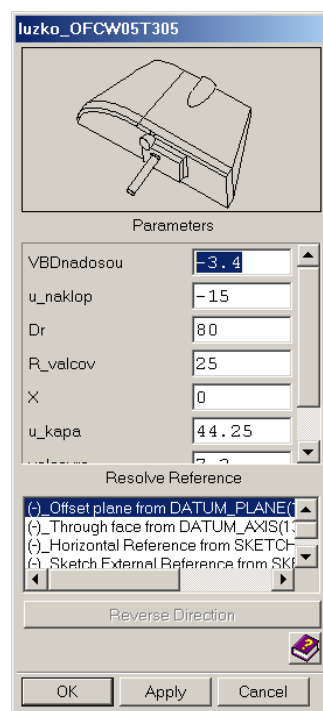
Pozn.: Zafrezování, které tvoří zubovou mezeru, se nazývá „válcování“. Jde o ustálený název používaný v Karnedu Tools.

obr. 3.7 Lůžko včetně zubové mezery pro VBD upínanou šroubkem

Lůžko spolu se zubovou mezerou vytvoříme v negativním tvaru. Jako základní rovinu použijeme čelní plochu VBD. Celý tvar lůžka a zubové mezery vážeme na tvar VBD. Poloha VBD vůči základním rovinám tvoří geometrii nástroje. Při tvorbě postupujeme podle bodu 1.3.2.1 (odstavec 5, vytvoříme negativ). Výsledný tvar lůžka (lůžko + zubová mezeru) je vyobrazen na obr. 3.9. Takto připraveného modelu vytvoříme knihovnu podle bodu 2.1.2. Knihovnu nazveme *lůžka* a jednotlivé konstrukční celky nazveme podle VBD, např. *luzko_OFCW 05T305_01*. V zadávací tabulce volíme jako zadávací parametry, parametry určující polohu VBD včetně parametrů souvisejících s polohou základní roviny lůžka (čelní rovina VBD), tvořící geometrii nástroje. Knihovna lůžek vyobrazena na obr. 3.8. Tabulka zadávacích parametrů dle obr. 3.9.



obr. 3.8 Knihovna lůžek



obr. 3.9 Zadávací tabulka

Pozn.: Knihovna lůžek bude obsahovat velké množství lůžek, z knihoven potřebných pro konstrukci nástrojů je nejrozsáhlejší. V této práci uvádím pouze několik typů lůžek. Z negativní tvaru lůžek, v některých případech, lze jen těžko vidět tvar VBD (vyobrazení v obr 3.10), proto je velmi důležitý popis.

Máme tedy připravené knihovny a můžeme začít modelovat nástrčnou frézu. Obecně se řídíme se bodem 2.1.3.1 a 1.3.2.1.

1. Nejprve vytvoříme základní těleso s předběžným tvarem odpovídající tvaru budoucí frézy a VBD zvolenou pro danou konstrukci. Soubor *.prt nazveme 80A07R-S45OF05F_mod. Těleso vytváříme podle bodu 1.3.2.1 (odst. 1, 2, 3).

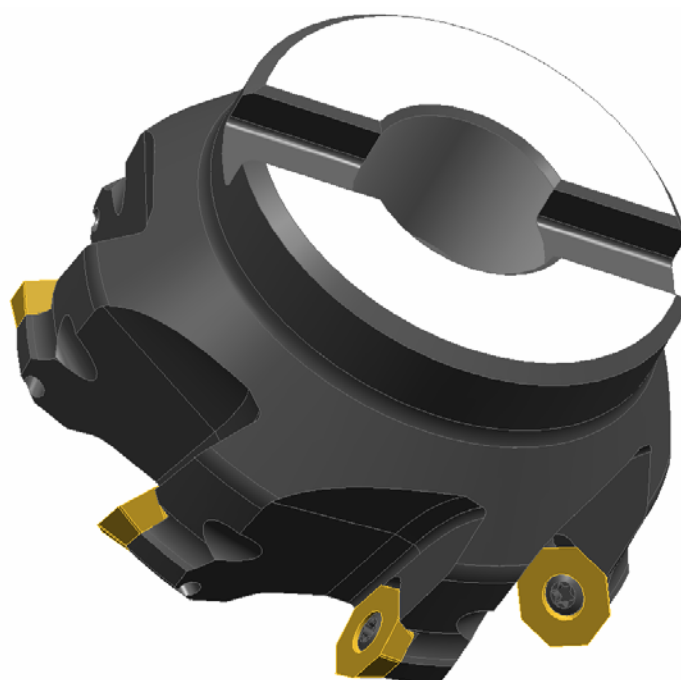
2. Do modelu vložíme z knihovny upínacích dutin dutinu, vhodnou pro navrhovanou frézu (pro náš příklad použijeme DIN8030_A_27) a odečteme od základního tělesa

3. Do modelu vložíme lůžko (luzko_OFCW 05T305) ve zvolené poloze (geometrii), pomocí zadávacích parametrů zadávací tabulky. Podle počtu zubů vytvoříme příkazem *instance feature* z lůžek kruhové pole a odečteme od základního tělesa.

Pozn.: náhled systému Unigraphics – Tvorba modelu viz. příloha č. 4.

4. Vytvoříme sestavu 80A07R-S45OF05F_top.prt a vložíme konstruovanou frézu a komponenty (VBD, šroubky). Těleso frézy upravíme podle přesahů a polohy VBD.

5. Z výsledného modelu (viz. obr. 3.10), vytvoříme výkresovou dokumentaci.



obr. 3.10 Výsledný model frézy 80A07R-S45OF05F

3.2.3 Výkresová dokumentace

Výkresovou dokumentaci vytvoříme, jak už bylo řečeno v *modulu drafting* (viz. 1.3.) přímo z modelu nástroje. Výkresová dokumentace musí jednoznačně popsat daný nástroj a zohledňovat technologii výroby. Dokumentace být tvořena tak, aby dovolovala užití konstrukčních prvků v různých sestavách nástrojů. Výkresovou dokumentaci nástrčné frézy bude tvořit: výkres sestavy, výkresy lůžka a polotovaru. Na výkrese polotovaru je zakótovaná i unášecí drážka a upínací dutina.

Pozn.: Výkres typizované upínací dutiny a unášecí drážky není efektivní zavádět, protože lze jednoduše zakótovat v pohledu (řezu) na výkrese polotovaru. Výkres polotovaru je tak i ucelenější a přehlednější.

Výkres sestavy (příloha č.5, 3-KOM-973-01-01)

Obsahuje veškeré příslušenství nástrčné frézy, tepelné zpracování a důležité rozměry včetně tolerance házivosti jednotlivých lůžek (VBD). Ve výkrese je přesně okótovaná poloha VBD a geometrie. Výkres je vždy doplněn náhledem 3D pohledu.

Výkres polotovaru (příloha č.6, 3-KOM-973-01-02)

Výkres zobrazuje rotační těleso s unášecí drážkou a bez zafrézování lůžek. Zakótovány jsou veškeré rozměry včetně rozměrů a tolerancí polohy unášecí drážky. Výkres dále obsahuje některé technologické rozměry (rozměr pro soustružníka) a udává polohu a text značení. Výkres je určen především pro operace soustružení, broušení a kontrolu.

Výkres lůžka (příloha č.7, 3-KOM-973-01-03)

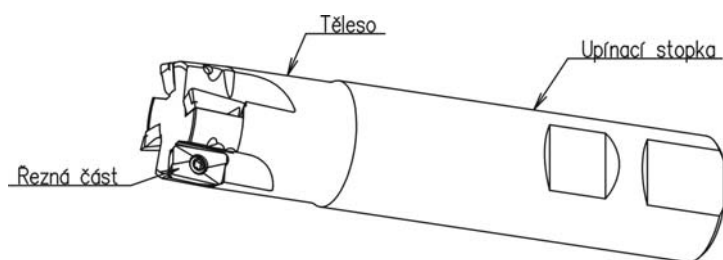
Výkres bude společný pro všechny nástroje se stejnou VBD a typem lůžka. Lůžko je kótováno tak, aby se dalo použít i pro nástroje jiné geometrie, která je popsána na výkresech sestav. Výkres je především určen pro obráběcí centra a kontrolu.

3.3 Konstrukční řešení stopkové frézy upínané šroubkem

Jedná se rotační nástroj s VBD upínanou šroubkem, s upínací stopkou. Při návrhu a konstrukci se řídíme postupem popsaným v bodě 3.1 a normami DIN, které platí pro stopkové frézy. Při konstrukci využíváme již známých konstrukčních prvků, využíváme tzv. modularitu. Využíváme následující normy:

DIN 8029-2	(ISO 7848)	Označování stopkový fréz s VD
DIN 1835	(ISO 3338)	Válcové upínací stopky fréz
<i>Příloha č. 8</i>		
DIN 228	(ISO 296)	Upínací stopky Morse
DIN 69871-1	(ISO 7388-1)	Stopka SK s automatickou výměnou
DIN 69893-1	(není ekvivalent)	Upínací stopka HSK typ A a C
DIN 2080	(ISO 297)	Upínací stopka SK s ruční výměnou

Stopkovou frézu lze rozdělit podle bodu bodu 2.1.1 na následující části:



- upínací část (upínací stopka)
- řezná část (lůžko s VBD)
- těleso

Z bodu 2.1.1 dále vyplývá, z kterých částí, konstrukčních celků lze vytvořit knihovnu a racionalizovat tak tvorbu modelu a konstrukci stopkové frézy. Knihovnu tedy vytvoříme pro upínací a řezné části.

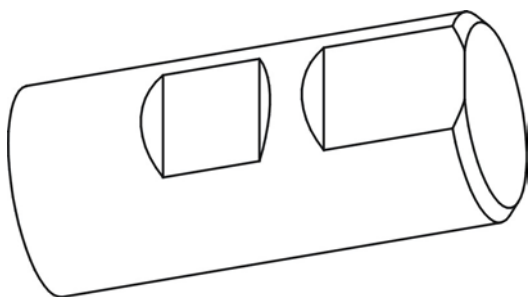
Jako příklad konstrukčně zpracujeme stopkovou frézu $\varnothing 25\text{mm}$ s vyměnitelnou destičkou APXT 11T3PD, počet zubů $Z=4$, upínací stopka weldon, délka vyložení $L_2=35\text{mm}$. Frézu popíšeme ISO-kódem 25A4R035B25-SAP11D dle normy DIN 8029-2 .

3.3.1 Knihovna upínacích stopek

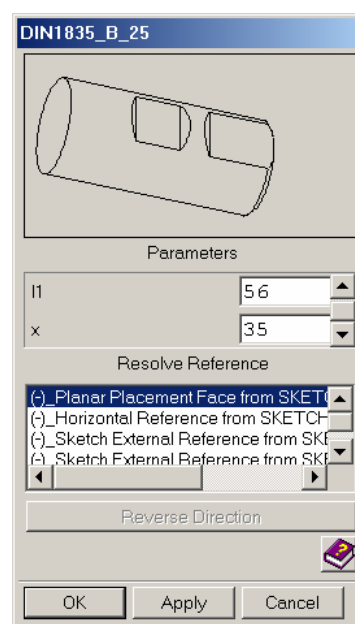
Pro racionalizaci konstrukce stopkových fréz je zapotřebí vytvořit databázi, knihovnu konstrukčních prvků - upínacích stopek.

V případě upínacích stopek, postupujeme podobným způsobem jako v předcházející stati Knihovna upínacích dutin (bod 3.2.1), jen stím rozdílem, že nebudeme vytvářet negativní tvary.

Vybranou upínací stopku, v našem případě Weldon (DIN 1835-E), vytvoříme přesně podle normy, včetně sražení. Model zhotovíme rotací ze základní skici v rovině X-Y, postupujeme podle bodu 1.3.2.1, odst. 1, 2, 3. Model stopky je vyobrazen na obr. 3.11. Model převedeme na UDF a vytvoříme knihovnu podle bodu 2.1.2.2. Jako zadávací parametr zvolíme celkovou délku stopky a vzdálenost vetknutí (vzdálenost stopky od čelní roviny nástroje). Knihovna vyobrazena na obr. 2.4, zadávací tabulka s parametry na obr. 3.12.



Obr. 3.11 Model stopky DIN 1835-B25

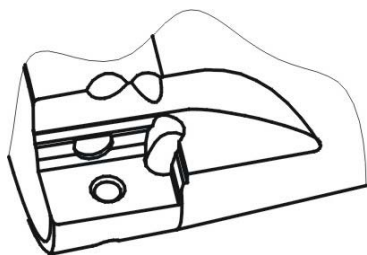


Obr. 3.12 Zadávací tabulka stopky DIN1835-B25

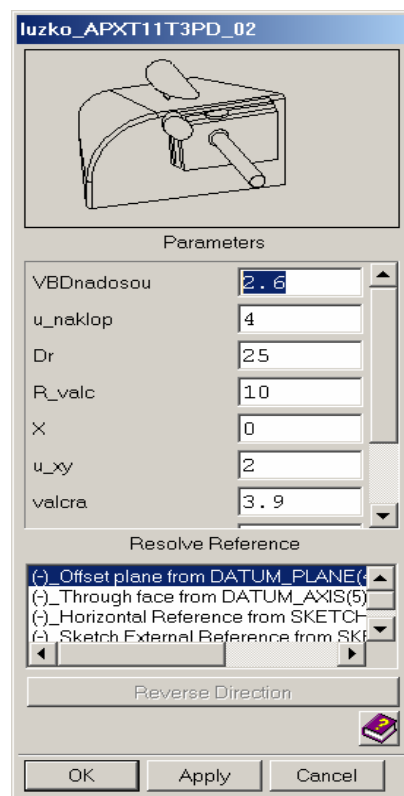
Obdobným postupem vytváříme postupně celou knihovnu upínacích stopek obr. 2.4. Jako zadávací parametr vždy uvádíme délku vetknutí a model vytváříme vždy v základní rovině X-Y.

3.3.2 Knihovna lůžek

Řezná část stopkové frézy je principiálně shodná s řeznou částí nástrčné frézy, způsob vytvoření bude shodný. Vytvořený konstrukční prvek bude uložen do stejné knihovny - *luzka*. Tvar a provedení lůžka pro VBD (APXT 11T3PD) dle obr. 3.13. Tvar lůžka musí, jako v předchozím případě (bod 3.2.2), splňovat vyrobiteľnosť pomocí standardních nástrojů a funkčnost upnutí VBD. Vytvořený negativní tvar včetně zubové mezery je patrný v náhledu zadávací tabulky (obr. 3.14). Knihovna lůžek viz. obr. 3.8. Zadávacími parametry určujeme polohu VBD (geometrii) a také tvar zubové mezery. Tvar zubové mezery volíme tak, aby zub frézy vyhověl pevnostně a zubová mezera šla jednoduše obrobit. Konstrukční prvek lůžko, nazveme *luzko_APXT11T3PD_02*.



Obr. 3.13 Lůžko pro VBD APXT 11T3PD



Obr. 3.14 Zadávací tabulka lůžka

Máme tedy připravené knihovny a můžeme začít modelovat stopkovou frézu. Obecně se řídíme se bodem 2.1.3.1 a 1.3.2.1.

1. Nejprve vytvoříme základní těleso s předběžným tvarem odpovídající tvaru budoucí frézy a VBD zvolenou pro danou konstrukci. Soubor *.prt nazveme 25A4R035B25-SAP11D_mod. Těleso tvoříme podle bodu 1.3.2.1 (odst. 1, 2, 3).

2. Do modelu vložíme z knihovny upínacích stopek stopku, vhodnou pro navrhovanou frézu (pro náš příklad použijeme stopku Weldon DIN 1835-B25) a přičteme k základnímu tělesu. V zadávacích parametrech zadáme délku vetknutí ($L_2=35\text{mm}$).

3. Do modelu vložíme lůžko (luzko_ APXT11T3PD_02) ve zvolené poloze (geometrii), pomocí zadávacích parametrů zadávací tabulky. Podle počtu zubů vytvoříme příkazem *instance feature* z lůžek kruhové pole a odečteme od základního tělesa.

Pozn.: náhled systému Unigraphics – Tvorba modelu viz. příloha č. 9.

4. Vytvoříme sestavu 25A4R035B25-SAP11D_top.prt a vložíme konstruovanou frézu a komponenty (VBD, šroubky). Těleso frézy upravíme podle přesahů a polohy VBD.

5. Z výsledného modelu (viz. obr. 3.15), vytvoříme výkresovou dokumentaci (viz bod 3.3.3).



obr. 3.15 Výsledný model stopková frézy 25A4R035B25-SAP11D

3.3.3 Výkresová dokumentace

Výkresovou dokumentaci vytvoříme v *modulu drawing* (viz. bod 1.3) přímo z modelu nástroje. Výkresová dokumentace musí jednoznačně popsat daný nástroj a zohledňovat technologii výroby. Výkresovou dokumentaci bude tvořit. Výkres sestavy, výkres lůžka a polotovaru.

Výkres sestavy (příloha č.10, 3-KOM-973-02-01)

Obsahuje veškeré příslušenství stopkové frézy, tepelné zpracování a důležité rozměry včetně tolerance házivosti jednotlivých lůžek (VBD). Ve výkrese je přesně okótovaná poloha VBD.

Výkres polotovaru (příloha č.11, 3-KOM-973-02-02)

Výkres zobrazuje rotační těleso bez zafrézování lůžek. Výkres je určen především pro operace soustružení, broušení a kontrolu. Na výkrese je odvolávka na výkres stopky, proto není zapotřebí rozkreslovat stopku detailně. Výkres udává polohu a text značení.

Výkres lůžka (příloha č.12, 3-KOM-973-02-03)

Výkres bude společný pro všechny nástroje se stejnou VBD. Lůžko je zakótováno tak, aby se dalo použít i pro nástroje jiné geometrie, která je popsána na výkrese sestavy. Výkres je určen pro obráběcí centra a kontrolu.

Výkres upínací stopky (příloha č.13, 3-KOM-973-02-04)

Výkres je pro všechny možné průměry upínacích stopek typu Weldon DIN 1835-B, je možné ho připojit do jakého-li sestavy. Na výkres neuvádíme související výkresy.

3.4 Konstrukční řešení spec. zahlubovacího nástroje

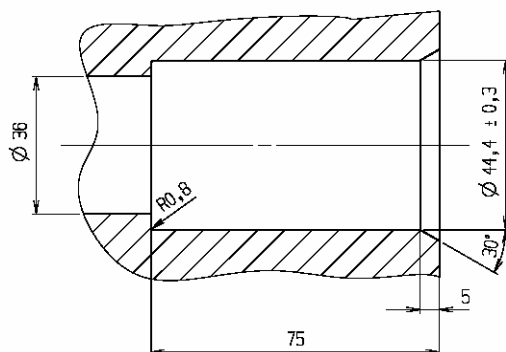
Jde o rotační nástroj s VBD upínanou šroubkem, s upínací stopkou nebo upínací dutinou. Nástroj většinou vykonává pouze osový pohyb. Rozmístění VBD je různé, podle konkrétního tvaru obrobené plochy. Při návrhu a konstrukci se řídíme postupem popsaným v bodě 3.1 a normami DIN, které platí pro stopkové frézy. Při konstrukci využíváme již známých konstrukčních prvků, využíváme tzv. modularitu. Využíváme následující normy:

DIN 8030	(ISO 6462)	Frézovací hlavy s VD <i>Příloha č.2</i>
DIN 138	(není ekvivalent)	Rozměry otvorů a drážek upínání <i>Příloha č.3</i>
DIN 1835	(ISO 3338)	Válcové upínací stopky fréz <i>Příloha č.8</i>
DIN 228	(ISO 296)	Upínací stopky Morse
DIN 69871-1	(ISO 7388-1)	Stopka SK s automatickou výměnou
DIN 69893-1	(není ekvivalent)	Upínací stopka HSK typ A a C
DIN 2080	(ISO 297)	Upínací stopka SK s ruční výměnou
atd.		

Při konstrukci využíváme těchto norem v závislosti na provedení záhlubníku, zda jde záhlubník nástrčný nebo ze stopkou apod.

Konstrukce zahlubovacího nástroje je obdobná konstrukci nástrojům z předchozích statí 3.2, 3.3. Můžeme tedy využít předchozích knihoven ke konstrukci záhlubníku.

Jako příklad uvedeme následující záhlubník pro zahloubení předvrtaného otvoru a sražení hrany pod 30° dle nákresu obr. 3.16. Upínací stopka Ø 40 h6.



Obr. 3.16 Tvar obráběné součásti

Pro daný záhlubník zvolíme VBD: SCMT 09T308, jak pro zahloubení, tak i pro srážení. Počet zubů volím $Z=3$ a upínací stopku DIN 1835-E40. Záhlubník bude s vnitřním chlazením. Nástroj nazveme Záhlubník $\varnothing 44,4 / 30^\circ$.

Postup tvorby modelu je podobný předchozímu bodu 3.3

1. Nejprve vytvoříme základní těleso s předběžným tvarem odpovídající tvaru budoucí záhlubník a VBD zvolenou pro danou konstrukci. Soubor *.prt nazveme *zahlubnik44,4_30_mod*. Těleso tvoříme podle bodu 1.3.2.1 (odst. 1, 2, 3).

2. Do modelu vložíme z knihovny upínacích stopek stopku, vhodnou pro navrhovaný záhlubník (pro náš příklad použijeme stopku DIN 1835-E40) a přičteme k základnímu tělesu. V zadávacích parametrech zadáme délku vetknutí 105mm.

3. Do modelu vložíme lůžka (*luzko_SCMT09T308* a *luzko_SCMT09T308_out*) ve zvolené poloze (geometrii), pomocí zadávacích parametrů zadávací tabulky. Podle počtu zubů vytvoříme příkazem *instance feature* z lůžek kruhové pole a odečteme od základního tělesa.

Pozn.: náhled systému Unigraphics – Tvorba modelu viz. příloha č. 14.

4. Pomocí jednoduchých základních featuru (prvků) vytvoříme chladicí soustavu.

5. Vytvoříme sestavu *zahlubnik44,4_30_top.prt* a vložíme konstruovanou frézu a komponenty (VBD, šroubky). Těleso frézy upravíme podle přesahů a polohy VBD.

6. Z výsledného modelu (viz. obr. 3.17), vytvoříme výkresovou dokumentaci (viz. bod 3.4.3).



Obr. 3.17 Výsledný model záhlubníku $\varnothing 44,4 / 30^\circ$

3.4.1 Výkresová dokumentace

Výkresovou dokumentaci vytvoříme, jak už bylo řečeno v *modulu drawing* (viz. bod 1.3.) přímo z modelu nástroje. Výkresová dokumentace musí jednoznačně popsat daný nástroj a zohledňovat technologii výroby. Výkresovou dokumentaci bude tvořit. Výkres sestavy, výkresy lůžek a polotovaru. Nástroj je konstruován s použitím jednoho typu VBD, ale provedení lůžek čelních a srážecích VBD je rozdílné, proto je třeba dvou výkresů lůžek.

Výkres sestavy (příloha č.15, 3-KOM-973-03-01)

Obsahuje veškeré příslušenství záhlubníku, tepelné zpracování a důležité rozměry včetně tolerance házivosti jednotlivých lůžek (VBD) na obou průměrech. Ve výkrese je přesně okótovaná poloha VBD a geometrie.

Výkres polotovaru (příloha č.16, 3-KOM-973-03-02)

Výkres zobrazuje rotační těleso bez zafrézování lůžek. Výkres je určen především pro operace soustružení, broušení a kontrolu. Na výkrese je odvolávka na výkres stopky, proto není zapotřebí rozkreslovat stopku detailně. Výkres udává polohu a text značení.

Výkres lůžka (příloha č.17, č.19, 3-KOM-973-03-03, 3-KOM-973-03-05)

Výkres bude společný pro všechny nástroje se stejnou VBD a typem lůžka. Lůžko je zakótováno tak, aby se dalo použít i pro nástroje jiné geometrie, která je popsána na výkrese sestavy. Výkres je především určen pro obráběcí centra a kontrolu.

Výkres upínací stopky (příloha č.18, 3-KOM-973-03-04)

Tabulkový výkres osahuje možné průměry upínacích stopek typu DIN1835-E, udává jejich rozměry a tolerance. Zobrazuje také toleranci polohy válcové části na dosedací plochu a udává velikost zápichu. Výkres je možné připojit do jakého-li sestavy, proto neuvádíme související výkresy.

4. Možnost aplikace na ostatní výrobky a doporučení pro firmu

4.1 Možnost aplikace na ostatní výrobky

Navržené řešení, konstrukce nástrojů pomocí knihoven konstrukčních prvků, uplatněné na nástrojích s vyměnitelnou břitovou destičkou upínanou šroubkem, lze s drobnými obtížemi aplikovat i na řezné nástroje s jiným typem upínání.

Knihovny upínacích prvků (upínací stopky a upínací dutiny) jsou samozřejmě použitelné pro všechny typy nástrojů. Pro kotoučové frézy je možné vytvořit knihovnu upínání otvorů s drážkou pro pero dle normy DIN 138.

Pro různé systémy upínání VBD (bod 1.5) lze podobně jako pro upínání šroubkem vytvořit knihovny konstrukčních prvků řezné části (lůžko s VBD + upínací prvek).

Upínací systém s upínkou (ISO C), lze racionalizovat podobně jednoduše jako systém upínání ISO S. Konstrukční prvek je podobný, pouze je zde navíc závit popřípadě zahloubení pro upínku. Pokud je systém v provedení bez podložky, odpadá upínací závit v lůžku.

V případě upínání VBD pákou (ISO P), bude konstrukční prvek tvořit vlastní lůžko pro VBD a podložku, veškerá vybrání pro páku a závit pro šroub upínací páky. Vytvořit tyto konstrukční prvky je trochu náročnější, ale vzhledem k tomu, že toto upínání používáme výhradně pro nože, můžeme si dovolit i náročnější konstrukce UDF. Vkládání je jednodušší, není třeba tvořit pole (jednozubý nástroj).

Aplikaci konstrukčních prvků na upínání VBD klínem (ISO W), lze uskutečnit také, ale prvky jsou náročné na vkládání (umísťování) do modelu. VBD je uloženo v klínové drážce, jejíž tvar se dá jednoduše nadefinovat a vytvořit UDF a knihovny. Vzhledem k tomu, že toto upínání je náročné na umísťování a vzhledem k tomu, že je využíváno pouze u fréz (zejména pro hrubovací frézy), doporučuji využívat stávající postup modelu (bod 1.3.2.1) a využívat parametrů systému Unigraphics.

Aplikace knihoven konstrukčních prvků je v zásadě vždy možná, lze takto vytvářet nejrozumnější řezné nástroje (Příloha č. 20), avšak je třeba brát v úvahu fakt, zda vytvořený prvek bude možno použít pro další aplikace (nástroje) či nikoliv. Problematika naznačena v ekonomickém přínosu (bod 1.6).

Co se týče výkresu v elektronické formě ve formátu *.pdf, lze je samozřejmě neomezeně vytvářet pro všechny typy nástrojů, konstrukčně řešené v systému Unigraphics.

4.2 Doporučení pro firmu

Pokud je firemní strategií, být nadále jedním z nejvýznamnějších výrobců v české republice a chce se stát plně hodnotnou, konkurenceschopnou evropskou firmou, je nutné co možná nejvíce vycházet vstříc zákazníkům, velmi rychle reagovat na jejich přání a potřeby. Aby firma mohla rychle reagovat, je zapotřebí racionalizovat konstrukční práce a výrazně tak zkrátit a zproduktivnit předvýrobní etapu výrobku, řezného nástroje. Doporučení pro firmu je následující a je shrnuto do několika bodů:

1. Co nejrychleji zavést manipulaci a distribuci výkresu v elektronické formě k časové a materiální úspoře. Pro realizaci je zapotřebí nákup programu Adobe distiller (investice cca 5000kč).
2. Zřídit databázi výkresů ve formátu *.pdf , přístupnou pro TPV (konstrukce, technologie, zásobování, NC programování). Možnost jednoduchého nahlížení do související dokumentace.
3. Zákazníkovi posílat vždy nabídkový výkres, pokud je to možné, jen v elektronické podobě (PDF) e-mailem. Zvýší se důvěryhodnost firmy u zákazníka a projeví se úspora na poplatcích za fax a telefon.
4. Konstrukční návrhy a konstrukci nástroje samotnou, vytvářet za pomoci knihoven konstrukčních prvků. Doporučuji pokračovat ve vytváření knihoven mnou započatých viz příloha č. 21.
5. Používat výkresy konstrukčních prvků (výkresy jednotlivých lůžek, upínacích stopek apod.), Nekreslit zcela jednoúčelové výkresy konstrukčních prvků bez možnosti následného využití.
6. Vytvořeným knihovnám konstrukčních prvků je třeba přiřadit jednotlivé výrobní ceny a těch pak možno využívat při cenovém návrhu.
7. Proškolit všechny pracovníky, využívající systém Unigraphics, více využívat nástrojů a možností tohoto systému.

5. Ekonomický přínos navrhovaného řešení

Zavedením a využíváním navrhovaného řešení racionalizace konstrukčních prací, konstrukce pomocí knihoven konstrukčních prvků a používáním výkresů v elektronické formě, výrazně roste produktivita práce, klesá náklady na mzdy a materiál, a zvýší se také konstrukční kapacita firmy.

Ekonomický přínos lze tedy shrnout do několika bodů:

1. Zkrácení konstrukčního času.

- ušetření času konstruktéra při vyhledávání, kopírování a distribuci výkresů.
- zkrácení konstrukčních času při vlastním návrhu a konstrukci nástroje pomocí knihoven konstrukčních prvků viz tab. 5.1 (platí pouze pro uvedené nástroje).

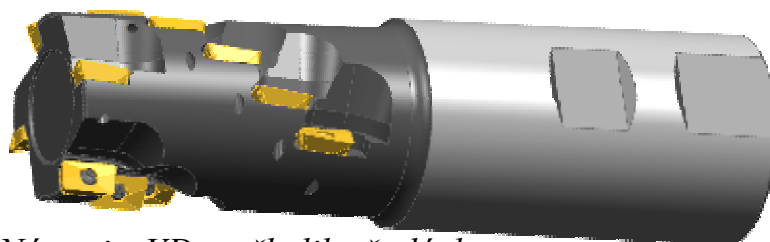
Typ nástroje	Konstrukční čas [h]			Časová úspora [h]	Finanční úspora [kč]
	Konstrukce stávající metodou	Konstrukce pomocí knihovny, včetně vytvoření prvku	Konstrukce pomocí knihovny, bez vytvoření prvku		
Nástrčná fréza 80A07R-S45OF05F	6,5	9,5	3	3,5	1400
Stopková fréza 25A4R035B25-SAP11D	7	10	3,5	3,5	1400
Záhlubník D44,4/30	6,5	11	3,5	3	1200
Průměrný konstrukční čas [h]	6,7	10,2	3,3	3,4	1360

Tab. 5.1 Konstrukční čas jednotlivých nástrojů

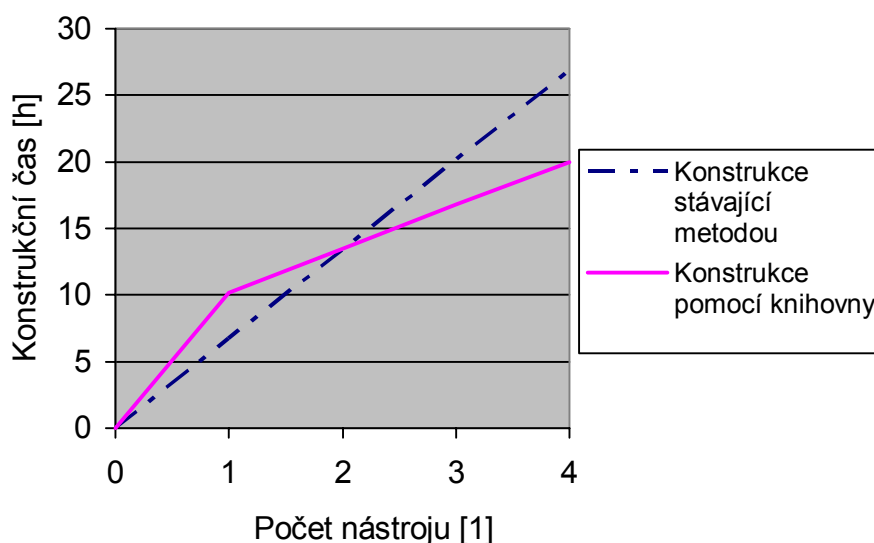
Z tabulky vyplývá, že konstrukční čas při návrhu nástroje metodou konstrukčních prvků se výrazně zkrátí o více jak na polovičku.

Pozn.: Pokud vezmeme v úvahu, že jedna konstrukční hodina stojí např. 400 Kč, pak v našem případě ušetříme 1360 Kč!

Pokud budeme do konstrukčního času zahrnovat i tvorbu prvku, potom je samozřejmě čas daleko vyšší. Pokud však využijí vytvořený prvek (knihovnu) pro více než dva nástroje, celkový konstrukční čas je nižší (viz. graf 5.1). Pokud se bude jednat o nástroj s VD v několika řadách (obr. 5.1), pak je metoda konstrukce pomocí knihoven prvků vhodná i při prvním nástroji.



Obr. 5.1 Nástroj s VD v několika řadách



Graf 5.1 Závislost konstrukčního času na počtu nástrojů

2. Zrychlení tvorby cen

- konstrukčních prvků je možné přiřadit cenou a toho využít při cenovém návrhu v poptávkovém řízení.

3. Úspora práce v dalších návazných útvarech (Technologie, MTZ, NC programování).

- pro použité konstrukční prvky je už známa technologie, materiál a NC program apod.

4. Sníží se zmetkovitost

- vlivem použití konstrukčních celků, které již byly vyrobeny a testovány, klesá možnost konstrukčních a výrobních chyb.

5. Úspora materiálu

- úsporu papíru a tiskové barvy při používání kopií výkresu pro jednotlivé předvýrobní úseky v elektronické formě.
- úspora za telefonní poplatky v případě posílání nabídkových výkresů e-mailem atd.

Využitím navrhovaného řešení může firma na jedné zakázce ušetřit až několik tisíc korun, nehledě na výrazné zkrácení poptávkového řízení, vedoucí k urychlení odpovědi zákazníkovi a získání zakázky. Vyžaduje to však bezpodmínečné zavedení a využívání knihoven konstrukčních prvků a nákup programu Adobe Distiller (investice 5000 - 10 000kč).

6. Zhodnocení a závěr

Ve své práci jsem usiloval o racionalizaci konstrukčních prací řezných nástrojů ve firmě Karned Tools s.r.o. Mou snahou bylo, po podrobné analýze prací a náplní v konstrukci, zjistit a poukázat na činnosti, které je třeba výrazně zproduktivnit a zefektivnit. Pro tyto konstrukční činnosti pak navrhnout řešení racionalizace

Při řešení dané problematiky jsem postupoval dle jednotlivých bodů v zadání. V první části jsem se věnoval podrobnému popisu a analýze konstrukčních prací (viz. bod 1.2), stanovil jsem oblasti možné racionalizace (viz. bod 1.5) a s ohledem na možnosti programového vybavení a produkci firmy jsem stanovil vhodný výběr řezných nástrojů (viz. bod 1.6). Ukázalo se, že nejvhodnějším typem je nástroj s vyměnitelnou řeznou destičkou upínanou šroubkem (upínání ISO S). V další části mé práce jsem navrhl možné řešení pro jednotlivé oblasti racionalizace a popsal postup jednotlivých dílčích kroků (viz. bod. 2). Pro názornost a ověření principu řešení racionalizace pomocí knihovny konstrukčních prvků, jsem v bodě 3 zpracoval tři typy nástrojů s VBD upínanou šroubkem (nástrčnou a stopkovou frézu a záhlubník). Zpracování je včetně výkresové dokumentace. V rámci DP byly vytvořeny tři knihovny a 33 konstrukčních prvků (seznam viz. příloha č. 21). Pro úplnost a přehlednost jsem zpracoval a uvedl obecný postup při návrhu a konstrukci nástrojů (viz. bod 3.1). Možné řešení racionalizace jsem zkusil aplikovat na jiné typy nástrojů (viz. bod 4.1), vypracoval jsem doporučení pro firmu a naznačil ekonomický přínos navrženého řešení. Navržené řešení, jak v oblasti distribuce a manipulace s výkresy, tak i v oblasti vlastní konstrukce nástrojů si nevyžádá téměř žádnou investici, ale může ušetřit nemalé prostředky. Racionalizací konstrukčních prací pomocí knihovny konstrukčních prvků má velký význam i pro zefektivnění práce v ostatních útvarech předvýrobní etapy.

Při řešení této práce jsem se vždy snažil nejprve naznačit problém v obecné rovině a pak ho řešit z ohledem na „firemní prostředí“. Konstrukcí nástrojů se zabývám několik let, proto některé pohledy na problematiku jsou zcela v konkrétní rovině a práci tak obohacují o praktické rady a poznatky. Diplomová práce je zajímavým a užitečným přínosem nejen pro techniky a konstruktéry.

Navrhovaná řešení racionalizace konstrukčních prací, tak jak jsou navržena v této práci a doporučení popsané v bodě 4 , můžou být velkým přínosem i pro jiné firmy, podobného zaměření.

Poděkování:

Na závěr diplomové práce bych chtěl poděkovat panu Ing. Frintovi, CSc. a panu Ing. Holubovi, CSc za jejich cenné rady a připomínky, které mi pomohly při řešení diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat svým kolegům z firmy Karned Tools s.r.o. za pomoc při řešení některých problémů a své rodině za trpělivost a pochopení.

Miroslav Strnad

Seznam použité literatury:

- [1] DIN-Taschenbuch 167, Fräswerkzeuge. 3.vyd. Berlin, Beuth Verlag GmbH 1992
- [2] Budárek, F.: Automatizace konstrukce řezných nástrojů s využitím výpočetní techniky. [Disertační práce] Liberec 1999 TU v Liberci
- [3] Řasa, J.: Výpočetní metody v konstrukci řezných nástrojů. 1.vyd. Praha, SNTL 1986
- [4] Sandvik Coromant AB, Sandviken, Sweden: Příručka obrábění. 1.vyd. Praha, Scientia, s.r.o. 1997
- [5] Pramet Tools, Šumperk: Příručka obrábění. 3.vyd. Šumperk, Marketing - DTP 2003
- [6] Houdek, J.: Školící materiál pro Pramet Tools. 1.vyd. Šumperk, Marketing – DTP 2000
- [7] Podhajský, P.: Postskript & PDF 1.vyd. Praha, Grafie CZ, Svaz polygrafických podnikatelů 2003
- [8] Unigraphics Division: Unigraphics-Základy systému (uživatelská příručka). Electronic Data Systems Corporation 2002
- [9] CADKEY 97 – Reference manual. 1.vyd. Marlborough, Baystate Technologies 1997

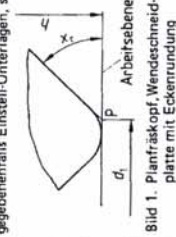
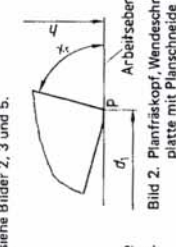
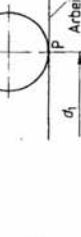
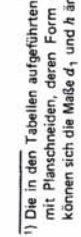
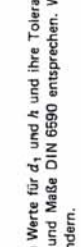
Seznam příloh:

Seznam základních norem používaných pro konstrukci nástrojů s VBD	1
Norma DIN 8030 - Frézovací hlavy s VBD (výběr)	2
Norma DIN 138 – Rozměry upínacích otvorů a drážek	3
Náhled systému Unigraphics – Tvorba modelu nástrčné frézy	4
Výkres sestavy nástrčné frézy 80A07R-S45OF05F, 3-KOM-973-01-01	5
Výkres polotovaru nástrčné frézy 80A07R-S45OF05F, 3-KOM-973-01-02	6
Výkres lůžka OFCW 05T305, 3-KOM-973-01-03	7
Norma DIN 1835-1 – Válcové upínací stopky (výběr)	8
Náhled systému Unigraphics – Tvorba modelu stopkové frézy	9
Výkres sestavy stopkové frézy 25A4R035B25-SAP11D, 3-KOM-973-02-01	10
Výkres polot. stopkové frézy 25A4R035B25-SAP11D, 3-KOM-973-02-02	11
Výkres lůžka APXT 11T3PD, 3-KOM-973-02-03	12
Výkres upínací stopky DIN 1835-B, 3-KOM-973-02-04	13
Náhled systému Unigraphics – Tvorba modelu záhlubníku	14
Výkres sestavy záhlubníku Ø44,4/30°, 3-KOM-973-03-01	15
Výkres polotovaru záhlubníku Ø44,4/30°, 3-KOM-973-03-02	16
Výkres lůžka SCMT 09T308, 3-KOM-973-03-03	17
Výkres upínací stopky DIN 1835-E, 3-KOM-973-03-04	18
Výkres uzavřeného lůžka SCMT 09T308, 3-KOM-973-03-05	19
Ukázka nástrojů různých konstrukcí	20
Seznam zhotovených knihoven a konstrukčních prvků	21

Příloha č.1 Seznam zákl. norem používaných pro konstrukci nástrojů s VBD

Seznam základních norem používaných pro konstrukci nástrojů s VBD

Označení normy DIN	Označení normy ISO	Název normy - popis
Frézy		
DIN 8029	ISO 7406	Označování fréz s VD
DIN 8030	ISO 6462	Frézovací hlavy s VD
DIN 8031	ISO 6986	Kotoučové frézy s VD
DIN 1835	ISO 3338	Válcové stopky fréz
DIN 228	ISO 296	Morse kužel
DIN 138	není	Rozměry otvorů a drážek upínání
DIN 69871-1	ISO 7388-1	Stopka SK s automatickou výměnou
DIN 69893-1	není	Stopka HSK typ A a C
DIN 2080	ISO 297	Stopka SK s ruční výměnou
Nože		
DIN 4983	ISO 5608	Označování nožových držáků s VD pro vnější soustr.
DIN 4984	ISO 5610	Typy nožových držáků s VD pro vnější soustružení
DIN 4985	ISO 5611	Typy stavitelných bločků s VB
DIN 8024	ISO 6261	Označování nožových držáků s VD pro vnitřní soustr.
DIN 8025	ISO 5609	Typy nožových držáků s VD pro vnitřní soustružení

Fräsköpfe für Wendeschneidplatten	Maße	DIN 8030 Teil 1
Face milling cutters for indexable inserts Fraises à surfacer et à dresser pour plaquettes amovibles		
Zusammenhang mit dem von der International Organization for Standardization (ISO) herausgegebenen Internationalen Norm ISO 6462 — 1983, siehe Erläuterungen.		
1 Anwendungsbereich Diese Norm gilt für Planfräsköpfe (Einstellwinkel $\alpha_r = 45^\circ$ und 75°) und Eckfräsköpfe (Einstellwinkel $\alpha_r = 90^\circ$), die auf Aufsteckfräsdornen nach DIN 6358 bzw. auf Frässpindelköpfen nach DIN 2079 aufgenommen und mit Wendeschneidplatten nach DIN 6590 oder ähnlichen bestückt werden.	Maße in mm	
2 Definition der Maße		
2.1 Schneiddurchmesser d_1 Der Schneiddurchmesser d_1 gilt, unabhängig von der Form der Wendeschneidplatten, am Schnittpunkt P der Arbeitsebene mit der Verlängerung der Hauptschneide, gemessen über Einstell-Wendeschneidplatten mit Planschneiden und gegebenenfalls Einstell-Unterlagen, siehe Bilder 2, 3 und 5.		
Bild 1. Planfräskopf, Wendeschneidplatte mit Eckenrundung		
Bild 2. Planfräskopf, Wendeschneidplatte mit Planschneide		
Bild 3. Planfräskopf, Wendeschneidplatte mit Planschneide und Eckenfase		
Bild 4. Planfräskopf, runde Wendeschneidplatte		
Bild 5. Eckfräskopf, Wendeschneidplatte mit Planschneide und Eckenfase (Beispiel)		
¹⁾ Die in den Tabellen aufgeführten Werte für d_1 und h und ihre Toleranzen gelten für Einstell-Wendeschneidplatten mit Planschneiden, deren Form und Maße DIN 6590 entsprechen. Werden andere Wendeschneidplatten benutzt, können sich die Maße d_1 und h ändern.		

2.2 Höhe h ¹⁾ des Fräskopfes

Die Höhe h des Fräskopfes gilt von der Arbeitsebene zur Anlagerfläche, gemessen über Einstell-Wendeschneidplatten mit Planschneiden und gegebenenfalls Einstell-Unterlagen, siehe Bilder 2, 3 und 5.

2.3 Einstellwinkel α_r

Der in dieser Norm festgelegte Einstellwinkel α_r ist der Nennwert, gemessen zwischen Arbeitsebene und Hauptschneide, siehe Bilder 1 bis 3 und 5. Bei Wendeschneidplatten mit Planschneiden gilt er als identisch mit dem Nenn-Einstellwinkel der Wendeschneidplatte.

Der am Werkstück gefräste Ist-Winkel kann abhängig von der Schneidengeometrie, dem Schneiddurchmesser und der Schnitttiefe, vom Nenn-Einstellwinkel des Fräskopfes abweichen.

3 Maße, Bezeichnung

Bezeichnung nach DIN 8029 Teil 1 (z. Z. Entwurf).

Allgemeintoleranzen DIN 7168 — m

Nicht angegebene Einzelheiten sind zweckentsprechend zu wählen.

3.1 Fräskopf Form A, für Aufnahme auf Aufsteckfräsdornen nach DIN 6358, Befestigung mit Zylinderschraube mit Innensechskant

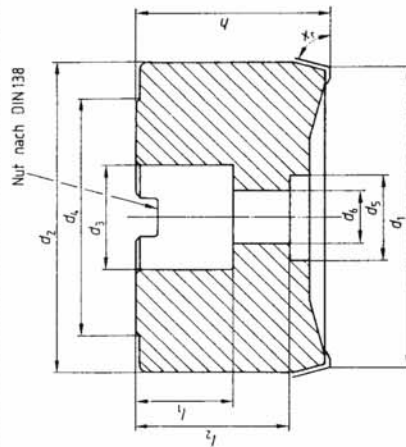


Bild 6.

Bezeichnung eines Fräskopfes mit Durchmesser $d_1 = 63$ mm, Fräskopf Form A, 5 Wendeschneidplatten (05), rechts-schneidend (R), Befestigung der Wendeschneidplatte über Senkbohrung (S), Einstellwinkel $\alpha_r = 90^\circ$, für dreieckige Wendeschneidplatten (T), mit Normal-Freiwinkel 11° (P), Seitenlänge 16,5 mm (16), Normal-Freiwinkel der Planschneide 11° (P):

Fräskopf DIN 8030 — 63A05R — S90TP16P

¹⁾ Siehe Seite 1

Příloha č. 2 (pokračování) norma DIN 8030 - Frézovací hlavy s VBD (výběr)

Seite 4 DIN 8030 Teil 1

3.2 Fräskopf Form B, für Aufnahme auf Aufsteckfräserdornen nach DIN 6358, Befestigung mit Fräseranzugschraube nach DIN 6367

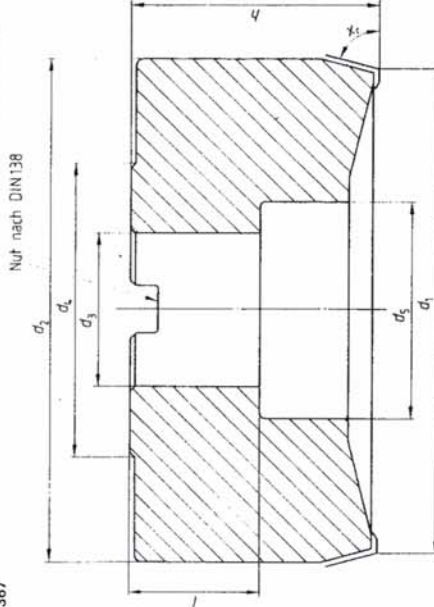


Bild 7.

Bezeichnung eines Fräskopfes mit Durchmesser $d_1 = 100$ mm, Fräskopf Form B, 8 Wendeschneidplatten (08), rechts-schneidend (R), Befestigung mit Keil vor der Wendeschneidplatte (F), Einstellwinkel $\alpha_1 = 75^\circ$ für quadratische Wendeschneidplatten (S), mit Normal-Freiwinkel 11° (P), Seitenlänge 12,7 mm (12), Normal-Freiwinkel der Planschneide 15° (D):

Fräskopf DIN 8030 – 100B08R – F75SP12D

Tabelle 2.

Kurzzeichen 2)	d_1 js16	α_1	d_2	d_3 H7	d_4 min.	d_5 min.	h $\pm 0,15$	l_1 min.	l_2 max.	Fräseranzugschraube nach DIN 6367
80B..R..45..... 80B..L..45.....	80	45°	—	27	49	38	50	22	30	M 12
80B..R..75..... 80B..L..75.....		75°	—							
80B..R..90..... 80B..L..90.....		90°	$d_2 < d_1$							
100B..R..45..... 100B..L..45.....		45°	—							
100B..R..75..... 100B..L..75.....	100	75°	—	32	59	45	50	25	32	M 16
100B..R..90..... 100B..L..90.....		90°	$d_2 < d_1$							
125B..R..45..... 125B..L..45.....		45°	—							
125B..R..75..... 125B..L..75.....		75°	—							
125B..R..90..... 125B..L..90.....	125	90°	$d_2 < d_1$	40	71	56	63	28	35	M 20

2) Siehe Tabelle 1.

DIN 8030 Teil 1 Seite 2

Tabelle 1.

Kurzzeichen 2)	d_1 js16	α_1	d_2	d_3 H7	d_4 min.	d_5 min.	d_6 $\pm 0,15$	h $\pm 0,15$	l_1	l_2 max.	Befestigungsschraube
50A..R..45..... 50A..L..45.....	50	45°	—	22	41	18	11	40	20	33	M 10 nach DIN 7984
50A..R..75..... 50A..L..75.....		75°	—								
50A..R..90..... 50A..L..90.....		90°	$d_2 < d_1$								
63A..R..45..... 63A..L..45.....		45°	—								
63A..R..75..... 63A..L..75.....	63	75°	—	22	41	18	11	40	20	33	M 10 nach DIN 7984
63A..R..90..... 63A..L..90.....		90°	$d_2 < d_1$								
80A..R..45..... 80A..L..45.....		45°	—								
80A..R..75..... 80A..L..75.....		75°	—								
80A..R..90..... 80A..L..90.....	80	90°	$d_2 < d_1$	27	49	20	14	50	22	37	M 12 nach DIN 912 oder M 12 nach DIN 7984
100A..R..45..... 100A..L..45.....		45°	—								
100A..R..75..... 100A..L..75.....		75°	—								
100A..R..90..... 100A..L..90.....		90°	$d_2 < d_1$								

2) Anstelle der im Kurzzeichen aufgeführten Punkte sind Kennbuchstaben bzw. Kennzahlen nach DIN 8029 Teil 1 (z. Z. Entwurf) entsprechend den vom Hersteller gewählten oder vereinbarten Angaben einzusetzen. Siehe auch Abschnitt 5.

Maschinenwerkzeuge für Metall

Bohrungen, Nuten und Mitnehmer

für Werkzeuge mit zylindrischer Bohrung
und kegelförmiger Bohrung mit Kegel 1:30

DIN 138

1. Durchmesser der zylindrischen Bohrungen und Nenndurchmesser der kegelförmigen Bohrungen mit Kegel 1:30	3 (3,5)	4	5	6	8	10	13	16	—
Zylindrische Bohrungen:	22	27	32	40	50	60	70	80	100
Kegelförmige Bohrungen:	—	—	—	—	—	8	10	13	16
	22	27	32	40	50	60	70	80	100

2. Mitnahme bei zylindrischer Bohrung, insbesondere bei Fräsen

2.1 Mitnahme durch Längsnut und Paßfeder¹⁾

Bohrung d 1) H7/3	b_1 2) Toleranzfelder siehe Bilder ³⁾	h_1 h11	h_1 zul. Abw.	h_2 zul. Abw.	r_1 zul. Abw.	r_2 zul. Abw.	h_1 zul. Abw.
8	2	—	6,7	8,9	—	—	—
10	3	—	8,2	11,5	+0,1	0,4	0,2
13	3	—	11,2	14,6	—	—	+0,1
16	4	—	13,2	17,7	—	0,6	—
22	6	—	17,6	24,1	—	—	—
27	7	—	22	29,8	—	1	—
32	8	7	27	34,8	0,4	1,2	0,4
40	10	8	34,5	43,5	—	—	—
50	12	8	44,5	53,6	+0,2	—	+0,2
60	14	9	54	64,2	—	1,6	—
70	16	10	63,5	75	0,5	2	0,5
80	18	11	73	85,5	—	—	—
100	24	14	91	107	0,6	2,5	0,6

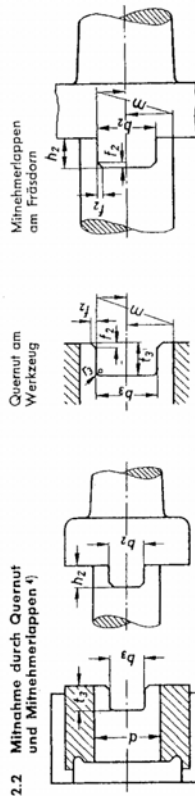
1) Die Bohrungen mit 3 bis 6 mm Durchmesser werden ohne Längsnut ausgeführt. Das Drehmoment wird nur durch die Reibungskraft übertragen.
2) Toleranzfeld H7 soweit nicht in der betreffenden Norm oder bei der Bestellung anders festgelegt.
3) Als Halbzug für die Paßfeder, mit Ausnahme der Paßfedern 7x7 und 24x14, dient gezogenen Kilstahl mit allseitig gebrochenen Kanten nach DIN 6880.
4) Da die Nennmaße für Toleranzfeld P11 in DIN 7161 bisher noch nicht festgelegt sind, werden sie nachstehend berechnet nach DIN 7152 (Ausgabe Mai 1942) — für die Werte von b_1 angegeben:

b_1	2	3	4	6	7	8	10	12	14	16	18	24
Nennmaße	— 9	— 12	— 15	— 18	— 22	— 27	— 32	— 40	— 50	— 60	— 75	— 90
für P11 in μ	— 69	— 87	— 105	— 128	— 152	— 177	— 202	— 227	— 252	— 277	— 302	— 327

Ausbildung der Bohrungen siehe Abschnitt 4

Fachnormenausschuß Werkzeuge, Spannzuge, Maßzeuge in Deutschen Normenausschuß (DNA)

Fortsetzung Seite 2 bis 4

2.2 Mitnahme durch Quernut und Mitnehmerlappen¹⁾

Die Gestaltung braucht der bildlichen Darstellung nicht zu entsprechen; nur die angegebenen Maße sind einzuhalten.

Bohrung d 1)	d ₂ h11	b ₂ h11	h ₂ h11	t ₂ H12	r ₂ zul. Abw.	t ₂ zul. Abw.	m in μ Zulässige Außerartigkeit des Mitnehmerlappens und der Quernut
8	5	5,4	3,5	4	0,6	0,4	100
10	6	6,4	4	4,5	0,8	+0,1	
13	8	8,4	4,5	5	1	0,5	
16	8	8,4	5	5,6	1	0,6	
22	10	10,4	5,6	6,3	1,2	+0,2	125
27	12	12,4	6,3	7	1,2	-0,3	
32	14	14,4	7	8	1,6	0,8	
40	16	16,4	8	9	1,6	-0,4	
50	18	18,4	9	10	2	1	125
60	20	20,5	10	11,2	2	-0,5	
70	22	22,5	11,2	12,5	2,5	1,2	
80	24	24,5	12,5	14	2,5	+0,5	
100	24	24,5	14	16	3	1,6	

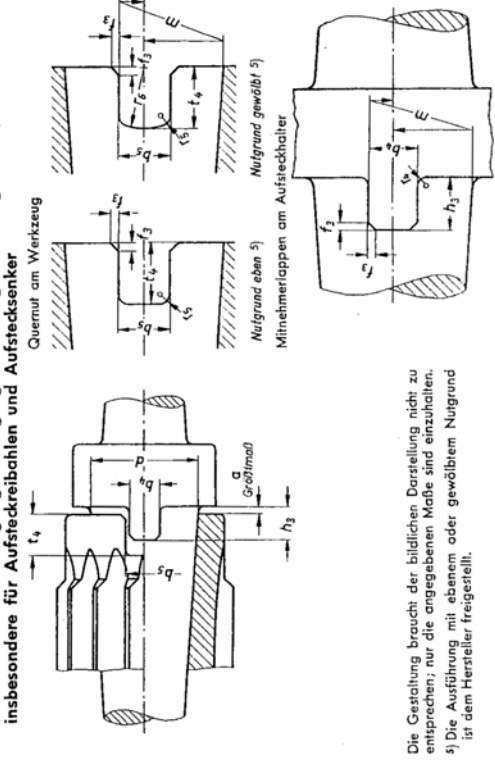
4) Die Bohrungen mit 3 bis 6 mm Durchmesser werden ohne Quernut ausgeführt. Das Drehmoment wird nur durch die Reibungskraft übertragen.

Ausbildung der Bohrungen siehe Abschnitt 4

2.3 Mitnahme durch Reibungskräfte bei Dehndornen

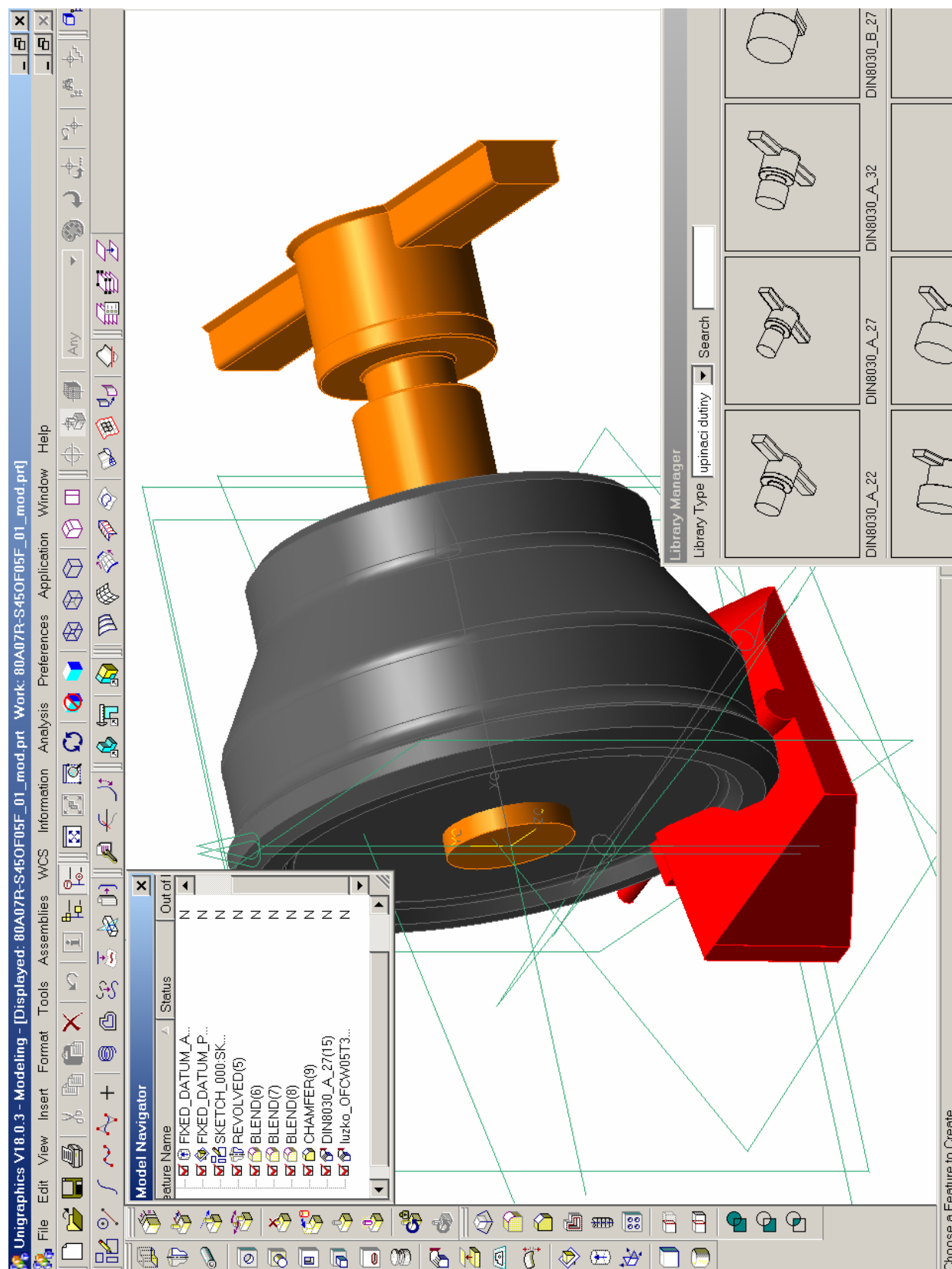
Für die Mitnahme auf Dehndornen werden die Werkzeuge mit zylindrischer Bohrung ohne die im Abschnitt 4 angegebenen Aussparungen ausgeführt. Dieselben Durchmesser sind zu wählen wie für die zylindrischen Bohrungen im Abschnitt 2.1 und 2.2, jedoch mit Toleranzfeld H6, soweit nicht ein anderes Toleranzfeld in der Bestellung angegeben ist.

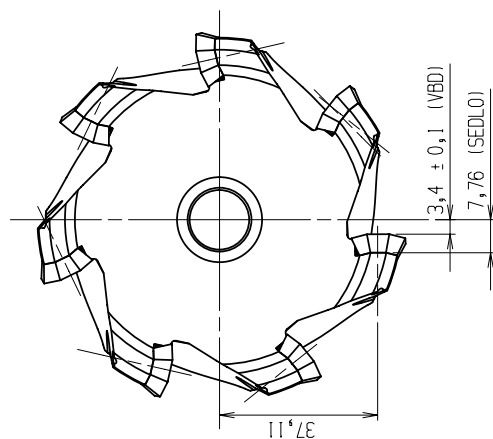
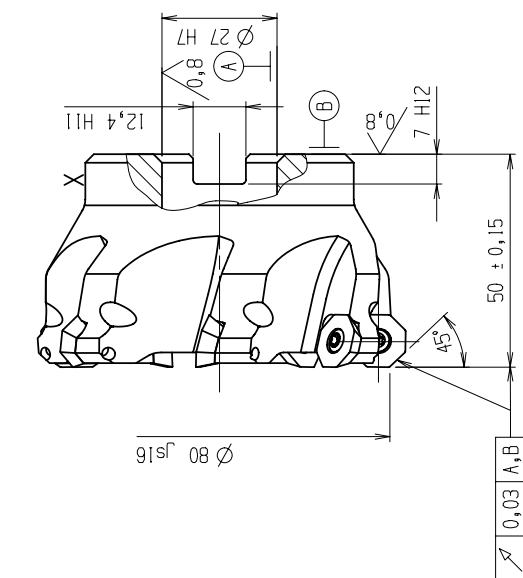
3. Mitnahme und Befestigung bei kegelförmigen Bohrungen mit Kegel 1:30, insbesondere für Aufsteckreihen und Aufsteckanker



Die Gestaltung braucht der bildlichen Darstellung nicht zu entsprechen; nur die angegebenen Maße sind einzuhalten.
5) Die Ausführung mit ebenem oder gewölbtem Nutgrund ist dem Hersteller freigestellt.

Príloha č. 4 Náhled systému Unigraphics – Tvorba modelu nástrčné frézy

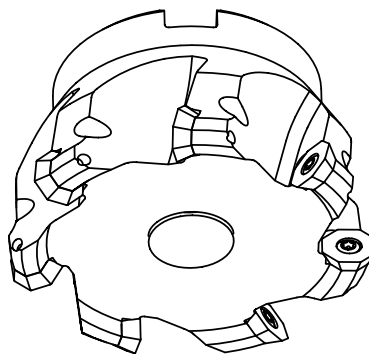




GEOMETRIE:
AA: $+15^{\circ}$
AR: $+5^{\circ}$



X OZNAČIT: 80A07R-S450F05F
logo
Kärtned Tools



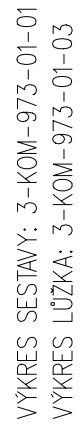
VÝKRES POLOTOVARU: 3-KOM-973-01-02

VÝKRES LŮŽKA: 3-KOM-973-01-03

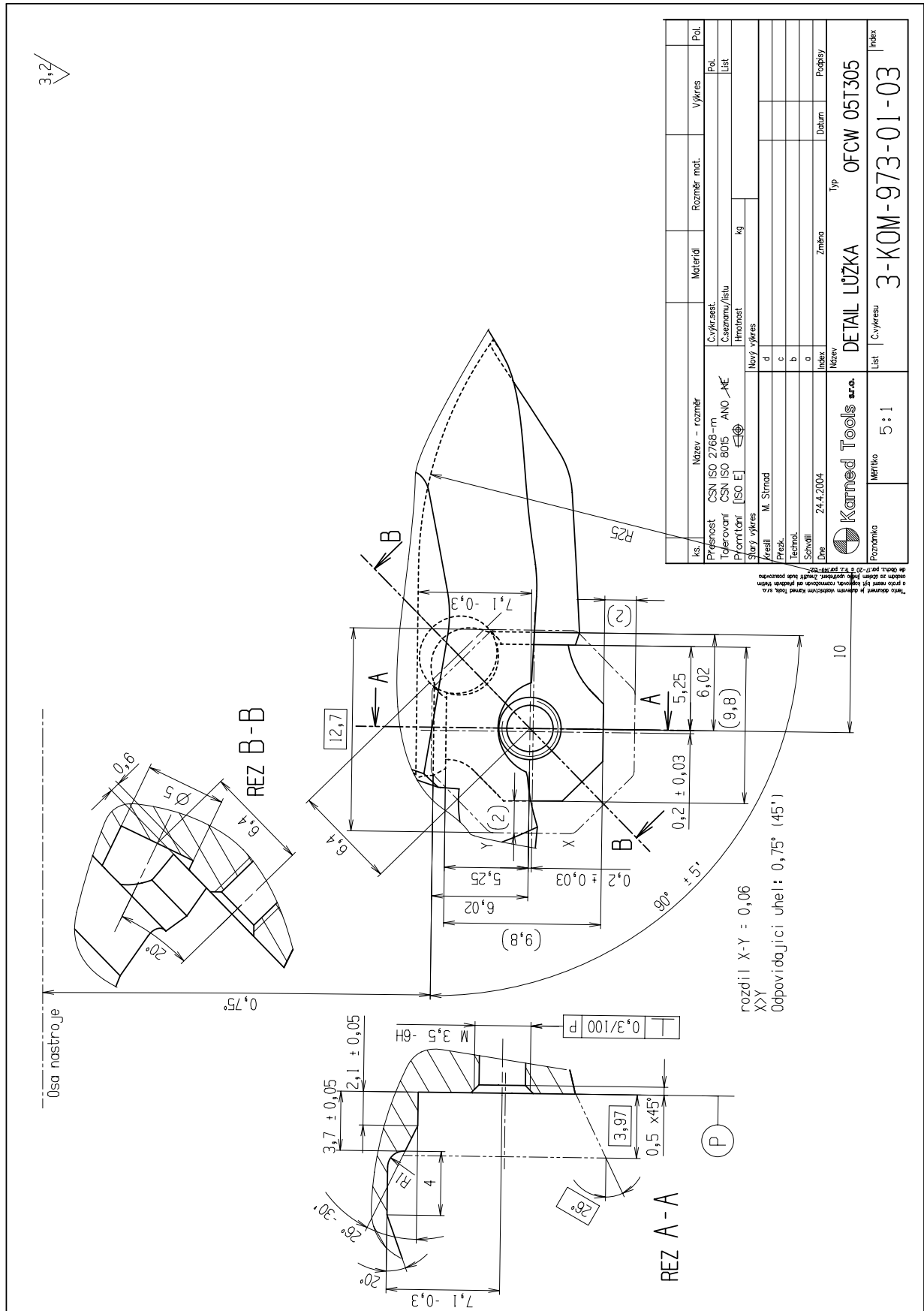
TELESO PŘEDEM ZUŠLECHTIT NA 38-42HRC, NITRIDOVAT DO HL. 0,2-0,3mm, ZAVÍTY CHRANIT PASTOU, ČERNIT, OZNAČIT LASEREM, KONZERVOVAT OLEJEM

[illegible][illegible]

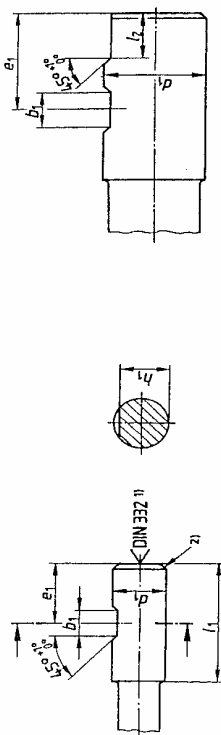
3-KOM-973-01-02



Příloha č. 7 Výkres lůžka OFCW 05T305, 3-KOM-973-01-03



3.2 Form B Zylinderschaft mit seitlicher Mitnahmefläche



1) Zentrierbohrung Form B oder Form A nach DIN 332-1 nach Wahl des Herstellers.
2) Fase

Bild 2: Zylinderschaft Form B mit einer Mitnahmefläche für $d_1 = 6$ mm bis 20 mm

Bild 3: Zylinderschaft Form B mit zwei Mitnahmeflächen für $d_1 = 25$ mm bis 63 mm

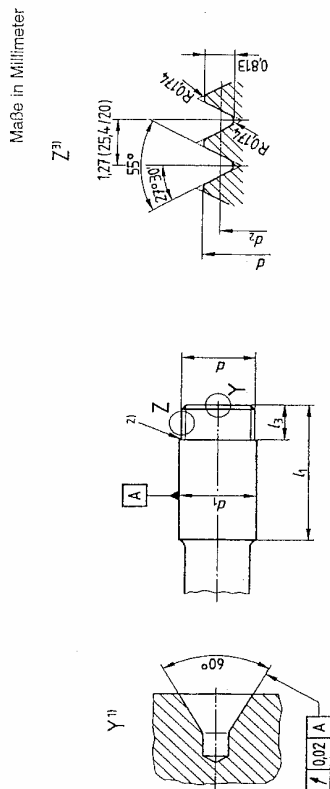
Bezeichnung eines Zylinderschaftes mit seitlicher Mitnahmefläche Form B, mit Durchmesser $d_1 = 10$ mm:

Zylinderschaft DIN 1835 – B 10

Tabelle 2

Maße in Millimeter				Maße in Millimeter			
d_1	b_1	e_1	h_1	l_1	l_2	l_3	l_4
6	4,2	18	4,8	36	56	17	17
8	5,5		6,6	60	60	19	19
10	7	20	8,4	70	70	23	23
12	8	22,5	10,4	80	80	23	23
16	10	24	14,2	90	90	23	23
20	11	25	18,2	50	50	23	23

3.3 Form D Zylinderschaft mit Anzugsgewinde



- 1) Zentrierbohrung (im Schnitt dargestellt)
- 2) Gewindefreistich oder Gewindeauslauf freigestellt
- 3) Gewindeprofil nach DIN ISO 228-1 (im Schnitt dargestellt)

Bild 4: Zylinderschaft Form D

Bezeichnung eines Zylinderschaftes mit Anzugsgewinde Form D, mit Durchmesser $d_1 = 16$ mm, für rechts-schneidende Werkzeuge:

Zylinderschaft DIN 1835 – D 16

Tabelle 3

Maße in Millimeter				Maße in Millimeter			
d_1	d_2	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6
6	5,9	5,087	36	10	10	10	10
10	9,9	9,087	40	10	10	10	10
12	11,9	11,087	45	10	10	10	10
16	15,9	15,087	48	10	10	10	10
20	19,9	19,087	50	10	10	10	10
25	24,9	24,087	56	10	10	10	10
32	31,9	31,087	60	10	10	10	10

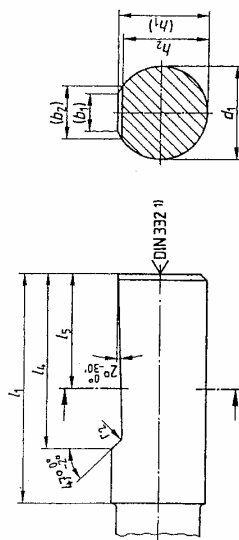
Bei rechtsschneidenden Fräsen: Rechts-gewinde
Bei linkschneidenden Fräsen: Links-gewinde. Die Bezeichnung wird mit dem Kambuchstaben L ergänzt,
z. B. Zylinderschaft DIN 1835 – D 16 L.

Innerhalb des durch die Grenzabmaße festgelegten Toleranzfeldes darf der Gewindekopf abgeflacht sein.

In DIN 332-1 nicht enthalten. Es gelten $t_{\max} = 3,6$ mm und $t_{\min} = 2,3$ mm.

3.4 Form E Zylinderschaft mit geneigter Spannfläche

Allgemeintoleranzen ISO 2768 – m



1) Zentrierbohrung Form R oder Form A nach DIN 332-1 nach Wahl des Herstellers.

Bild 5: Zylinderschaft Form E

Bezeichnung eines Zylinderschaftes mit geneigter Spannfläche Form E, mit Durchmesser $d_1 = 20$ mm:

Zylinderschaft DIN 1835 – E 20

Tabelle 4

d_1 h6	(b_1)	(b_2)	(h_1)	h_2 h13	l_1 +2 0	l_4 0 -1	l_5 Nennmaß	r_2 min.
6	3,5	4,8	5,4	4,8	36	25	18	1,2
8	4,7	6,1	7,2	6,8				
10	5,7	7,3	9,1	8,4	40	28	20	
12	6,0	8,2	11,2	10,4	45	33	22,5	
16	7,6	10,1	15,0	14,2	48	36	24	1,6
20	8,4	11,5	19,1	18,2	50	38	25	
25	9,3	13,6	24,1	23,0	56	44	32	
32	9,9	15,5	31,2	30,0	60	48	35	

Maße in Millimeter

Anhang A (informativ)

Literaturhinweise

DIN 8535

Zylinderschäfte für Spiralbohrer und Schattfräser aus Hartmetall – Maße

Anhang B (informativ)

Erläuterungen

Die in dieser Norm aufgeführten Maße und Toleranzen der Zylinderschäfte Form A, Form B und Form D stimmen überein mit den Internationalen Normen

ISO 3338-1 : 1996^{*)}

en: Cylindrical shanks for milling cutters – Part 1: Dimensional characteristics of plain cylindrical shanks

fr: Queues cylindriques d'outils à fraiser – Part 1: Caractéristiques dimensionnelles des queues cylindriques lisses

de: Zylinderschäfte für Fräser – Teil 1: Maße der glatten Zylinderschäfte

und der Internationalen Norm

ISO 3338-2 : 1996^{*)}

en: Cylindrical shanks for milling cutters – Part 2: Dimensional characteristics of flatted cylindrical shanks

fr: Queues cylindriques d'outils à fraiser – Part 2: Caractéristiques dimensionnelles des queues cylindriques à méplat

de: Zylinderschäfte für Fräser – Teil 2: Maße der Zylinderschäfte mit seitlicher Mithnahmefläche.

und dem Internationalen Norm-Entwurf

ISO 3338-3 : 1996^{*)}

en: Cylindrical shanks for milling cutters – Part 3: Dimensional characteristics of threaded shanks

fr: Queues cylindriques d'outils à fraiser – Partie 3: Caractéristiques dimensionnelles des queues filetés

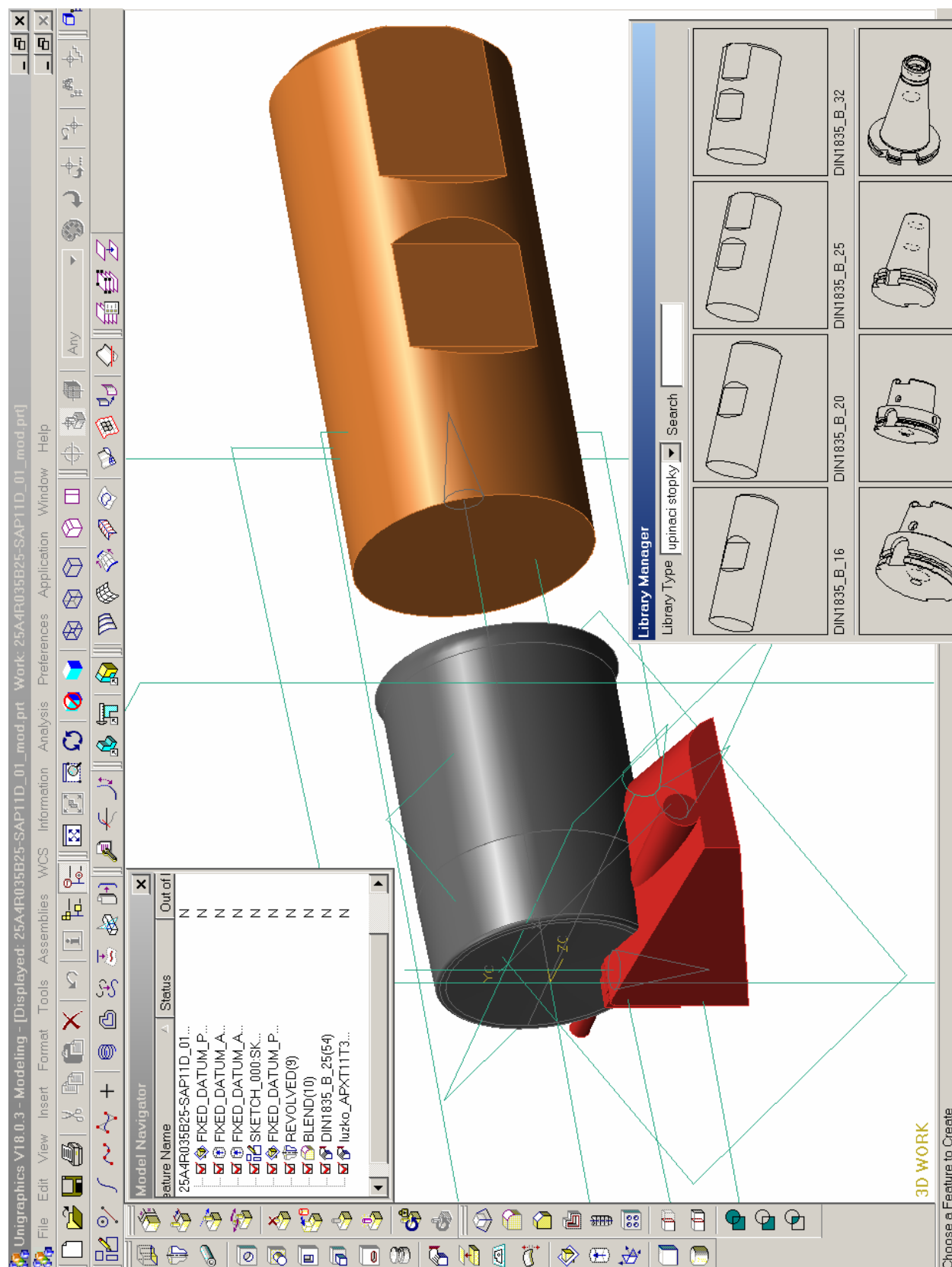
de: Zylinderschäfte für Fräswerkzeuge – Teil 3: Maße der Schäfte mit Anzugsgewinde

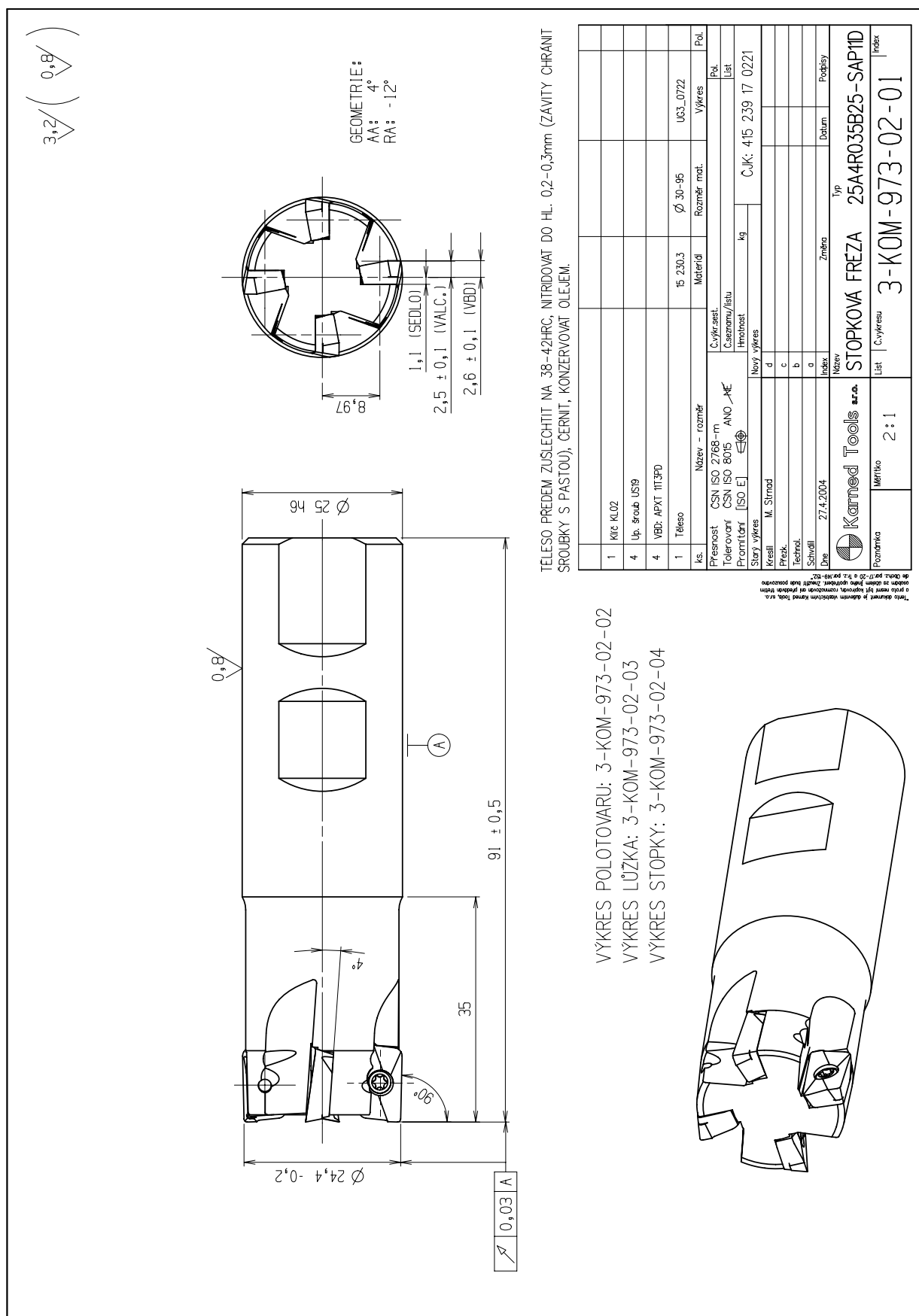
Zylinderschäfte Form E mit geneigter Spannfläche nach dieser Norm sind in ISO nicht enthalten.

Die in ISO 3338-1 : 1993 aufgeführten Zylinderschäfte mit Durchmesser $d_1 = 14$ mm und 18 mm sind in dieser Norm nicht enthalten.

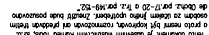
^{*)} ISO-Normen sind in englischer und französischer Fassung beziehbar durch:

Příloha č. 9 Náhled systému Unigraphics – Tvorba modelu stopkové frézy



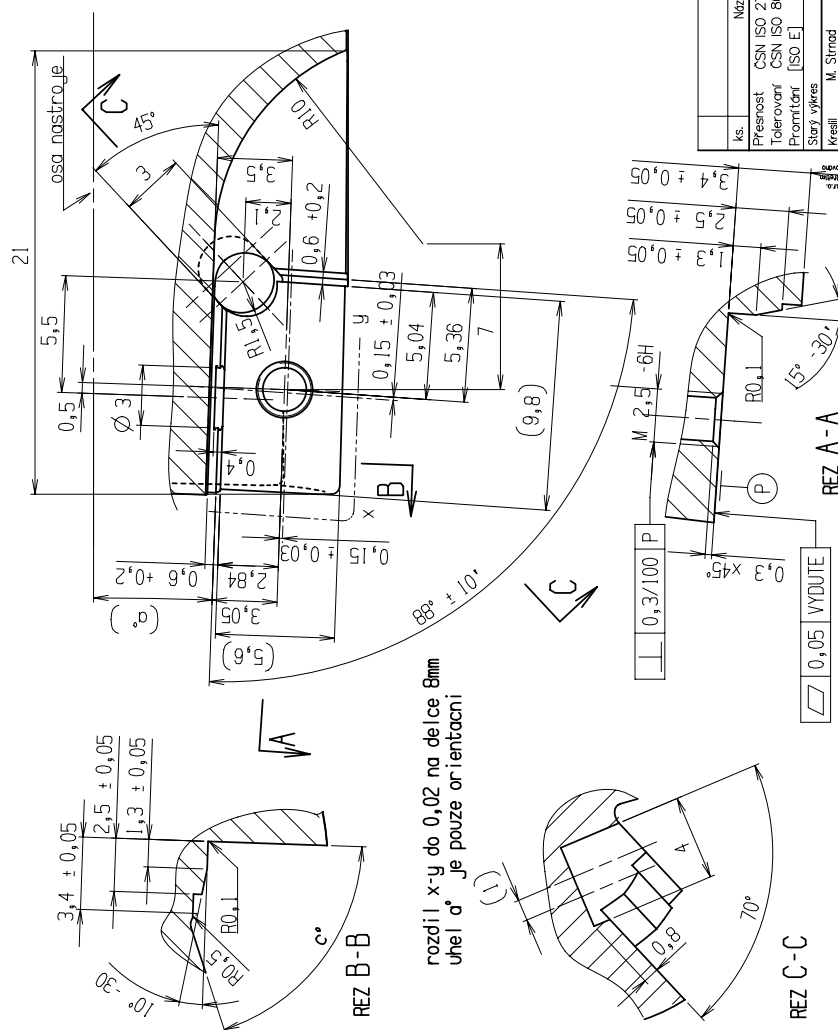


3-KOM-973-02-02



VÝKRES STOPKY: 3-KOM-973-02-04

		Název – rozměr		15 230,3	Ø 30-95	Výkres	Pol.
ka.	Přesnost CSN ISO 2768-m Tolerovaní Příměťník [ISO E]	ANO	Cykly sest. Časová/lehu Hmotnost	Materiál	Rozměr mat.		Pol.
	Starý výkres		Nový výkres	kg			List
Kreslí	M. Šimád	a					
Prežk.		c					
Techdíl.		b					
Schválí		a					
Dne	28.4.2004	Index	Změna	Typ	Datum	Podpis	
		Název					
	Karned Tools s.r.o.	POLOTOVAR	25A4R035B25-SAP1D				
Poznámka	Měřtko	2 : 1	Číslo kreslu	3-KOM-973-02-02			Index

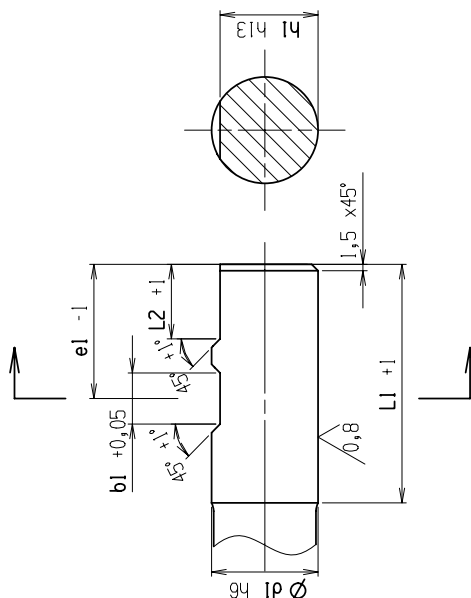


ks.	Název - rozměr		Material	Rozměr mat.	Výkres	Pol.
Přesnost	CSN ISO 2768-m		Cyklus sest.			Pol.
Toleranci	CSN ISO 8015	ANO ☒	Číslo/název/listu			List
Příměr	ISO E	☒	Hmotnost	kg		
Starý výkres			Nový výkres			
Kreslí	M. Strnad	d				
Prizk.		c				
Technol.		b				
Schválí		a				
Dne	28.4.2004	Index			Datum	Podpis
		Název	Typ			
	Karned Tools s.r.o.	DETAIL LŮŽKA		APXT 11T3PD		
Poznamka	Měřtko	5:1	List	Cyklus	3-KOM-973-02-03	Index

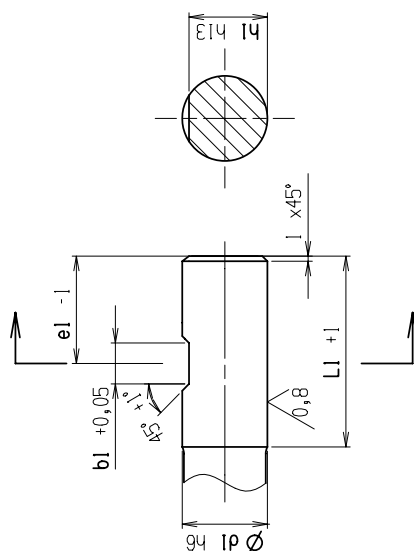
1. *С. р. 17-20* и *С. р. 18-22*.



PROVEDENÍ Ø d1= 25-40



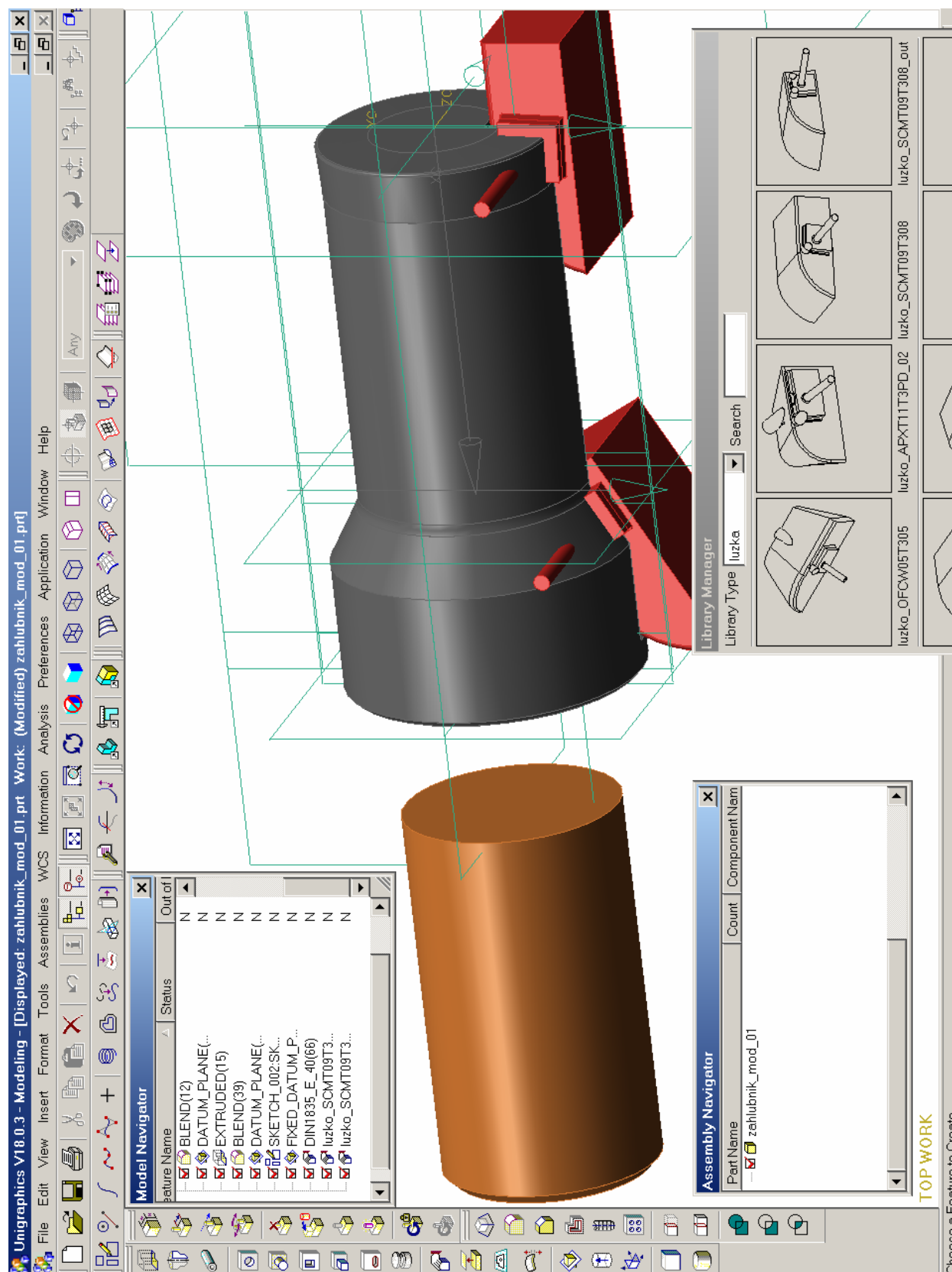
PROVEDENÍ Ø d1= 12-20

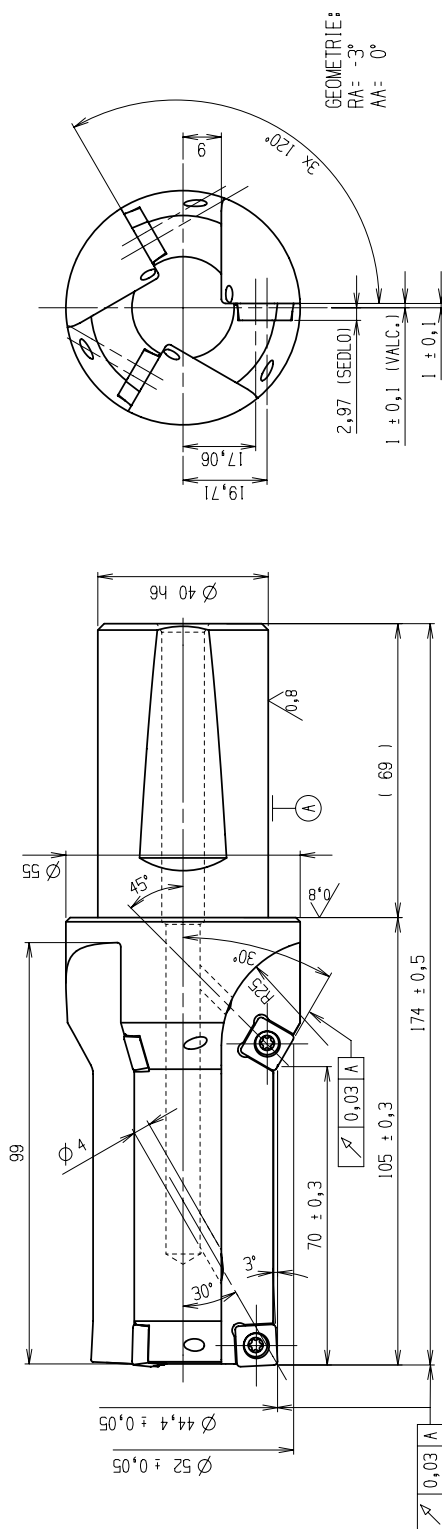


dl	bl	el	l1	l2	hl	
h6	tol.	-1	+1	+1	tol.	
12	8	22,5	45		10,4	
16	10	24	48		14,2	
20	11	25	50		18,2	
25	12	32	56	17	23	
32	14	36	60	19	30	
40	14	40	70	19	38	

Ks.	Název - rozměr	Materiál	Rozměr mat.	Výkres	Pol.
Přesnost	CSN ISO 2768-m	Cykly zast.			Pol.
Tolerování	CSN ISO 8015 ANO ΔE	Sazenina/lisu			List
Promítání	ISO E1 	Hmotost	kg		
Starý výkres		Nový výkres			
Kreslí	M. Strnad	d			
Prežk.	c	e			
Techn.	b	a			
Schválí	a	Schválí			
Dne	20.4.2004	Dne		Dataři	Podpis
		Název	Změna		
		Typ			
 Kärtned Tools s.r.o.				UPINACÍ STOPKA DIN 1835-B	
Průznamená	Měřtko	NENI	Cykly zast.	Index	
				3-KOM-973-02-04	

Príloha č. 14 Náhled systému Unigraphics – Tvorba modelu záhlubníku

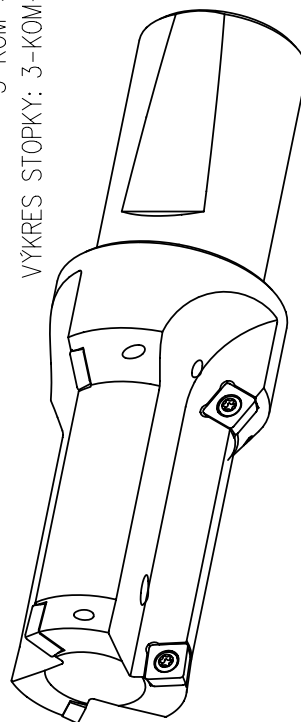


$$\begin{pmatrix} \sqrt{3} & 2 \end{pmatrix}$$


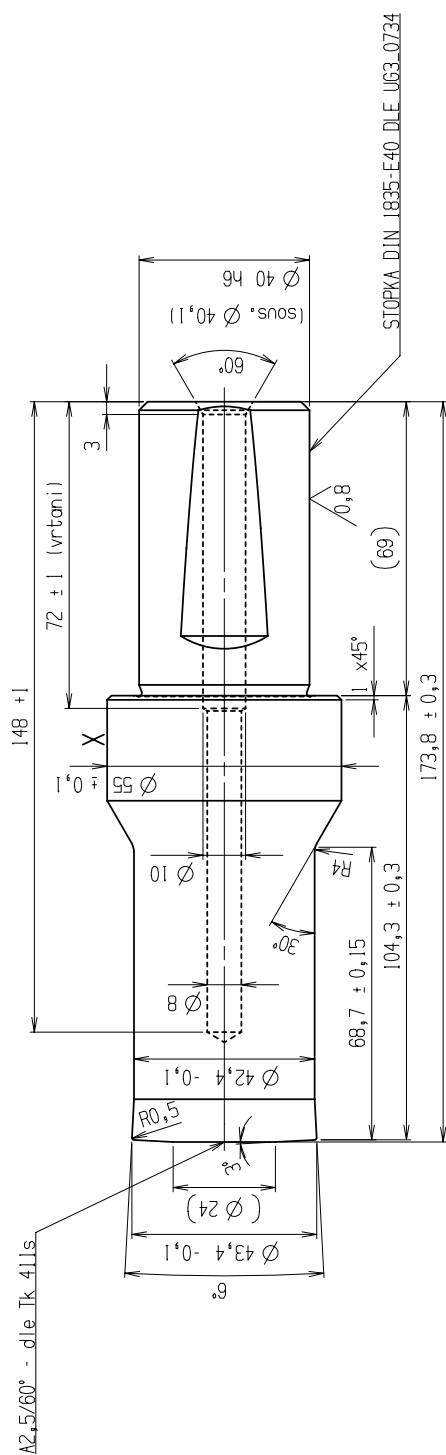
VÝKRES LŮŽKA: 3-KOM-973-03-03

3-KOM-973-03-05

VÝKRES STOPKY: 3-KOM-973-03-04

[illegible]

1970-1971, 1972-1973, 1974-1975, 1976-1977, 1978-1979, 1980-1981, 1982-1983, 1984-1985, 1986-1987, 1988-1989, 1990-1991, 1992-1993, 1994-1995, 1996-1997, 1998-1999, 2000-2001, 2002-2003, 2004-2005, 2006-2007, 2008-2009, 2010-2011, 2012-2013, 2014-2015, 2016-2017, 2018-2019, 2020-2021, 2022-2023, 2024-2025, 2026-2027, 2028-2029, 2030-2031, 2032-2033, 2034-2035, 2036-2037, 2038-2039, 2040-2041, 2042-2043, 2044-2045, 2046-2047, 2048-2049, 2050-2051, 2052-2053, 2054-2055, 2056-2057, 2058-2059, 2060-2061, 2062-2063, 2064-2065, 2066-2067, 2068-2069, 2070-2071, 2072-2073, 2074-2075, 2076-2077, 2078-2079, 2080-2081, 2082-2083, 2084-2085, 2086-2087, 2088-2089, 2090-2091, 2092-2093, 2094-2095, 2096-2097, 2098-2099, 2100-2101, 2102-2103, 2104-2105, 2106-2107, 2108-2109, 2110-2111, 2112-2113, 2114-2115, 2116-2117, 2118-2119, 2120-2121, 2122-2123, 2124-2125, 2126-2127, 2128-2129, 2130-2131, 2132-2133, 2134-2135, 2136-2137, 2138-2139, 2140-2141, 2142-2143, 2144-2145, 2146-2147, 2148-2149, 2150-2151, 2152-2153, 2154-2155, 2156-2157, 2158-2159, 2160-2161, 2162-2163, 2164-2165, 2166-2167, 2168-2169, 2170-2171, 2172-2173, 2174-2175, 2176-2177, 2178-2179, 2180-2181, 2182-2183, 2184-2185, 2186-2187, 2188-2189, 2190-2191, 2192-2193, 2194-2195, 2196-2197, 2198-2199, 2200-2201, 2202-2203, 2204-2205, 2206-2207, 2208-2209, 2210-2211, 2212-2213, 2214-2215, 2216-2217, 2218-2219, 2220-2221, 2222-2223, 2224-2225, 2226-2227, 2228-2229, 2230-2231, 2232-2233, 2234-2235, 2236-2237, 2238-2239, 2240-2241, 2242-2243, 2244-2245, 2246-2247, 2248-2249, 2250-2251, 2252-2253, 2254-2255, 2256-2257, 2258-2259, 2260-2261, 2262-2263, 2264-2265, 2266-2267, 2268-2269, 2270-2271, 2272-2273, 2274-2275, 2276-2277, 2278-2279, 2280-2281, 2282-2283, 2284-2285, 2286-2287, 2288-2289, 2290-2291, 2292-2293, 2294-2295, 2296-2297, 2298-2299, 2300-2301, 2302-2303, 2304-2305, 2306-2307, 2308-2309, 2310-2311, 2312-2313, 2314-2315, 2316-2317, 2318-2319, 2320-2321, 2322-2323, 2324-2325, 2326-2327, 2328-2329, 2330-2331, 2332-2333, 2334-2335, 2336-2337, 2338-2339, 2340-2341, 2342-2343, 2344-2345, 2346-2347, 2348-2349, 2350-2351, 2352-2353, 2354-2355, 2356-2357, 2358-2359, 2360-2361, 2362-2363, 2364-2365, 2366-2367, 2368-2369, 2370-2371, 2372-2373, 2374-2375, 2376-2377, 2378-2379, 2380-2381, 2382-2383, 2384-2385, 2386-2387, 2388-2389, 2390-2391, 2392-2393, 2394-2395, 2396-2397, 2398-2399, 2400-2401, 2402-2403, 2404-2405, 2406-2407, 2408-2409, 2410-2411, 2412-2413, 2414-2415, 2416-2417, 2418-2419, 2420-2421, 2422-2423, 2424-2425, 2426-2427, 2428-2429, 2430-2431, 2432-2433, 2434-2435, 2436-2437, 2438-2439, 2440-2441, 2442-2443, 2444-2445, 2446-2447, 2448-2449, 2450-2451, 2452-2453, 2454-2455, 2456-2457, 2458-2459, 2460-2461, 2462-2463, 2464-2465, 2466-2467, 2468-2469, 2470-2471, 2472-2473, 2474-2475, 2476-2477, 2478-2479, 2480-2481, 2482-2483, 2484-2485, 2486-2487, 2488-2489, 2490-2491, 2492-2493, 2494-2495, 2496-2497, 2498-2499, 2500-2501, 2502-2503, 2504-2505, 2506-2507, 2508-2509, 2510-2511, 2512-2513, 2514-2515, 2516-2517, 2518-2519, 2520-2521, 2522-2523, 2524-2525, 2526-2527, 2528-2529, 2530-2531, 2532-2533, 2534-2535, 2536-2537, 2538-2539, 2540-2541, 2542-2543, 2544-2545, 2546-2547, 2548-2549, 2550-2551, 2552-2553, 2554-2555, 2556-2557, 2558-2559, 2560-2561, 2562-2563, 2564-2565, 2566-2567, 2568-2569, 2570-2571, 2572-2573, 2574-2575, 2576-2577, 2578-2579, 2580-2581, 2582-2583, 2584-2585, 2586-2587, 2588-2589, 2590-2591, 2592-2593, 2594-2595, 2596-2597, 2598-2599, 2600-2601, 2602-2603, 2604-2605, 2606-2607, 2608-2609, 2610-2611, 2612-2613, 2614-2615, 2616-2617, 2618-2619, 2620-2621, 2622-2623, 2624-2625, 2626-2627, 2628-2629, 2630-2631, 2632-2633, 2634-2635, 2636-2637, 2638-2639, 2640-2641, 2642-2643, 2644-2645, 2646-2647, 2648-2649, 2650-2651, 2652-2653, 2654-2655, 2656-2657, 2658-2659, 2660-2661, 2662-2663, 2664-2665, 2666-2667, 2668-2669, 2670-2671, 2672-2673, 2674-2675, 2676-2677, 2678-2679, 2680-2681, 2682-2683, 2684-2685, 2686-2687, 2688-2689, 2690-2691, 2692-2693, 2694-2695, 2696-2697, 2698-2699, 2700-2701, 2702-2703, 2704-2705, 2706-2707, 2708-2709, 2710-2711, 2712-2713, 27



X OZNAČIT: logo
Ø 44,4/30°
firmy

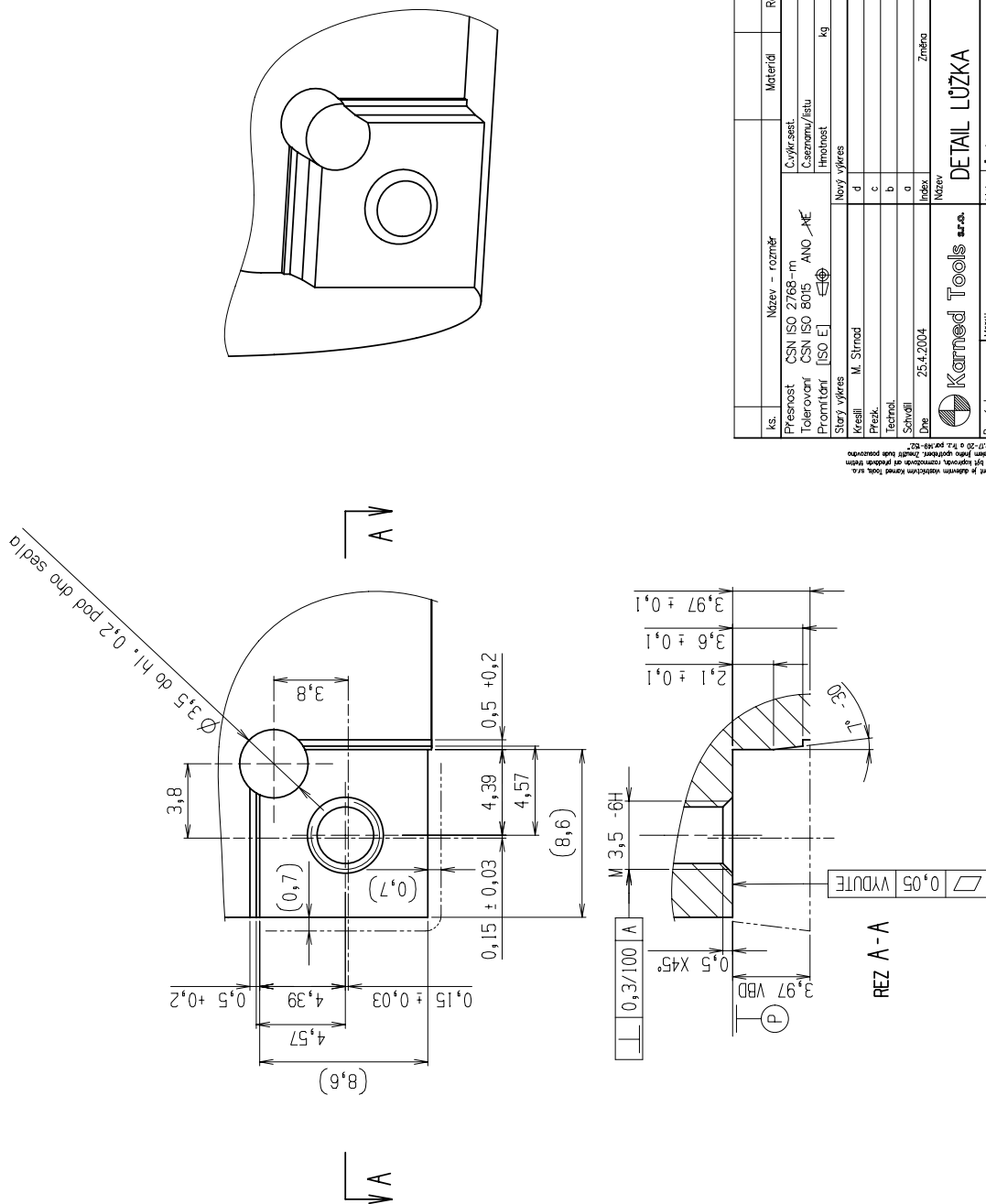
VÝKRES SESTAVY: 3-KOM-973-03-01

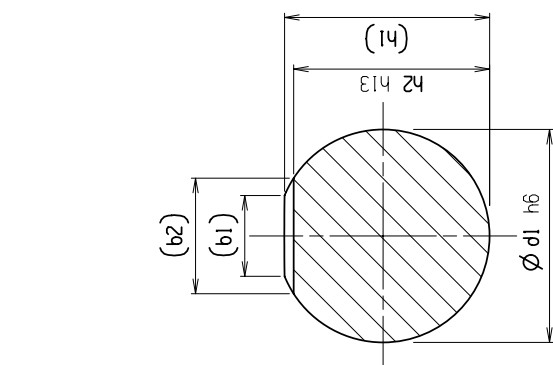
VÝKRES LŮŽKA: 3-KOM-973-03-03

3-KOM-973-03-05

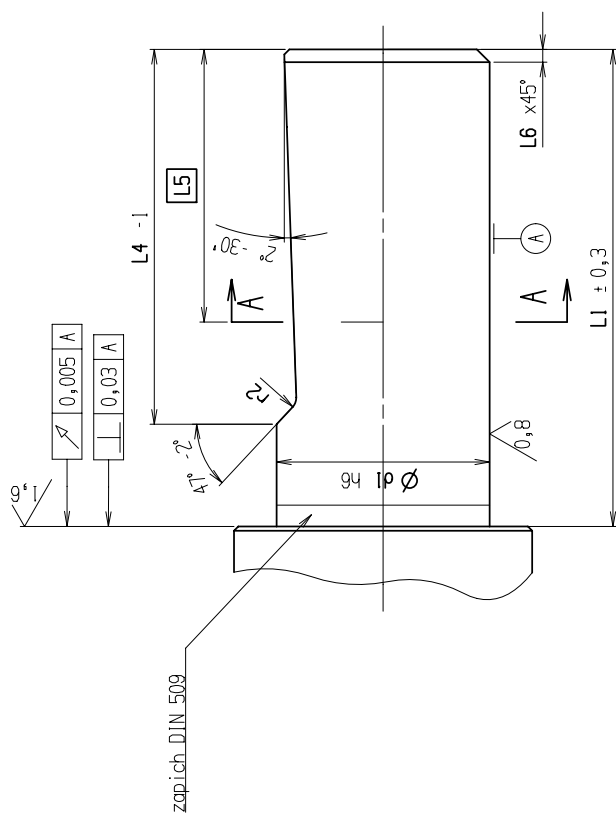
VÝKRES STOPKY: 3-KOM-973-03-04

ks.	Název – rozměr		15 230,3	Ø 60-178	Výkres	Pol.
Přesnost	CSN ISO 2768-m	ANO				
Tolerování	CSN ISO 8015	ANO				
Přomítání	ISO E					
Stav výkresu	Nový výkres		kg	Č.ÚK: 415 239 17 0321		
Kreslí	M. Stroud	d				
Průzk.	c					
Tečrná	b					
Schválí	Schválí	d				
Dne	29.4.2004	Index				
Název		Změna		Datum		Podpis
 Kärtned Tools s.r.o.		Typ		Ø 44,4 / 30°		
		Změna				
Poznamka	Měřítka	1 : 1	Č. výkresu		3-KOM-973-03-02	
						Index

[illegible]

$$3.2 \angle \left(\begin{array}{c} \nearrow \\ \searrow \end{array} \right)$$


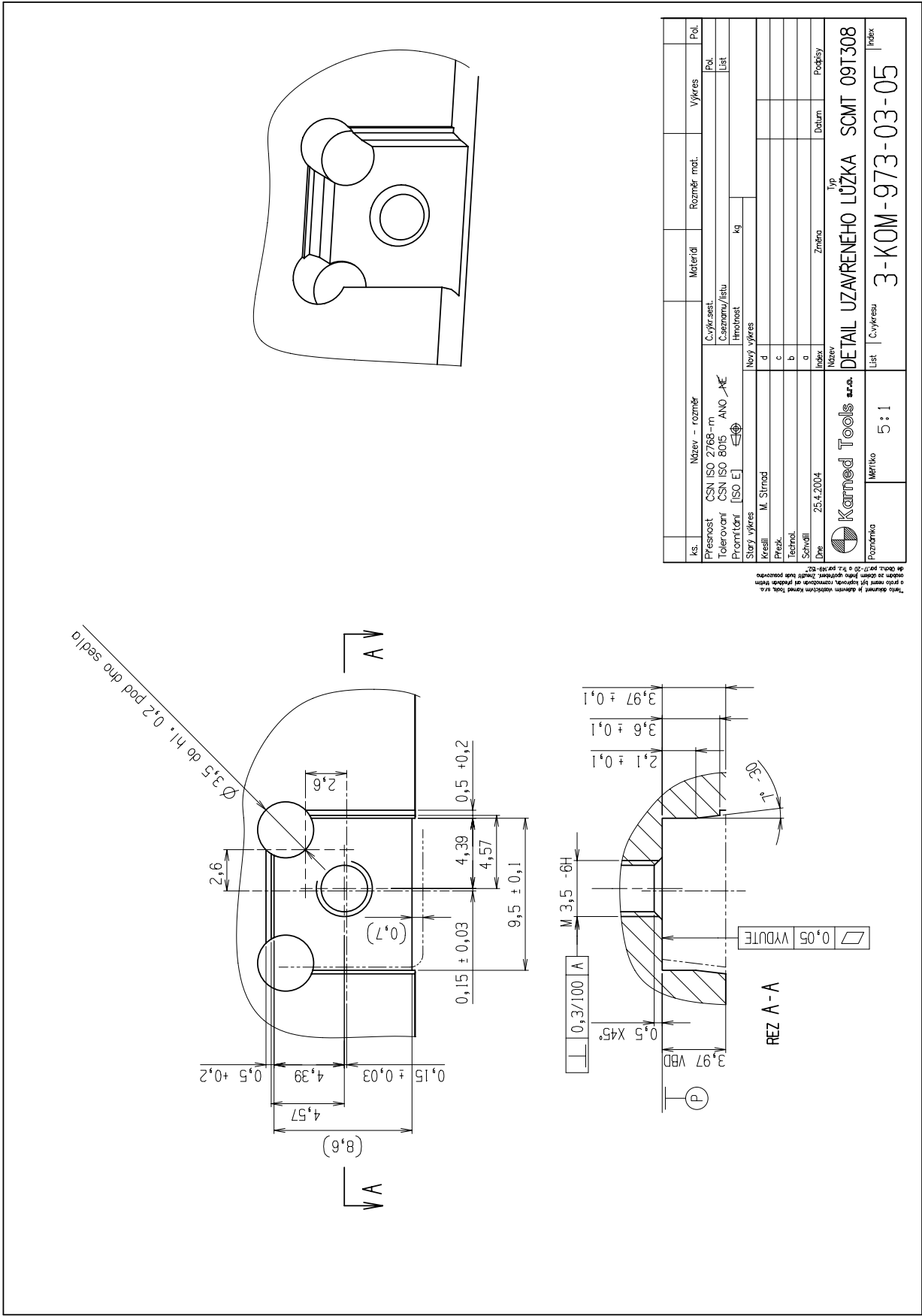
REZ A - A



d1 h6	(h1)	h2 h13	(b1)	(b2)	L1 ±0,3	L4 -1	L5	L6	r2 min.	zapih DIN 509	
6	5,4	4,8	3,5	4,8	36	25	18	0,5	1,2	F 0,4x0,2	
8	7,2	6,6	4,7	6,1	36	25	18	0,5	1,2	F 0,4x0,2	
10	9,1	8,4	5,7	7,3	40	28	20	0,5	1,2	F 0,6x0,2	
12	11,2	10,4	6	8,2	45	33	22,5	1	1,2	F 0,6x0,2	
16	15	14,2	7,6	10,1	48	36	24	1	1,6	F 0,6x0,2	
20	19,1	18,2	8,4	11,5	50	38	25	1	1,6	F 0,6x0,3	
25	24,1	23	9,3	13,6	56	44	32	1,5	1,6	F 0,6x0,3	
32	31,2	30	9,9	15,5	60	48	35	1,5	1,6	F 0,6x0,3	
40	39,3	38	10,2	17,4	70	58	40	1,5	1,6	F 0,6x0,3	

ks.	Název - rozměr		Material	Rozměr mat.	Výkres	Pol.
Přesnost	CSN ISO 2768-m		Cyklus sest.			Pol.
Toleranci	CSN ISO 8015	ANO ☒	Číslo/název/listu			List
Promítání	ISO E		Hmotnost	kg		
Starý výkres	Nový výkres					
Kreslí	M. Strnad	d				
Prizk.		c				
Technol.		b				
Schválí		a				
Dne	29.4.2004	Index	Žmína		Datum	Podpis
		Název	Typ			
		UPINACÍ STOPKA		DIN 1835-E		
Poznamka	Měřtko	NENÍ	Cyklus	3-KOM-973-03-04		Index

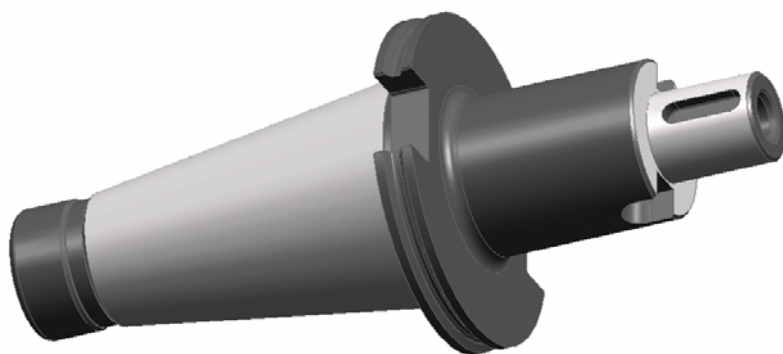
Příloha č. 19 Výkres uzavřeného lůžka SCMT 09T308, 3-KOM-973-03-05



Příloha č. 20 Ukázka nástrojů různých konstrukcí



*Kotoučová fréza 290x27,8
(Lucas – Autobrzdy)*



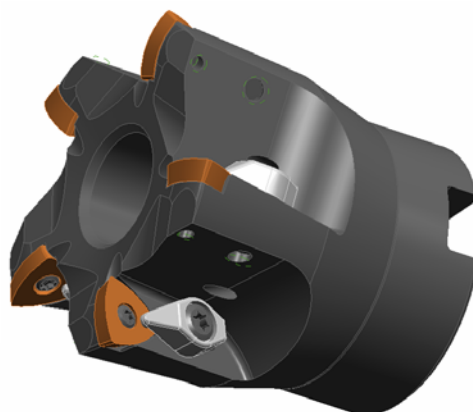
*Speciální upínací trn ISO 50x27
(Škoda Auto Mladá Boleslav)*



*Spec. záhlubník Ø27/Ø80- BT40
(ČKD – Secheron)*



*Záhlubník na výměnné bločky
(HORO GmbH)*



*Rychloposuvové frézy
(Grumant s.r.o.)*



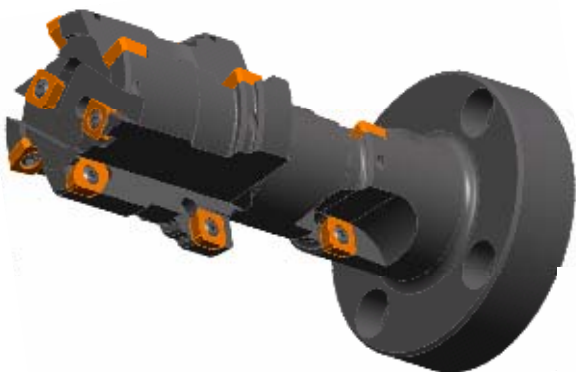
Příloha č. 20 (pokračování) Ukázka nástrojů různých konstrukcí



Kopinatý vrták 7730.4



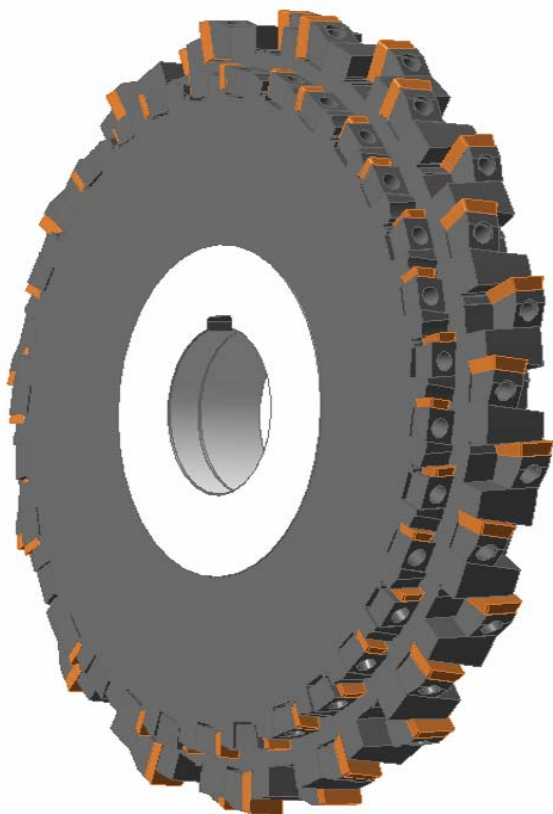
*Spec. nástrčná fréza Ø90-75°-R7
(Vyhybkárna Prostějov)*



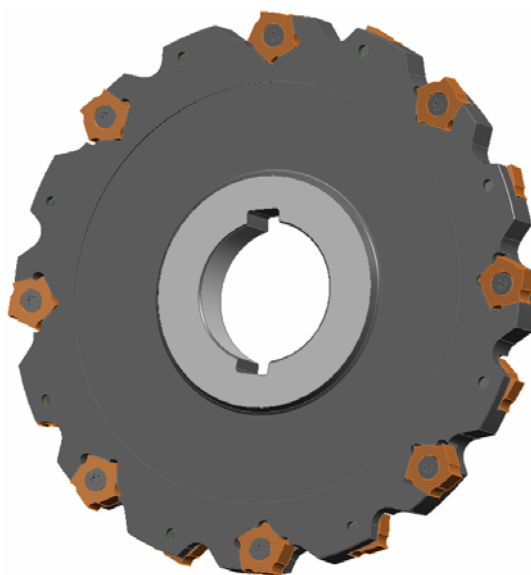
*Spec. nástroje pro opracování odlitku
(Lucas – Autobrzdý)*



*Spec. sada fréz NS-0174
(Baildonit)*



*Sada kotoučových fréz
(Pramet GmbH)*



Kotoučová fréza 160H16N-S90PN12N10

Příloha č.21 Seznam zhotovených knihoven a konstrukčních prvků

Seznam zhotovených knihoven a konstrukčních prvků

Knihovna upínacích stopek	Knihovna upínacích dutin	Knihovna lůžek
DIN 1835_B_16	DIN 8030_A_22	luzko_OFCW05T305
DIN 1835_B_20	DIN 8030_A_27	luzko_APXT11T3PD
DIN 1835_B_25	DIN 8030_A_32	luzko_SCMT09T308
DIN 1835_B_32	DIN 8030_B_27	luzko_SCMT120408
DIN 1835_E_16	DIN 8030_B_32	luzko_CCMT09T308
DIN 1835_E_20	DIN 8030_B_40	luzko_CCMT120408
DIN 1835_E_25		luzko_SCMT09T308_out
DIN 1835_E_32		luzko_SCMT120408_out
DIN 1835_E_40		luzko_CCMT09T308_out
DIN 69893-1_HSK_A 63		luzko_CCMT09T308_out
DIN 69893-1_HSK_A 80		
DIN 2080_50		
DIN 69871_A_40		
Mk2_A		
Mk3_A		
Mk4_A		
Mk5_A		

V rámci DP byly vytvořeny 3 knihovny a zhotoveno celkem 33 konstrukčních prvků.