



Jak lze vytvořit...

Vítejte v rubrice, která se v jednotlivých volně navazujících kapitolách zabývá NC programováním a obráběním základních konstrukčních prvků. Každý z příkladů je připraven jen pro krátkodobou internetovou prezentaci a následně je nahrazen novějším. Jednotlivé příklady na sebe přímo nenavazují, avšak postupně se zaměřují na hlubší rozbor jednotlivých "problémů" (např. možnosti při NC programování, problematika volby nástrojového vybavení, optimalizace řezných podmínek, atd.). Pro větší názornost jsou jednotlivé příklady zpracovány a prezentovány s podporou jednoho z nejužívanějších řídicích systémů v ČR, Sinumeriku 840D a výukového programu SinuTrain.

Zpracoval: Ing. Aleš Polzer

[Další](#)

ShopTurn Open V 06.04

1. Úvod

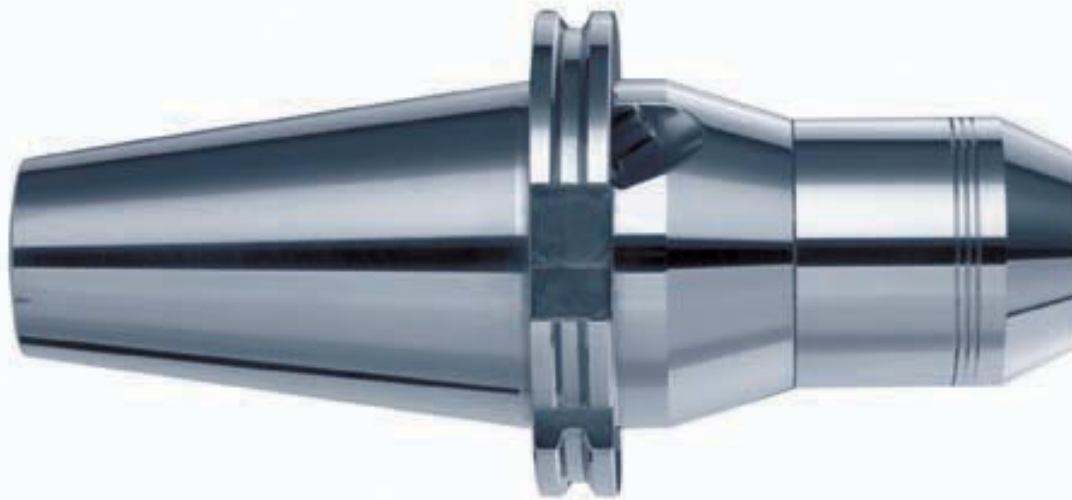
Mohlo by se zdát, že k ovládnání programu *SinuTrain 06.03 Edition 2* a jeho modulu *ShopTurn Open V 06.04* již lze těžko něco dodat, ale vyzkoušeli jste třeba použít klávesu F12 (na panelu obráběcího stroje je nutno hledat ikonu help přímo z editoru pro tvorbu NC programu (obr.1)? Odvažuji se konstatovat, že vždycky je co dodat, co vylepšit nebo na co upozornit. Dnes proto bude pozornost věnována především rozdílům v jednotlivých položkách dialogových oken a posloupnosti při NC programování soustružení. Zodpovězena by měla být i otázka: Jak lze programovat hrubování, dohrubování a dokončování?



PROGRAM	
PŘIKLAD_9	
P N5	PŘIKLAD_9
N135	KONTURA
N125	Odběr třísek ▾ T=ROUGHING_T80 A F0.35/ot. V170m
N140	Zbyt.odběr tř. ▾ T=FINISHING_T35 A F0.2/ot. V170m
N145	Odběr třísek ▽▽ T=FINISHING_T35 A F0.1/ot. V190m
N150	Zápich ▽+▽▽ T=PLUNGE-CUTTER_3 A F0.2/ot. V160m
N155	KONT_LEVA
N160	Odběr třísek ▾ T=FINISHING_T35 A F0.2/ot. V190m
N165	Odběr třísek ▽▽ T=FINISHING_T35 A F0.2/ot. V190m
T=PLUNGE-CUTTER_3 A F0.05/ot. V80m	
N=1	

Nástroj
Přímka
Střed kružnice
Rádus kružnice
Polární
Najíždění
Odjíždění

S-ž. Soust. kont. Frézování Různé Simulace Zpracování



Obr. 1 Editor pro tvorbu NC programu formou dílenského programování a ilustrativní fotografie součásti vhodné pro studium popisovaného konturového frézování

2. Rozbor možností a tvorba NC programu

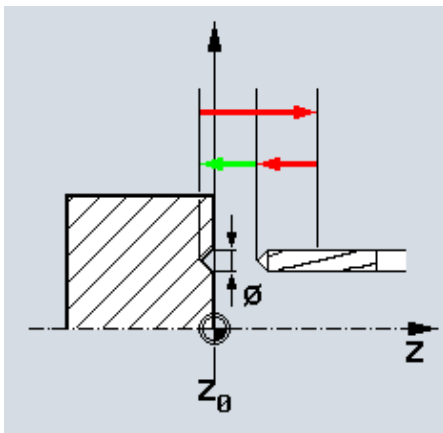
2.1 Základní strategie vrtání

Výrobu otvoru vrtáním lze přizpůsobit (a mnohdy je to nezbytné) utvářenému tříse a náročnosti jejího odstraňování z místa řezu. Pomineme-li způsob přívodu řezné kapaliny k břitům řezného nástroje (vnější / vnitřní chlazení) a materiál či geometrii technickým výkresem předepsaného otvoru, zůstává způsob pohybu nástroje. Základním pohybem při výrobě otvoru na soustruhu je rotace obrobku za současného přímočarého pohybu nástroje. Ten se však může výrazně lišit.

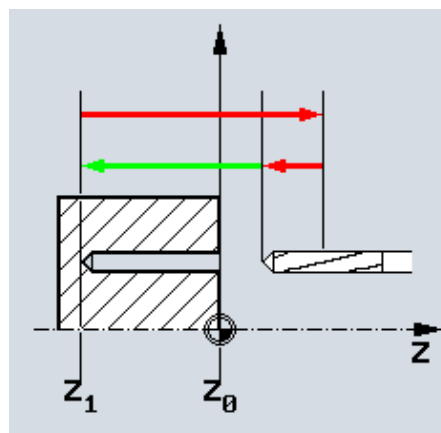
1. Nejprve je vhodné řešit **navrtání otvoru**, při kterém je řezný nástroj polohován rychloposuvem do bezpečné vzdálenosti k povrchu obrobku. Následuje lineární pohyb pracovním posuvem do hloubky, kterou lze předepsat jako hloubku zanoření špičky nástroje nebo velikost (průměr) kruhové stopy, která má být na povrchu zanechána (obr.2). Před odjezdem nástroje je možno ještě vyčkat předepsaný počet otáček nástroje nebo setrvat předepsaný čas.

2. Obdobně jako navrtání je realizována i základní metoda **vrtání**. Přímočarý pohyb je zpravidla započat v bezpečné vzdálenosti před součástí a odtud probíhá definovaným pracovním posuvem nepřerušovaně ke dnu otvoru (obr.3). Zde může následovat krátká časová prodleva, po níž je nástroj rychloposuvem přepolohován mimo součást.

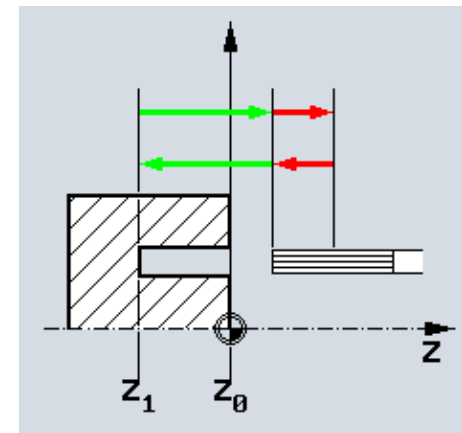
3. Návrat nástroje rychloposuvem je přijatelný u vrtáku. Pro **vystružování** je však nevhodný. Aby nedošlo k poškození povrchu, je výjezd nástroje z řezu realizován opět pracovním posuvem (obr.4) s možností časové prodlevy na dně otvoru.



Obr. 2 Navrtání



Obr. 3 Základní vrtání



Obr. 4 Vystružování

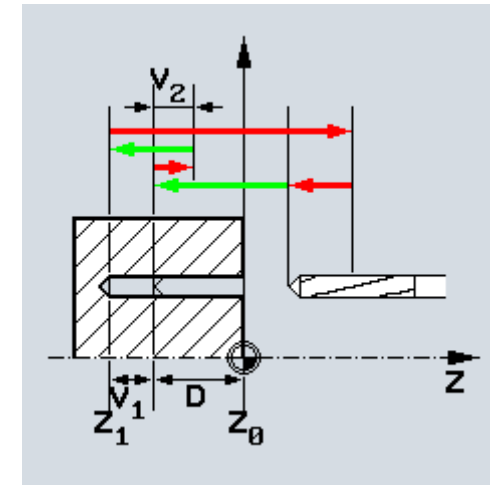
2.2 Strategie hlubokého vrtání

Pro usnadnění utváření a odstraňování třísek z místa řezu, které je zvláště důležité při vrtání hlubokých otvorů, jsou připraveny jisté modifikace pohybů řezného nástroje. Tyto nové strategie zpravidla upravují lineární pohyb nástroje pracovním posuvem, při kterém tříška vzniká.

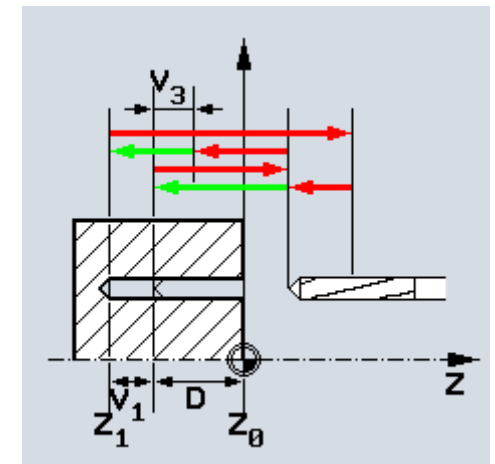
1. Strategie **vrtání s přerušením** (obr.5) je připravena s ohledem na požadavek tvorby krátké, tzv. dělené třísky, která mnohdy vzniká u tvárných materiálů. Principem je přerušení lineárního pohybu nástroje (po ujetí definované vzdálenosti) s krátkým oddálením, při kterém dojde k přerušení (zlomení) tvořené třísky. Programování velikosti dráhových úseků pro přerušení je vhodné, a navíc ho lze procentuálně měnit. Rovněž velikost náběhu každého následujícího řezu je možno předepsat číselnou hodnotou nebo její velikost ponechat na systému (volba automaticky).

2. Strategie **vrtání s výplachem** (obr.6) je další praktickou modifikací pohybů při obrábění otvorů. Na rozdíl od vrtání s přerušením však realizuje oddálení nástroje vždy před povrchem součásti. Tímto vysunutím dochází nejen k přerušení vytvářené třísky, ale také k jejímu snadnějšímu odstranění z otvoru. Časová náročnost operace se sice prodlužuje, ale při efektivní výrobě hlubokých otvorů (cca $10 \times D$) a bez možnosti vnitřního přívodu řezné kapaliny je to i účinný způsob chlazení. Krátká prodleva (zastavení pohybu nástroje) na dně otvoru může zlepšit vlastnosti jeho povrchu.

Výše popsané vrtací strategie výrazně usnadňují NC programování obrábění většiny otvorů. Pro speciální (např. obrábění nestandardních materiálů), velkosériovou nebo hromadnou výrobu je však lze rozdělit na elementární pohyby lineární interpolací. Tímto lze optimalizovat nejen velikosti jednotlivých pohybů, ale hlavně např. rychlosti výjezdů nástroje z řezu (i s možností definovat odlišnou rychlost pro každý pohyb) nebo velikost časové prodlevy, nezbytné pro dostatečné ochlazení nástroje mimo součástku.



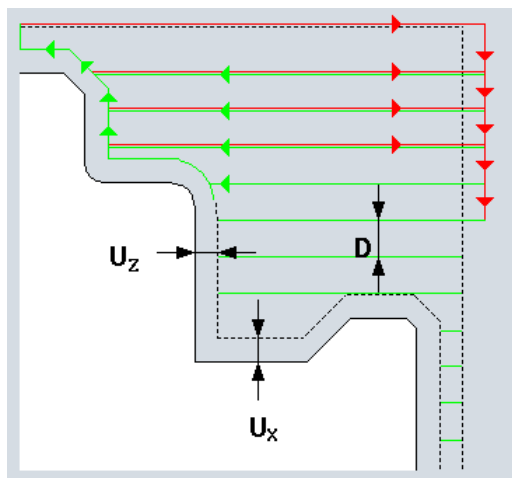
Obr. 5 Vrtání s přerušením



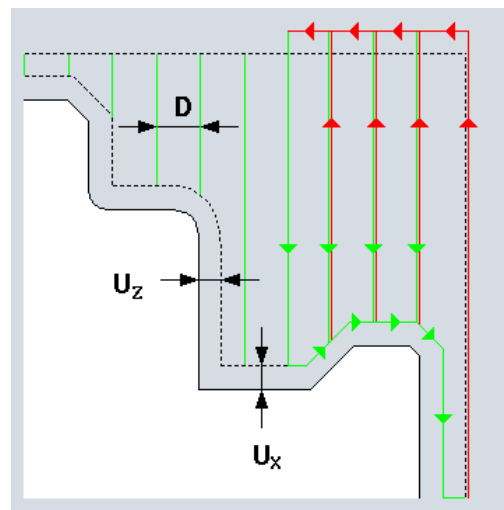
Obr. 6 Vrtání s výplachem

2.3 Konturové soustružení

Pod pojmem konturové soustružení si lze představit odebrání přebytečného materiálu součásti, který je definován hraniční křivkou nebo-li konturou. Hlavní směr pohybu řezného nástroje při tomto úběru může být ve směru osy Z (obr.7), X (obr.8) nebo paralelně s konturovou křivkou (obr.9).



Obr. 7 Podélné soustružení






Obr. 8 Příčné soustružení



Obr. 9 Soustružení souběžně s konturou

Oblast pohybu nástroje je tedy z jedné strany ohraničena křivkou definující "finální" tvar příslušné části obrobku a ze strany druhé (vnější) pak polotovarem, který lze rovněž definovat další konturovou křivkou. Jejich programování v posloupnosti - křivka polotovaru - kontura součásti - strategie obrábění hrubováním a dokončením nazvaná *Odběr třísek* - je naznačena na obrázku 10.

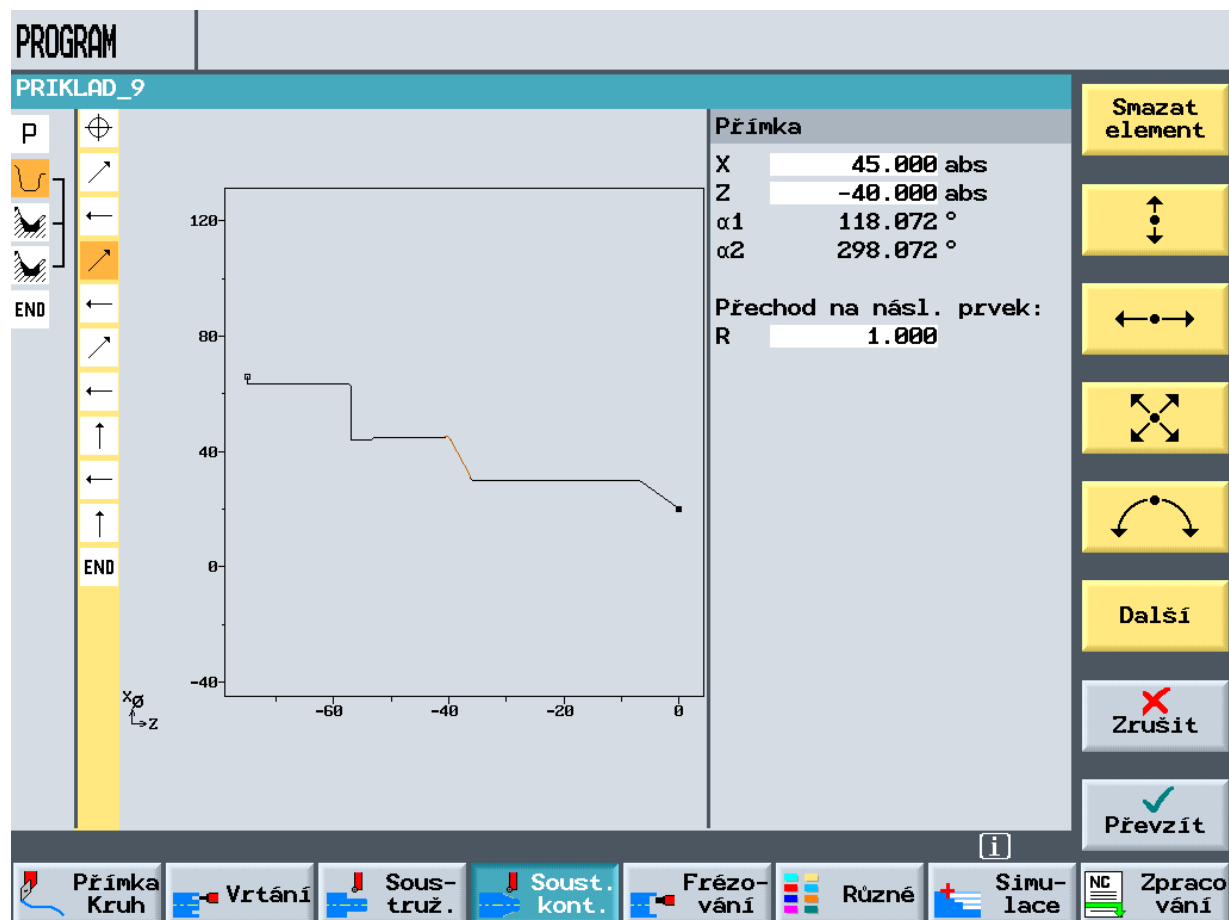
	N110 Polotov.:		POLOTOVAR
	N120 Hot. součást:		KONTURA
	N125 Odběr třísek	▽	T=ROUGHING_T80 A F0.35/ot. V170m
	N130 Odběr třísek	▽▽	T=FINISHING_T35 A F0.1/ot. V190m

2.4 Editor pro tvorbu kontur

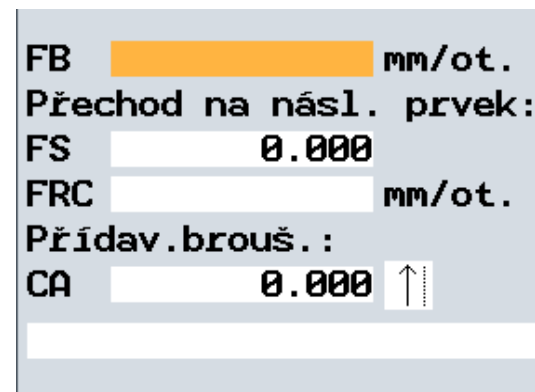
Editor pro tvorbu kontur (obr.11) lze aktivovat položkou ikonového menu *Soustružení konturové* a následně *Nová kontura*. Vlastní tvorba křivky je pak založena na postupné definici počátečního bodu a dále jednotlivých přímkových nebo obloukových elementů. Tvorba úsečky je navíc v ikonovém menu rozdělena na dvě rovnoběžky se strojními osami (dvě ikony) a na úsečku pod úhlem (třetí ikona). Pro charakterizování kruhového oblouku je možno volit mezi zadáváním koncového bodu a rádiusu nebo např. středu křivosti.

Pro zápis hodnot souřadnic je zpravidla nabízeno několik polí, přičemž není nezbytné vyplňovat všechna. Lze je chápat jako možnost volby parametrů při definování elementu (např. koncovým bodem - X,Z - nebo přímkou a úhlem). Tvorba jednotlivých prvků je dále rozšířena o integrovanou položku přechodu na následující element (zjednodušení při tvorbě zaoblení / sražení).

Upozornit lze i na ikonu s názvem *Všechny parametry*, která je aktivní při vyplňování hodnot tvořeného prvku. Skrývá se pod ní nabídka (obr.12), která blíže specifikuje např. posuv vztažený k prvku, posuv vztažený ke sražení nebo velikost přídávku na broušení.



Obr. 11 Editor pro tvorbu kontur



Obr. 12

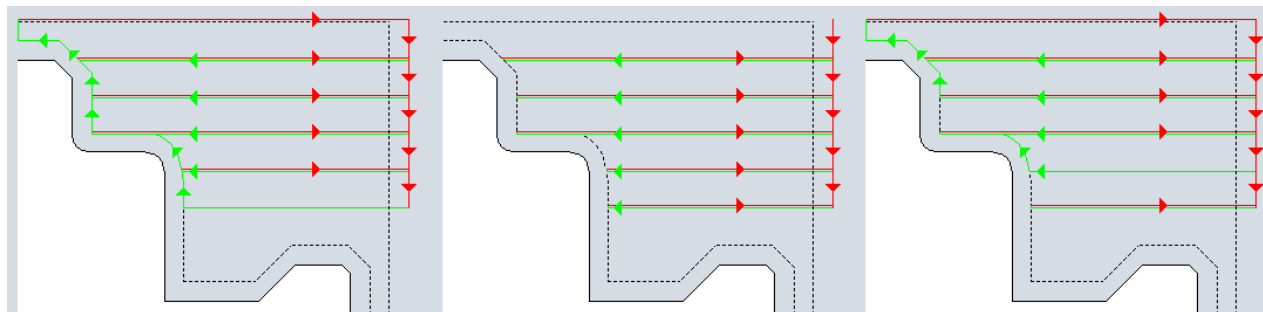
[Další](#)

[Předchozí](#)

2.5 Volba přídavků na dokončení a velikost radiálního kroku

Volba přídavku na dokončení je zpravidla chápána jako množství materiálu ponechané na ploše pro další obrábění (obr.13). Půjdeme-li však do detailu této věty, pak musíme upozornit i na materiál zbytkový (vzniká geometrií řezného nástroje), který může počáteční definovanou hodnotu přídavku na dokončení lokálně navýšit.

Nástroj může být veden např. podélným vnějším obráběním. Při dojíždění na konturu zvoleným krokem však může být pohyb dokončen vždy souběžně s konturou (obr.14), nikdy (obr.15) nebo je toto rozhodnutí ponecháno na systému (obr.16). Zvolíme-li rychlejší variantu obrábění (obr.15), musíme počítat s neodebraným materiálem, který je dán tvarem kontury a úhlem sklonu hlavního ostří nástroje.



Obr. 14

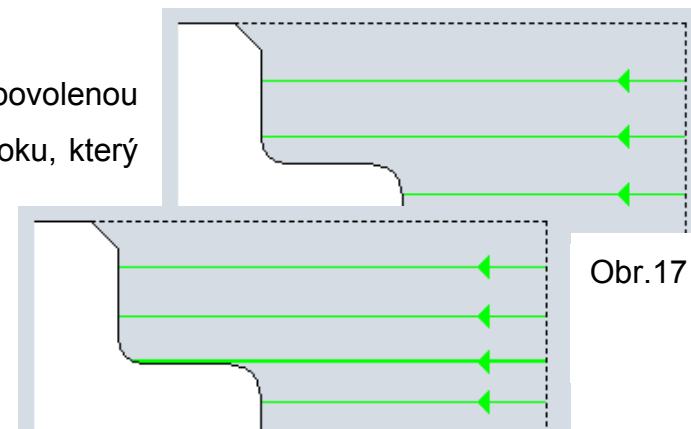
Obr. 15

Obr.16

Velikost zadávaného radiálního kroku je nutno chápat jako maximální povolenou hodnotu přířezu. Tato hodnota je systémem zmenšena na velikost konstantního kroku, který umožní odebrání veškerého přebytečného materiálu v dané oblasti (obr.17), nebo na velikosti několika kroků zarovnaných na hranách (obr.18 - zadaný krok měl stejnou hodnotu jako u obr.17). Tento druhý zmiňovaný způsob lze ještě dále modifikovat a je zpravidla mírně časově náročnější.

Odběr třísek		
T	ROUGHING_T80 A	D1
F	0.350 mm/ot.	
V	170 m/min	
Opracování: ▾		
Podélně		
Vnější ←		
D	3.000	↑ ↙ ↘ ↓
UX	0.250	
UZ	0.250	
DI	0.000	
BL	Válec	
XD	1.000 ink	
ZD	0.000 ink	

Obr. 13 Dialogové okno strategie konturového obrábění



Obr.17

Obr. 18

[Další](#)

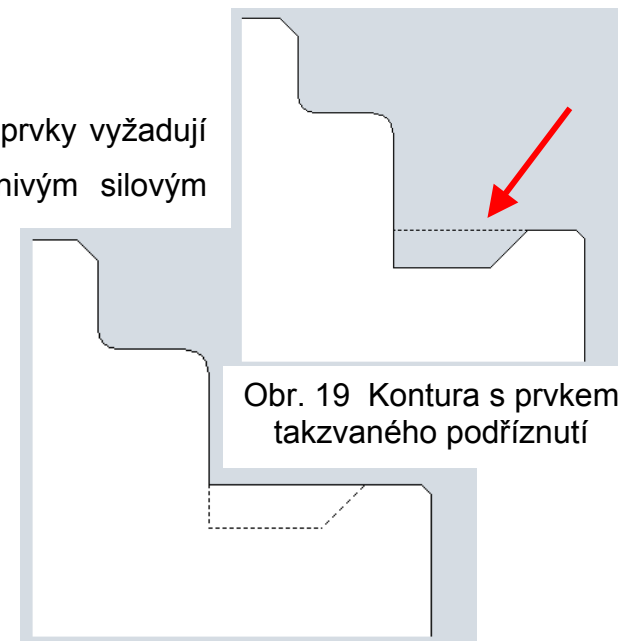
[Předchozí](#)

2.6 Dokončování prvků zanořením stranového nože

V terminologii systému Sinumerik se vyskytují prvky tzv. podříznutí (obr.19). Tyto prvky vyžadují zanoření řezného nástroje ve směru naznačené šipky, což je doprovázeno nepříznivým silovým působením, které je nutno korigovat snížením hodnoty posuvu. Vytvářená kontura zpravidla obsahuje i tyto prvky, které však nelze obrobit hrubovacím nástrojem. Aby programátor nemusel zbytečně vytvářet více kontur - jednu pro hrubování, další pro dohrubování a další pro dokončování, postačí v poli - *Podříznutí* - dialogového okna *Odběr třísek* ponechat volbu *Ne*. Hrubování pak bude probíhat podle stejné kontury jako dokončování.





Nároky kladené na hrubovací nástroj jsou zpravidla vysoká tuhost a schopnost odebrat max. množství materiálu za co nejkratší čas. Tomu odpovídá i určitá geometrie nástroje. Např. úhel sklonu vedlejšího ostří může klesnout na hodnotu $\kappa'_r = 5^\circ$. Pro dohrubovací obrábění prvků podříznutím je proto nutno volit odlišné typy nástrojů a důsledně kontrolovat úhel κ'_r , který musí mít hodnotu větší než je požadovaný úhel sestupu. Za orientační bezpečnou velikost vůle mezi vedlejším ostřím nástroje a obrobkem lze považovat úhel cca 2° , není-li výrobcem určeno jinak.

Ikona pro dohrubování je nazvána *Řezání zbytku* a nachází se na vertikální liště ikon přístupných po kliknutí na ikonu konturového frézování. Dokončování je pak opět realizováno prostřednictvím dialogového okna *Odběr třísek*, tentokrát však jiným nástrojem a s povolenou položkou obrábět prvky podříznutí.



Obr. 19 Kontura s prvkem takzvaného podříznutí

Obr. 20 Vypuštění tzv. prvku podříznutí při hrubování

	N135 KONTURA		
	N125 Odběr třísek	▽	T=ROUGHING_T80 A F0.35/ot. V170m
	N140 Zbyt.odběr tř.	▽	T=FINISHING_T35 A F0.2/ot. V170m
	N145 Odběr třísek	▽▽	T=FINISHING_T35 A F0.1/ot. V190m

2.7 Výroba normalizovaných zápichů

Menu pro programování zápichů lze v systému nalézt pod ikonou *Soustružení* na horizontální liště. Nyní se omezíme pouze na jeho podnabídku *Odlehčovací zápich* (z vertikální lišty ikon), která se dále větví na normalizované zápichy tvarů E, F a odlehčovací zápich závitů dle normy DIN. Přístupný je i zápich závitů s volně definovatelnými parametry (obr.22).

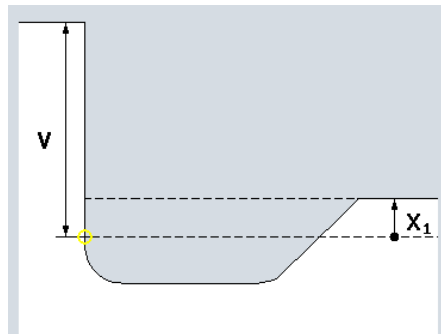
Naprogramování normalizovaného zápichu tvaru E nebo F lze považovat za poměrně jednoduché. Jejich rozměry jsou totiž normou předepsány, a tak postačí se na ni pouze odvolat zápisem ve formátu E 4.0x0.5, který je navíc volen prostřednictvím ikony *Alternativa*.

Doplnění souřadnic polohy, orientace a případná informace o velikosti začištění čela pak plně určuje tyto konstrukční prvky.

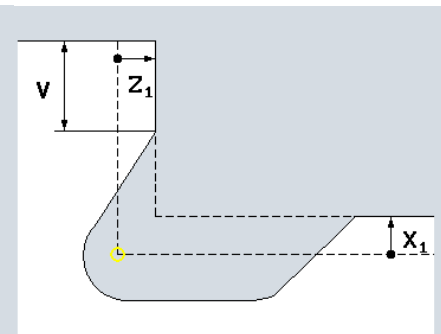
Odlehčovací zápich závitů dle normy DIN vychází hlavními rozměry z velikosti stoupání závitů, pro který je určen, a např. parametry polohy, velikosti hrubovacího i dokončovacího radiálního kroku nebo informace o napojení na sousední plochy jsou dále volitelné.

Zápich závitů	
T	FINISHING_T35 A D1
F	0.100 mm/ot.
V	190 m/min
Opracování:	▽+▽▽
Poloha:	
X0	60.000 abs
Z0	-70.000 abs
X1	2.000 ink
Z1	10.000 ink
R1	0.500 ink
R2	0.500 ink
α	30.000 °
V	0.200 ink
D	1.000 ink
U	0.100 ink

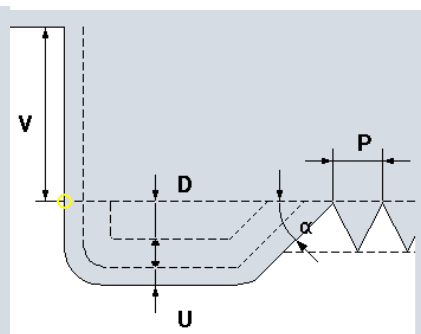
Obr. 22 Okno pro programování zápichu závitů s volitelnými parametry



Obr. 23



Obr. 24



Obr. 25

3. Závěr

Závěrem je možno konstatovat, že ani dnešní výběr z programovacích možností systému ShopTurn ještě zdaleka nevyčerpal zbývající ikonové nabídky. Příště bude možno pokračovat a zároveň tak zakončit první sadu informativních příkladů. Nyní již ale máte dostatek informací o možnostech a principu ovládní programu SINUMERIK (SinuTrain) a možná také řešíte otázku: **Jak si ovládní systému i jednotlivé programovací funkce vlastnoručně "osahat"?** Jednou z možností je "volně šiřitelné" CD s 60-ti hodinovou demoverzí programu SinuTrain, která obsahuje moduly ShopTurn a ShopMill i moduly pro ISO programování Sinumeriku 810D, 840D (programování v G-kódu) nebo soustružení a frézování v Sinumeriku 802D či programu ManualTurn. A možností je ještě více, ale to již můžete sami vyzkoušet.

Pokud k chuti pracovat, hrát si, učit se nebo experimentovat máte i PC s operačním systémem WindowsXP, pak již postačí jen kontaktovat firmu Siemens nebo autora těchto článků (viz kontaktní údaje níže). Vhodné je k žádosti připojit i několik řádků o vaší osobě a hlavně důvodu vašeho zájmu. Já jako autor informativních příkladů ještě uvítám i vyjádření osobních názorů ke kapitolám a vyřízení těchto žádostí pochopitelně upřednostním.

*Článek vznikl za spolupráce Vysokého učení technického v Brně, FSI, ÚST,
Odboru technologie obrábění s firmou Siemens a redakcí Technického týdeníku.*

SIEMENS

Přehled souvisejících odkazů:

<http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni>

<http://cadcam.fme.vutbr.cz>

<http://cnc.fme.vutbr.cz>

<http://esf.fme.vutbr.cz>

<http://www.siemens.cz>

<http://www.ad.siemens.de/doconweb>

<http://www.techtydenik.cz>

Kontaktní osoba:

Vysoké učení technické v Brně
Odbor technologie obrábění
Technická 2896/2
616 69 Brno

Ing. Aleš Polzer
Tel.: 5 4114 2559
E-mail: polzer@fme.vutbr.cz

[Předchozí](#)