

ProfitTurningTM

Putting **you** on the right path

ESPRIT ProfitTurningTM | Technický přehled

Obsah

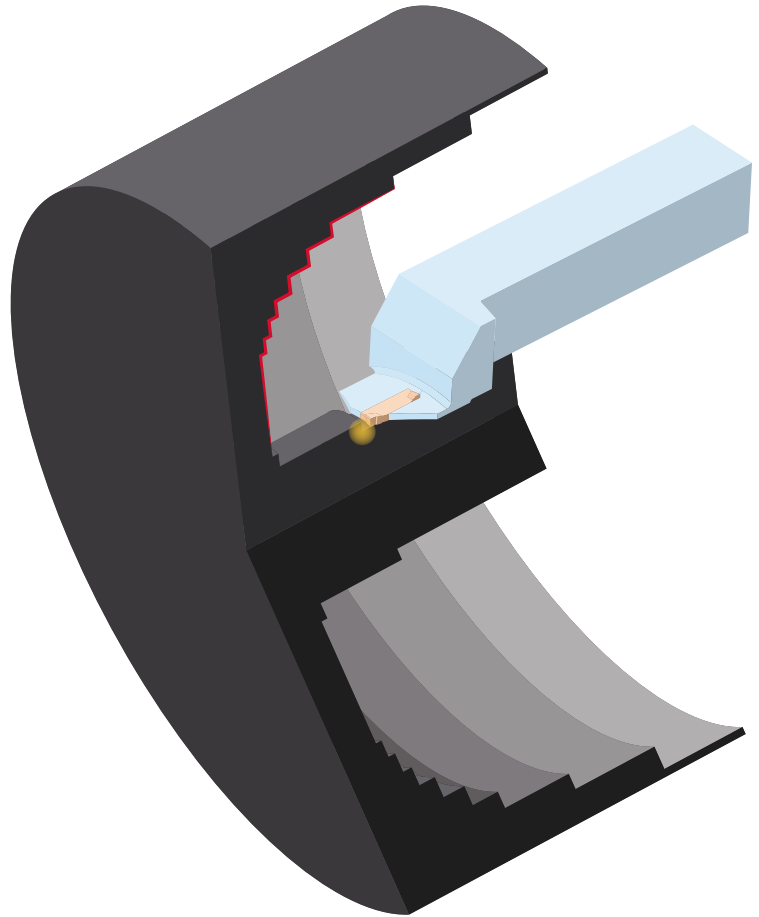
<i>Omezení tradičních strategií soustružen</i>	-----	2
<i>Možnosti ProfitTurningTM</i>	-----	2
<i>Zalety ProfitTurningTM</i>	-----	5
<i>Přínosy ProfitTurningTM</i>	-----	7
<i>Výsledky zkoušek</i>	-----	9
<i>příklad 1</i>	-----	9
<i>příklad 2</i>	-----	10
<i>Výpočet nákladů a přínosů</i>	-----	11
<i>Závěr</i>	-----	12

Omezení tradičních strategií soustružení

Zapichování mezi soustružnickými operacemi

Při použití tradičních metod soustružení pro obrábění žáruvzdorných a těžko obrobitelných materiálů, jako jsou superslitiny, se na počátku záběru nástroje do materiálu i při jeho výstupu ze záběru objevují velké záběrné úhly a nestejný úběr materiálu. Použití tradičních metod zapichování u těchto materiálů může vést k nerovnostem povrchu obrobku a jeho velké drsnosti.

Tradiční metody soustružení navíc mohou při obrábění způsobovat při obrábění různé nepříznivé efekty, jako nadměrné zatížení nástroje, velké a nepravidelné řezné síly, vibrace a špatnou tvorbu třísky¹. Klíčovým faktorem pro obrábění těchto obtížně obrobitelných materiálů je udržení konstantního úběru, protože ten ovlivňuje kvalitu obrobků a prodlužuje životnost nástroje. Jestliže je úběr příliš velký nebo příliš malý, může to způsobit rychlejší opotřebení nástroje s mnoha nepříznivými důsledky. Mezi ně patří např. to, že se tvoří příliš dlouhé třísky, které nelze dostatečně účinně odvádět z pracovního prostoru. Například jestliže nástroj obrábí hlubokou drážku a odvod třísky není dostatečný, může dojít ke zlomení nástroje. Jiným nepříznivým důsledkem malého úběru materiálu je efekt “drhnutí”, který způsobuje špatnou tvorbu třísky a výrazně zahřívá obrobek i nástroj, čímž drasticky zkracuje jeho životnost. Proto je zajištění konstantního úběru materiálu v procesu výroby klíčové.



Obrázek 1: Při tradičních metodách zapichování je velký úhel záběru, řezné síly se nepravidelně mění a povrch obrobku je nerovný

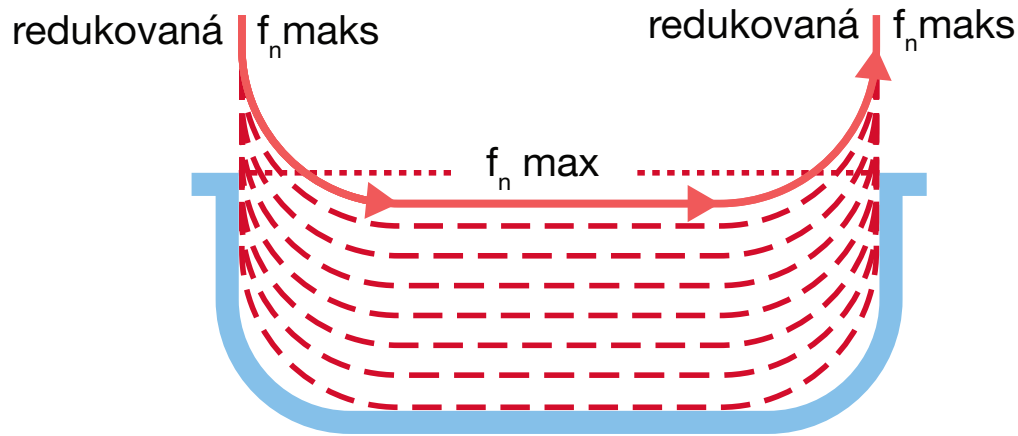
¹Viz film Sandvik Coromant Tips: “Výroba drážek – trochoidální soustružení” na [youtube.com/watch?v=sJnQnsz0cN8](https://www.youtube.com/watch?v=sJnQnsz0cN8)

Možnosti ProfitTurning™

Pod značkou ESPRIT byl uveden na trh software ProfitTurning™ pro novou a inovativní strategii hrubování na soustružicích, která pomáhá uvedené nepříznivé efekty, jež se vyskytují při tradičním soustružení, omezit. ProfitTurning™ je strategie pro vysokorychlostní obrábění, která byla doplněna k existujícím cyklům Roughing and Grooving (hrubování a výroba drážek) značky ESPRIT. ProfitTurning™ je produktivní a bezpečná metoda obrábění, která umožňuje zefektivnit výrobu tím, že zajišťuje konzistentní úběr materiálu a řezné síly, a tak omezuje opotřebení nástroje a zkracuje dobu cyklu. Dosahuje se toho algoritmem pro návrh dráhy nástroje založeném na řízení záběru nástroje, který umožňuje, aby řezné síly byly konzistentní, tak dospívá k vysoké úrovni produktivity.

Řízení záběru: omezený a konstantní záběr nástroje do materiálu v celém cyklu obrábění.

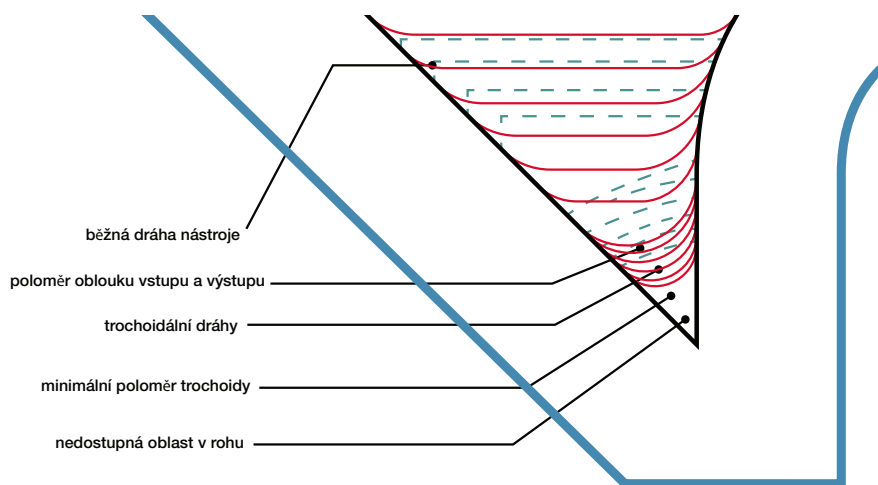
Jiným způsobem, jak eliminovat nepříznivé efekty při tradičním zapichování, je zajistit omezený a konzistentní záběr nástroje. ProfitTurning™ rozdělí obráběný povrch na snadno obrobitelné části a pro řízení záběru při vstupu nástroje do materiálu a výstupu z něj používá kruhové výměnné břitové destičky (VBD). Díky hladkému odvalování při malém přísluvu výrazně omezují řeznou sílu při vstupu nástroje do materiálu a udržují ji na konstantní hodnotě. Přísluv během pohybů přímým směrem – zvaných paralelní pohyby – je maximalizován při udržování konstantního úběru a při výstupu nástroje z materiálu je úběr opět redukován.



Obrázek 2: ProfitTurning™ rozděljuje pohyby do množství segmentů s různými přísluvy: vstup nástroje do materiálu, paralelní pohyby a výstup2

Snadné obrábění malých a komplikovaných tvarů.

Jak je ukázáno na obr. 3, ne všechny obráběné tvary jsou hladké a snadno přístupné. Naštěstí ProfitTurning™ poskytuje strategie obrábění i pro všechny malé a komplikované tvary. Tyto tvary jsou často charakterizovány složenými profily, vstupními a výstupními oblouky a minimálním poloměrem trochoidy. Minimální poloměr trochoidy určuje uživatel jako limit velikosti trochoidálního pohybu v ostrých rozích, kam nástroj dosáhne jen s obtížemi. Dalším problémem u těchto těžko dostupných tvarů je udržet konstantní záběr nástroje do materiálu, aby poloměr vstupního oblouku nebyl příliš velký. Aby se s tímto problémem vypořádal, využívá ProfitTurning™ v těchto malých oblastech úplné trochoidální obrábění, dokud nástroj nedosáhne “minimálního poloměru trochoidy” definovaného uživatelem. Minimální poloměr trochoidy potom určuje velikost neobrobitelné oblasti v ostrých rozích a přechod je omezen na udržení konstantního záběru nástroje.

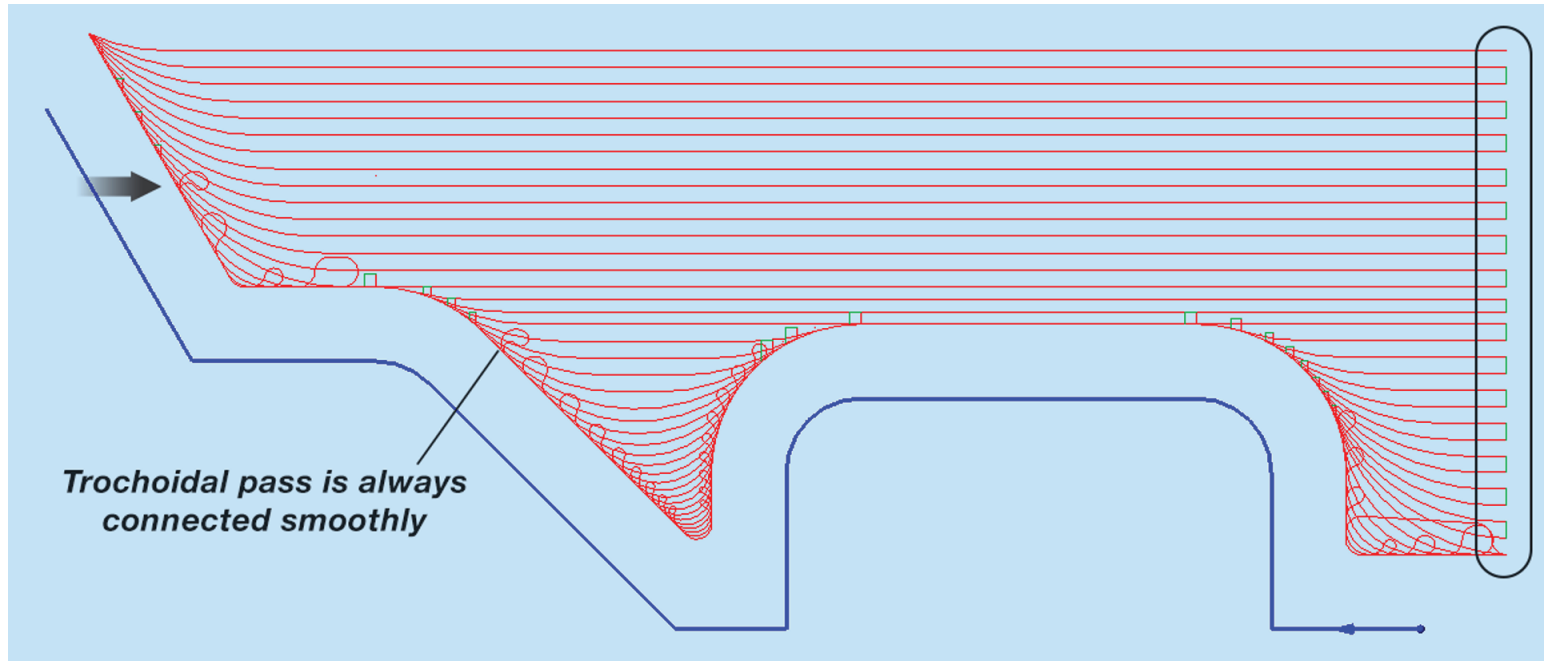


Obrázek 3: Hloubka řezu při návrhu dráhy nástroje pomocí ProfitTurning™ je v ostrých rozích progresivně zmenšená

²Viz CAM Programming Tip: Trochoidální soustružení Sandvik Coromat na [youtube.com/watch?v=HRtSpY0SdB](https://www.youtube.com/watch?v=HRtSpY0SdB)

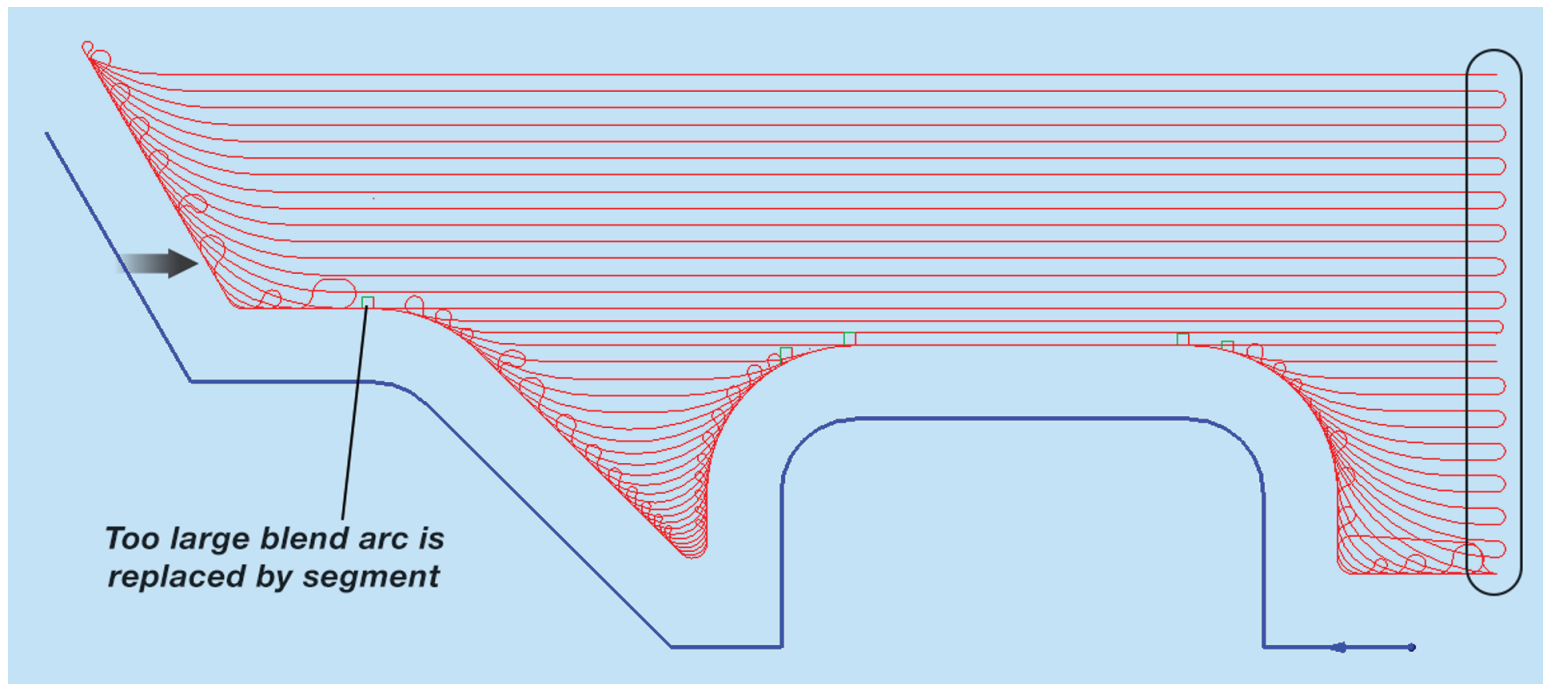
Střídání směru obrábění a hladké přechody

ProfitTurning™ umožňuje uživatelům střídat směr obrábění, a tak eliminovat zpětné pohyby (obrázek 4).



Obrázek 4: Funkce “střídání směru obrábění” je aktivní a funkce “hladké přechody” je deaktivována

Funkce “hladký přechod” nahrazuje přemostovací pohyby při změně směru obrábění hladkými oblouky. Tímto segmentem může být nahrazen i příliš velký poloměr napojení v rozích.

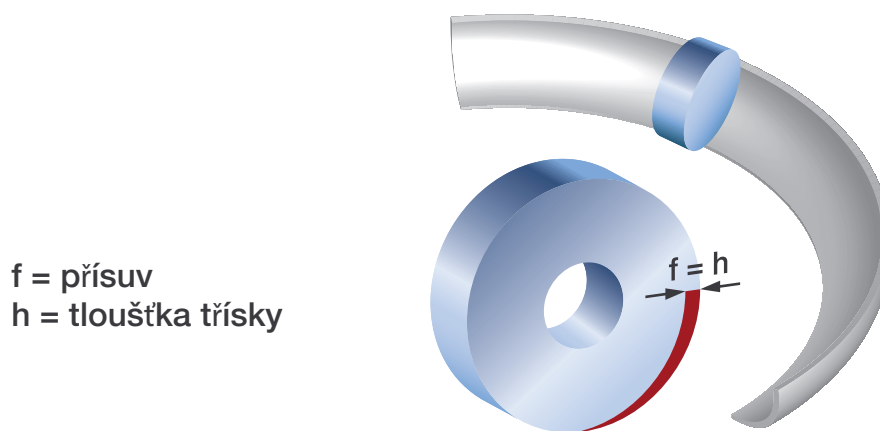


Obrázek 5: Obě funkce, “střídání směru obrábění” a “hladké přechody”, jsou aktivní.

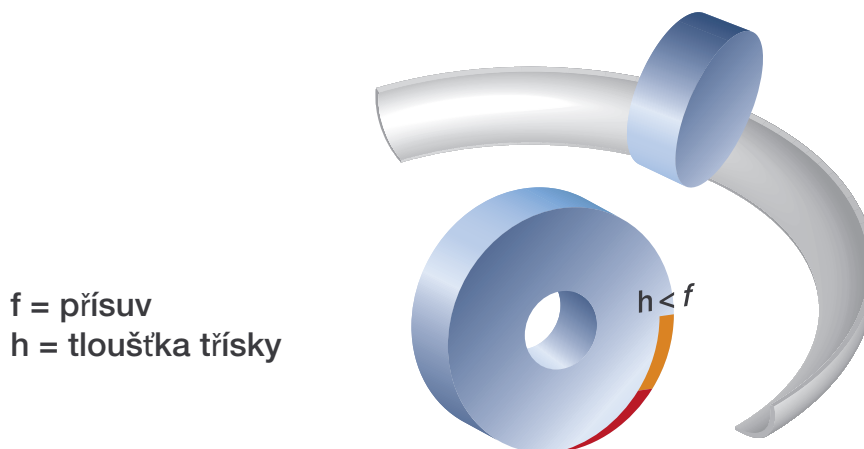
Přínosy ProfitTurning™

ProfitTurning™ používá kruhové VBD nebo nástroje pro obrábění drážek s plným poloměrem, a tím dosahuje větších přísuvů, aby tak bylo možné udržet konstantní nebo téměř konstantní úběr materiálu. Tomuto efektu se říká ztenčování třísky. ProfitTurning™ navíc řízením záběru nástroje s kruhovou VBD omezuje vibrace a nepravidelnosti řezné síly, jejichž důsledkem může být špatná kvalita povrchu a poškození nástroje. ProfitTurning™ je ideální také pro obrábění těžko obrobitelných materiálů a superslitin s tenkými stěnami, jak je dále ukázáno na obrázku 6 a obrázku 7.

V případě kruhové VBD polovičního průměru (obrázek 6 níže) jsou přísuv na zub a tloušťka třísky stejné. Je to podobné jako u frézy do pravouhlého rohu. Jak se mění vstupní úhel frézy a zmenšuje hloubka řezu (obrázek 7), přísuv se může zvyšovat, aby se tím udržela správná tloušťka třísky. Jestliže je hloubka řezu malá, uživatelé mohou zvětšit přísuv a tak zlepšit produktivitu



Obrázek 6: U kruhové břitové destičky polovičního průměru je přísuv na zub stejný jako tloušťka třísky³



Obrázek 7: Se snižující se hloubkou řezu se zvyšuje přísuv increases.

³Viz film Sandvik Coromant Tips: vstupní úhel kruhových destiček na [youtube.com/watch?v=9CCr78Z60U4](https://www.youtube.com/watch?v=9CCr78Z60U4)

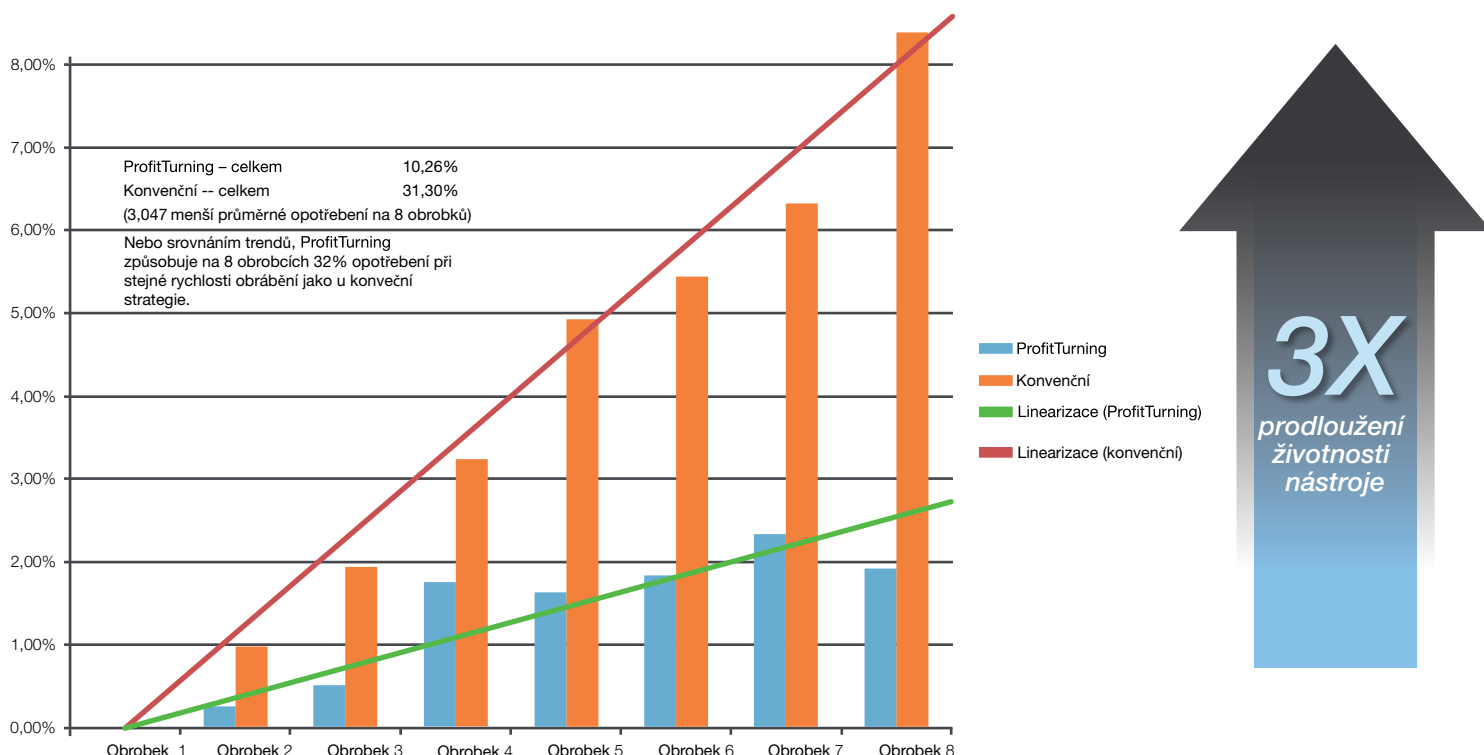
Otestováno!

Ve spolupráci s partnery z oboru obrábění byly realizovány srovnávací testy ESPRIT ProfitTurning™ s konvenčním soustružením. Základem testu byla konvenční strategie obrábění ZigZag, jež byla potom srovnána se strategií ESPRIT ProfitTurning™. Výsledky úspěšných testů ukázaly při použití strategie ProfitTurning™ ve srovnání s konvenční strategií obrábění zkrácení doby cyklu o 25 %.

Dalším cílem testu bylo vyhodnotit životnost nástroje při použití ESPRIT ProfitTurning™ ve srovnání s tradičními metodami obrábění. Při testování byla obráběna jedna součást se dvěma stejnými tvary, z nichž jeden byl obráběn tradiční strategií ZigZag a druhý strategií ProfitTurning™. Při testu byl pro sledování výkonu vřetene používán systém TMAC4 (Tool Monitoring Adaptive Control) od firmy Caron Engineering. Caron Engineering má více než 30 let zkušeností s řízením CNC a jejich monitorováním a TMAC je jen jeden z jejich produktů. TMAC využívá to, že na konci životnosti nástroje roste výkon potřebný k obrábění. S podporou TMAC jsme změřili rozdíl v potřebném výkonu při použití strategie ProfitTurning™ a konvenční strategie ZigZag. Pro každou strategii jsme začali během naprázdno, a potom jsme změřili výkon potřebný pro každý běh nástroje. Data potom byla zprůměrována a vyhodnocen celkový výkon potřebný na obrobení každé drážky.

Na obrázku 8 znázorňují oranžové sloupce postupné plynulé zvyšování potřebného výkonu mezi jednotlivými drážkami při použití konvenční metody ZigZag (poznámka: s opotřebením nástroje je třeba pro obrábění stále větší výkon). Stejná data byla získána při obrábění strategií ProfitTurning™ – znázorněno modrými sloupci. Jestliže porovnáme tyto dvě strategie obrábění, nárůst výkonu vřetene po obrobení osmi dílů je při použití ProfitTurning™ 10,26 %, zatímco u konvenční metody ZigZag 31,3 %. Graficky znázorněné výsledky dokládají, že ve srovnání s konvenční metodou ZigZag je životnost nástroje trojnásobná a břitové destičky není třeba při použití ESPRIT ProfitTurning™ měnit tak často.

Rozdíl v opotřebení nástroje mezi jednotlivými obrobky



Obrázek 8: Srovnání výkonnosti nástroje při strategiích ProfitTurning™ a konvenční ZigZag

Výběr nástrojů pro ProfitTurning™

ProfitTurning™ využívá kruhové VBD nebo nože pro výrobu drážek s plným poloměrem. Jestliže se používají kruhové VBD, lze při obrábění využít celý obvod ostří a směr pohybu nástroje se může pro jeho efektivnější využití a prodloužení životnosti střídat. Kruhové VBD navíc mohou obrábět i bokem a lze jimi realizovat operace, při nichž běžné čtvercové VBD selhávají. Kruhové VBD jsou navíc vhodné i pro materiály obrobitelnosti ISO-S a -H5, jako jsou žárupevné superslitiny.

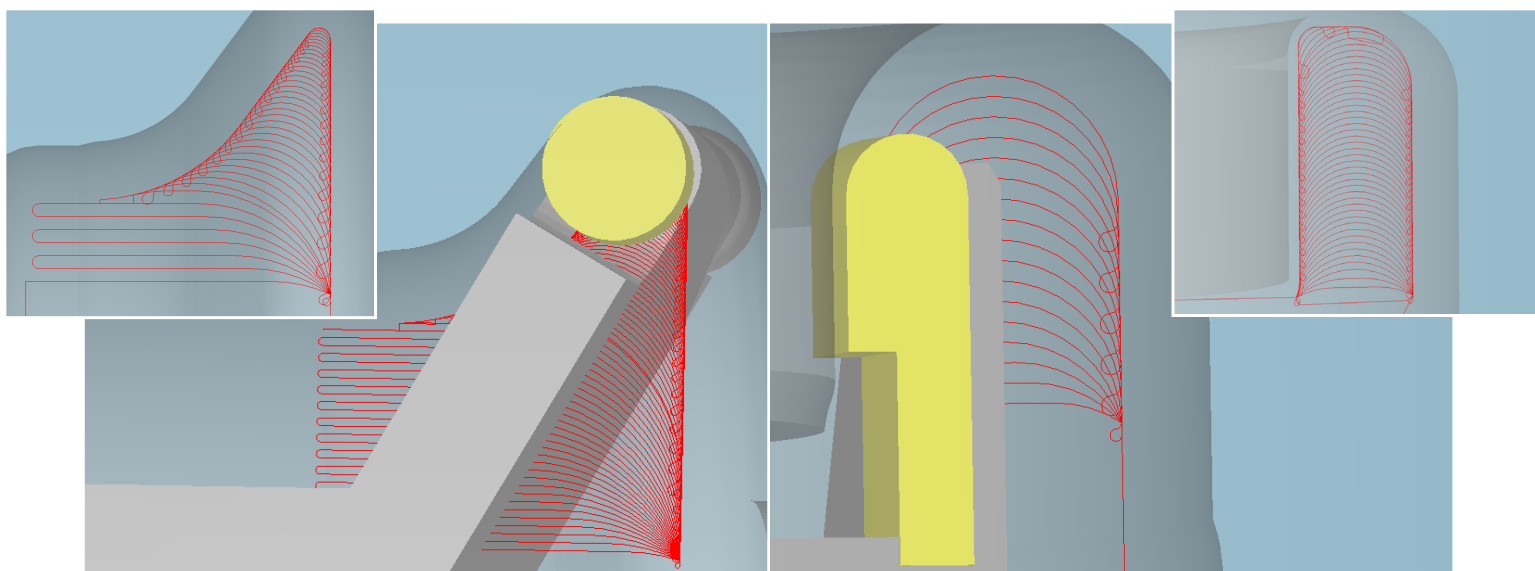
Při srovnání kruhových a čtvercových VBD je navíc třeba brát ohled také na tuhost stroje. Obecně řečeno, kruhové VBD jsou silnější, a proto pevnější, což znamená, že při obrábění lépe tlumí harmonické vibrace a umožňují tak dosáhnout vyšší produktivity. Například obrobky pro letecký průmysl jsou obvykle rozměrné, s velkými poloměry a přechodovými tvary, které eliminují místa s vysokým napětím v materiálu, a proto jsou pro ně být kruhové VBD velmi snadno použitelné.

Výhody kruhových VBD:

- o pro soustružení lze použít celý obvod VBD,
- o je možné střídat směr obrábění,
- o efektivní řízení záběru nástroje i při jeho vstupu do materiálu a výstupu z něj,
- o silnější břit pro tvrdší materiály,
- o větší úběr materiálu
- o obrábění bokem nástroje

ProfitTurning™ Applications

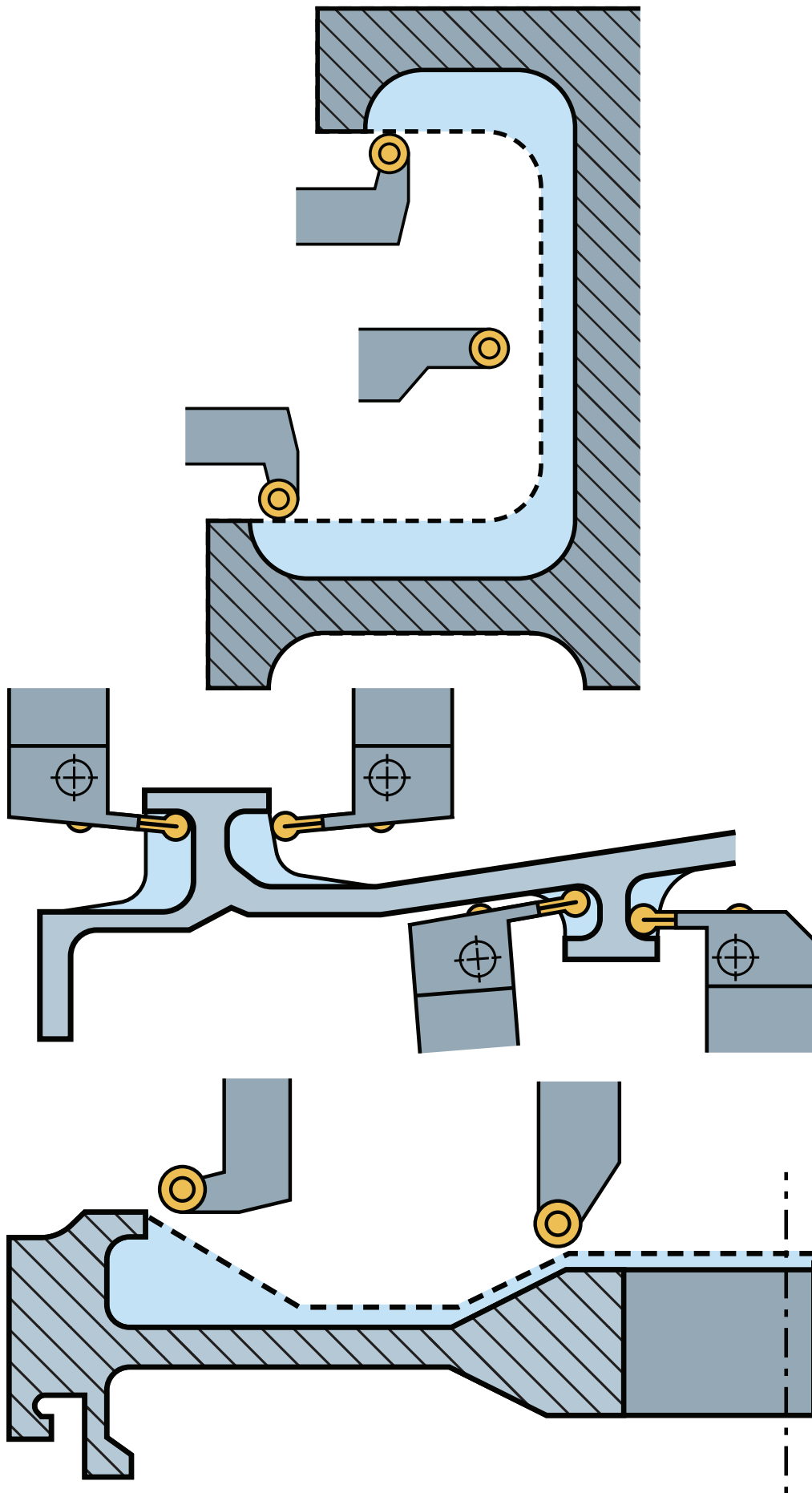
Na obrázku 9 je příklad použití strategie ProfitTurning™ pro soustružení hluboké drážky a profilu, kde jsou třeba dlouhé a slabé nástroje. Na obrázku jsou obrobky tvaru kotouče nebo cívky s hlubokými dutinami, které je třeba obrobit z plného materiálu nebo dokončit po svařování. Vzhledem k velkému poměru hloubky k šířce dochází při obrábění těchto komponent často k vibracím. Při použití strategie ProfitTurning™ mohou uživatelé optimalizovat tyto obtížné operace tak, aby obrobek měl co největší tuhost a vibrace byly minimální. To zvyšuje produktivitu práce. Další příklad použití strategie ProfitTurning™ je na obrázku 106.



Obrázek 9: Příklad použití ProfitTurning™ - výroba hluboké drážky

⁵Viz Negativní břitové destičky základních tvarů v Sandvik Coromant – Turning tools 2012, dostupné na sandvik.coromant.com/sitecollectiondocuments/downloads/global/catalogues/en-gb/turning/turn_a.pdf

⁶Viz technická řešení pro letecký průmysl v Sandvik Coromant - Application Guide – Heat resistant super alloys.pdf, dostupné na sandvik.coromant.com/sitecollectiondocuments/downloads/global/technical%20guides/en-us/c-2920-034.pdf



Obrázek 10: Několik příkladů pro použití strategie ProfitTurning™ 6

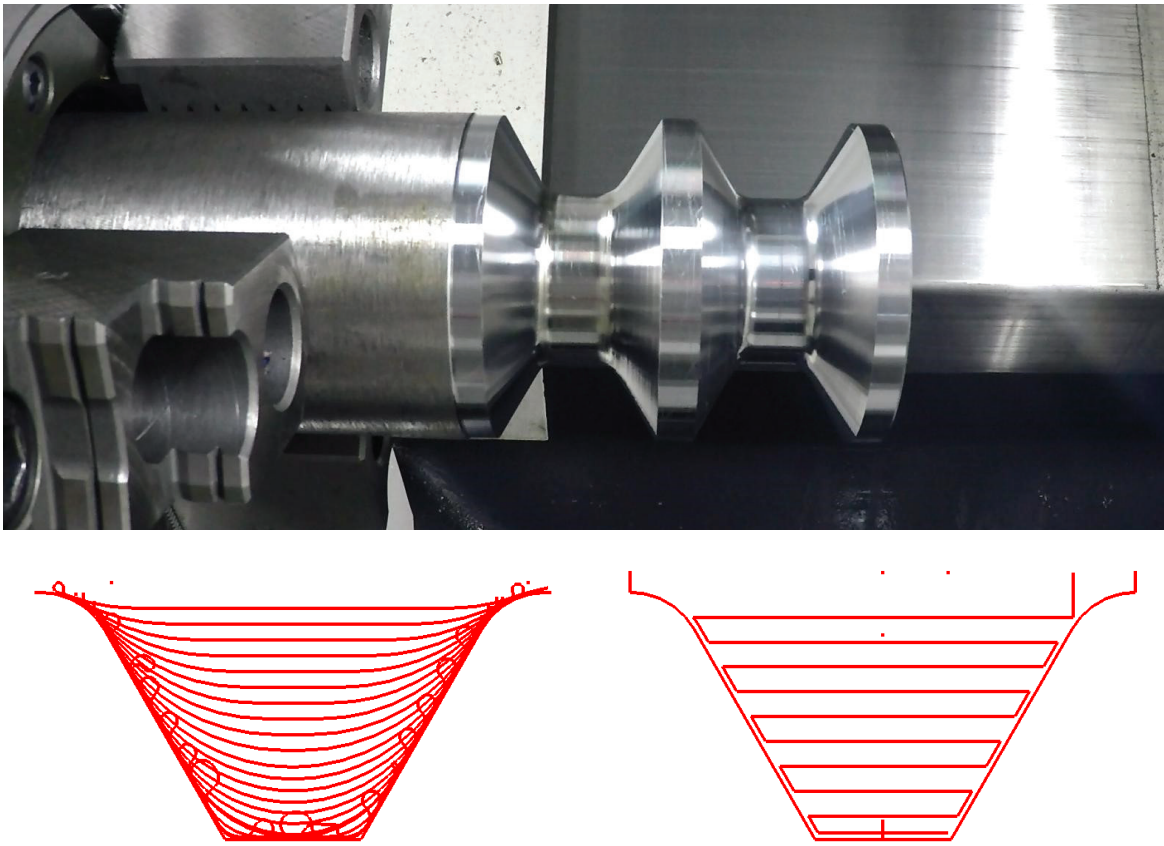
Výsledky testů

Úvodní testy byly realizovány ve středisku Mazak Technology Center v Gardeně v USA (Kalifornie). Cílem prvního testu bylo ověřit, že původní dráha nástroje byla stanovena správně a se správným posuvem a rychlostí. Výsledky ukázaly, že vnější profilová drážka i čelní drážka byly obrobena se "střídavými" parametry závisujícími na obrábění čelní drážky. Podmínky soustružení vnější drážky a konečné výsledky se ukázaly být v pořádku, a kvalita dokončení povrchu odpovídala cyklu vysokorychlostního hrubování.

Příklad 1

Místo	Mazak Technology Center, Gardena, California, USA
Obrobek	korozivzdorná ocel 316, vyžíhaná (průměr 6", tvrdost 149 Brinell)
Obráběcí stroj	Mazak Quick Turn Nexus 200 II
Řídicí systém	Mazatrol Matrix Nexus 2
Výměnná břitová destička	Sandvik N123L2-0800-RO 1125
Průměr obrobku	8
Strategie dráhy nástroje	ProfitTurning™
Rychlost vřetene, CSS	800
Přisuv, mm/tr	0.81
Hloubka řezu (mm, %)	0.635, 7
Poloměr vstupu/výstupu (mm, %)	10, 125
Střídání směru	Ne/Ano
Chladicí kapalina	Ano
Odkaz na video	
Obrázky	

Ejemplo 2

Místo	partneři Okuma v závodě THINC, Charlotte, Severní Karolína, USA
Obrobek	nástrojová ocel D2, vyžíhaná, tvrdost 23 HRC, vnější průměr 2,5", délka 36"
Obráběcí stroj	Okuma Genos L300
Řídicí systém	
Výměnná břitová destička	ISCAR GDMY 840 IC 808
Průměr obrobku	8
Strategie dráhy nástroje	ProfitTurning™
Rychlost vřetene, CSS	550
Přísuv, mm/tr	1.27
Hloubka řezu (mm, %)	1-7
Poloměr vstupu/výstupu (mm, %)	10, 125
Alternate	Na/Ano
Chladicí kapalina	Ano
Odkaz na video	https://www.youtube.com/watch?v=GP4ft3rjqcw
Obrázky	

Výsledky

Doba cyklu 22 sekund s ProfitTurning™ znamená úsporu 19 sekund z 41 sekund vyžadovaných při konvenčním soustružení.

Výpočet nákladů a návratnosti

Ve světě moderní výroby se mnoho peněz vynakládá na investice do nových technologií a jejich implementaci. Ovšem stále je nutné se rozhodovat, kdy zůstat u starých, osvědčených postupů a kdy začít adaptovat ty nové.

ESPRIT ProfitTurning™ může zvýšit rychlost obrábění a zkrátit dobu cyklu, jenže jak dopadne porovnání nákladů na investice do nové technologie ve srovnání náklady na tradiční soustružení? Abychom uživatelům ukázali, jaký vliv má nastavení priorit při výběru strategie obrábění, použili jsme kalkulačku Sandvik Turning. Spočítali jsme náklady na obrobek při použití strategie ESPRIT ProfitTurning™ a kruhové VBD (tabulka 1) a současně jsme vyhodnotili náklady při použití tradiční metody ZigZag (tabulka 2) se stejnou kruhovou VBD a stejným tělem nástroje. Konečné výsledky ukázaly, že náklady na jeden obrobek při využití ProfitTurning™ jsou o 60 % nižší než u tradiční metody ZigZag.



Data pro výpočty nákladů a návratnosti

Počet obrobků za rok	Náklady stroje za hodinu (€)	Celková doba cyklu na obrobek (s)	Náklady na břitovou destičku (€)	Životnost břitové destičky (počet obrobků)	Počet břitů na břitové destičce	Počet břitových destiček na nástroji	Náklady na tělo nástroje (\$ na obrobek)	Max. počet ustavení destičky	Náklady stroje na obrobek (€)	Celkové náklady za rok (€)
5,000	50€	22	45€	24	2	1	150€	1	7.49€	37,465€

Tabulka 1: Vyhodnocení nákladů při použití ProfitTurning™

Počet obrobků za rok	Náklady stroje za hodinu (€)	Celková doba cyklu na obrobek (s)	Náklady na břitovou destičku (€)	Životnost břitové destičky (počet obrobků)	Počet břitů na břitové destičce	Počet břitových destiček na nástroji	Náklady na tělo nástroje (\$ na obrobek)	Max. počet ustavení destičky	Náklady stroje na obrobek (€)	Celkové náklady za rok (€)
5,000	50€	41	45€	8	2	1	150€	1	22.13€	110,660€

Tabulka 2: Vyhodnocení nákladů při použití klasické strategie ZigZag

⁷ Sandvik Coromant Turning Calculator je dostupný na sandvik.coromant.com/en-gb/knowledge/calculators_and_software/apps_for_download/Pages/turning-calculator.aspx

Závěr

Strategie obrábění ProfitTurning™ v systému ESPRIT generuje dráhu nástroje, jež udržuje konzistentní úběr materiálu a řezné síly a umožňuje výrazně zvýšit řeznou rychlost. Dráha nástroje navržená v ProfitTurning™, při využití metod řízení záběru nástroje do materiálu a kruhových VBD, také omezuje vibrace a zbytkové napětí. Je využitelná zvláště pro obrábění tenkých stěn nebo pro těžko obrobitelné materiály, jako jsou superslitiny. Tato nová strategie obrábění výrazně zkracuje dobu cyklu a náklady na obrobek a umožňuje zvyšovat produktivitu, a proto je základním řešením pro soustružení.

ProfitTurning™

Putting **you** on the right path

O značce ESPRIT

ESPRIT je přední světová značka v oboru vysoce výkonného softwaru pro počítačovou podporu výroby – CAM. Software ESPRIT je systém CAD/CAM využívající cloud kompatibilní s různými úlohami obrábění v mnoha oborech průmyslu. Systém ESPRIT poskytuje plné spektrum nástrojů pro programování dvou- až pětiosého frézování, dvou- až 22osého soustružení, drátového vyřezávání EDM, obrábění na univerzálních obráběcích centrech, strojích mill-turn, dlouhotočných automatech (Swiss-turn), strojích s kyvnou osou B a vysokorychlostních tří- a pětiosých strojích. machining. Offering factory certified post processors, accurate G-code, and world-class customer support ESPRIT is the ultimate machine tool solution.

O firmě DP Technology Corp.

DP Technology Corp., výrobce softwaru CAD/CAM značky ESPRIT, má hlavní sídlo ve městě Camarillo v Kalifornii, USA, a výrobní a vývojové týmy v Kalifornii v USA, ve Florencii v Itálii a v Berlíně v Německu. Prodej a podporu zajišťují kanceláře v Evropě, Asii a Severní i Jižní Americe.

Pro další informace o firmě DP Technology a značce ESPRIT volejte +1 805 388 6000, pošlete e-mail na esprit@dptechnology.com nebo navštivte webové stránky firmy www.espritcham.com.