

6 CNC SÚSTRUŽENIE V SCHAEFFLER SKALICA

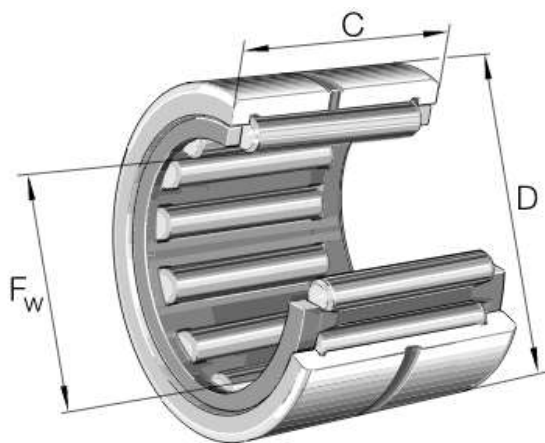
Úvod

V súčasnosti sú zo strany zákazníkov kladené vysoké požiadavky nielen na kvalitu a efektivitu výrobkov, ale aj na služby týkajúce sa ich životného cyklu. Dodávateľ musí spĺňať vysoké nároky vo viacerých oblastiach. Preto aj firma Schaeffler zavádza do svojich procesov najnovšie poznatky z manažmentu, technológie, personalistiky a iných oblastí.

6.1 Zákaznícky dopyt

Firma Schaeffler realizuje výrobu produktov dvoma spôsobmi. Jedným z nich je návrh a vývoj vlastného riešenia, druhým je reakcia na dopyt zákazníka po konkrétnom produkte. Kým v prvom prípade prieskum trhu a konštrukčný návrh je vykonávaný priamo vo firme Schaeffler, pri zákazníckom dopyte táto fáza prebieha u zákazníka, prípadne v úzkej spolupráci s firmou Schaeffler.

Predkladaná štúdia uvádza príklad návrhu výroby valčekového (ihlového) ložiska, zobrazeného na Obr. 6.1.



Obr. 6.1. Model súčiastky (Interné materiály Schaeffler, 2020)

Aby bolo možné produkt vyrobiť v požadovanej kvalite, je potrebné poznať jeho cieľové vlastnosti, prípadne podmienky budúcej prevádzky (Tab. 6.1), medzi ktoré možno zaradiť:

- spôsob a veľkosť zaťaženia,
- frekvenciu otáčania,
- prostredie, v ktorom bude vyrábaná súčiastka pracovať, čo zahŕňa:
 - spôsob mazania,
 - prašnosť prostredia,
 - teplotné pomery.

Tabuľka 6.1. Vybrané parametre ihlového ložiska NK35/20 (Interné materiály Schaeffler, 2020)

Vlastnosť	Hodnota
Vnútorňý priemer F_w (mm)	35
Vonkajší priemer D (mm)	45
Šírka C (mm)	20
Hmotnosť (g)	69,4
Dynamické zaťaženie radiálne C_r (N)	31 000
Statické zaťaženie radiálne C_{0r} (N)	48 500
Medza únavy radiálne C_{ur} (N)	8 600
Maximálna frekvencia otáčania (min^{-1})	12 900
Referenčná frekvencia otáčania (min^{-1})	7 400

Priebeh nábehu výroby je uvedený na Obr. 6.2, kde na základe dopytu a jeho následného spracovania nasleduje proces výroby vzoriek a po ich odsúhlasení zákazníkom nastáva samotný nábeh výroby.

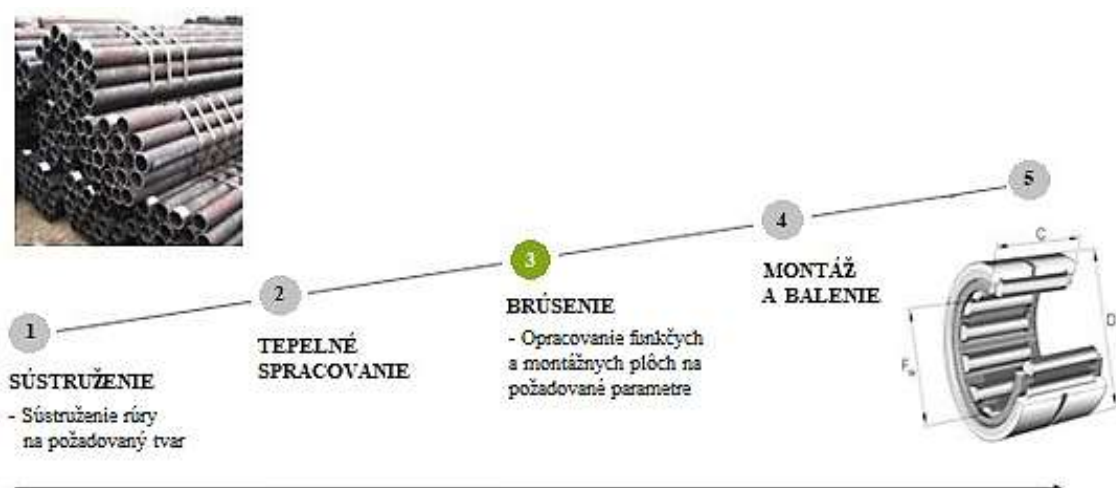


Obr. 6.2. Priebeh nábehu výroby (Interné materiály Schaeffler, 2020)

6.2 Výrobný postup – zohľadnenie presnosti a veľkosti výrobných dávky

Podľa požadovaných tolerancií a najmä kvality funkčných plôch vyrábanej súčiastky je potrebné zvoliť postupnosť výrobných operácií. Napr. pre vysoko presné ložiská, príp. ak je požiadavka na ich nízku hlučnosť, je potrebné zaradiť ako dokončovaciu operáciu honovanie. Čo sa týka sústruženia, všetky sústruhy sú schopné vyrábať obrobky v toleranciách požadovaných pre následné operácie brúsenia a preto pri voľbe vhodného stroja rozhoduje komplexnosť výrobku a veľkosť výrobných dávky.

CNC sústružnícke centrá sú využívané na výrobu súčiastok v objemoch výrobných zákazky od niekoľkých desiatok kusov až po približne 5 000 ks. Nad tento objem už výroba súčiastok prechádza na viacvretenové automaty. U CNC sústruhov sa tieto objemy pohybujú od niekoľko sto kusov až po približne 25 000 ks. Oblasť sústruženia týchto strojov sa zvyčajne sústreďuje na dokončovacie operácie (Šmida, 2013). V prípade zadaného typu výrobku, ktorý je predmetom predloženej štúdie, zákazník požaduje dodať 25 000 ks ročne. Postup výroby je znázornený na Obr. 6.3.



Obr. 6.3. Blokova schéma výrobných operácií (Interné materiály Schaeffler, 2020)

6.3 Výber materiálu

Materiál dodávaný do firmy Schaeffler musí spĺňať podmienky definované internou normou. Tá predpisuje vlastnosti pre všetky formy materiálu: kruhové a ploché tyče, drôty, rúry a polovýrobky na ďalšie opracovanie. Napr. pre rúry stanovuje nasledovné stavy pri dodaní (Interné materiály Schaeffler, 2020):

- GKZ – žíhané na globulárny cementit, bez napätia,
- GKZW – žíhané na globulárny cementit, mäkké,
- GKZW+SH – žíhané na globulárny cementit, mäkké + lúpané,
- GKZ+K – žíhané na globulárny cementit + ťahané za studena,
- GKZ+K+G – žíhané na globulárny cementit + ťahané za studena + žíhané na hotovo,
- GKZ+K+SL – žíhané na globulárny cementit + ťahané za studena + brúsené,
- GKZ+KP – žíhané na globulárny cementit + valcované za studena na pútnickej stolici.

Z toho, v akom stave je materiál dodávaný, vychádzajú aj jeho mechanické vlastnosti, ktoré sú uvedené v Tab. 6.2.

Tabuľka 6.2. Mechanické vlastnosti materiálu (Interné materiály Schaeffler, 2020)

Polotovar	Stav pri dodávke	R_m (MPa)	HBW 2,5/187,5	HV	HRB
rúry, krúžky z rúry	GKZ	≤ 700	≤ 210	≤ 220	≤ 95
	GKZW	≤ 640	≤ 190	≤ 200	≤ 92
	GKZW+SH	≤ 640	≤ 190	≤ 200	≤ 92
	GKZ+K	870 až 1 080	259 až 319	272 až 335	-
	GKZ+K+G	≤ 880	≤ 261	≤ 275	≤ 103
	GKZ+K+SL	870 až 1 080	259 až 319	272 až 335	-
	GKZ+KP	870 až 1 080	259 až 319	272 až 335	-

Ďalej norma opisuje:

- vlastné napätia,
- chemické zloženie,
- štruktúru,
- vnútorné chyby,
- mikroskopický stupeň čistoty,
- makroskopické nekovové vtrúseniny,
- oduhličenie.

Nemenej dôležité na stanovenie optimálneho rozmeru polotovaru sú rozmerové tolerancie. Schaeffler má pre každého dodávateľa vypracovaný predpis, stanovujúci prípustné odchýlky rozmeru pre vonkajší priemer (Tab. 6.3) a hrúbku steny rúry (Tab. 6.4).

Tabuľka 6.3. Rozmerové tolerancie vonkajšieho priemeru rúry (Interné materiály Schaeffler, 2020)

Rozmer materiálu (mm)	Odchýlka (mm)
< 30	± 0,2
> 30 ≤ 70	± 0,3
> 70 ≤ 101	± 0,3
> 101 ≤ 120	± 0,4

Tabuľka 6.4. Rozmerové tolerancie pre hrúbku steny rúry (Interné materiály Schaeffler, 2020)

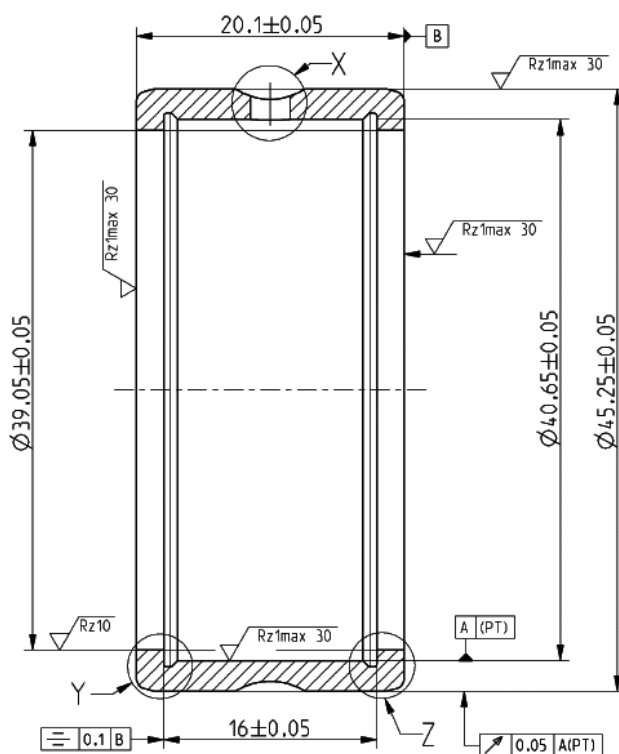
Rozmer materiálu (mm)	Hrúbka steny (mm)	Odchýlka
< 30	< 3,75	± 0,15 mm
	> 3,75	± 4 %
> 30 ≤ 101	< 5	± 0,2 mm
	> 5 < 8,75	± 4 %
	> 8,75	± 0,35 mm
> 101 ≤ 120	-	± 5 %

6.3.1 Voľba polotovaru

Na výrobu ložísk sa v prevažnej miere využíva materiál s označením 100Cr6, podľa EN 101 32-4. Slovenský ekvivalent je 14 109, podľa STN 41 4109. Polotovary sú vo forme rúr, tyčí, plechov, ale aj výkovkov rôznych tvarov. Medzi hlavných dodávateľov polotovarov pre firmu Schaeffler patria firmy Maxhütte Rohrwerk a Ovako. Vlastnosti materiálu 100Cr6, použitého na výrobu vonkajšieho krúžku NK35/20 (Obr. 6.4) sú uvedené v Tab. 6.5.

<i>Polotovár</i>	<i>Pevnosť v ťahu</i> (MPa)	<i>Tvrdosť HB</i>	<i>Teplota žihania na mätko</i> (°C)	<i>Teplota kalenia</i> (°C)	<i>Teplota popúšťania</i> (°C)
<i>bezšvové rúrky</i>	608 až 726	max. 220	720 až 760	820 až 850	150 až 220
<i>výkovky</i>		max. 210			

Takmer každý dodávateľ hutného materiálu má stanovené minimálne odberné množstvo. Pred rozhodnutím o objednaní nového materiálu, alebo využitie už existujúcej položky, je potrebné stanoviť rozmer potrebnej rúry.



Pre vonkajší priemer rúry platí vzťah (6.1):

kde P_{vo} je vonkajší priemer rúry (mm),
 MP_{vo} – menovitý priemer obrobku (mm),
 HT – horná tolerancia obrobku (mm),
 P – prídavok na obrábanie (mm).

Pre hrúbku steny rúry platí vzťah (6.2):

$$P_{vn} = \frac{P_{vo} - MP_{vn} + DT - P}{2} \quad (6.2)$$

kde P_{vn} je vnútorný priemer rúry (mm),

P_{vo} – vonkajší priemer rúry (mm),

MP_{vn} – menovitý priemer obrobku (mm),

DT – dolná tolerancia obrobku (mm),

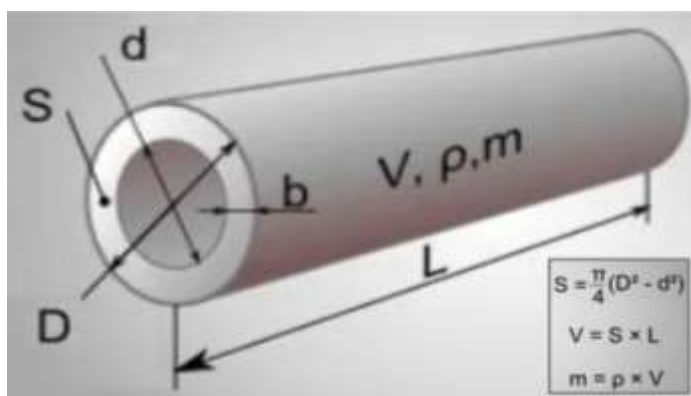
P – prídavok na obrábanie (mm).

Pre prípad vonkajšieho krúžku NK35/20 platí:

$$P_{vo} = 45,25 + 0,05 + 2 \cdot 0,3 = 45,9 \text{ mm}$$

$$P_{vn} = \frac{45,90 - 39,05 + (-0,05) - 0,2}{2} = 3,325 \text{ mm}$$

Z výpočtu je zrejmé, že vhodné rozmery rúry sú $45,9 \times 3,33 \text{ mm}$. Následne je potrebné stanoviť množstvo (hmotnosť) materiálu potrebného na ročnú výrobu, čo je súčin objemu medzikružia a mernej hustoty materiálu (Obr. 6.5).



Obr. 6.5. Výpočet hmotnosti polotovaru

K dĺžke dielu L , na výpočet potreby materiálu, je nutné pripočítať prídavok na zarovnanie čelnej plochy 0,5 mm a prídavok na odpichnutie osústruženého obrobku 2 mm. Potom pre hmotnosť platí vzťah (6.3):

$$m = \rho \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \cdot L \quad (6.3)$$

Pre prípad vonkajšieho krúžku NK35/20 platí:

$$m = 7850 \cdot \frac{3,14}{4} \cdot (0,0459^2 - 0,0317^2) \cdot 0,0226 = 0,153 \text{ kg}$$

Hmotnosť polotovaru pre jeden diel je 0,153 kg, z toho vyplýva spotreba materiálu na ročnú výrobu dielov $25\,000 \cdot 0,153 = 3\,825 \text{ kg}$. Dodávateľ rúrkového polotovaru má podmienku minimálneho dodacieho množstva 2 000 kg. Toto množstvo je splnené, v inom

pripade by bolo nutné najst' vhodný materiál z už dodávaných typov polotovarov. Použitím alternatívneho rozmeru materiálu môže dôjsť k nárastu prídavkov na obrábanie a tým aj nárastu cyklového času pri sústružení.

6.4 Kalkulácia výrobných nákladov

Strojová tarifa sa skladá z viacero zložiek, nie je tu len spotreba energie a spotreba náradia, ale aj náklady na personál. Ďalej je potrebné zohľadniť všetky podporné činnosti v celom podniku. Sem vstupujú všetky oddelenia od nákladov na stráženie závodu až po upratovacie služby. Čím je podnik väčší, tým viac podporných útvarov obsahuje a s tým sa aj pomer „vedľajších“ nákladov zvyšuje. Náklady na náradie je samostatná položka strojovej tarify.

Veľkosť výrobnéj dávky, alebo optimálna výrobná dávka, je kompromisom medzi zákazníkom požadovanom intervale dodávok, počtom zoradovaní stroja a veľkosťou skladovej zásoby.

Kalkulácie pre všetky produkty vytvára kalkulačný technik v prostredí programu ProKalk. Do databázy programu sú nahraté parametre pre všetky výrobné pracoviská v Schaeffler Skalica. Kalkulačný technik najprv vytvorí výrobný plán z potrebných operácií na výrobku a následne týmto operáciám priradí cyklové časy a čas potrebný na zoradenie. Vo výsledku sú prehľadne zobrazené dáta pre každú operáciu. Příklad kalkulácie v programe ProKalk je uvedený na Obr. 6.6.

* Fertigungskosten I und II										
	Bezeichnung	Externe Fertigung [EUR/Stk]	Arbeitslohn [EUR/Stk]	Rüsten [EUR/Stk]	Einzel Arbeitskosten [EUR/Stk]	Werkzeugneubau [EUR/Stk]	FK I [EUR/Stk]	FK II [EUR/Stk]	Ausschuss [EUR/Stk]	Werkzeugmiete [EUR/Stk]
	0001-QS Dreht	0.00	0.0022	0.00	0.011	0.00	0.013	0.00	0.00	0.013
	0002-QS Dreht	0.00	0.00075	0.00	0.0019	0.00	0.0026	0.00	0.00	0.0026
	0003-QS Dreht - Mesanteilverarbeitung	0.00	0.0015	0.00	0.0042	0.000014	0.0058	0.00	0.00	0.0058
	0020-DREHEN CNC - SUSTRUZENIE SIEL NAHOTOVO	0.00	0.46	0.031	0.31	0.33	1.12	0.00	0.00	1.12
	0040-WASCHEN - PRANIE KB2	0.00	0.024	0.00	0.016	0.00	0.040	0.00	0.00	0.040
	0060-ROLLHAERTEN - KALIT LDI	0.00	0.44	0.12	0.064	0.00	0.65	0.00	0.00	0.65
	0080-HOEHE SCHLIFBRUS - VYSKY K LAPOVANIE	0.00	0.041	0.014	0.030	0.0013	0.067	0.00	0.00	0.067
	0085-"ruce ukladať na plastove miesta"	0.00	0.0057	0.00095	0.029	0.00	0.036	0.00	0.00	0.036
	0090-WASCHEN - PRANIE	0.00	0.0040	0.00	0.0053	0.00	0.0093	0.00	0.00	0.0093
	0100-VORSCHLEIFEN - PREDBRUS ADM	0.00	0.010	0.048	0.066	0.0011	0.068	0.00	0.00	0.068
	0120-WASCHEN - PRANIE KB5	0.00	0.0040	0.00	0.0053	0.00	0.0093	0.00	0.00	0.0093
	0130-HOEHE LAEFFEN-LAPOVAT CELA	0.00	0.29	0.052	0.14	0.047	0.48	0.00	0.00	0.48
	0130-WASCHEN - PRANIE	0.00	0.0040	0.00	0.0053	0.00	0.0093	0.00	0.00	0.0093
	0140-BRUSENIE OTVORU - Brusenie vnútornej hrany	0.00	0.21	0.033	0.17	0.075	0.48	0.00	0.00	0.48
	0150-WASCHEN - PRANIE KB5	0.00	0.0040	0.00	0.0053	0.00	0.0093	0.00	0.00	0.0093
	0160-HONOVANIE OBEZNEJ DRAHY	0.00	0.047	0.017	0.064	0.023	0.14	0.00	0.00	0.14
	0167-WASCHEN - PRANIE KB5	0.00	0.0040	0.00	0.0053	0.00	0.0093	0.00	0.00	0.0093
	0200-SCHLEIF ADM - BRUS PLOCHU NAHOTOVO	0.00	0.24	0.052	0.11	0.027	0.43	0.00	0.00	0.43
	0230-WASCHEN - PRANIE KB5 / HOJDAT I	0.00	0.0040	0.00	0.0053	0.00	0.0093	0.00	0.00	0.0093
	0231-PRAT A KONZER. KB5	0.00	0.0065	0.00	0.0028	0.00	0.0093	0.00	0.00	0.0093
	0260-KONTROL. HAND - KONTROLA Duvania	0.00	0.22	0.0046	0.73	0.00	0.96	0.00	0.00	0.96
	0290-KONZER. KAT 8 BED - KONZ. KA 1 F. POTR.	0.00	0.021	0.00	0.0056	0.00	0.026	0.00	0.17	0.20
	Summe	0.00	2.04	0.33	1.73	0.51	4.60	0.00	0.17	4.77

Obr. 6.6. Prostredie programu ProKalk

6.5 Správa náradia

Kompletnú správu náradia v Schaeffler Skalica zastrešuje sklad náradia. Správa skladu náradia zabezpečuje činnosti, ako sú:

- evidencia skladových položiek,
- uskladnenie v regáloch alebo liftoch,
- výdaj náradia na výrobné stredisko,

- príjem náradia z výrobného strediska,
- dopĺňanie zásob náradia, kde má nastavenú objednávaciu hladinu, tzv. signálny stav náradia,
- servis náradia, ktorý zahŕňa opravu poškodeného náradia, preostrenie opotrebovaného náradia, kontrolu náradia pred uskladnením.

Rozdelenie náradia podľa spôsobu použitia je na:

- Katalógové náradie ISO.
- Tvarové rezné náradie.
- Upínacie náradie.
- Základné náradie.

Katalógové náradie ISO

Tento druh náradia sa objednáva od rôznych dodávateľov a má jednotné základné katalógové označenie. Rozdelenie katalógového náradia ISO je vizualizované na Obr. 6.7. V sklade náradia sa najčastejšie nachádza v liftoch a vo výrobe je vydávané pomocou výdajných automatov (Obr. 6.8).



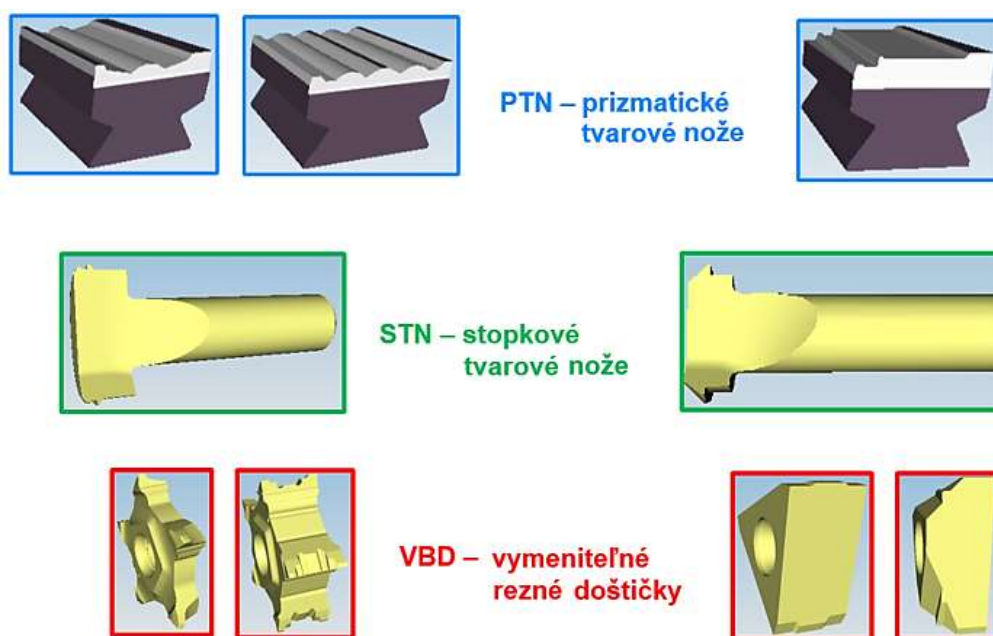
Obr. 6.7. ISO – rezné nástroje



Obr. 6.8. Výdajný automat (CMT, 2020)

Tvarové rezné náradie

Tento druh náradia sa objednáva na základe existujúceho výkresu, prevažne je viazané na daný typorozmer (TPRM), alebo vhodnú skupinu výrobkov. Zastúpenie dodávateľov na trhu je nižšie ako v prípade katalógového náradia. Rozdelenie tvarového rezného náradia je uvedené na Obr. 6.9.



Obr. 6.9. Tvarové rezné nástroje

Upínacie náradie

Upínacie hlavy s vymeniteľnou klieštinou (Obr. 6.10) dokážu upnúť len daný priemer obrobku, na ktorý boli vyrobené, dosahujú však vyššiu presnosť a tuhosť upnutia pri zanedbateľných deformáciách obrobku.



Obr. 6.10. Upínač s vymeniteľnou klieštinou

Upínacie skľučovadlá čeľuťové (Obr. 6.11) sú univerzálne vzhľadom na priemer obrobku, ale môžu spôsobiť deformácie pri upínaní a to pri menšej upínacej sile.



Obr. 6.11. Skľučovadlo čeľuťové

Základné náradie

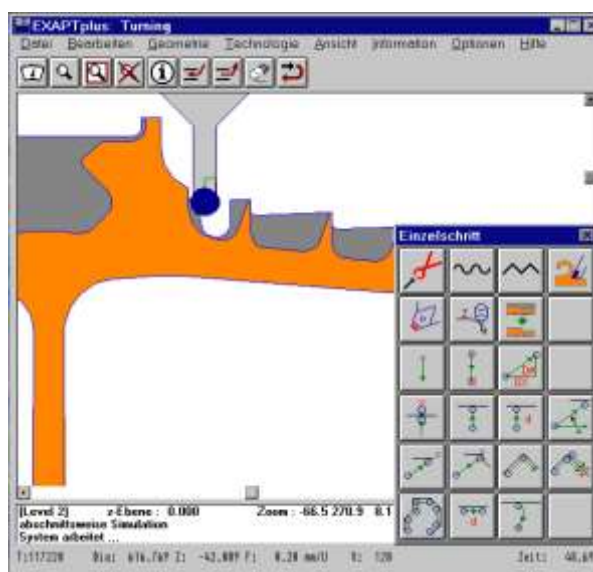
Na CNC strojoch sa používa upínací systém VDI 40. Ide o upínací systém s valcovou časťou a ozubením, s upínacím rozmerom $\varnothing 40$ mm. Slúži na upnutie do revolverovej hlavy obrábacieho stroja (Obr. 6.12).



Obr. 6.12. Vymeniteľné základné držiaky nástrojov

6.6 Tvorba NC programu

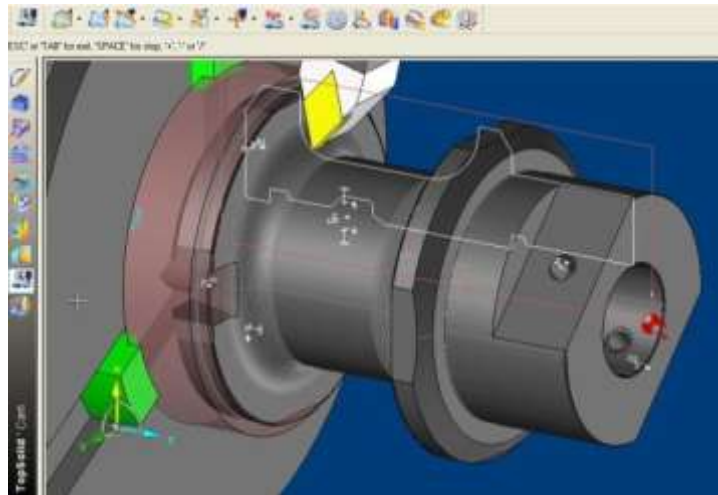
Programátorské centrum firmy Schaeffler Skalica má za úlohu vytvárať NC programy pre jednotlivé výrobné stroje v podniku. Organizačne je začlenené pod útvar centrálnej (podnikovej) technológie. V minulosti programátorské centrum využívalo na tvorbu NC programov software EXAPT plus (EXAPT Systemtechnik GmbH) (Obr. 6.13). V začiatkoch existencie firmy bol tento software dostačujúci, no postupným rozrastaním sa a zvyšovaním nárokov prestal vyhovovať.



Obr. 6.13. Ukážka prostredia Exapt plus (EXAPT Systemtechnik GmbH)

V súčasnej dobe firma používa CAD/CAM systém TopSolid (MISSLER software) (Obr. 6.14). S týmto softvérom možno realizovať úplnú parametrickú CAD konštrukciu od najjednoduchších súčiastok až po kompletné zostavy, celky, scény, kinetiku, renderovanie, generovanie výkresovej dokumentácie a pod. Na konštrukčný modul nadväzujú jednotlivé technologické CAM moduly – knižnice ďalšieho programového vybavenia, ktoré umožňujú realizovať výrobu v rôznych odboroch. Možno napr. navrhnuť frézovanie až v piatich osiach v oblasti spracovania kovových materiálov, ale aj drevných alebo iných materiálov, ďalej sústruženie, kombináciu sústruženia a frézovania a pod. Systému umožňuje komplexnú

simuláciu stroja s kontrolou kolízií a to aj pre kontinuálne obrábanie v piatich osiach. (CENTERSOFT)

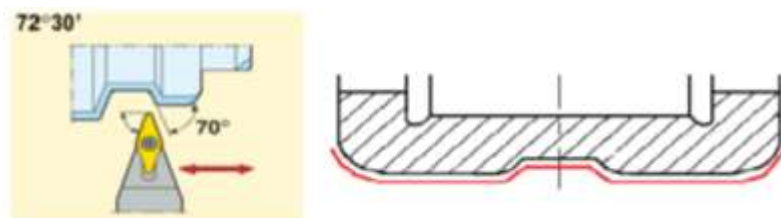


Obr. 6.14. Ukážka prostredia v prostredí TopSolid (CENTERSOFT)

Požiadavky na programátorské centrum sú zadávané cez plánovaciu tabuľu, v ktorej sú zoradené jednotlivé výrobné zákazky pre konkrétne stroje. Poradie výrobných zákaziek určuje feinplánovač po konzultácii s disponentmi na základe zákazníckych požiadaviek. O aktuálnosť plánovacej tabule sa stará feinplánovač, taktiež sa stará o priradenie výrobnéj zákazky k danému stroju. Programátor na základe plánovacej tabule má prehľad o poradí a potrebách vytvorenia NC programu na konkrétne stroje. Aby sa zabránilo zbytočným nezhodám v práci programátorov, bol dohodnutý 48-hodinový fix pred štartom zákazky, v ktorom sa nesmie meniť poradie zákaziek. (Šmida, 2013)

6.6.1 Databáza nástrojov

Programátor alebo technológ vychádza z katalógov jednotlivých výrobcov náradia (elektronických alebo knižných), ktorí dodávajú náradie do podniku. Na Obr. 6.15 je znázornený výber nástroja s vymeniteľnou reznou platničkou (VRP) na základe reálnej kontúry a katalógového znázornenia možnej výroby kontúry konkrétnym nástrojom.



Obr. 6.15. Výber rezného náradia na základe vyrábanej kontúry

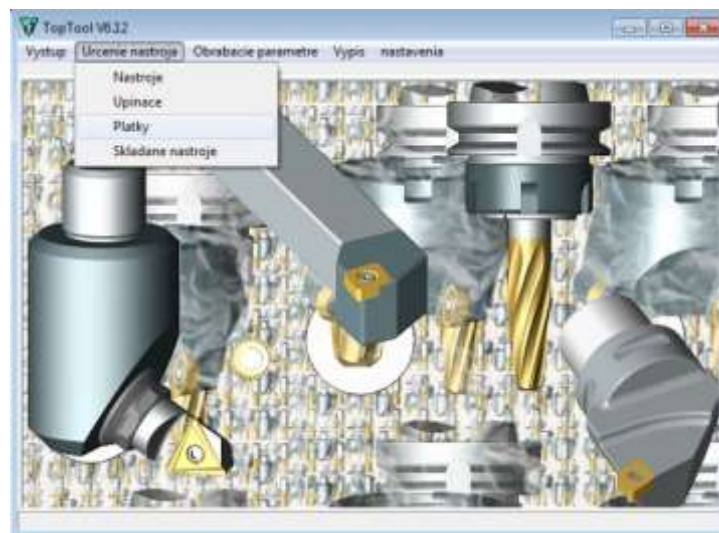
Takýmto spôsobom možno vybrať nástroje s VRP na obrábanie vonkajších krúžkov, a to pre kontúru na vonkajšom priemere. Držiak má označenie SVVBN, v podniku sa nachádzajú

varianty 2020 K16 a 2525 M16. Tento držiak je vhodný na výrobu vonkajších kontúr typovej rady ložísk AU.NK **/**. Ďalším krokom je voľba vhodnej VRP.

Ak je použitý nástroj s rôznymi VRP (VBMT1604**), pri voľbe je rozhodujúci len polomer hrotu VRP, v závislosti na spôsobe obrábania – polohrubovanie alebo dokončovanie. Z praktických skúseností sú pre typovú radu AU.NK postačujúce tieto VRP (Šmida, 2013):

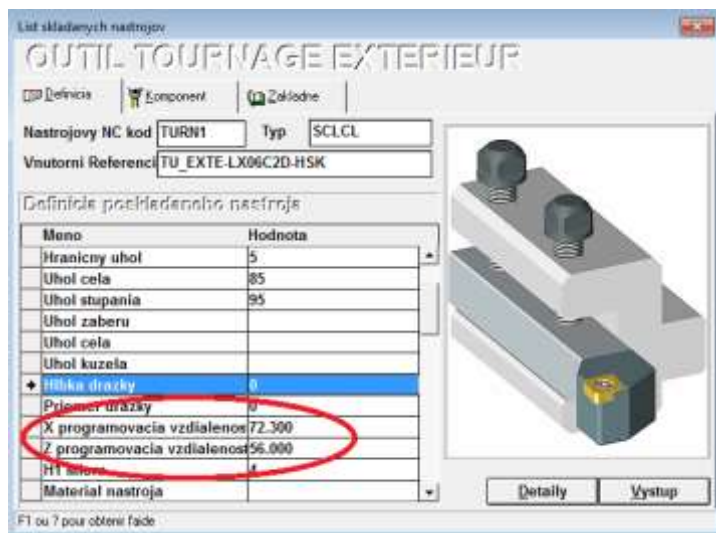
- VBMT 16 04 12 – na polohrubovanie.
- VBMT 16 04 08 – na dokončovanie.
- VBMT 16 04 04 – na dokončenie kombinovaných tvarov mazacích drážok.

Princíp kontúr, z hľadiska cieľov riešenej úlohy, často stačí opísať iba profil súčiastky v niektorom reze. Zvyčajne je rez totožný s rovinou dvojice posuvov. V reze je profil súčiastky definovaný čiarou, ktorá sa zvyčajne skladá z úsečiek a kruhových oblúkov. Tento spôsob reprezentácie súčiastky je vhodný a postačujúci pre rotačné súčiastky (Kuric a kol., 2002). Modely nástrojov sú vytvárané na základe výkresových podkladov jednotlivých výrobcov. S týmito modelmi možno pracovať v podprograme TopTool (Obr. 6.16), ktorý je súčasťou CAM modulu softvéru TopSolid.



Obr. 6.16. Podprogram na prácu s nástrojmi (TopSolid-Demos)

Podprogram TopTool pracuje s modelmi jednotlivých nástrojov usporiadaných do databáz. Umožňuje ich zostavovanie, pridelenie jednotlivých údajov (napr. uhlových, rozmerových, technologických parametrov), následkom čoho sa vytvára databáza zostavených nástrojov s pridelenými vzdialenosťami X a Z (Obr. 6.17).



Obr. 6.17. Ukážka možnosti vytvorenia zostavy nástroja s VRP (TopSolid-Demos)

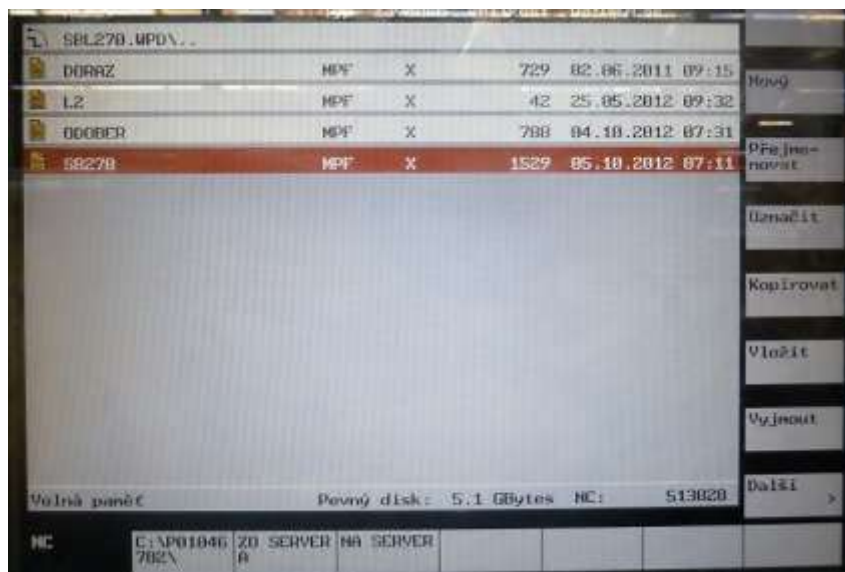
Elektronické zostavy náradia slúžia ku ľahčeniu práce programátorov, čím odpadá neustále zostavovanie náradia pre potreby simulácie. Týmto sa vykoná i štandardizácia jednotlivých vytvorených zostáv náradia a ich vzdialeností v osiach X a Z. (Šmida, 2013)

6.6.2 Databáza NC programov a DNC

Vytvorené NC programy sa ukladajú na vyhradené miesto na serveri, ku ktorému majú prístup programátori a určení zamestnanci. Na prácu s databázou NC programov slúži programová aplikácia s názvom „NC program“ (Obr. 6.18). Spôsob vyhľadávania je rozčlenený do viacerých úrovní: cez pole Výkres, Nastavovací plán, NC program a Pracovisko.

Obr. 6.18. Ukážka NC program – Vyhľadávanie

Tento program slúži tiež na distribúciu NC programov na jednotlivé pracoviská (CNC stroje) (Obr. 6.19). Databáza uchováva súbory, obsahujúce NC program, nastavovací plán a zoznam náradia vo formáte xls., ktoré slúžia na vytvorenie listu náradia v systéme SAP (tzv. kusovníky náradia). Využívajú ju títo pracovníci, začlenení do výrobného procesu: nastavovač (zoraďovač), prípravár, zmenový majster a technolog. Tak, ako funguje distribúcia NC programov smerom k výrobným strojom, funguje aj posielanie opačným smerom, pričom program je ukladaný do inej zložky, aby nedošlo k prepísaniu pôvodne vytvoreného NC programu. (Šmida, 2013)

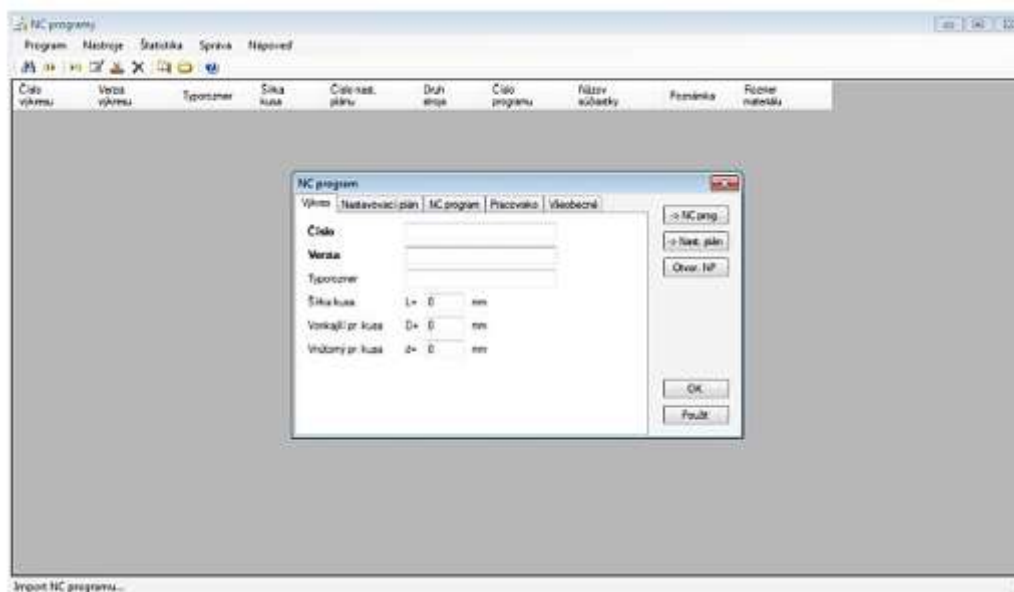


Obr. 6.19. Obrazovka stroja v zložke NC

6.6.3 Programovanie

Ako pri väčšine ľudských činností, aj tvorba NC programov je založená z veľkej časti na odbornosti programátora. Pri štandardných katalógových výrobkoch je zavedená tzv. skupinová technológia, kedy sú technologicky podobné súčiastky obrábané rovnakým spôsobom. Pri neštandardných požiadavkách programátor vychádza z aktuálnych poznatkov z oblasti výrobných technológií, ktoré získava na školeniach a seminároch, organizovaných firmou Schaeffler alebo rôznymi dodávateľmi náradia. Týmto je zabezpečená aktuálnosť a efektívnosť výrobných procesov.

Pred samotným vytvorením NC programu musí programátor vykonať určité úkony, aby zabezpečil správne vygenerovanie NC programu a nastavovacieho plánu. Cez program „NC program“ (Obr. 6.20) musí vytvoriť zložku v úložisku na podnikovom serveri, do ktorej bude uložený NC program a nastavovací plán.



Obr. 6.20. Program NC program

Ak sú vytvorené všetky náležitosti okolo označenia a archivácie, prejde programátor k vyhľadaniu komponentov, potrebných na upnutie obrobku, manipuláciu a pod. Systém vyhľadávania funguje na tabuľkových zoznamoch jednotlivých komponentov pre daný výrobný stroj. Obr. 6.21 znázorňuje tento tabuľkový vyhľadávač. Princíp spočíva v zadaní rozmerov vstupného materiálu, a to vonkajšieho priemeru a hrúbky steny, ak ide o rúru (krok 1). V prípade ak stroj disponuje odoberacím zariadením na hotové obrobky, je potrebné zadať i jeho vonkajší priemer. Potom programátor vyberie požadovaný sústruh (krok 2) a na základe algoritmov, vytvorených v programe Microsoft Visual Basic, je vykonaný výber vhodných komponentov (krok 3). Ak programátor vytvára nový nastavovací plán, môže tieto vybrané komponenty exportovať do hlavičky nastavovacieho plánu (krok 4).



Obr. 6.21. Vytvorený tabuľkový vyhľadávač pre upínače a ostatné komponenty

Tieto komponenty sú použité v hlavičke nastavovacieho plánu (Obr. 6.22).

Typ:	ALUN30/25-0012-HAR	Číslo vykon:	NK30/25-12	Číslo prog.:	86404	Verzia výkresu :	AD	
Verzia NP :						Verzia NP :	00	
Mat./Zalo:	051020487-0000				Číslo zakázky :			
Založky do nástroja:		Ks	KOMPONENTY			Upraviť link :	8-25	bar
Upraviť link:	D=111 032738188-0000	Materiál :	110,8X6,75	Vymedzovacia rúra	D=115 074835123-0000			

Obr. 6.22. Ukážka hlavičky nastavovacieho plánu

Ako je uvedené na Obr. 6.22, v hlavičke nastavovacieho plánu je ku každému komponentu pridelené trinásťmiestne číslo, tzv. materiálové alebo artiklové číslo. Materiálové čísla zabezpečujú správne vydanie a vrátenie komponentov a náradia z/do skladu náradia.

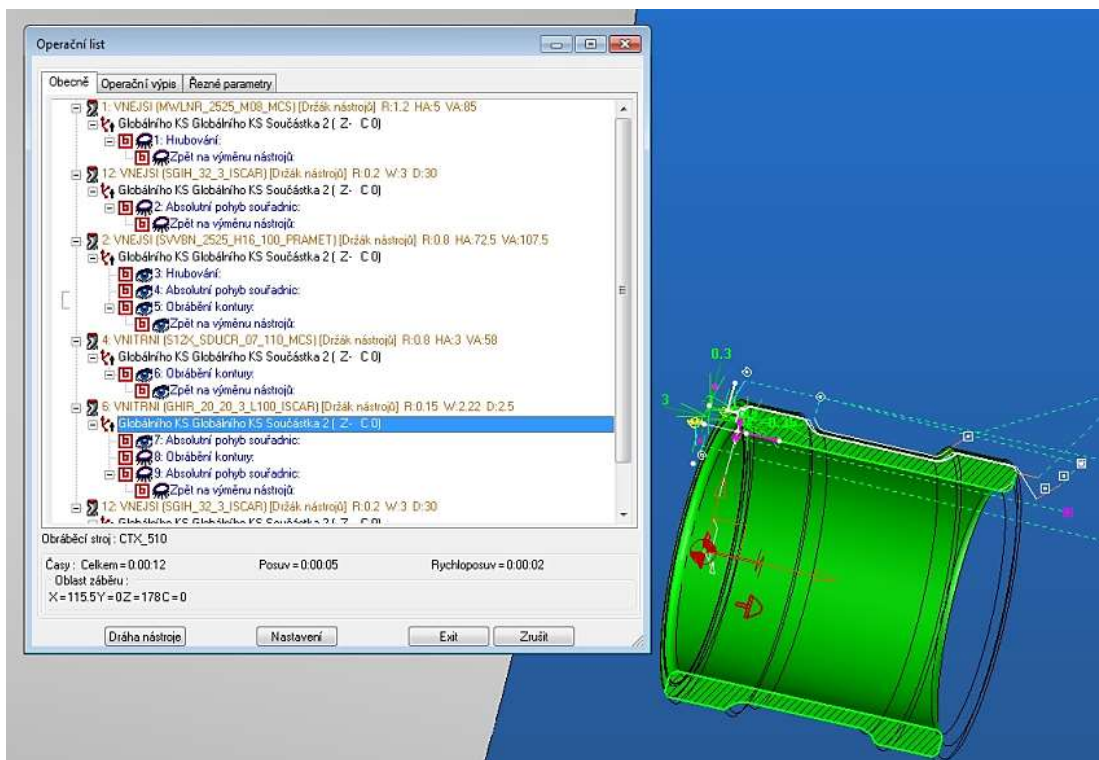
V ďalšom kroku programátor pristúpi k modelovaniu súčiastky. V prípade existencie modelu súčiastky (Obr. 6.23), programátor exportuje tento model priamo do prostredia CAM v systéme TopSolid. V druhom prípade, ak neexistuje model súčiastky, na základe výkresu súčiastky vytvorí programátor priestorový model v CAD prostredí TopSolidu.

Práca v CAM module systému TopSolid zahŕňa (Šmida, 2013):

- definovanie polotovaru,
- definovanie nástrojov,
- definovanie stratégií obrábania (Obr. 6.24),
- simulácii a verifikáciu procesu obrábania,
- vytvorenie CLDATA,
- vygenerovanie NC programu s použitím postprocesora,
- vytvorenie nastavovacieho plánu,
- vytvorenie materiálového čísla FHM (súpis náradia v elektronickej tabuľkovej forme),
- odoslanie vytvoreného programu na server,
- odoslanie programu na príslušný CNC obrábací stroj.



Obr. 6.23. 3D Model súčiastky



Obr. 6.24. Strategie obrábání

6.7 Overenie vo výrobe

Štart výroby produktu je podmienený kontrolou vybraných parametrov všetkých operácií, vykonávaných na obrobku. Túto kontrolu uskutočňuje oddelenie kvality príslušného výrobného segmentu. Výsledky kontrol sú archivované po celý čas výroby produktu. V prípade zmeny vo výrobnom procese je nutné kontroly vykonať opakovane.

Z pohľadu technológie sa pri nábehu hodnotí stabilita procesu a trvanlivosť rezného náradia. Tieto výsledky sú následne zaznamenané do produkčného systému SAP. Na základe dosiahnutých trvanlivostí je v budúcnosti objednávané potrebné náradie.

6.8 Optimalizácia procesu obrábania

Úlohy optimalizácie obrábania predstavujú navrhovanie optimálnych technologických postupov. Cieľom optimalizácie je dosiahnutie (Neslušan a Čilliková, 2007):

- požadovanej trvanlivosti nástrojov,
- dostatočnej pevnosti rezného klina,
- minimálnej spotreby energie,
- stabilného priebehu rezania,
- presnosti a kvality povrchu obrobkov,
- vhodného tvarovania triesky,
- minimálnych výrobných nákladov.

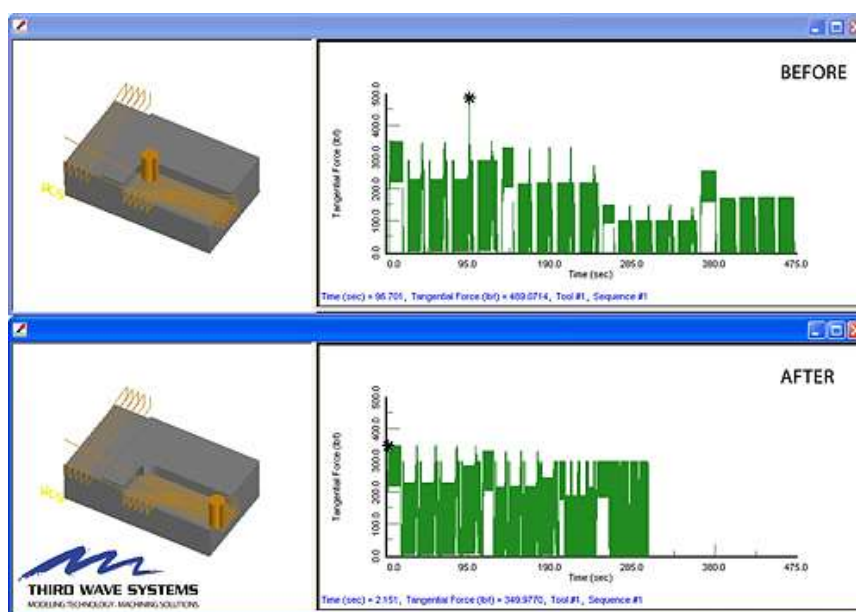
Zabezpečenie týchto požiadaviek je možné prostredníctvom výberu rezného materiálu, geometrických parametrov rezného nástroja, rezného prostredia a rezných parametrov (Neslušan a Čilliková, 2007):

Na výsledný kusový čas nevplyvajú len parametre rezania, ale aj vedľajšie strojové časy. Sem patrí napr. prísun polotovaru do stroja, odvod hotových obrobkov z pracovného priestoru, výmena nástrojov a iné. Vedľajšie časy obrábania patria medzi faktory, ktoré zásadne ovplyvňujú výsledné náklady na obrábanie (Vasilko a kol., 2006).

6.8.1 Optimalizácia pomocou softvéru PMTWS

Jednou z možností ako optimalizovať proces sústruženia, je využitie softvéru Production Module od spoločnosti Third Wave Systems (PMTWS). Program pracuje na princípe prepočtu zaťaženia rezného klina v procese obrábania Obr. 6.25.

Program po nahratí NC programu a zadaní parametrov obrábaného materiálu a rezného nástroja, vykreslí krivku zaťaženia s možnosťou stanoviť maximálnu/optimálnu veľkosť zaťaženia. Výsledkom optimalizácie je NC program s modifikovanými posuvmi nástroja tak, aby jeho zaťaženie bolo v stanovenom intervale zaťaženia. Tým sa dosiahne vo väčšine prípadov skrátenie cyklového času a zvýšenie trvanlivosti nástroja.



Obr. 6.25. Optimalizácia v PMTWS (Third Wave Systems, 2020)

6.8.2 Zmena rezného náradia

V oblasti sústruženia na sústruhoch s CNC riadením sa uprednostňuje použitie ISO náradia. Vyplýva to z nižších výrobných dávok, pri výrobe ktorých je použitie zložitých tvarových nástrojov neefektívne a tiež zo schopnosti CNC riadenia generovať takmer akúkoľvek dráhu nástroja. To umožňuje použitie jedného náradia k obrábaniu viacerých plôch, prípadne jeho použitie na obrábanie na hrubo a následné dokončovanie (Obr. 6.26).

Avšak pri vyšších výrobných dávkach je na zváženie využitie tvarového rezného nástroja, s ktorým je možné zlúčiť viacero pohybov ISO nástroja a jednoduchým zápichom, s využitím zlomku času, vytvoriť komplexnú tvarovú plochu (Obr. 6.27).



Obr. 6.26. Katalógový nástroj na sústruženie vnútorných zápichov



Obr. 6.27. Združený tvarový nástroj na sústruženie vnútorných zápichov a plochy obežnej dráhy

Záver

Cieľom predloženej štúdie bolo oboznámiť sa s okolnosťami, ktoré vplývajú na rozhodovanie pri definovaní postupu výroby vonkajšieho krúžku valivého ložiska technológiou obrábania. Vytvorenie výrobného postupu a jeho zavedenie do „života“ nie je konečný proces. Potrebný je neustály monitoring jeho stability a prípadná ďalšia optimalizácia, implementovaním najnovších technologických poznatkov.

Zoznam bibliografických odkazov

CENTERSOFT. (rok neznámy). *CAD/CAM TopSolid obecně*. [online] [cit. 2012-09-30]. Dostupné na internete: <http://www.centersoft.cz/produkty/alphacam-obecne.html>

CMT. 2020. *Matrix*. [online] [cit. 2020-10-02]. Dostupné na internete: <https://www.ctms-imc.com/index.php/en/home/>.

EXAPT Systemtechnik GmbH. (rok neznámy). *EXAPTplus Basic System*. [online] [cit. 2012-09-30]. Dostupné na internete: <http://www.exapt.de/en/products/NC-Planning/EXAPTplus-Basic-System.htm>

- JANA, Č. 2014.** *Chrómová ocel pro valivá ložiska. Ložiskové kuličky.* [online] cit. [2014-03-21]. Dostupné na internete: <http://kulicky.wbs.cz/Ocel-14-109.html>.
- KURIC, I., KOŠTURIK, J., JANÁČ, A., PETERKA, J., a MARCINČIN, J. 2002.** Počítačom podporované systémy v strojárstve. ŽU Žilina. EDIS Žilina. ISBN 80-7100-948-2).
- NESLUŠAN, M. a ČILLIKOVÁ, M. 2007.** Teória obrábania. ŽU Žilina. EDIS Žilina. ISBN 978-80-8070-790-3, 167 s.
- ŘASA, J. a ŠVERCL, J., 2007.** Strojnické tabulky 2 pro školu a praxi. Materiály, polotovary, technologie, upínání, měření. Praha: SCIENTA. ISBN: 978-80-86960-20-3.
- Interné materiály Schaeffler. 2020.** Medias. [online] cit. [2020-03-21]. Dostupné na internete: https://medias-internal.schaeffler.com/de!hp.ec.br.pr/NK*NK35%2f20-TV-XL
- ŠMIDA, E., 2013.** Racionalizácia vybraných operácií obrábania v INA Skalica, spol. s r. o. Trnava: MTF.
- Third Wave Systems.** (rok neznámy). *3D Cad Portal.* [online] cit. [2020-10-02]. Dostupné na internete: <https://www.3dcadportal.com/cad-news/2842-third-wave-systems-presentara-el-production-module-7-0-dias-en-el-imts>.
- TopSolid Demos.** (rok neznámy). [online] cit. [2019-09-30]. Dostupné na internete: <https://www.topsolid.com/download/videos/topsolid-demo-library/mechanical-design/free-modeling.htm>.
- VASILKO, K. a kol. 2006.** *Top trendy v obrábání III. Technológia obrábania.* Žilina: MEDIA/ST. 214 s.

