



PARTNER FOR EFFICIENT MACHINING

PRODUKTOVÝ KATALÓG

 **MASAM**®

The logo consists of a stylized red symbol on the left, resembling a series of overlapping, curved shapes that form a vertical bar. To the right of this symbol is the word "MASAM" in a bold, red, sans-serif font. A registered trademark symbol (®) is located to the upper right of the word "MASAM".



NIČO MÁLO O NÁS

ZAČIATOK PÔSOBENIA V OBLASTI SERVISU REZNÝCH NÁSTROJOV SA ZAČÍNA V ROKU 1998

Po troch náročných rokoch bola založená spoločnosť MASAM, ktorá nadväzovala na naše začiatky v oblasti ostrenia nástrojov. V priebehu krátkeho obdobia začali požiadavky a nároky zákazníkov rásť. V tomto smere bolo nutné prehodnotiť zameranie a plány do budúcnosti, najmä v oblasti nákupu nových CNC technológií. Investície priniesli rozšírenie možností spoločnosti MASAM v oblasti produkcie vlastných rezných nástrojov.

To malo za následok výrazné rozširovanie našej produkcie. Po doplnení technológie sme zriadili vlastné konštrukčné oddelenie, vstupnú ako aj výstupnú kontrolu, informačný systém riadenia procesov a samozrejme certifikáciu ISO. Vývoj spoločnosti rokmi neustále napredoval a vznikla prvá myšlienka rozšíriť spoločnosť o trieskové obrábanie a nástrojáreň. Rezné nástroje, ktoré vyrobíme, vieme otestovať a samozrejme aj použiť pre potreby nášho trieskového obrábania. Padlo definitívne rozhodnutie a spoločnosť sme rozšírili na dve divízie: Divízia výroby a ostrenia rezného náradia a Divízia trieskového obrábania, nástrojáreň. Personálnym, ako aj strojným vybavením sa zo spoločnosti MASAM stala medzinárodne konkurencieschopná spoločnosť s jasne prozákazníckou orientáciou.

Pevne verím, drahí kolegovia, že oceníme cestu, ktorou sme si spoločne prešli a urobíme všetko preto, aby sme poskytovali najlepšiu kvalitu produktov a služieb na trhu. Úprimne žiadame od našich partnerov aj naďalej podporu, aby sme mohli spoločne čestne a dôstojne rásť.



Milan Mandák
CEO spoločnosti MASAM

NAŠA HISTÓRIA



1998

vízia a prvé začiatky

2001

vznik MASAM, s.r.o.

2003

prvý CNC stroj

2006

vlastné výrobné priestory

2009

priemyselná kríza so skúškou odolnosti

2012

výstavba závodu v priemyselnom parku

2013

sťahovanie a rozširovanie spoločnosti na dve divízie

2014

investície do nových technológií prostredníctvom dotačných projektov

2016

registrácia spoločnosti do zoznamu dodávateľov IAQG pre letecký priemysel

2017

rozširovanie výrobných technológií prostredníctvom dotačných projektov

2019

upevňovanie pozície v leteckom a vesmírnom priemysle

2020

založenie samostatnej výskumno-vývojovej spoločnosti pre spoluprácu s akademickou špičkou v danej oblasti

ČÍM SA ZAOBERÁME

Produktový katalóg ponúka základný náhľad na výrobné portfólio produktov a služieb **Divízie výroby a ostrenia rezných nástrojov**. Divízia sa zaoberá najmä:

- renováciou rezných nástrojov
- návrhom a konštrukciou nástrojov podľa požiadaviek zákazníka
- výrobou štandardných a špeciálnych rezných nástrojov
- výstupnou kontrolou a protokolom o kvalite podľa normy: AS 9100D
- aplikačnou zákazníckou podporou a analýzami rezných nástrojov





RENOVÁCIA REZNÝCH NÁSTROJOV

Po vstupnej kontrole a vyhodnotení stavu rezného nástroja pred ostrením sa konkrétnej zákazke prideli čiarový kód s okamžitým zaradením do procesu ostrenia. Výroba ako aj ostrenie nástrojov prebieha na 5-osích CNC brúskach od spoločností ISOG, Michael Deckel, Amada a Reinecker. Výstupná kontrola prebieha na 3D optických meracích prístrojoch spoločnosti Zoller.

MASAM R&D

R&D oddelenie sa v spoločnosti zaoberá CAD návrhom, aplikačnou podporou, analýzami a reportovaním stavu rezných nástrojov našim zákazníkom. V tomto smere poskytujeme aj službu komplexného návrhu technológie na kľúč zahrnutého v cene rezných nástrojov MASAM.

VÝROBA REZNÝCH NÁSTROJOV OD ŠTANDARDU PO ŠPECIÁL

Po uvoľnení výrobných dokumentácie sú spracované a odsimulované programy určené do výroby pre CNC brúsky. Výroba a kontrola prebieha v súlade s normou AS 9100D. Súčasťou výroby sú programy a protokoly, ktoré sú určené na kontrolu a ostrenie nami vyrábaných nástrojov. Ak sa výroba týka špeciálov, ktoré sú určené pre náročné aplikácie, sme schopní náradie testovať priamo u nás za prítomnosti zákazníka. Výhodou je okamžité doladenie geometrie nástroja pre konkrétnu aplikáciu. Na základe aj takýchto opatrení si držíme status výrobcu s najkratšími dodacími termínmi pri výrobe a návrhu špeciálnych rezných nástrojov na trhu.

VÝSTUPNÁ KONTROLA

Všetky výrobné a kontrolné procesy sú v súlade s normou AS 9100D.



OBSAH

KATALÓGU

1) Komplexné riešenie MASAM

7

- 1.1 Návrh rezných nástrojov
- 1.2 Aplikačná podpora
- 1.3 Reportovanie a analýzy
- 1.4 Návrh technológie na kľúč
- 1.5 Optimalizácia technológie
- 1.6 Povlakovanie
- 1.7 Testovanie rezných nástrojov
- 1.8 Od štandardu po špeciál
- 1.9 Označovanie a upínanie rezných nástrojov

2) Štandardné monolitné rezné nástroje

24

VÝROBA OTVOROV

- 2.1 Univerzálne vrtáky
- 2.2 Univerzálne výstružníky

FRÉZOVANIE

- 2.3 Valcové frézy
- 2.4 Valcové hrubovacie frézy
- 2.5 Špeciálne valcové frézy na trochoidné obrábanie
- 2.6 Polguľové frézy
- 2.7 Toroidné frézy

3) Špeciálne monolitné rezné nástroje

36

VÝROBA OTVOROV

- 3.1 Zákazkové štandardné typy vrtákov
- 3.2 Stupňovité vrtáky
- 3.3 Strediacie vrtáky
- 3.4 Vrtáky pre zahĺbenia
- 3.5 Kombinované vrtáky
- 3.6 Zákazkové štandardné výstružníky
- 3.7 Stupňovité výstružníky

FRÉZOVANIE

- 3.8 Valcové stopkové frézy
- 3.9 Kuželové stopkové frézy
- 3.10 Polguľové a guľové stopkové frézy
- 3.11 Tvarové stopkové frézy
- 3.12 Rybinové stopkové frézy
- 3.13 T-stopkové frézy
- 3.14 Toroidné stopkové frézy
- 3.15 Uholové stopkové frézy
- 3.16 Rádiusové stopkové frézy
- 3.17 Modulové stopkové frézy
- 3.18 Monolitné frézovacie hlavy
- 3.19 Kotúčové frézy
- 3.20 Závitové frézy

SÚSTRUŽENIE

- 3.21 Tvarové monolitné sústružnícke nože

4) Špeciálne rezné nástroje

50

s vymeniteľnými plátkami

PRETLÁČACIE A PREŤAHOVACIE NÁSTROJE

- 4.1 Telesá hrubovacích segmentov
- 4.2 Telesá profilových segmentov
- 4.3 Telesá dokončovacích a kalibrovacích segmentov

ŠPECIÁLNE REZNÉ PLÁTKY

- 4.4 Výroba tvarového plátku na rôzne technológie obrábania
- 4.5 Úpravy štandardného plátku na nový špeciálny tvar

5) Špeciálne meracie kalibre

55

6) Renovácia rezných nástrojov

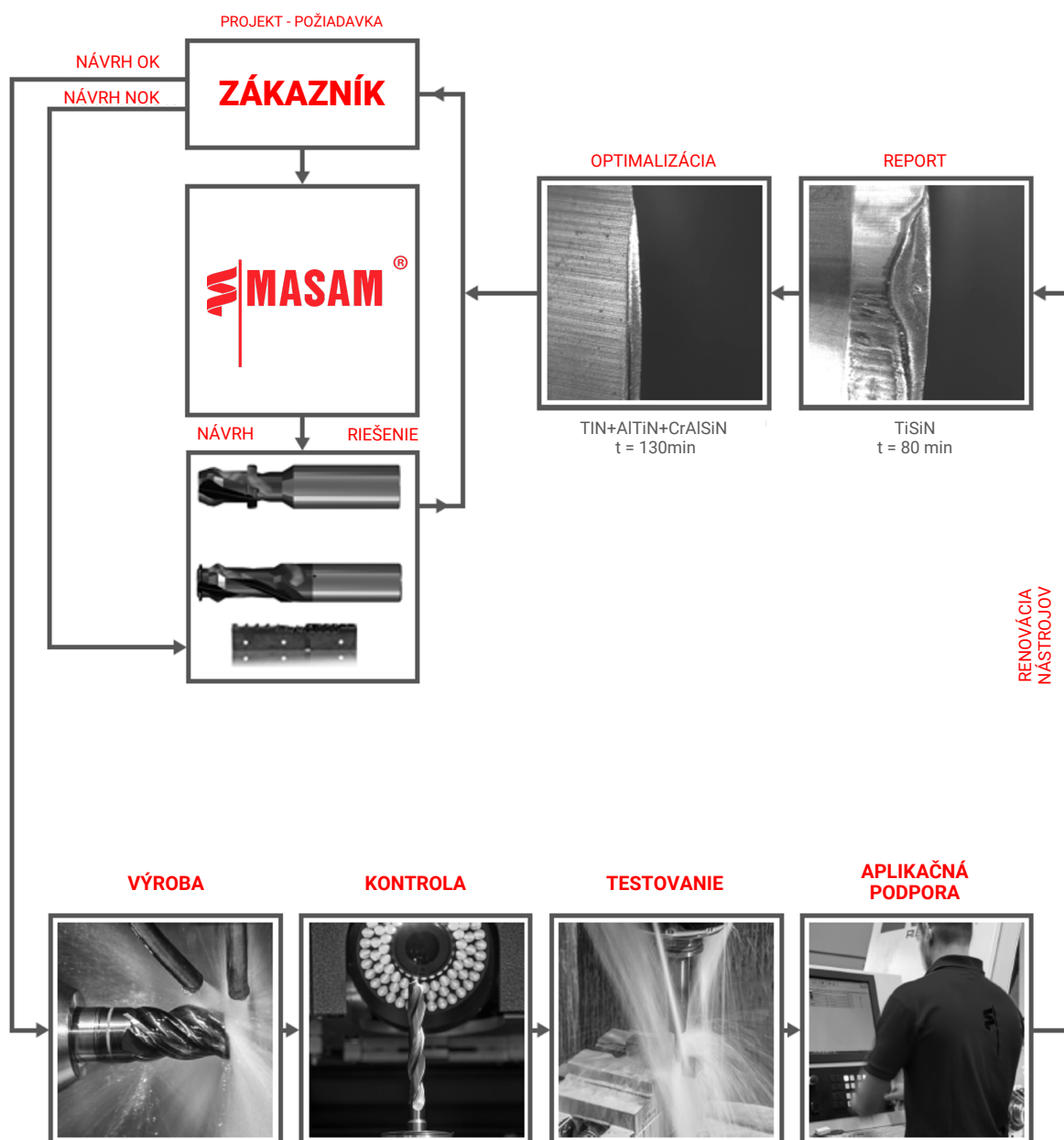
57



KOMPLEXNÉ RIEŠENIA
MASAM

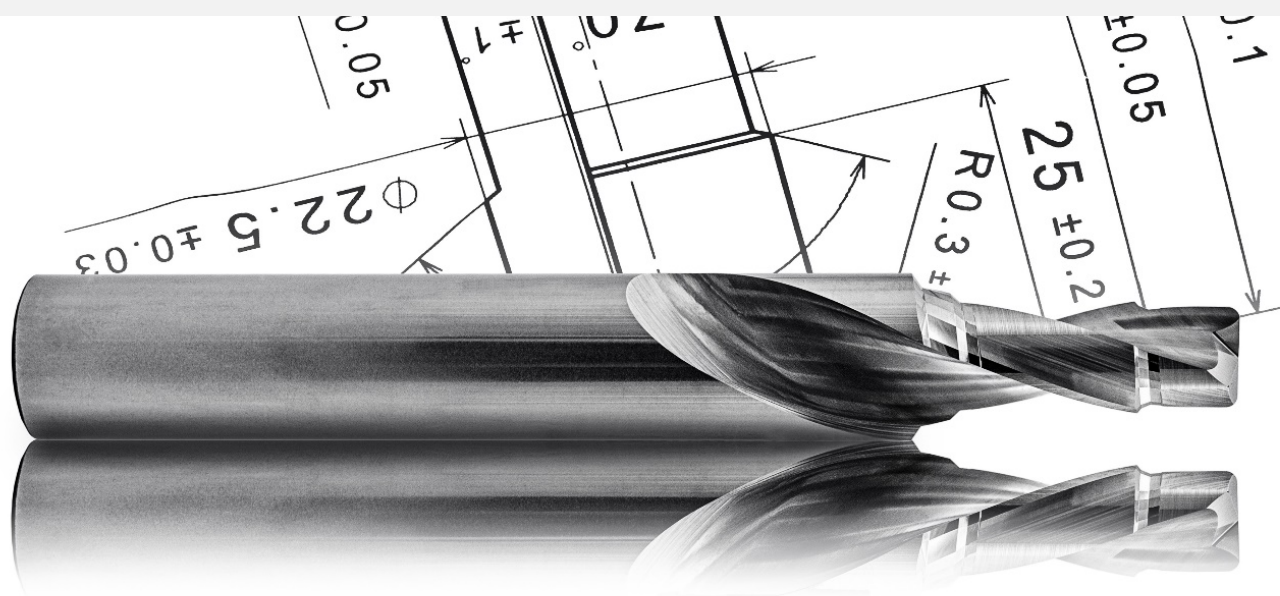
KOMPLEXNÉ RIEŠENIA MASAM

Naše komplexné riešenie ponúka balíky služieb, ktoré sú bezplatné a v cene rezných nástrojov MASAM. Zákazník sa po odovzdaní prvotných vstupných informácií a schválení návrhu rezného nástroja dostane už len do úlohy kontrolovania procesov, ktoré všetky zabezpečujeme v zmysle komplexného riešenia. Na obrázku nižšie je zjednodušene znázornený systém našej práce, ktorý vytvára pridanú hodnotu k rezným nástrojom MASAM.



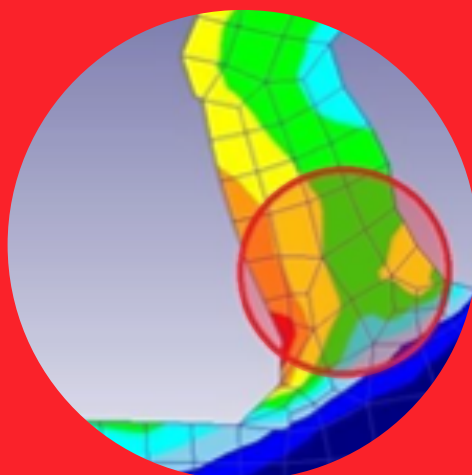
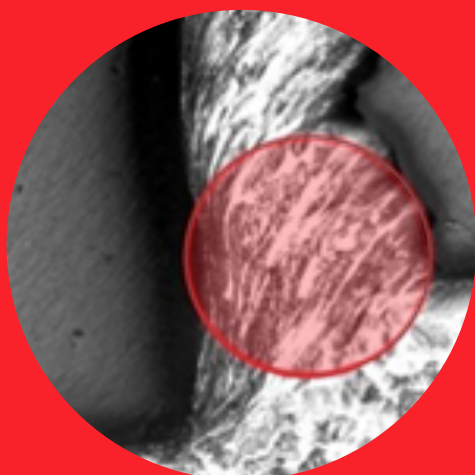
1.1 NÁVRH REZNÝCH NÁSTROJOV

Po získaní všetkých potrebných vstupných informácií od zákazníka je v prvom kroku vyhotovený 3D model nástroja v softvéri CATIA. Vstupné informácie obsahujú predovšetkým typ obrábaného materiálu s CAD modelom obrobku, prípadne DWG alebo rozmery konkrétneho technologického prvku, kde si zákazník môže zadať napr. spôsob upínania nástroja s rôznymi inými špecifickými požiadavkami.



CAD dokumentácia je v ďalšom kroku overená simuláciou na vyrobiteľnosť a funkčnosť nástroja v procese obrábania. Návrh je následne odsúhlasený so zákazníkom pre finálne overenie rozmerov nástroja. Po odsúhlasení je dokumentácia uvoľnená do výrobného procesu.

SIMULÁCIA NA VYROBITEĽNOSŤ A FUNKČNOSŤ NÁSTROJA



1.2 APLIKAČNÁ PODPORA

Aplikačná podpora má v našej spoločnosti niekoľko rôznych alternatív, ktoré naši zákazníci využívajú. Najčastejšie riešená forma aplikačnej podpory býva prostredníctvom:

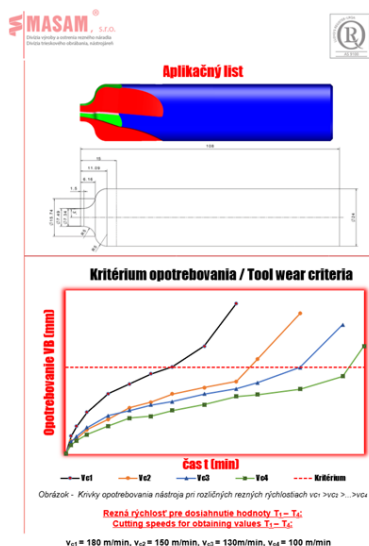
- aplikačných listov pre každý nástroj
- podpory technológie priamo vo Vašej spoločnosti
- doplnenia chýbajúcich odborných kapacít za pomoci pracovníkov

AKO FUNGUJE APLIKAČNÁ PODPORA

Najčastejšie využívaná forma aplikačnej podpory sú aplikačné listy. Sú dodávané našim zákazníkom pre ich konkrétne použitie. Zákazník si môže vybrať v aplikačnom liste jednotlivé možnosti rezných rýchlostí podľa jeho aktuálnych potrieb, samozrejme s našim odporúčaním.

Pri náročnejších procesoch, prípadne tvaroch rezného nástroja, sú aplikačné listy rozšírené o schematický postup výroby. Náročnejšie aplikácie obsahujú aj rozdelenie hodnôt posuvových a rezných rýchlostí na základe rôznych kritických miest obrábaného tvaru. V aplikačnom liste je taktiež opis navrhnutého povlaku k použitému obrábanému materiálu a danej technológii. Aplikačný list obsahuje aj dodatočné informácie k obrábaciemu stroju (spôsob upnutia a vyloženia, výkon, úprava rezných rýchlostí na základe max. frekvencie otáčania vretena a pod.).

MASAM sa okrem výroby rezných nástrojov zo spekaných karbidov venuje aj ich renovácii. Z tohto dôvodu kontrolujeme opotrebovanie rezných hrán pomocou optických mikroskopov, aby sme dokázali rezné parametre upraviť čo možno najlepšie, ako je to v konkrétnej situácii možné. Pre stále lepšie využívanie našich nástrojov ponúkame taktiež možnosť zákazníckych reportov stavu nástroja pred ostrením - viac v kapitole 1.3.



Odporúčane rezné podmienky / recommended cutting conditions:

V_{c1}	130 m/min
n	2628 min ⁻¹
fz	0,035 mm
vf	368 m ³ /min

Špecifikácie / Specifications:

fz = 0,025 – 0,045 mm
ae < 1 mm pre odporúčané rezné podmienky
ap = tvar obróbku / bočné frézovanie
* rezná rýchlosť je stanovená na stredný priemer nástroja 15,74 mm
* odporúčame použiť súbežné frézovanie
* rezné podmienky sú stanovené pre dokončovaciu operáciu obrábania

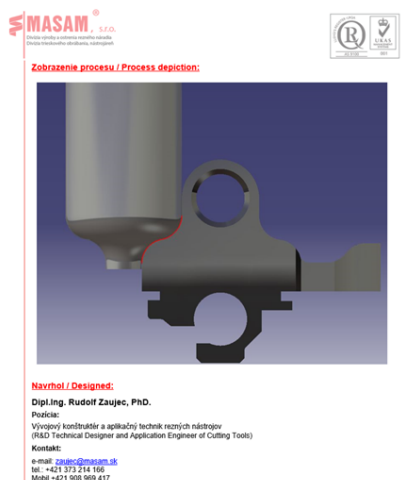
Povlak / Coating:
AITIN

Rezná prostredie / Coolant:
rezná kvapalina s koncentráciou 6 % (vonkajšie chladenie)

Prídavné informácie / Additional information:

Sila tresky	0,01 hm
Objem odobratého materiálu za jednotku času	4,05 cm ³ /min
Čas v reze	16,31 s
Krútiaci moment	1,66 Nm
Potrebný výkon	0,46 KW
Materiál	42CrMo4

*čas je stanovený na dĺžku rezu 100 mm a pre účinnosť stroja 50%



1.3 REPORTOVANIE A ANALÝZY

Reportovanie a analýzy poskytujú výraznú pridanú hodnotu rezných nástrojov MASAM ku konečnému zákazníkovi. Poskytujeme niekoľko druhov reportov. Medzi najpoužívanejšie patria reporty pred ostrením, teda po skončení trvanlivosti nástroja a ekonomické vyhodnotenie navrhovaných zmien – report úspor (kapitola 1.8).

PRÍKLAD ZÁKAZNÍCKEHO REPORTU

Príklad zákaznického reportu z vŕtania si môžeme ukázať na obrázku uvedenom nižšie, ktorý je doplnený o snímky opotrebovaného vrtáku na chrbtovej časti. Ako je všeobecne známe, opotrebovanie nástroja je v troch pásmach. V spolupráci s našimi zákazníkmi vhodne určujeme koniec trvanlivosti nástroja po zvolené kritérium. V tomto konkrétnom prípade bolo potrebné určiť koniec lineárneho opotrebovania a zabrániť prechodu do pásma zrýchleného opotrebovania. Na obrázku môžeme vidieť opotrebovanie chrbta v dvoch pásmach.

Počas praktických skúseností sa stretávame často s oboma prípadmi pri požiadavke na preostrenie nástroja. Vyradený nástroj po 140 minútach rezu je samozrejme menej nebezpečný ako prípad vpravo, kde hrozí úplný lom nástroja. V prípade vyradenia pri 140 minútach máme stále príliš veľkú rezervu v trvanlivosti. Prípad zrýchleného opotrebovania, kde sa už rezná hrana výrazne deformuje po krátkom čase, je veľmi neefektívny a nebezpečný.

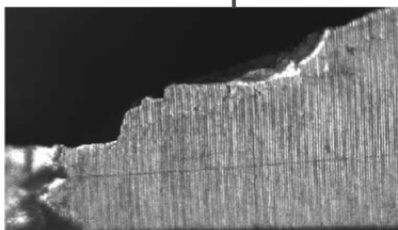
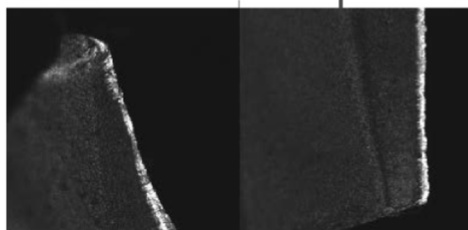
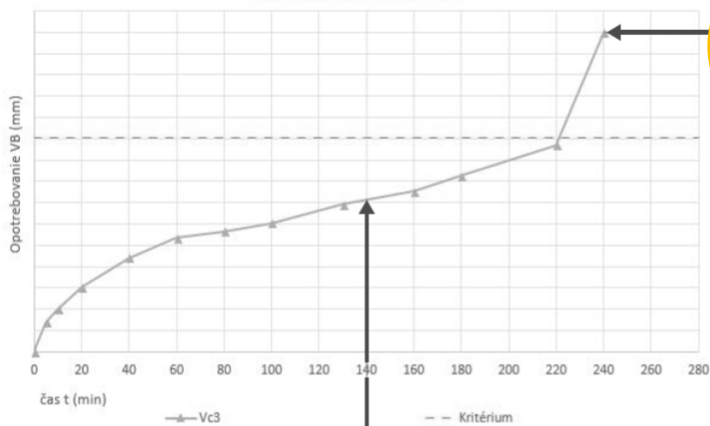
V tomto prípade sme získali 20 minút práce nástroja do vyradenia, ale stratili sme jednu trvanlivosť, keďže bolo potrebné brúsiť väčšiu časť z reznej hrany. Toto tvrdenie podporuje aj všeobecne známy vzorec na výpočet životnosti $\mathbf{\check{Z} = T \cdot (n + 1)}$, kde n je počet preostrení nástroja a T je trvanlivosť. Ak si to zhrnieme, je veľmi jednoduché kvôli 20 minútam stratiť jednu trvanlivosť na úrovni 200 minút. Reportovanie stavu nástroja pred ostrením je práve v zabránení takýmto prípadom.

VÝSLEDKOM REPORTOV PRE ZVÝŠENIE CELKOVEJ ŽIVOTNOSTI NÁSTROJA BÝVA:

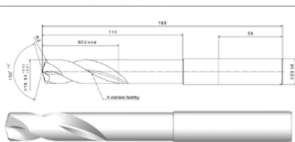
- úprava rezných podmienok
- zmena času práce nástroja po koniec trvanlivosti
- optimalizácie technológie (kapitola 1.5)

Reporty poskytujeme svojim zákazníkom aj ako výsledok z testovania trvanlivosti rezných nástrojov po rôznych špecifických úpravách. Na obrázku uvedenom nižšie je príklad vypracovaného reportu, ktorý sa týkal zvyšovania trvanlivosti použitím nového typu povlaku.

Opotrebovanie VBmax



Výsledný report vrtákov 15171



Analyzovaný rezný nástroj – Vrták 15171

Výsledky analýzy

Dňa 28.5.2019 bol doručený kypit nástrój č. 15171 z porúčania BIGAAN do spoločnosti MASAM. Následne špičky ktoré sú na obrázku 1 vykázali minimálnu deformáciu a okrem príjmu je malá viditeľná záťaž na strane hrany. Na základe tejto skutočnosti je presnosť na zvýšenie 688000N, rýchlosť (v prípade správneho zvolenia a odhľadávania hrany z miesta rezu).

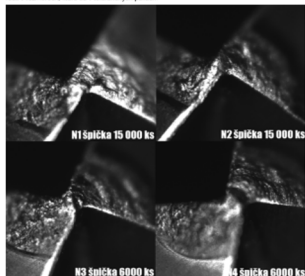
Nástroje s tvrdosťou 19000 HRC vykázali dve výrazne odlišné hodnoty opotrebovania okružia. N1 mal na zube č. 1 VBmax = 0,77 mm a na zube č. 2 VBmax = 0,46 mm. N2 mal na oboch zuboch VBmax = 0,16 mm čo výrazne odlišný rozdiel nástrój a 4,3 násobne menšie opotrebovanie. Na základe tejto skutočnosti je nutné predpokladať, že nie sú zabezpečené rovnaké podmienky stability pri obrábání z možných príčin výroby.

1. Pri dvojzložkovom vyšetrení je potrebné dodržiavať jasne znázornené merané prvky, prípadne inak postúpené alebo je jeho osovú súmernosť mimo požadovaných tolerancií. Ak sa používajú dve rôzne stroje alebo je porovnávacia zariadenia nástrój sty sa zdieľa, či je to soodborné týmto faktom.
2. Každé splnenie nie je totožný príčina sa mení v porovnaní splnenia. Pri výššom rezných rýchlostiach okružia sú milimetrov odlišný príčina stopy nástrój zasíťť obrábka a spôsobť neuviesť menšiu vyhladenia.
3. Nevyhnutné zaochránenie s nástrojom vplyvom jeho menšom počtenie v prípravnom procese.



Tieto príjmy vychádzajú z predpokladu, že nástroje boli používajú pri rovnakých rezných podmienkach

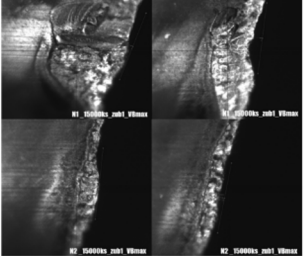
Nástroje s tvrdosťou 6000 HRC vykázali dve výrazne odlišné hodnoty opotrebovania okružia. N3 mal na zube č. 1 výkazy vln a výkazy VBmax = 0,89 mm a na zube č. 2 VBmax = 0,16 mm. N4 mal na zube č. 1 VBmax = 0,17 mm a na zube č. 2 VBmax = 0,16 mm čo potvrdzujú tvrdenia pri nástrójech s tvrdosťou 15000HRC. Nástrój N3 musel byť vyrobený s náhodným priemeru okružia podľa výkazu výroby, ktoré splňajú prírodné podmienky výroby. Výsledky dve také vyvolané pretože výsledky príjmu len na jednom zube, tým pádom nástrój obrábá stabilitu rezu a začal sa mierne vysovať. Predpokladáme, že N4 musel byť vyrobený súčasne s N3, ale diary boli v rozmedzí. Môže to byť v kolísavých podmienkach.



Obrázok 1 Analýza nástrojových špičiek pri 200 násobnom zväčšení – BIGAAN 15171



Tieto príjmy vychádzajú z predpokladu, že nástroje boli používajú pri rovnakých rezných podmienkach

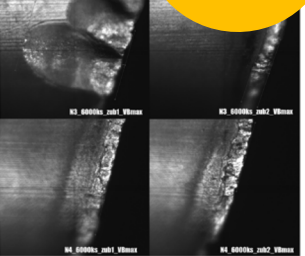


Obrázok 2 Analýza nástrojov pri 200 násobnom zväčšení – BIGAAN 15171 – 15000 HRC

Analýzované nástroje vykázali neporovnateľné opotrebovanie vo dvoch rovinách pri tvrdostiach 15 000 a 6000 HRC. Z toho dôvodu odporúčame odhľadovať a zmeniť aj spôsob zariadenia a uplatniť pri ďalších analýzách. Povinná BIGAAN vypracuje pri vyšších rezných rýchlostiach lepšie hodnoty opotrebovania ako TAN a šom svojím aj report, ktorý bol na tento vrták vykonaný v 2016. Následne špičky vykazuje potenciál na zvýšenie presnosti v prvom bodku o 10 %, avšak je potrebné odhľadovať problém s nerovnomerným vyhladením. Po zaslaní požiadaviek rezných podmienok do MASAM s.r.o. Vám radi navrhujeme upravené podmienky.



Tieto príjmy vychádzajú z predpokladu, že nástroje boli používajú pri rovnakých rezných podmienkach



Obrázok 3 Analýza nástrojov pri 200 násobnom zväčšení – BIGAAN 15171 – 6000 HRC

Vypracoval: **Dipl.Ing. Radóľ Zaujček, PhD.**
 Poslanie: **Vývojový inžinier a aplikovaný technik rezných nástrojov (R&D Technical Designer and Application Engineer of Cutting Tools)**
 Kontakt: **www.masam.sk**
 tel: +421 973 216 100
 Mail: +421 973 906 417

MASAM s.r.o. | Štefánikova 474/1 | 900 01 Bratislava | IČO: 45589282 | Telefón: +421 973 216 100 | E-mail: masam@masam.sk

MASAM s.r.o. | Štefánikova 474/1 | 900 01 Bratislava | IČO: 45589282 | Telefón: +421 973 216 100 | E-mail: masam@masam.sk

MASAM s.r.o. | Štefánikova 474/1 | 900 01 Bratislava | IČO: 45589282 | Telefón: +421 973 216 100 | E-mail: masam@masam.sk

MASAM s.r.o. | Štefánikova 474/1 | 900 01 Bratislava | IČO: 45589282 | Telefón: +421 973 216 100 | E-mail: masam@masam.sk

1.4 NÁVRH TECHNOLOGIE NA KLÚČ

Naša spoločnosť svojim zákazníkom v prípade požiadavky poskytne komplexný návrh technológie na klúč. V tomto smere máme skúsenosti s návrhom novej technológie výroby pre zavádzajúce projekty v jednotlivých spoločnostiach. V druhom prípade sa zameriavame na úpravu existujúcej technológie u zákazníka, kde hľadáme slabé miesta vo výrobnom procese a nahrádzame konvenčné riešenia pred riešeniami špeciálnymi.

Na príklade uvedenom nižšie je možné vidieť komplexnú úpravu technológie u nášho zákazníka. V tomto prípade sme boli schopní dosiahnuť výraznú úsporu času nástroja v reze. Špeciálne rezné nástroje MASAM sa tak zaviedli do výrobného procesu ako vysoko produktívne riešenie. V prípade požiadavky na návrh technológie na klúč je potrebné do našej spoločnosti zaslať len výkres, prípadne CAD model výrobku. Následne navrhujeme všetky potrebné rezné nástroje, upínače nástrojov ako aj obrobku a v prípade záujmu vyrobíme v našich priestoroch hotový diel podľa výrobných dokumentácie. V poslednom kroku náš špecialista odladí výrobu daného dielu v cieľovom výrobnom závode. Zákazník obdrží k technológii na klúč od spoločnosti MASAM výrobné výkresy nástrojov, technologický postup výroby ako aj aplikačné listy ku každému nástroju samostatne.

PRÍKLAD NA KOMPLEXNÚ ÚPRAVU TECHNOLOGIE U ZÁKAZNÍKA

- skrátenie času obrábania súčiastky: **-50%**
- návratnosť zvýšených nákladov na obstaranie špeciálnych rezných nástrojov po výrobe: **200 otvorov**
- predpokladaná trvanlivosť rezných nástrojov: **min 2000 ks**
- pri nákladoch na brúsenie približne 30% z ceny nového nástroja je predpokladaných počet renovácií nástrojov: **5**

- výrazná úspora času v reze
- kompletne schematické zobrazenie výrobného postupu
- prevládajúce zdvihové operácie obrábania
- redukcia počtu rezných nástrojov
- výrazné zlepšenie drsnosti povrchu



1.5 OPTIMALIZÁCIA TECHNOLOGIE

Posúvanie schopností rezných nástrojov ako aj prozákaznícky prístup smerovaný ku konkrétnej aplikácii je v spoločnosti MASAM prioritný. Na základe týchto skutočností sa nám úspešne darí optimalizovať a navrhovať u zákazníkov technológiu výroby a vhodné rezné nástroje. Rozsiahle analýzy nástrojov pred ostrením s podrobným preskúmaním procesu výroby nám často umožňujú vylepšovať procesy vo výrobných závodoch.

NAJČASTEJŠIE OPTIMALIZÁCIE POZOSTÁVAJÚ Z:

- návrhu kombinovaného nástroja, napr. vŕtanie + vystružovanie (príklad uvedený nižšie)
- nahradenia štandardného a bežne používaného riešenia s riešením špeciálnym, kde navrhne nástroj s geometriou MASAM - určený na špecifické podmienky u zákazníka
- úprava parametrov a trvanlivosti na základe vykonaných analýz nástrojov



PRÍKLAD OPTIMALIZÁCIE TECHNOLÓGIE



ŠTANDARDNÉ RIEŠENIE

- Nízka životnosť výstružníka do 4000 ks = 8000 otvorov
- Vibrácie
- Nestabilita – kužeľovitý otvor, stopa po výstružníku
- Drsnosť – pri novom výstružníku na limite, t.j. Rz 16
- Občasné zlomenia vrtáku
- Dlhý čas cyklu
- Vysoké náklady



ŠPECIÁL – VRTÁK - VÝSTRUŽNÍK

- Trvanlivosť 8000 ks – 16000 otvorov
- Žiadne vibrácie
- Žiadne zlomenia
- Zlepšenie drsnosti počas celej životnosti nástroja
- Žiadne zlomenia nástroja
- Nižší čas cyklu
- Nižšie náklady na výrobu

TRVANLIVOSŤ
+100%

ČAS CYKLU
-25%

NÁKLADY
-15%

1.6 POVLAKOVANIE

V dôsledku zvyšujúcich sa nárokov na kvalitu produktov a na rýchlosť vývoja nových technológií si aj proces obrábania vyžaduje neustále zlepšovanie. Jedna z hlavných príčin v procese zlepšovania sú rezné materiály, ktoré dokážu výrazne zvyšovať efektivitu obrábania. V tomto smere však nemôžeme zabúdať aj na ďalšie veľmi dôležité aspekty rezných nástrojov, ako vhodná geometria a rezné podmienky. V neposlednom rade treba prízvukovať, že dnešné rezné materiály bez nanášania vhodných povlakov by neboli vhodné na väčšinu súčasných aplikácií.

Povlakované spekané karbidy kombinujú dobré vlastnosti substrátu a povlaku, pričom ich účelom je zlepšovať rezné vlastnosti nástroja a odolnosť voči opotrebovaniu.

MASAM dnes pre svoje rezné nástroje ponúka zákazníkom širokú škálu povlakov. Je veľmi dôležité správne zvoliť a aplikovať taký povlak, ktorý bude optimálnym riešením pre požadovanú funkciu nástroja počas jednotlivých technologických operácií a technológiách obrábania.

Naša spoločnosť v zákazníckom aplikačnom riešení pre rezné nástroje navrhne použitie povlaku na základe všetkých vstupných kritérií v danom procese. Na aplikáciu povlaku sa berie najmä do úvahy jeho hrúbka, tvrdosť, koeficient trenia, adhézia a taktiež ich odolnosť na oxidáciu a abráziu.

1. TiN + AlTiN + Si – Povlak je tvorený troma vrstvami, pričom každá zložka má špecifické vlastnosti. Použitie vrstvy TiN zabraňuje tvoreniu adhézných prejavov opotrebovania, ktorá je použitá spolu s vrstvou AlTiN kvôli vysokej húževnatosti a tvrdosti. Poslednú zložku daného povlaku tvorí extrémne tvrdá nanokompozitná vrstva Si. Charakteristická farba povlaku je zlatá.

Aplikačné využitie – Aplikáciu povlaku je možné vidieť pri vysokolegovaných oceliach s tvrdosťou nad 60 HRC. Vhodné použitie je taktiež smerované na obrábanie ťažkoobrobiteľných materiálov. Povlak má svoje uplatnenie aj pri vyšších rezných rýchlostiach a suchom obrábaní.

2. TiN + AlTiN + CrAlSiN – Jedná sa o PVD povlak, ktorý sa skladá z troch základných vrstiev. Prvá vrstva je v priamom kontakte s nástrojom a je vyrobená z nitridu titánu (TiN). Druhá vrstva daného povlaku obsahuje AlTiN a ako posledná vrstva je nanokompozitná vrstva CrAlSiN. Záverečná nanokompozitná vrstva disponuje veľmi vysokou tvrdosťou a odolnosťou proti vníkaniam veľmi malých častí obrábaného materiálu. Stredná vrstva AlTiN má vynikajúcu húževnatosť. Charakteristická farba povlaku je modrá.

Aplikačné využitie – Z hľadiska použitia sa odporúča tento druh povlaku pri obrábaní nerezových materiálov a kalených ocelí. Použitie je zamerané na veľmi náročné aplikácie pri obrábaní ťažkoobrobiteľných materiálov.



3. TiAlSiN – Nanokompozitný povlak antracitovej farby vyniká najmä pre svoju extrémnu oxidačnú odolnosť, odolnosť proti opotrebovaniu a vysokú tepelnú odolnosť. Povlak TiAlSiN dosahuje tvrdosti okolo 3400 HV a maximálnu pracovnú teplotu na úrovni 900 °C.

Aplikačné využitie – predstavuje nový smer pre suché, tvrdé, vysokorýchlostné obrábanie a obrábanie veľmi abrazívnych materiálov. Povlak TiAlSiN je považovaný za pomerne univerzálny a jeho použitie sú aplikácie ako frézovanie, vŕtanie, vystružovanie.

4. TiAlN a AlTiN – Nanovrstvový gradientný povlak tvorený vrstvou s plynulou zmenou zloženia s vysokým obsahom hliníka. Maximálna pracovná teplota je približne 800 °C a tvrdosť povlaku sa pohybuje okolo 3000 HV. Rozdiel medzi TiAlN a AlTiN je v percentuálnom zložení obsahu prvku v povlaku. Charakteristická farba povlakov AlTiN je fialová a TiAlN fialovo - šedá.

Aplikačné využitie – je veľmi široké najmä kvôli univerzálnej akosti povlaku. Vhodný je pre stabilné rezy počas obrábania abrazívnych materiálov pri širokej škále technologických operácií ako frézovanie, vŕtanie, hlboké vŕtanie, závitovanie a vystružovanie.

5. CrAlSiN – Nanokompozitný povlak s vysokým obsahom chrómu, ktorý má veľmi dobrú tepelnú odolnosť. Daný typ povlaku má výraznú oxidačnú odolnosť pri vysokých pracovných teplotách - 1000 °C. Tvrdosť týchto povlakov dosahuje pomerne vysoké hodnoty nad 3500 HV.

Aplikačné využitie – je vhodné pri technologických operáciách frézovania a vŕtania takých materiálov, ktoré sú náchylné na nalepovanie na nástroj počas obrábania.

6. TiN – Štandardný povlak TiN sa vzhľadom k svojim vyváženým vlastnostiam radí medzi bežne používané povlaky. Výhoda povlaku je napr. v nízkej afinite na kovové materiály, s ktorou je spojená dobrá chemická stabilita. Tvrdosť povlaku je približne 2300 HV a max. pracovná teplota okolo 500°C. Farba povlaku je zlatá.

Aplikačné využitie – je pri obrábaní materiálov na báze železa počas menej náročných procesov. Veľmi časté použitie povlaku je pri odval'ovacích frézach a vrtákoch.

7. TiCN – Gradientný povlak TiCN s nízkym koeficientom trenia a veľmi dobrou húževnatosťou, odolnosťou voči opotrebovaniu aj pri vysokej tvrdosti na úrovni 3500 HV. Pracovná teplota povlaku je 400 °C. Charakteristická farba je modro – sivá.

Aplikačné využitie – povlaku TiCN je rozhodne viacúčelové a pre tento účel je aj optimalizovaný. Najčastejšie aplikácie môžeme sledovať pri rezaní závitov a frézovaní.

Poznámka: v kategórii viacúčelových povlakov ponúkame možnosť prevedenia TiCrN, TiAlCrN, CrN, ZrN.

8. TiSiN – Multivrstvový nanokompozitný povlak s tvrdosťou približne 3500 HV a max. teplotou 1100 °C. Vlastnosti povlaku sú zamerané na ochranu reznej hrany pred prenosom tepla, oxidáciou a abráziou.

Aplikačné využitie – TiSiN je pri obrábaní veľmi tvrdých a abrazívnych materiálov napr. titán. Použitie môžeme vidieť aj pri výrobe ozubených kolies s karbidovými nástrojmi a suchom dokončovacom a polodokončovacom frézovaní.

9. DLC – (Diamond Like Carbon – diamantu podobný uhlík). Tvrdosť povlaku je pri tetrahedralnom amorfnom uhlíku na úrovni 5000 HV. Vyznačuje sa nulovým obsahom vodíka a neprítomnosťou makročastíc vo vrstve. Povlak je charakteristický extrémne nízkym koeficientom trenia. Výhody povlaku sú v jeho nanášaní na geometricky zložitejšie nástroje a taktiež zachovávaní ostrej geometrie reznej hrany.

Aplikačné využitie – povlaku DLC sú najmä neželezné materiály. Prehľad materiálov, na ktoré je použitie DLC vhodné pri rôznych technológiách, sú (hliník, uhlík, meď, niektoré triedy titánu, PCB dosky, kompozitné materiály, plasty, epoxidy, drevo).

10. AlCrBN – Jedná sa o veľmi unikátny povlak s obsahom bóru, ktorý je pripravovaný špecifickou technológiou magnetronového naprašovania a depozície pomocou nízkonapäťového oblúka. Táto technológia nám poskytuje prípravu povlaku vo veľmi presných hrúbkach s nízkym koeficientom trenia.

Aplikačné využitie – povlaku AlCrBN je v širokej oblasti najnáročnejších aplikácií v obrábaní s požiadavkou na vysokú presnosť a kvalitu obrobeného povrchu.

UKÁŽKA APLIKOVANÝCH POVLAKOV NA NÁSTROJE



 **MASAM**®

1.7 TESTOVANIE REZNÝCH NÁSTROJOV

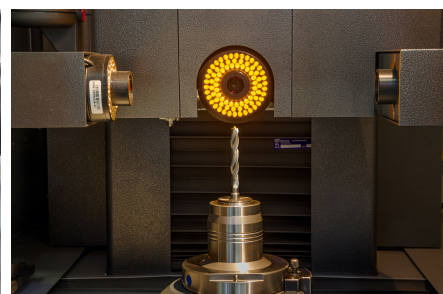
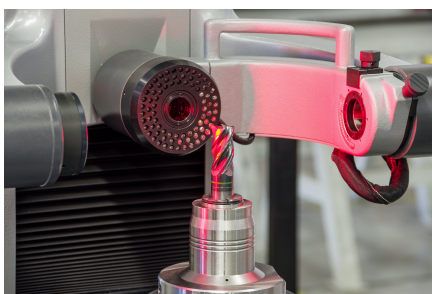
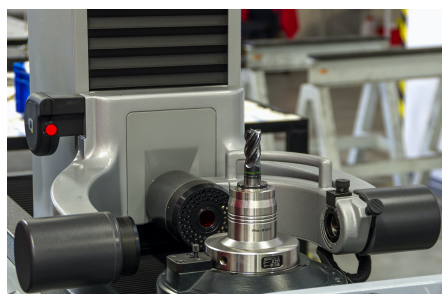
V spoločnosti MASAM sa venujeme testovaniu rezných nástrojov na základe neustáleho zlepšovania svojich produktov a hľadania optimálneho riešenia pre našich zákazníkov. V tomto segmente služieb poskytujeme komplexné testovanie rezných nástrojov v našej divízii trieskového obrábania. V divízii trieskového obrábania prebiehajú testy v strojnom parku: **TRIMILL VF 6535, Zimmermann FZ 33, DMU MonoBLOCK 125, DMU MonoBLOCK 75, DMU MonoBLOCK 65, TRIMILL VC 1810 a DMC 650 V.**



AKO PREBIEHA TESTOVANIE NÁSTROJOV

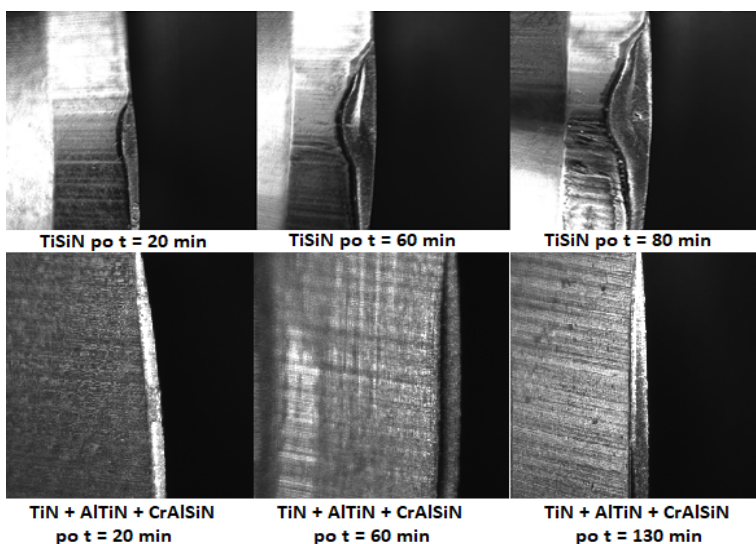
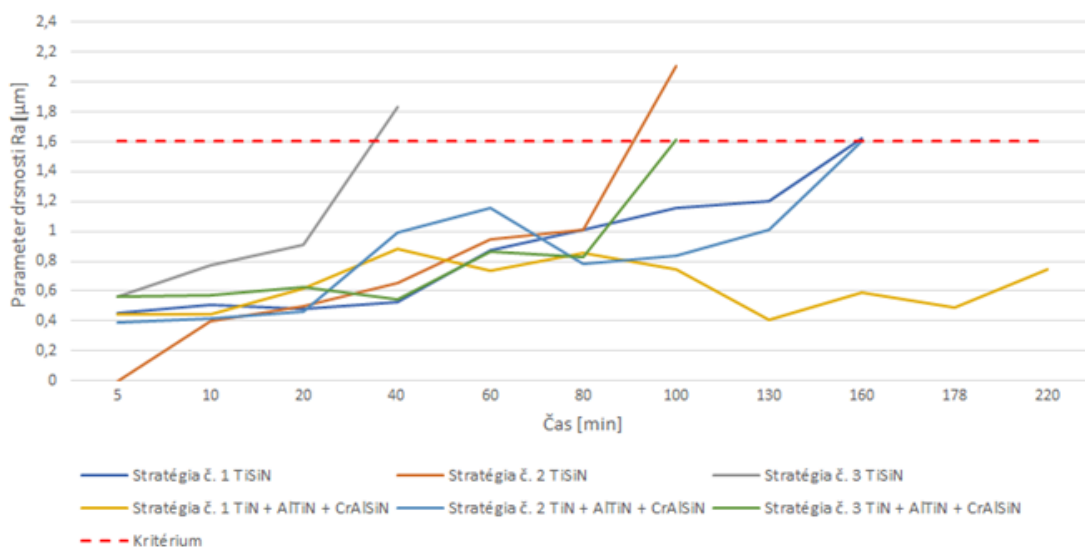
Ako príklad testovania si môžeme uviesť porovnanie dvoch povlakov, pretože pre maximálne využitie rezných nástrojov pri čo najvyššej životnosti je potrebné stanoviť optimálne riešenie aj z hľadiska použitého povlaku.

Testovanie dvoch povlakov **TiN + AlTiN + CrAlSiN a TiSiN** pri suchom obrábaní uhlíkovej ocele C45. Boli porovnané tri stratégie kontúrovaného obrábania po stanovené kritérium opotrebovania, ktorým bol parameter drsnosti **Ra = 1,6 µm**.



Na obrázku nižšie je možné vidieť grafické spracovanie výsledkov jednotlivých povlakov pri rôznych stratégiách obrábania. Je vidieť, ako sa pri rovnakých stratégiách líšia trvanlivosti pri rozdielnych povlakoch. Výsledky môžeme zhrnúť nasledovne (stratégia č.1: 272 min vs 160 min, stratégia č.2: 160 min vs 85 min, stratégia č.3: 95 min vs 35min), kde prvá hodnota prislúcha povlaku TiN + AlTiN + CrAlSiN. Časové porovnanie je vzťahované na kritérium drsnosti.

POROVNANIE TRVANLIVOSTI POVLAČOV PRE KRITÉRIUM Ra



Na obrázku je taktiež uvedený príklad meraného parametra opotrebovania, ktorý úzko súvisí s dosahovanou drsnosťou povrchu. V našom prípade bolo merané maximálne opotrebovanie chrčta. Je evidentné, že rozdiel v drsnosti bol spôsobený výraznejšou stratou povlaku TiSiN z povrchu nástroja pri daných podmienkach experimentu. Našou úlohou v danom teste bolo nájsť optimálne podmienky a využitie rezného nástroja. Pri iných rezných podmienkach alebo obrábanom materiáli môžu byť výsledky daných

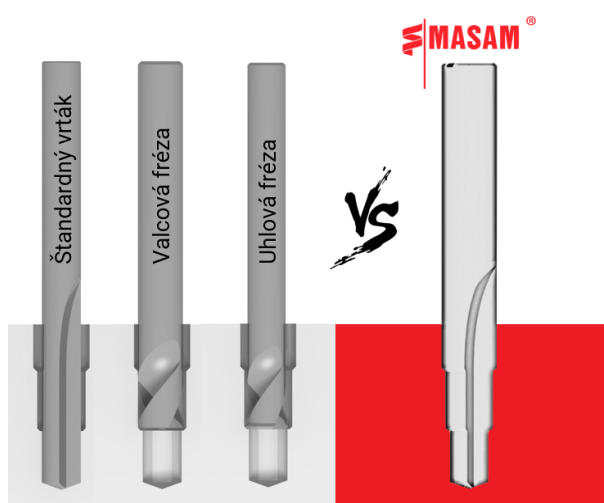
dvoch povlakov presne opačné. Preto v spoločnosti MASAM neustále hľadáme optimálne riešenie. Analýzu opotrebovania nástroja spoločnosť MASAM uskutočňuje pri realizácii servisu rezného nástroja. Zákazníkom v tomto smere ponúkame možnosť vypracovávanía reportov, pre lepšie využívanie nástrojov a zvyšovanie ich trvanlivosti. Reporty opotrebovania sú bližšie opísané v kapitole 1.3.

1.8 OD ŠTANDARDU PO ŠPECIÁL

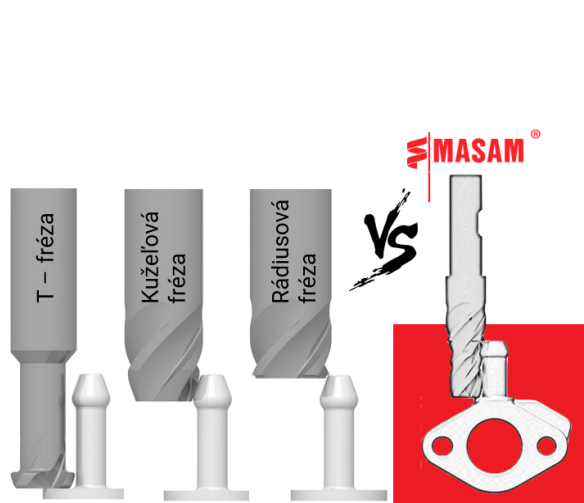
Myšlienka celého katalógu pod názvom „Od štandardu po špeciál“ je vyjadrením stratégie a smerovania spoločnosti MASAM. Svojim zákazníkom ponúkame tiež štandardné riešenia za zvýhodnené ceny, ako aj možnosť si vytvoriť svoje vlastné modifikované štandardné riešenie na mieru pri pravidelných odberoch.

Hlavným výrobným programom spoločnosti aj naďalej zostávajú špeciálne – zákazkové rezné nástroje. Naším zákazníkom okrem návrhu rezného nástroja a komplexnej podpory vieme v jednom z ponúkaných reportov firmy, ponúknuť aj kalkuláciu a návratnosť špeciálneho riešenia na danú aplikáciu.

Výroba otvorov



Frézovanie



PREČO JE VÝHODNEJŠÍ ŠPECIÁL?

V prípade presných vstupných informácií vieme zákazníkovi poskytnúť report ohľadne výpočtu úspor. V tomto prípade máme modelový prípad na 1000 kusovú výrobnú dávku pri strojných nákladoch na úrovni 35 €/hod. Návratnosť špeciálneho riešenia nástroja je už pri 210 ks bez ohľadu na fakt, že 210 komponentov bolo vyrobených za 10 % času a ďalej sa uvažuje s tým, že nástroj je po 210 ks ďalej nepoužiteľný a nepreostriteľný.

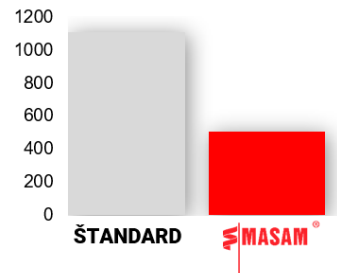
Bežne je ale možné nástroj preosťriť na štandardný nástroj, prípadne iný tvar a zákazník má úsporu vstupného polotovaru. Celkovo ale pri danej výrobnej dávke vieme **ušetriť 601 € a 15 h strojného času**, z ktorého je samozrejmy ďalší finančný profit. Celkové navýšenie zisku spoločnosti je už vecou konkrétneho zákazníka na základe jeho hrubej hodinovej, resp. kusovej marže.

PRÍKLAD PRE VÝPOČET ÚSPOR

Porovnanie pre výrobu stupňovitého otvoru	ŠTANDARD	MASAM®
Celková cena za nástroje	120 €	292 €
Životnosť nástrojov	1000	1000
Náklady na nástroje v prepočte na jeden komponent	0,12 €	0,292 €
Cena nástrojových držiakov	450 €	150 €
Životnosť nástrojových držiakov	20000	20000
Náklady na nástrojové držiaky v prepočte na jeden komponent	0,023 €	0,007 €
Celkové náklady na nástrojovú sadu v prepočte na komponent	0,143 €	0,299 €
Čas v reze	1 min	0,1 min
Neefektívny čas prechodov / indexovania na stroji	0,6 min	0,2 min
Strojné náklady	35 h/€	35 h/€
Strojné náklady na komponent	0,93 €	0,18 €
Náklady na nastavenie stroja v prepočte na hodinu	35 h/€	35 h/€
Celková doba nastavenia	50 min	50 min
Náklady na nastavenie jedného komponentu	0,03 €	0,03 €
Počet komponentov za rok alebo za výrobnú dávku	1000	1000
Celkové náklady na komponent	1,1 €	0,5 €
Celkové náklady za rok alebo výrobnú dávku	1105 €	504 €

Sumár	
Vzniknutá voľná strojná kapacita (h:min:s)	15:00:00
Úspory v prepočte na komponent	0,60 €
Úspory na výrobnú dávku alebo za rok	601,33 €
Návratnosť špeciálneho nástroja od počtu	210 ks

CELKOVÉ NÁKLADY NA VÝROBNÚ DÁVKU



AKÉ SÚ VÝHODY A NEVÝHODY ŠPECIÁLU

VÝHODY



- ✓ Výrazne nižší čas obrábania
- ✓ Výrazne nižší čas prejazdov a výmen nástroja
- ✓ Nižšie celkové obstarávacie náklady na kompletné nástrojové vybavenie
- ✓ Nižšie náklady na držiaky a celkové upínanie nástrojov
- ✓ Špeciálnym riešením sa šetrí miesto v zásobníku stroja
- ✓ Jednoduché prepojenie jednotlivých plôch
- ✓ Celková vyššia efektívnosť a využitelnosť strojného potenciálu



NEVÝHODY



- ✗ Možnosť použitia zvyčajne len na jeden typ výrobku
- ✗ Vyššia cena nástroja vzťahujúca sa na 1 ks

**OD ŠTANDARDU
PO ŠPECIÁL**



1.9 OZNAČOVANIE A UPÍNANIE REZNÝCH NÁSTROJOV MASAM

Materiálové značenie použitia rezných nástrojov je v spoločnosti MASAM v súlade s normou ISO. Základná informácia pri návrhu rezného nástroja je obrábaný materiál. Zákazník pri dopytovaní rezného nástroja uvedie označenie materiálu, ktorý požaduje obrábať.

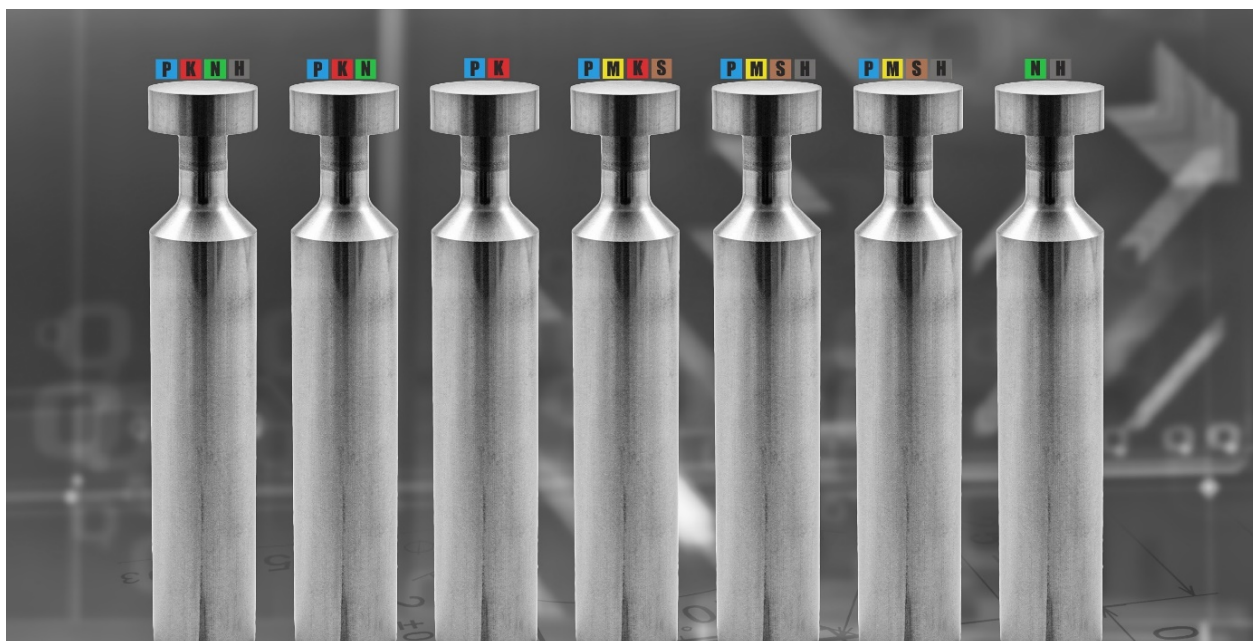
Návrh nástroja začína výberom vhodnej triedy spekaného karbidu na základe materiálových vlastností jednotlivých karbidov a obrábaného materiálu vždy na konkrétne použitie. Ďalej je k príslušným obrábaným materiálom navrhnutý najvhodnejší povlak a geometria rezného nástroja, čím sa zákazkové rezné nástroje MASAM stávajú vysoko produktívnymi.

OZNAČOVANIE REZNÝCH NÁSTROJOV

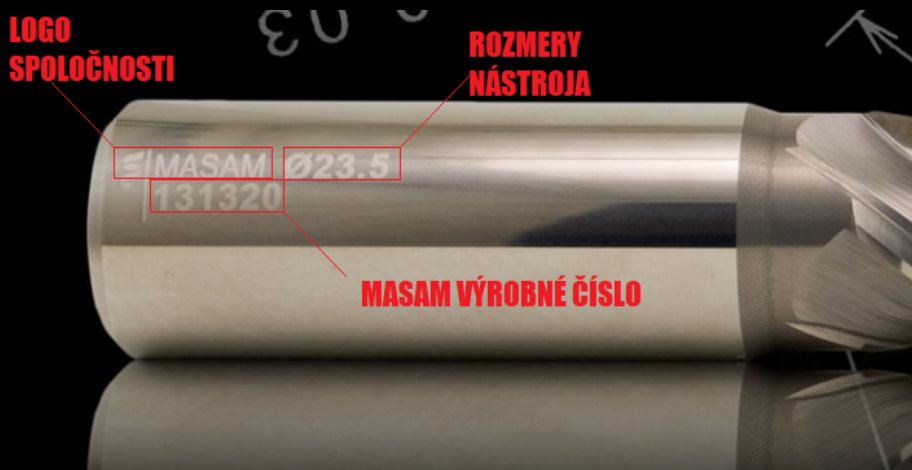


MASAM poskytuje riešenie pre všetky triedy obrábaných materiálov podľa označenia ISO v siedmich ponúkaných druhoch karbidových polotovarov.

ILUSTRATÍVNE ZOBRAZENIE PRIORITNÉHO URČENIA KARBIDOVÝCH POLOTOVAROV



Značenie vyrobených nástrojov MASAM v bežne poskytovanom štandarde je uvedené na obrázku nižšie. Naši zákazníci si môžu svoje nástroje značiť podľa vlastných požiadaviek, kde je posledné výrobné číslo a logo vždy pridelené spoločnosťou MASAM.



PRÍPLATOK ZA SPÔSOB PREVEDENIA UPÍNACEJ STOPKY NÁSTROJA

V tabuľke, ktorá je uvedená nižšie, je znázornený príplatok za spôsob prevedenia upínacej stopky nástroja. V prípade prevedenia stopky HB, HE je potrebné k cene nástroja pripočítať sumu uvedenú v danej tabuľke.

Štandardné rezné nástroje MASAM a ich stopky sú automaticky vyrábané s prevedením HA v tolerancii h6. V prípade objednávky je potrebné uviesť požadovanú zmenu spôsobu upínania napr. VH.10.10.04.030.081.P - HB

MOŽNOSTI UPÍNANIA ŠTANDARDNÝCH REZNÝCH NÁSTROJOV MASAM

Priemer upínania	HA DIN6535	HB DIN6535	HE DIN6535
D6h6	katalógová cena	+ 3€	+ 4€
D8h6	katalógová cena	+ 3€	+ 4€
D10h6	katalógová cena	+ 3€	+ 4€
D12h6	katalógová cena	+ 3€	+ 4€
D14h6	katalógová cena	+ 5€	+ 6€
D16h6	katalógová cena	+ 5€	+ 6€
D18h6	katalógová cena	+ 5€	+ 6€
D20h6	katalógová cena	+ 5€	+ 6€
D25h6	katalógová cena	+ 8€	+ 8€



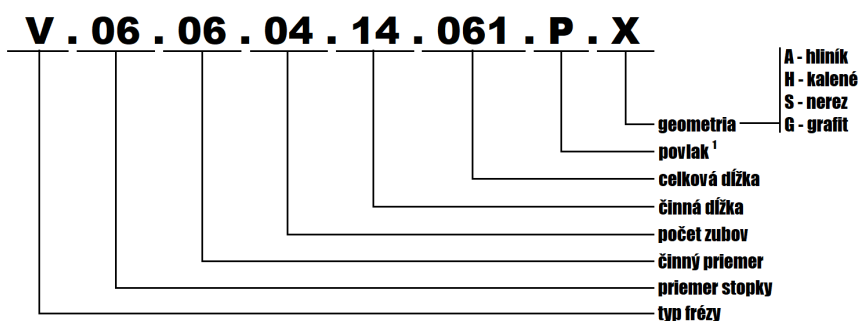
ŠTANDARDNÉ MONOLITNÉ
REZNÉ NÁSTROJE

2. ŠTANDARDNÉ MONOLITNÉ REZNÉ NÁSTROJE

Štandardné rezné nástroje predstavujú doplnkové riešenie pre našich zákazníkov, s ktorými dlhodobo spolupracujeme pri výrobe špeciálov. Štandardné nástroje majú stále výrazné zastúpenie v obrábaní, a preto sa snažíme zákazníkom plnohodnotne vyhovieť aj v tejto oblasti. Zákazník v prípade požiadavky dostane ku každému nástroju aplikačné riešenie pre jeho konkrétny proces obrábania ako je uvedené v kapitole 1.2.

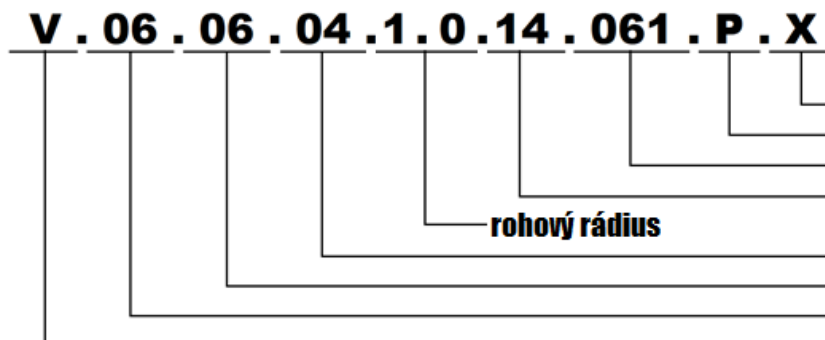
Príklad označovania štandardných nástrojov MASAM môžete vidieť na obrázku uvedenom nižšie. Naše štandardné riešenie je okrem ocelí a liatin doplnené aj o možnosť modifikácie nástroja v nezmenenej cene na rôzne druhy materiálov. Štandardne na hliníkové zliatiny poskytujeme riešenie bez povlaku s technológiou leštenia nástroja, a z tohto dôvodu označenie neobsahuje P ako povlak. V prípade označenia na kalené H alebo nerez S, už nástroje povlak obsahujú. Preto je potrebné v kóde uviesť koncovku napr. **V.06.06.04.14.061.P.H** – pre obrábanie kalených ocelí. Tabuľkovo sú však predpripravené pre Vás všetky dostupné modifikácie nástroja. V prípade akýchkoľvek otázok sú Vám naši obchodní zástupcovia pripravení pomôcť.

OZNAČOVANIE ŠTANDARDNÝCH NÁSTROJOV



1 - povlak s označením P je univerzálne riešenie AlTiN, TiAlN
- frézy na trochoidné obrábanie sú povlakované podľa použitia:
PS: TiN + AlTiN + TiSiN - obrábanie za sucha - chladenie vzduchom
PC: TiN + AlTiN + CrAlSiN - obrábanie s reznými kvapalinami

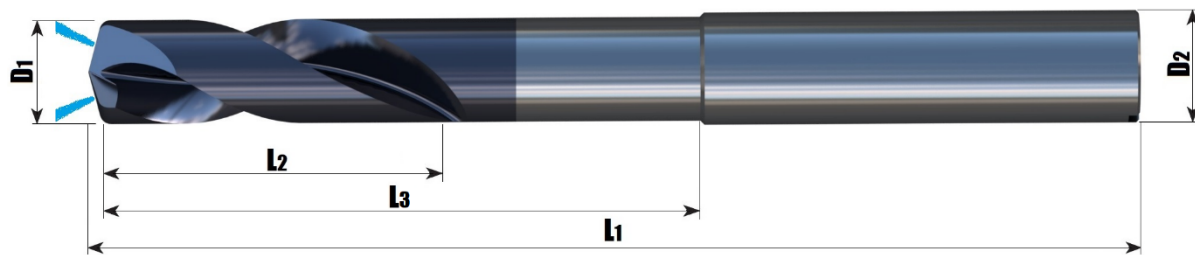
DOPLNKOVÉ ZNAČENIE PRE TOROIDNÉ FRÉZY



ŠTANDARDNÉ NÁSTROJE

VÝROBA OTVOROV

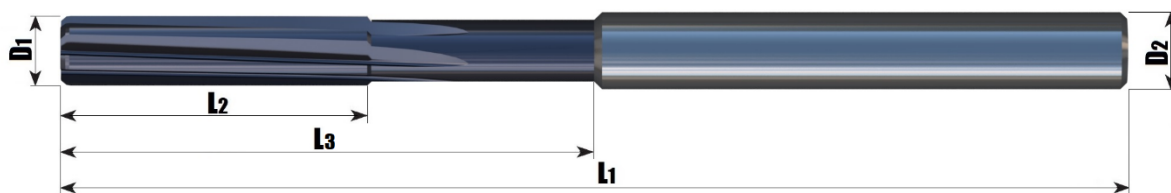
2.1 UNIVERZÁLNE VRTÁKY



UNIVERZÁLNE VRTÁKY S VNÚTORNÝM CHLADENÍM

D1 m7	D2	L1	L2	L3	z	Označenie	Cena €	D1 m7	D2	L1	L2	L3	z	Označenie	Cena €
3	6h6	64	15	20	2	VR.06.030.02.015.064.P+K	24	8	8h6	81	30	40	2	VR.08.080.02.030.081.P+K	34
3,1	6h6	64	15	20	2	VR.06.031.02.015.064.P+K	24	8,1	10h6	81	30	40	2	VR.10.081.02.030.081.P+K	44
3,2	6h6	64	15	20	2	VR.06.032.02.015.064.P+K	24	8,2	10h6	81	30	40	2	VR.10.082.02.030.081.P+K	44
3,3	6h6	64	15	20	2	VR.06.033.02.015.064.P+K	24	8,3	10h6	81	30	40	2	VR.10.083.02.030.081.P+K	44
3,4	6h6	64	15	20	2	VR.06.034.02.015.064.P+K	24	8,4	10h6	81	30	40	2	VR.10.084.02.030.081.P+K	44
3,5	6h6	64	15	20	2	VR.06.035.02.015.064.P+K	24	8,5	10h6	81	30	40	2	VR.10.085.02.030.081.P+K	44
3,6	6h6	64	15	20	2	VR.06.036.02.015.064.P+K	24	8,6	10h6	81	30	40	2	VR.10.086.02.030.081.P+K	44
3,7	6h6	64	15	20	2	VR.06.037.02.015.064.P+K	24	8,7	10h6	81	30	40	2	VR.10.087.02.030.081.P+K	44
3,8	6h6	64	15	20	2	VR.06.038.02.015.064.P+K	24	8,8	10h6	81	30	40	2	VR.10.088.02.030.081.P+K	44
3,9	6h6	64	15	20	2	VR.06.039.02.015.064.P+K	24	8,9	10h6	81	30	40	2	VR.10.089.02.030.081.P+K	44
4	6h6	64	18	24	2	VR.06.040.02.018.064.P+K	27	9	10h6	81	30	40	2	VR.10.090.02.030.081.P+K	44
4,1	6h6	64	18	24	2	VR.06.041.02.018.064.P+K	27	9,1	10h6	81	30	40	2	VR.10.091.02.030.081.P+K	44
4,2	6h6	64	18	24	2	VR.06.042.02.018.064.P+K	27	9,2	10h6	81	30	40	2	VR.10.092.02.030.081.P+K	44
4,3	6h6	64	18	24	2	VR.06.043.02.018.064.P+K	27	9,3	10h6	81	30	40	2	VR.10.093.02.030.081.P+K	44
4,4	6h6	64	18	24	2	VR.06.044.02.018.064.P+K	27	9,4	10h6	81	30	40	2	VR.10.094.02.030.081.P+K	44
4,5	6h6	64	18	24	2	VR.06.045.02.018.064.P+K	27	9,5	10h6	81	30	40	2	VR.10.095.02.030.081.P+K	44
4,6	6h6	64	18	24	2	VR.06.046.02.018.064.P+K	27	9,6	10h6	81	30	40	2	VR.10.096.02.030.081.P+K	44
4,7	6h6	64	18	24	2	VR.06.047.02.018.064.P+K	27	9,7	10h6	81	30	40	2	VR.10.097.02.030.081.P+K	44
4,8	6h6	64	18	24	2	VR.06.048.02.018.064.P+K	27	9,8	10h6	81	30	40	2	VR.10.098.02.030.081.P+K	44
4,9	6h6	64	18	24	2	VR.06.049.02.018.064.P+K	27	9,9	10h6	81	30	40	2	VR.10.099.02.030.081.P+K	44
5	6h6	64	18	24	2	VR.06.050.02.018.064.P+K	27	10	10h6	108	40	60	2	VR.10.100.02.040.108.P+K	53
5,1	6h6	64	18	24	2	VR.06.051.02.018.064.P+K	27	10,1	12h6	108	40	60	2	VR.12.101.02.040.108.P+K	63
5,2	6h6	64	18	24	2	VR.06.052.02.018.064.P+K	27	10,2	12h6	108	40	60	2	VR.12.102.02.040.108.P+K	63
5,3	6h6	64	18	24	2	VR.06.053.02.018.064.P+K	27	10,3	12h6	108	40	60	2	VR.12.103.02.040.108.P+K	63
5,4	6h6	64	18	24	2	VR.06.054.02.018.064.P+K	27	10,4	12h6	108	40	60	2	VR.12.104.02.040.108.P+K	63
5,5	6h6	64	18	24	2	VR.06.055.02.018.064.P+K	27	10,5	12h6	108	40	60	2	VR.12.105.02.040.108.P+K	63
5,6	6h6	64	18	24	2	VR.06.056.02.018.064.P+K	27	10,6	12h6	108	40	60	2	VR.12.106.02.040.108.P+K	63
5,7	6h6	64	18	24	2	VR.06.057.02.018.064.P+K	27	10,7	12h6	108	40	60	2	VR.12.107.02.040.108.P+K	63
5,8	6h6	64	18	24	2	VR.06.058.02.018.064.P+K	27	10,8	12h6	108	40	60	2	VR.12.108.02.040.108.P+K	63
5,9	6h6	64	18	24	2	VR.06.059.02.018.064.P+K	27	10,9	12h6	108	40	60	2	VR.12.109.02.040.108.P+K	63
6	6h6	81	25	35	2	VR.06.060.02.025.081.P+K	27	11	12h6	108	40	60	2	VR.12.110.02.040.108.P+K	63
6,1	8h6	81	25	35	2	VR.08.061.02.025.081.P+K	34	11,1	12h6	108	40	60	2	VR.12.111.02.040.108.P+K	63
6,2	8h6	81	25	35	2	VR.08.062.02.025.081.P+K	34	11,2	12h6	108	40	60	2	VR.12.112.02.040.108.P+K	63
6,3	8h6	81	25	35	2	VR.08.063.02.025.081.P+K	34	11,3	12h6	108	40	60	2	VR.12.113.02.040.108.P+K	63
6,4	8h6	81	25	35	2	VR.08.064.02.025.081.P+K	34	11,4	12h6	108	40	60	2	VR.12.114.02.040.108.P+K	63
6,5	8h6	81	25	35	2	VR.08.065.02.025.081.P+K	34	11,5	12h6	108	40	60	2	VR.12.115.02.040.108.P+K	63
6,6	8h6	81	25	35	2	VR.08.066.02.025.081.P+K	34	11,6	12h6	108	40	60	2	VR.12.116.02.040.108.P+K	63
6,7	8h6	81	25	35	2	VR.08.067.02.025.081.P+K	34	11,7	12h6	108	40	60	2	VR.12.117.02.040.108.P+K	63
6,8	8h6	81	25	35	2	VR.08.068.02.025.081.P+K	34	11,8	12h6	108	40	60	2	VR.12.118.02.040.108.P+K	63
6,9	8h6	81	25	35	2	VR.08.069.02.025.081.P+K	34	11,9	12h6	108	40	60	2	VR.12.119.02.040.108.P+K	63
7	8h6	81	30	40	2	VR.08.070.02.030.081.P+K	34	12	12h6	108	40	60	2	VR.12.120.02.040.108.P+K	63
7,1	8h6	81	30	40	2	VR.08.071.02.030.081.P+K	34	12,1	14h6	108	40	60	2	VR.14.121.02.040.108.P+K	75
7,2	8h6	81	30	40	2	VR.08.072.02.030.081.P+K	34	12,2	14h6	108	40	60	2	VR.14.122.02.040.108.P+K	75
7,3	8h6	81	30	40	2	VR.08.073.02.030.081.P+K	34	12,3	14h6	108	40	60	2	VR.14.123.02.040.108.P+K	75
7,4	8h6	81	30	40	2	VR.08.074.02.030.081.P+K	34	12,4	14h6	108	40	60	2	VR.14.124.02.040.108.P+K	75
7,5	8h6	81	30	40	2	VR.08.075.02.030.081.P+K	34	12,5	14h6	108	40	60	2	VR.14.125.02.040.108.P+K	75
7,6	8h6	81	30	40	2	VR.08.076.02.030.081.P+K	34	12,6	14h6	108	40	60	2	VR.14.126.02.040.108.P+K	75
7,7	8h6	81	30	40	2	VR.08.077.02.030.081.P+K	34	12,7	14h6	108	40	60	2	VR.14.127.02.040.108.P+K	75
7,8	8h6	81	30	40	2	VR.08.078.02.030.081.P+K	34	12,8	14h6	108	40	60	2	VR.14.128.02.040.108.P+K	75
7,9	8h6	81	30	40	2	VR.08.079.02.030.081.P+K	34	12,9	14h6	108	40	60	2	VR.14.129.02.040.108.P+K	75

2.2 UNIVERZÁLNE VÝSTRUŽNÍKY



UNIVERZÁLNE VÝSTRUŽNÍKY PRE OTVORY H7

D1	D2	L1	L2	L3	z	Označenie	Cena €
3	6h6	64	12	26	4	VYSPH7.06.030.04.012.64.P	34
3,5	6h6	64	12	26	4	VYSPH7.06.035.04.012.64.P	34
4	6h6	64	16	26	4	VYSPH7.06.040.04.016.64.P	32
4,5	6h6	64	16	26	4	VYSPH7.06.045.04.016.64.P	32
5	6h6	81	20	44	4	VYSPH7.06.050.04.020.81.P	33
5,5	6h6	81	24	44	4	VYSPH7.06.055.04.024.81.P	33
6	8h6	81	24	44	4	VYSPH7.08.060.04.024.81.P	43
6,5	8h6	81	24	44	4	VYSPH7.08.065.04.024.81.P	43
7	8h6	81	26	44	4	VYSPH7.08.070.04.026.81.P	43
7,5	8h6	81	26	44	4	VYSPH7.08.075.04.026.81.P	43
8	10h6	108	30	66	6	VYSPH7.10.080.06.030.108.P	57
8,5	10h6	108	32	66	6	VYSPH7.10.085.06.032.108.P	58
9	10h6	108	32	66	6	VYSPH7.10.090.06.032.108.P	58
9,5	10h6	108	32	66	6	VYSPH7.10.095.06.032.108.P	58
10	12h6	108	34	66	6	VYSPH7.12.100.06.034.108.P	67
10,5	12h6	108	34	62	6	VYSPH7.12.105.06.034.108.P	66
11	12h6	108	36	62	6	VYSPH7.12.110.06.036.108.P	66
11,5	12h6	108	36	62	6	VYSPH7.12.115.06.036.108.P	66
12	14h6	163	40	116	6	VYSPH7.14.120.06.040.163.P	97
12,5	14h6	163	40	116	6	VYSPH7.14.125.06.040.163.P	97
13	14h6	163	42	116	6	VYSPH7.14.130.06.042.163.P	99
13,5	14h6	163	42	116	6	VYSPH7.14.135.06.042.163.P	99
14	16h6	163	44	116	6	VYSPH7.16.140.06.044.163.P	118
14,5	16h6	163	44	114	6	VYSPH7.16.145.06.044.163.P	118
15	16h6	163	46	114	6	VYSPH7.16.150.06.046.163.P	116
15,5	16h6	163	46	114	6	VYSPH7.16.155.06.046.163.P	114
16	18h6	163	48	114	6	VYSPH7.18.160.06.048.163.P	132
16,5	18h6	163	48	114	6	VYSPH7.18.165.06.048.163.P	138
17	18h6	163	50	114	6	VYSPH7.18.170.06.050.163.P	134
17,5	18h6	163	50	114	6	VYSPH7.18.175.06.050.163.P	130
18	20h6	163	50	114	6	VYSPH7.20.180.06.050.163.P	160
18,5	20h6	163	50	112	6	VYSPH7.20.185.06.050.163.P	160
19	20h6	163	50	112	6	VYSPH7.20.190.06.050.163.P	159
19,5	20h6	163	50	112	6	VYSPH7.20.195.06.050.163.P	157
20	25h6	163	50	112	6	VYSPH7.25.200.06.050.163.P	223

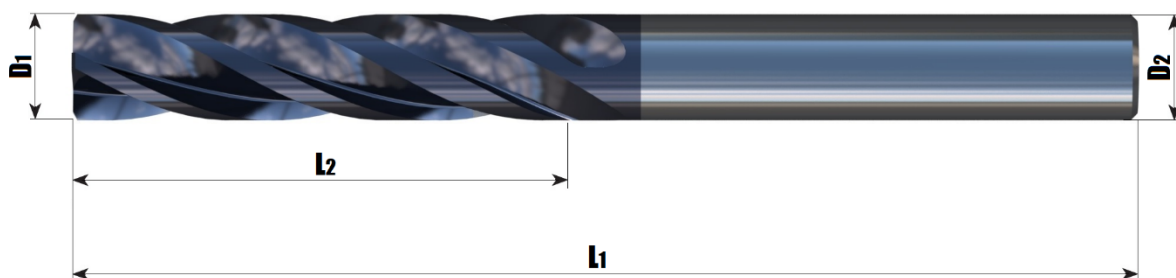
VÝSTRUŽNÍKY NA HLINÍKOVÉ ZLIATINY PRE OTVORY H7

D1	D2	L1	L2	L3	z	Označenie	Cena €
3	6h6	64	12	26	4	VYSPH7.06.030.04.012.64.A	34
3,5	6h6	64	12	26	4	VYSPH7.06.035.04.012.64.A	34
4	6h6	64	16	26	4	VYSPH7.06.040.04.016.64.A	32
4,5	6h6	64	16	26	4	VYSPH7.06.045.04.016.64.A	32
5	6h6	81	20	44	4	VYSPH7.06.050.04.020.81.A	33
5,5	6h6	81	24	44	4	VYSPH7.06.055.04.024.81.A	33
6	8h6	81	24	44	4	VYSPH7.08.060.04.024.81.A	43
6,5	8h6	81	24	44	4	VYSPH7.08.065.04.024.81.A	43
7	8h6	81	26	44	4	VYSPH7.08.070.04.026.81.A	43
7,5	8h6	81	26	44	4	VYSPH7.08.075.04.026.81.A	43
8	10h6	108	30	66	6	VYSPH7.10.080.06.030.108.A	57
8,5	10h6	108	32	66	6	VYSPH7.10.085.06.032.108.A	58
9	10h6	108	32	66	6	VYSPH7.10.090.06.032.108.A	58
9,5	10h6	108	32	66	6	VYSPH7.10.095.06.032.108.A	58
10	12h6	108	34	66	6	VYSPH7.12.100.06.034.108.A	67
10,5	12h6	108	34	62	6	VYSPH7.12.105.06.034.108.A	66
11	12h6	108	36	62	6	VYSPH7.12.110.06.036.108.A	66
11,5	12h6	108	36	62	6	VYSPH7.12.115.06.036.108.A	66
12	14h6	163	40	116	6	VYSPH7.14.120.06.040.163.A	97
12,5	14h6	163	40	116	6	VYSPH7.14.125.06.040.163.A	97
13	14h6	163	42	116	6	VYSPH7.14.130.06.042.163.A	99
13,5	14h6	163	42	116	6	VYSPH7.14.135.06.042.163.A	99
14	16h6	163	44	116	6	VYSPH7.16.140.06.044.163.A	118
14,5	16h6	163	44	114	6	VYSPH7.16.145.06.044.163.A	118
15	16h6	163	46	114	6	VYSPH7.16.150.06.046.163.A	116
15,5	16h6	163	46	114	6	VYSPH7.16.155.06.046.163.A	114
16	18h6	163	48	114	6	VYSPH7.18.160.06.048.163.A	132
16,5	18h6	163	48	114	6	VYSPH7.18.165.06.048.163.A	138
17	18h6	163	50	114	6	VYSPH7.18.170.06.050.163.A	134
17,5	18h6	163	50	114	6	VYSPH7.18.175.06.050.163.A	130
18	20h6	163	50	114	6	VYSPH7.20.180.06.050.163.A	160
18,5	20h6	163	50	112	6	VYSPH7.20.185.06.050.163.A	160
19	20h6	163	50	112	6	VYSPH7.20.190.06.050.163.A	159
19,5	20h6	163	50	112	6	VYSPH7.20.195.06.050.163.A	157
20	25h6	163	50	112	6	VYSPH7.25.200.06.050.163.A	223

ŠTANDARDNÉ NÁSTROJE

FRÉZOVANIE

2.3 VALCOVÉ FRÉZY



VALCOVÉ FRÉZY NA OCELE A LIATINY

D1	D2	L1	L2	Odfľahčenie L3/D3	z	Označenie	Cena €
3	6h6	53	10	12/2,8	4	V.06.03.04.010.053.P	20 €
4	6h6	53	12	14/3,8	4	V.06.04.04.012.053.P	21 €
5	6h6	53	12	14/4,8	4	V.06.05.04.012.053.P	21 €
6	6h6	53	12	14/5,8	4	V.06.06.04.012.053.P	15 €
8	8h6	64	20	25/7,8	4	V.08.08.04.020.064.P	20 €
8	8h6	81	24	40/7,8	4	V.08.08.04.024.081.P	23 €
8	8h6	108	30	65/7,8	4	V.08.08.04.030.108.P	29 €
10	10h6	64	20	25/9,8	4	V.10.10.04.020.064.P	24 €
10	10h6	81	24	40/9,8	4	V.10.10.04.024.081.P	28 €
10	10h6	108	30	65/9,8	4	V.10.10.04.030.108.P	35 €
12	12h6	81	30	35/11,8	4	V.12.12.04.030.081.P	39 €
12	12h6	108	30	60/11,8	4	V.12.12.04.030.108.P	46 €
14	14h6	108	30	60/13,8	4	V.14.14.04.030.108.P	54 €
16	16h6	108	30	60/15,8	4	V.16.16.04.030.108.P	62 €
16	16h6	163	40	110/15,8	4	V.16.16.04.040.163.P	85 €
20	20h6	108	40	55/19,8	4	V.20.20.04.040.108.P	86 €
20	20h6	163	50	110/19,8	4	V.20.20.04.050.163.P	120 €
20	20h6	163	50	110/19,8	6	V.20.20.06.050.163.P	128 €
25	25h6	163	50	100/24,8	4	V.25.25.04.050.163.P	176 €
25	25h6	163	50	100/24,8	6	V.25.25.06.050.163.P	184 €

VALCOVÉ FRÉZY NA KALENÉ OCELE

D1	D2	L1	L2	Odfľahčenie L3/D3	z	Označenie	Cena €
3	6h6	53	10	12/2,8	4	V.06.03.04.010.053.P.H	20 €
4	6h6	53	12	14/3,8	4	V.06.04.04.012.053.P.H	21 €
5	6h6	53	12	14/4,8	4	V.06.05.04.012.053.P.H	21 €
6	6h6	53	12	14/5,8	4	V.06.06.04.012.053.P.H	15 €
8	8h6	64	20	25/7,8	4	V.08.08.04.020.064.P.H	20 €
8	8h6	81	24	40/7,8	4	V.08.08.04.024.081.P.H	23 €
8	8h6	108	30	65/7,8	4	V.08.08.04.030.108.P.H	29 €
10	10h6	64	20	25/9,8	4	V.10.10.04.020.064.P.H	24 €
10	10h6	81	24	40/9,8	4	V.10.10.04.024.081.P.H	28 €
10	10h6	108	30	65/9,8	4	V.10.10.04.030.108.P.H	35 €
12	12h6	81	30	35/11,8	4	V.12.12.04.030.081.P.H	39 €
12	12h6	108	30	60/11,8	4	V.12.12.04.030.108.P.H	46 €
14	14h6	108	30	60/13,8	4	V.14.14.04.030.108.P.H	54 €
16	16h6	108	30	60/15,8	4	V.16.16.04.030.108.P.H	62 €
16	16h6	163	40	110/15,8	4	V.16.16.04.040.163.P.H	85 €
20	20h6	108	40	55/19,8	4	V.20.20.04.040.108.P.H	86 €
20	20h6	163	50	110/19,8	4	V.20.20.04.050.163.P.H	120 €
20	20h6	163	50	110/19,8	6	V.20.20.06.050.163.P.H	128 €
25	25h6	163	50	100/24,8	4	V.25.25.04.050.163.P.H	176 €
25	25h6	163	50	100/24,8	6	V.25.25.06.050.163.P.H	184 €

VALCOVÉ FRÉZY NA HLINÍKOVÉ ZLIATINY

D1	D2	L1	L2	Odfľahčenie L3/D3	z	Označenie	Cena €
3	6h6	53	10	12/2,8	3	V.06.03.03.010.053.A	20 €
4	6h6	53	12	14/3,8	3	V.06.04.03.012.053.A	21 €
5	6h6	53	12	14/4,8	3	V.06.05.03.012.053.A	21 €
6	6h6	53	12	14/4,8	3	V.06.06.03.012.053.A	15 €
8	8h6	64	20	25/7,8	3	V.08.08.03.020.064.A	20 €
8	8h6	81	24	40/7,8	3	V.08.08.03.024.081.A	23 €
8	8h6	108	30	65/7,8	3	V.08.08.03.030.108.A	29 €
10	10h6	64	20	25/9,8	3	V.10.10.03.020.064.A	24 €
10	10h6	81	24	40/9,8	3	V.10.10.03.024.081.A	28 €
10	10h6	108	30	65/9,8	3	V.10.10.03.030.108.A	35 €
12	12h6	81	30	35/11,8	3	V.12.12.03.030.081.A	39 €
12	12h6	108	30	60/11,8	3	V.12.12.03.030.108.A	46 €
14	14h6	108	30	60/13,8	3	V.14.14.03.030.108.A	54 €
16	16h6	108	30	60/15,8	3	V.16.16.03.030.108.A	62 €
16	16h6	163	40	110/15,8	3	V.16.16.03.040.163.A	85 €
20	20h6	108	40	55/19,8	3	V.20.20.03.040.108.A	86 €
20	20h6	163	50	110/19,8	3	V.20.20.03.050.163.A	128 €
25	25h6	163	50	100/24,8	3	V.25.25.03.050.163.A	184 €

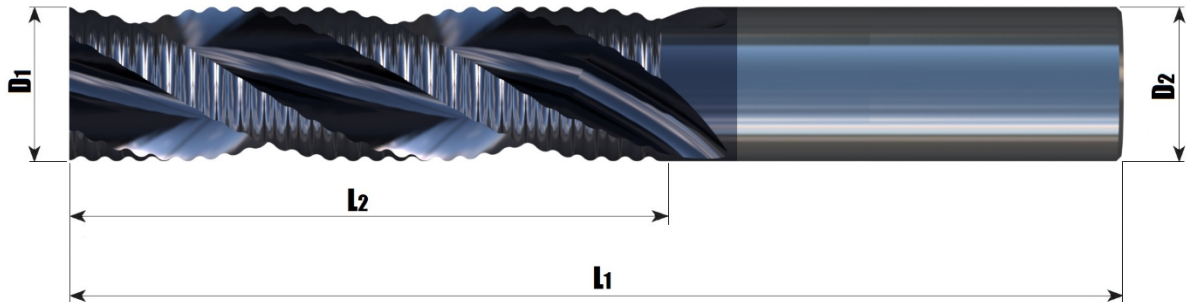
VALCOVÉ FRÉZY NA NEHRZDAVEJÚCU OCEĽ

D1	D2	L1	L2	Odfľahčenie L3/D3	z	Označenie	Cena €
3	6h6	53	10	12/2,8	4	V.06.03.04.010.053.P.S	20 €
4	6h6	53	12	14/3,8	4	V.06.04.04.012.053.P.S	21 €
5	6h6	53	12	14/4,8	4	V.06.05.04.012.053.P.S	21 €
6	6h6	53	12	14/5,8	4	V.06.06.04.012.053.P.S	15 €
8	8h6	64	20	25/7,8	4	V.08.08.04.020.064.P.S	20 €
8	8h6	81	24	40/7,8	4	V.08.08.04.024.081.P.S	23 €
8	8h6	108	30	65/7,8	4	V.08.08.04.030.108.P.S	29 €
10	10h6	64	20	25/9,8	4	V.10.10.04.020.064.P.S	24 €
10	10h6	81	24	40/9,8	4	V.10.10.04.024.081.P.S	28 €
10	10h6	108	30	65/9,8	4	V.10.10.04.030.108.P.S	35 €
12	12h6	81	30	35/11,8	4	V.12.12.04.030.081.P.S	39 €
12	12h6	108	30	60/11,8	4	V.12.12.04.030.108.P.S	46 €
14	14h6	108	30	60/13,8	4	V.14.14.04.030.108.P.S	54 €
16	16h6	108	30	60/15,8	4	V.16.16.04.030.108.P.S	62 €
16	16h6	163	40	110/15,8	4	V.16.16.04.040.163.P.S	85 €
20	20h6	108	40	55/19,8	4	V.20.20.04.040.108.P.S	86 €
20	20h6	163	50	110/19,8	4	V.20.20.04.050.163.P.S	120 €
20	20h6	163	50	110/19,8	6	V.20.20.06.050.163.P.S	128 €
25	25h6	163	50	100/24,8	4	V.25.25.04.050.163.P.S	176 €
25	25h6	163	50	100/24,8	6	V.25.25.06.050.163.P.S	184 €

VALCOVÉ FRÉZY NA GRAFIT

D ₁	D ₂	L ₁	L ₂	Odfáhčenie L ₃ /D ₃	z	Označenie	Cena €
3	6h6	53	10	12/2,8	4	V.06.03.04.010.053.P.G	20 €
4	6h6	53	12	14/3,8	4	V.06.04.04.012.053.P.G	21 €
5	6h6	53	12	14/4,8	4	V.06.05.04.012.053.P.G	21 €
6	6h6	53	12	14/5,8	4	V.06.06.04.012.053.P.G	15 €
8	8h6	64	20	25/7,8	4	V.08.08.04.020.064.P.G	20 €
8	8h6	81	24	40/7,8	4	V.08.08.04.024.081.P.G	23 €
8	8h6	108	30	65/7,8	4	V.08.08.04.030.108.P.G	29 €
10	10h6	64	20	25/9,8	4	V.10.10.04.020.064.P.G	24 €
10	10h6	81	24	40/9,8	4	V.10.10.04.024.081.P.G	28 €
10	10h6	108	30	65/9,8	4	V.10.10.04.030.108.P.G	35 €
12	12h6	81	30	35/11,8	4	V.12.12.04.030.081.P.G	39 €
12	12h6	108	30	60/11,8	4	V.12.12.04.030.108.P.G	46 €
14	14h6	108	30	60/13,8	4	V.14.14.04.030.108.P.G	54 €
16	16h6	108	30	60/15,8	4	V.16.16.04.030.108.P.G	62 €
16	16h6	163	40	110/15,8	4	V.16.16.04.040.163.P.G	85 €
20	20h6	108	40	55/19,8	4	V.20.20.04.040.108.P.G	86 €
20	20h6	163	50	110/19,8	4	V.20.20.04.050.163.P.G	120 €
20	20h6	163	50	110/19,8	6	V.20.20.06.050.163.P.G	128 €
25	25h6	163	50	100/24,8	4	V.25.25.04.050.163.P.G	176 €
25	25h6	163	50	100/24,8	6	V.25.25.06.050.163.P.G	184 €

2.4 VALCOVÉ HRUBOVACIE FRÉZY



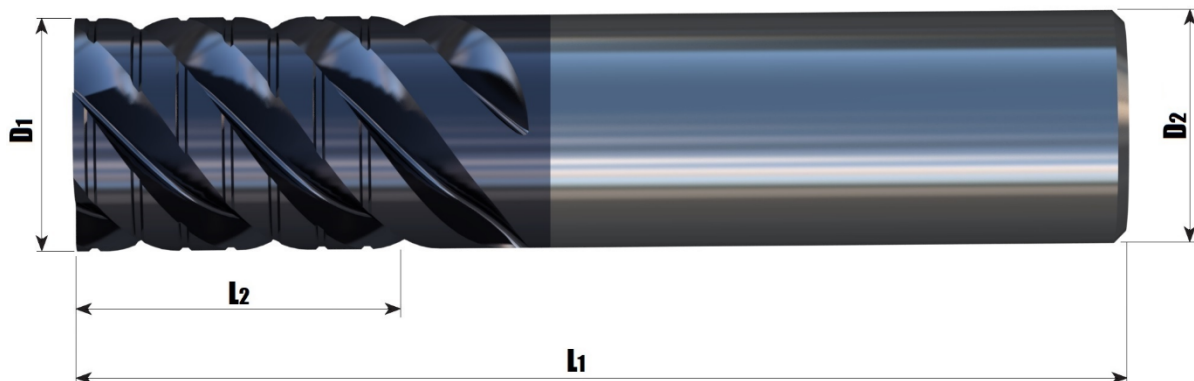
VALCOVÉ HRUBOVACIE FRÉZY NA OCELE A LIATINY

D ₁	D ₂	L ₁	L ₂	Odfáhčenie L ₃ /D ₃	z	Označenie	Cena €
10	10h6	81	30	40/9,8	4	VH.10.10.04.030.081.P	38
10	10h6	108	35	65/9,8	4	VH.10.10.04.035.108.P	46
12	12h6	81	30	35/11,8	4	VH.12.12.04.030.081.P	40
12	12h6	108	35	60/11,8	4	VH.12.12.04.035.108.P	50
14	14h6	108	35	60/13,8	4	VH.14.14.04.035.108.P	60
16	16h6	108	35	60/15,8	4	VH.16.16.04.035.108.P	72
16	16h6	163	45	110/15,8	4	VH.16.16.04.045.163.P	98
20	20h6	108	40	55/19,8	4	VH.20.20.04.040.108.P	99
20	20h6	163	50	110/19,8	4	VH.20.20.04.050.163.P	137
25	25h6	108	40	50/24,8	4	VH.25.25.04.040.108.P	141
25	25h6	163	50	100/24,8	4	VH.25.25.04.050.163.P	196

VALCOVÉ HRUBOVACIE FRÉZY NA HLINÍKOVÉ ZLIATINY

D ₁	D ₂	L ₁	L ₂	Odfáhčenie L ₃ /D ₃	z	Označenie	Cena €
10	10h6	81	30	40/9,8	3	VH.10.10.03.025.081.A	38
10	10h6	108	35	65/9,8	3	VH.10.10.03.030.108.A	46
12	12h6	81	30	35/11,8	3	VH.12.12.03.030.081.A	40
12	12h6	108	35	60/11,8	3	VH.12.12.03.035.108.A	50
14	14h6	108	35	60/13,8	3	VH.14.14.03.035.108.A	60
16	16h6	108	35	60/15,8	3	VH.16.16.03.035.108.A	72
16	16h6	163	45	110/15,8	3	VH.16.16.03.045.163.A	98
20	20h6	108	40	55/19,8	3	VH.20.20.03.040.108.A	99
20	20h6	163	50	110/19,8	3	VH.20.20.03.050.163.A	137
25	25h6	108	40	50/24,8	3	VH.25.25.03.040.108.A	141
25	25h6	163	50	100/24,8	3	VH.25.25.03.050.163.A	196

2.5 ŠPECIÁLNE VALCOVÉ FRÉZY NA TROCHOIDNÉ OBRÁBANIE



OBRÁBANIE BEZ POUŽITIA REZNÝCH KVAPALÍN

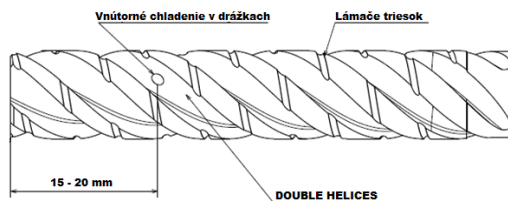
D1	D2	L1	L2	Odfahčenie L3/D3	z	Označenie	Cena €
6	6h6	64	18	25/5,8	4	VT.06.06.04.018.064.PS	26
8	8h6	81	24	35/7,8	4	VT.08.08.04.024.081.PS	35
10	10h6	81	30	40/9,8	4	VT.10.10.04.030.081.PS	43
10	10h6	108	45	55/9,8	4	VT.10.10.04.045.108.PS	51
10	10h6	81	30	40/9,8	6	VT.10.10.06.030.081.PS	63
10	10h6	108	45	55/9,8	6	VT.10.10.06.045.108.PS	71
12	12h6	81	33	40/11,8	4	VT.12.12.04.033.081.PS	51
12	12h6	108	45	55/11,8	4	VT.12.12.04.045.108.PS	64
12	12h6	81	33	40/11,8	6	VT.12.12.06.033.081.PS	64
12	12h6	108	45	55/11,8	6	VT.12.12.06.045.108.PS	81
14	14h6	108	45	55/13,8	4	VT.14.14.04.045.108.PS	74
14	14h6	108	45	55/13,8	6	VT.14.14.06.045.108.PS	91
16	16h6	108	45	55/15,8	4	VT.16.16.04.045.108.PS	84
16	16h6	108	45	55/15,8	6	VT.16.16.06.045.108.PS	123
20	20h6	108	50	55/19,8	4	VT.20.20.04.050.108.PS	114
20	20h6	163	50	110/19,8	4	VT.20.20.04.050.163.PS	155
20	20h6	108	50	55/19,8	6	VT.20.20.06.050.108.PS	132
20	20h6	163	50	110/19,8	6	VT.20.20.06.050.163.PS	178
25	25h6	108	40	50/24,8	4	VT.25.25.04.050.108.PS	166
25	25h6	163	60	100/24,8	4	VT.25.25.04.060.163.PS	229

OBRÁBANIE S POUŽITÍM REZNÝCH KVAPALÍN

D1	D2	L1	L2	Odfahčenie L3/D3	z	Označenie	Cena €
6	6h6	64	18	25/5,8	4	VT.06.06.04.018.064.PC	26
8	8h6	81	24	35/7,8	4	VT.08.08.04.024.081.PC	35
10	10h6	81	30	40/9,8	4	VT.10.10.04.030.081.PC	43
10	10h6	108	45	55/9,8	4	VT.10.10.04.045.108.PC	51
10	10h6	81	30	40/9,8	6	VT.10.10.06.030.081.PC	63
10	10h6	108	45	55/9,8	6	VT.10.10.06.045.108.PC	71
12	12h6	81	33	40/11,8	4	VT.12.12.04.033.081.PC	51
12	12h6	108	45	55/11,8	4	VT.12.12.04.045.108.PC	64
12	12h6	81	33	40/11,8	6	VT.12.12.06.033.081.PC	64
12	12h6	108	45	55/11,8	6	VT.12.12.06.045.108.PC	81
14	14h6	108	45	55/13,8	4	VT.14.14.04.045.108.PC	74
14	14h6	108	45	55/13,8	6	VT.14.14.06.045.108.PC	91
16	16h6	108	45	55/15,8	4	VT.16.16.04.045.108.PC	84
16	16h6	108	45	55/15,8	6	VT.16.16.06.045.108.PC	123
20	20h6	108	50	55/19,8	4	VT.20.20.04.050.108.PC	114
20	20h6	163	50	110/19,8	4	VT.20.20.04.050.163.PC	155
20	20h6	108	50	55/19,8	6	VT.20.20.06.050.108.PC	132
20	20h6	163	50	110/19,8	6	VT.20.20.06.050.163.PC	178
25	25h6	108	40	50/24,8	4	VT.25.25.04.050.108.PC	166
25	25h6	163	60	100/24,8	4	VT.25.25.04.060.163.PC	229

OBRÁBANIE HLINÍKOVÝCH ZLIATIN

D1	D2	L1	L2	Odfahčenie L3/D3	z	Označenie	Cena €
6	6h6	64	18	25/5,8	3	VT.06.06.03.018.064.A	26
8	8h6	81	24	35/7,8	3	VT.08.08.03.024.081.A	35
10	10h6	81	30	40/9,8	3	VT.10.10.03.030.081.A	43
10	10h6	108	45	55/9,8	3	VT.10.10.03.045.108.A	51
12	12h6	81	33	40/11,8	3	VT.12.12.03.033.081.A	51
12	12h6	108	45	55/11,8	3	VT.12.12.03.045.108.A	64
14	14h6	108	45	55/13,8	3	VT.14.14.03.045.108.A	74
16	16h6	108	45	55/15,8	3	VT.16.16.03.045.108.A	84
20	20h6	108	50	55/19,8	3	VT.20.20.03.050.108.A	132
20	20h6	163	50	110/19,8	3	VT.20.20.03.050.163.A	178
25	25h6	108	40	50/24,8	3	VT.25.25.03.050.108.A	166
25	25h6	163	60	100/24,8	3	VT.25.25.03.060.163.A	229



Prevedenie so štyrmi reznými hranami

+ vhodné na trochoidné obrábanie úzkych drážok

+ vyššie hodnoty bočného kroku - ae

+ vhodné aj na plné drážkovanie

+ možné použiť ako výkonnejší variant namiesto univerzálnych valcových fréz

- pri zachovaní rovnakej efektivity je potrebný vyšší výkon vretena a tuhosť sústavy.

- menší počet kontaktných bodov rezných hrán k obrábanej ploche

Prevedenie so šiestimi reznými hranami

+ vhodné na otvorené kontúry, kde je možné využiť rýchlosť obrábacieho stroja

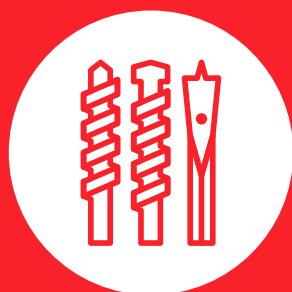
+ vyššie hodnoty posuvových rýchlostí

+ vyšší počet kontaktných bodov rezných hrán k obrábanej ploche

+ nižší potrebný výkon vretena pri rovnakej efektive obrábania

- pre plné využitie schopností nástroja je potrebná vysokorýchlostná CNC frézovačka

- nižšie hodnoty bočného kroku



ŠPECIÁLNE MONOLITNÉ
REZNÉ NÁSTROJE

3. ŠPECIÁLNE MONOLITNÉ REZNÉ NÁSTROJE

V nižšie uvedenom sumárnom prehľade špeciálnych rezných nástrojov nájdete v kategóriách výroby otvorov a frézovania znázornené niektoré vybrané a zrealizované projekty v našej spoločnosti.

V ponuke na výrobu otvorov, konkrétne vrtacích nástrojov je možné nájsť a objednať zákazkové štandardné typy vrtákov, navrtávakov a záhlbníkov, ako aj špeciálne typy týchto nástrojov. MASAM ponúka zákazníkom nástroje aj na dokončovaciu technológiu výroby veľmi presných dier. V danej kategórii vyhotovujeme zákazkové štandardné a stupňovité výstružníky v rôznych rozmerových a tvarových prevedeniach.

Frézovacie nástroje v našej spoločnosti predstavujú obrovskú flexibilitu tvarov a typov nami ponúkaných monolitných fréz. V jednotlivých bodoch si názorne ukážeme vyrábané profily rezných nástrojov určených pre frézovanie.

Spoločnosť sa zameriava najmä na špeciálne rezné nástroje, preto ak v katalógu nenájdete nástroj podľa Vašich predstáv, je len potrebné zadať vstupné informácie Vašej požiadavky do spoločnosti MASAM, kde následne spracujeme návrh nástroja na schválenie.

D, D1, D2Dn: Jednotlivé priemery nástrojov sú navrhnuté podľa požiadaviek zákazníka na základe výkresovej dokumentácie. Štandardne $D_{max} = 46 \text{ mm}$.

L, L1, L2Ln: Jednotlivé dĺžky nástrojov sú navrhnuté podľa požiadaviek zákazníka na základe výkresovej dokumentácie. Maximálna dĺžka nástroja $L_{max} = 250 \text{ mm}$.

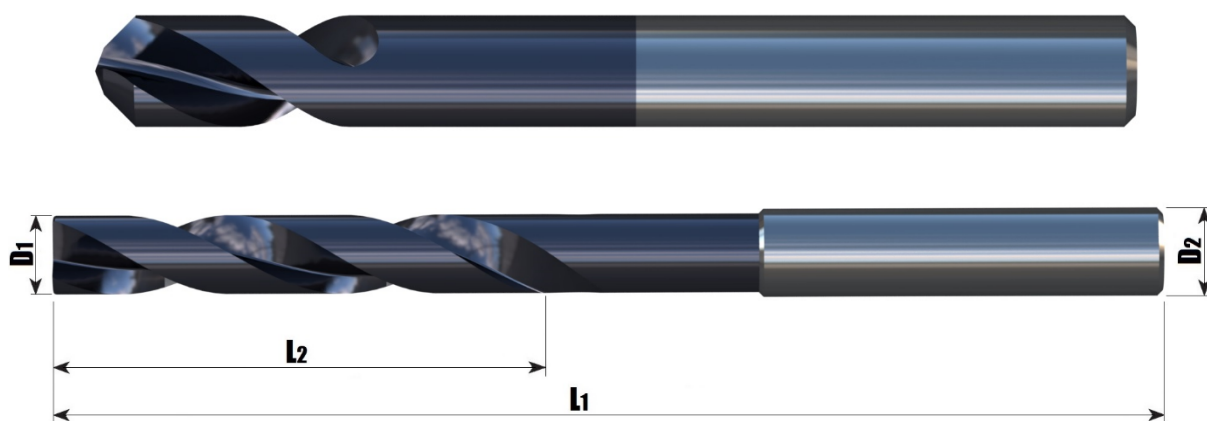
Typy povlakov aplikovaných na špeciálne rezné nástroje môžete nájsť v kapitole 1.6. Povlak je navrhnutý na základe mechanických vlastností obrábaného materiálu a technológie výroby. Rezné podmienky: Sú súčasťou aplikačných listov, ktoré sú dodávané s nástrojom našim zákazníkom pre ich konkrétne použitie (Kapitola 1.2).



ŠPECIÁLNE NÁSTROJE

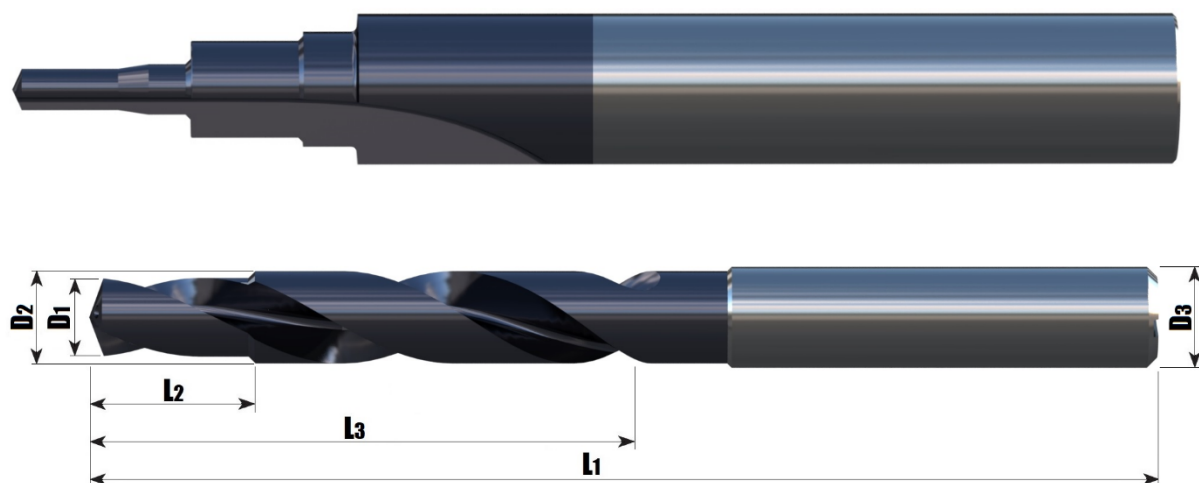
VÝROBA OTVOROV

3.1 ZÁKAZKOVÉ ŠTANDARDNÉ TYPY VRTÁKOV



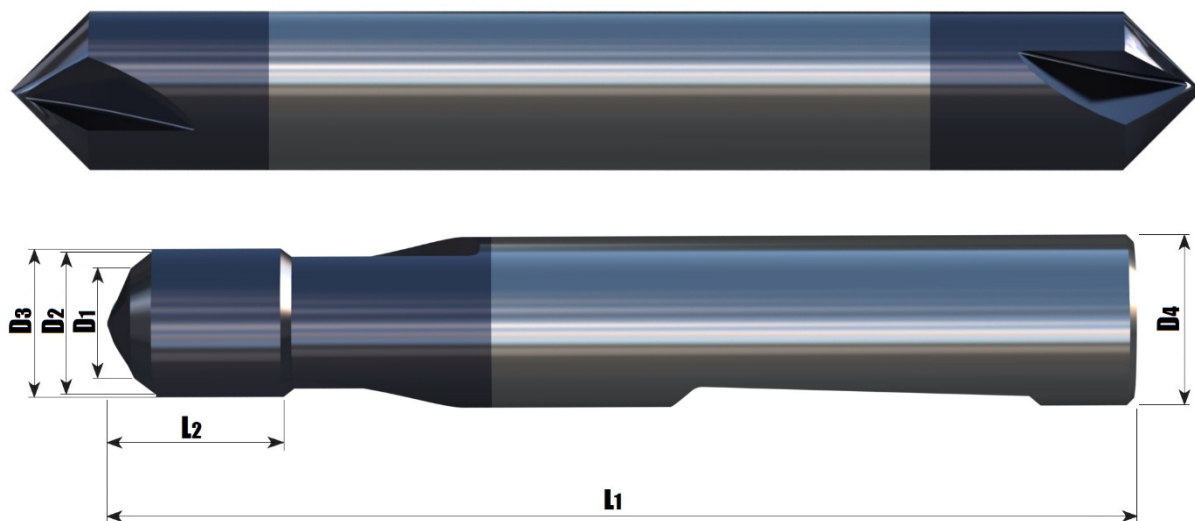
Pri zákazkových štandardných typoch vrtákov ponúkame rôzne prevedenia nástrojovej špičky. Nástroje sú vyhotovené v priemeroch a dĺžkach, ktoré nie je možné nájsť v tabuľkách univerzálnych vrtákov.

3.2 STUPŇOVITÉ VRTÁKY



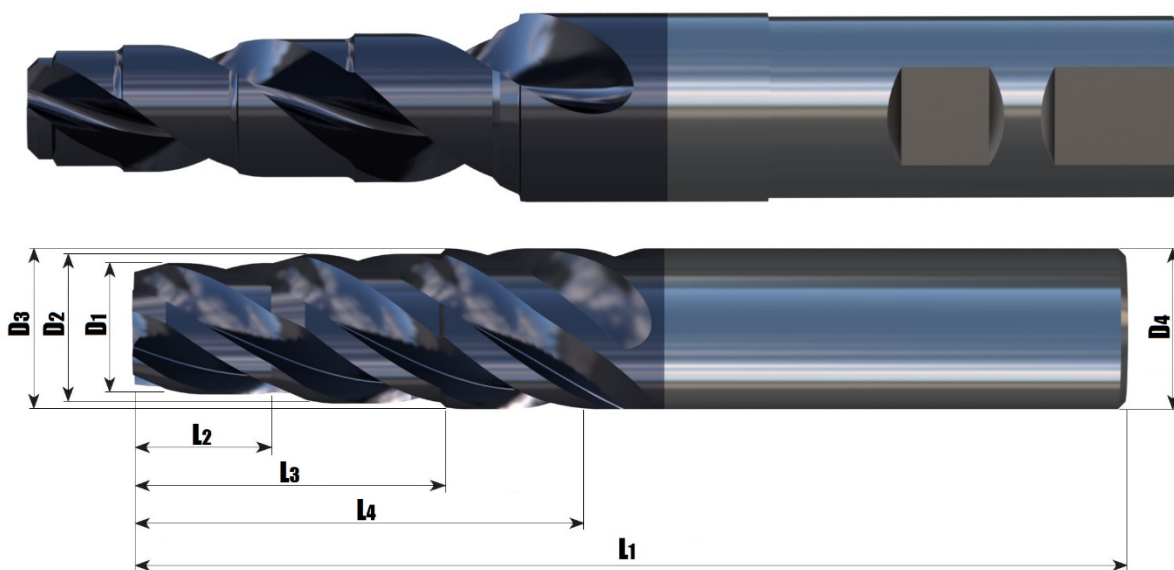
Počet stupňov a k tomu prislúchajúce dĺžky a priemery stupňovitého vrtacieho nástroja môžu byť rôzne po hodnoty L_{max} a D_{max} . V danom segmente vyhotovujeme rôzne prechodové uhly a rádiusy podľa technickej špecifikácie.

3.3 STREDIACE VRTÁKY



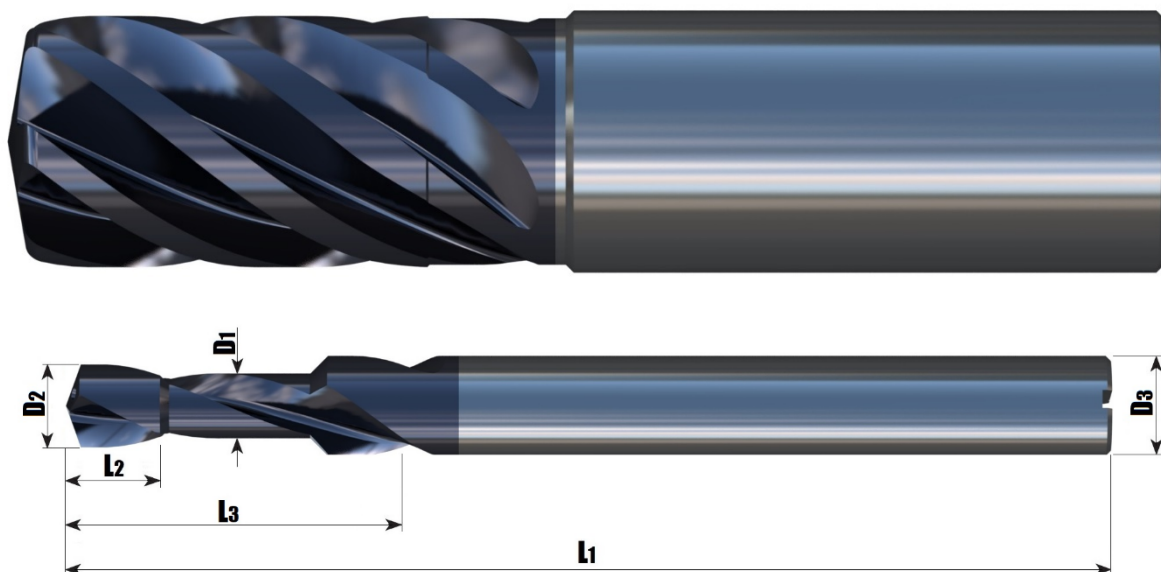
V kategórii realizujeme normalizované strediacie vrtáky ako aj ich špeciálne prevedenia podľa špecifikácie zákazníka.

3.4 VRTÁKY PRE ZAHĽBENIA



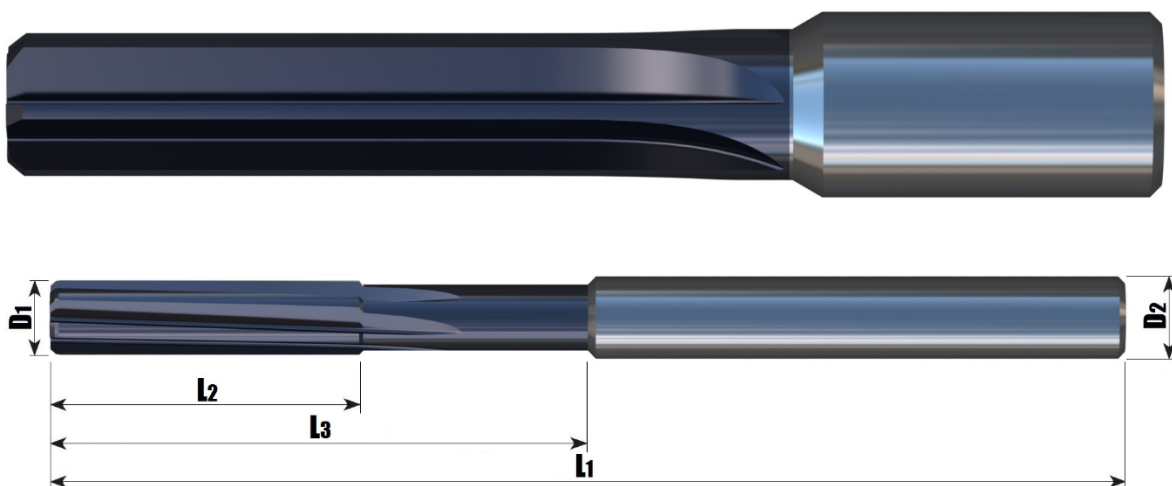
Počet stupňov a k tomu prislúchajúce dĺžky a priemery záhlbníkov môžu byť rôzne po hodnoty L_{max} a D_{max} . V danom segmente vyhotovujeme rôzne prechodové uhly a rádiusy podľa technickej špecifikácie.

3.5 KOMBINOVANÉ VRTÁKY



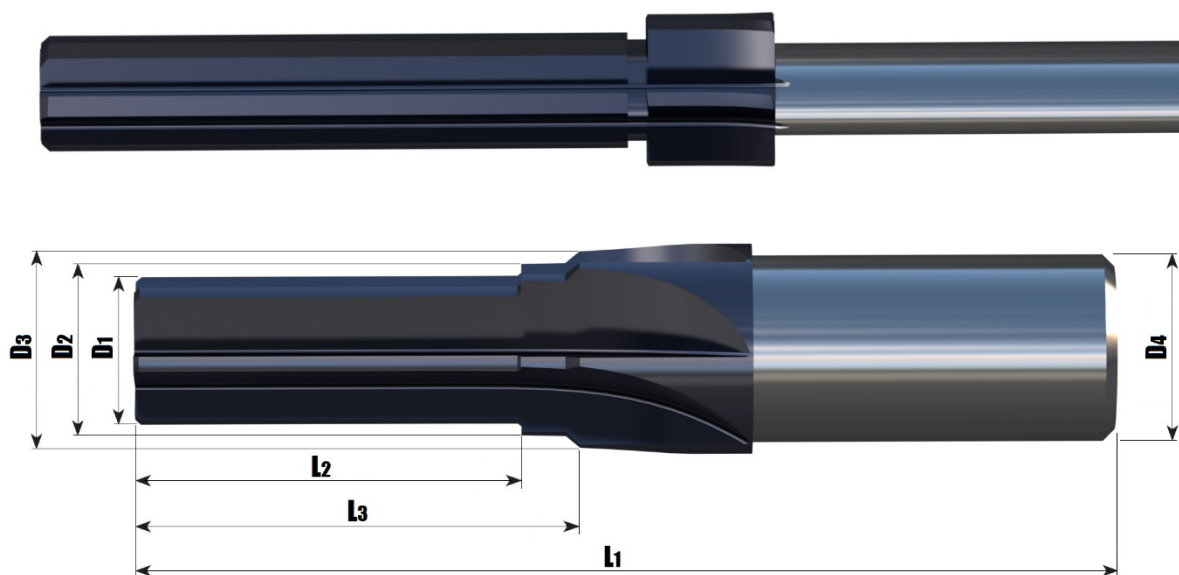
Kombinované vrtacie náradie vykonáva funkciu združeného rezného nástroja ako napr. vrtanie + bočné frézovanie, vrtanie + vystružovanie. Pri tejto kombinácii je možné vykonávať niekoľko technologických operácií (navrtanie, vrtanie, zrážanie hrán, gravírovanie, frézovanie a pod.) s jedným rezným nástrojom.

3.6 ZÁKAZKOVÉ ŠTANDARDNÉ VÝSTRUŽNÍKY



Zákazkové štandardné typy výstružníkov sú vyhotovené v takých priemeroch a dĺžkach, ktoré nie je možné nájsť pri univerzálom prevedení.

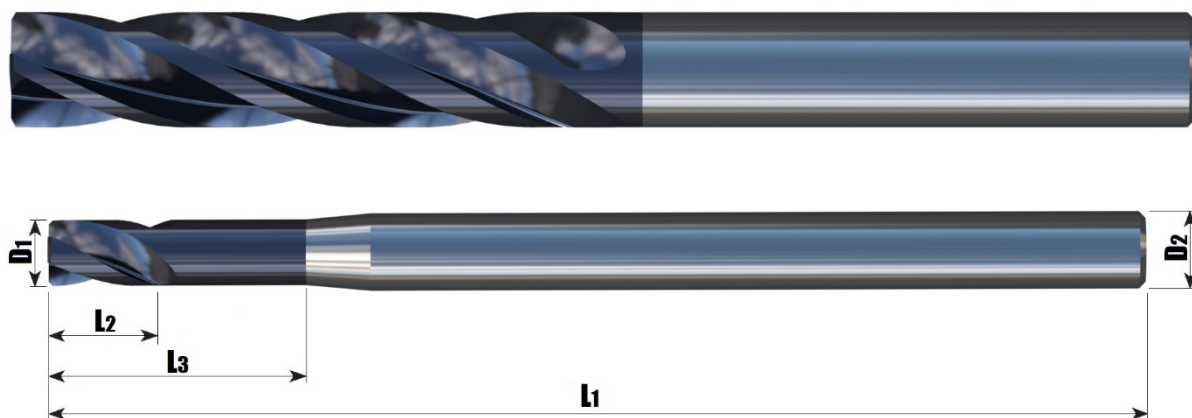
3.7 STUPŇOVITÉ VÝSTRUŽNÍKY



Počet stupňov a k tomu prislúchajúce dĺžky a priemery stupňovitého výstružníka môžu byť rôzne po hodnoty L_{max} a D_{max} .

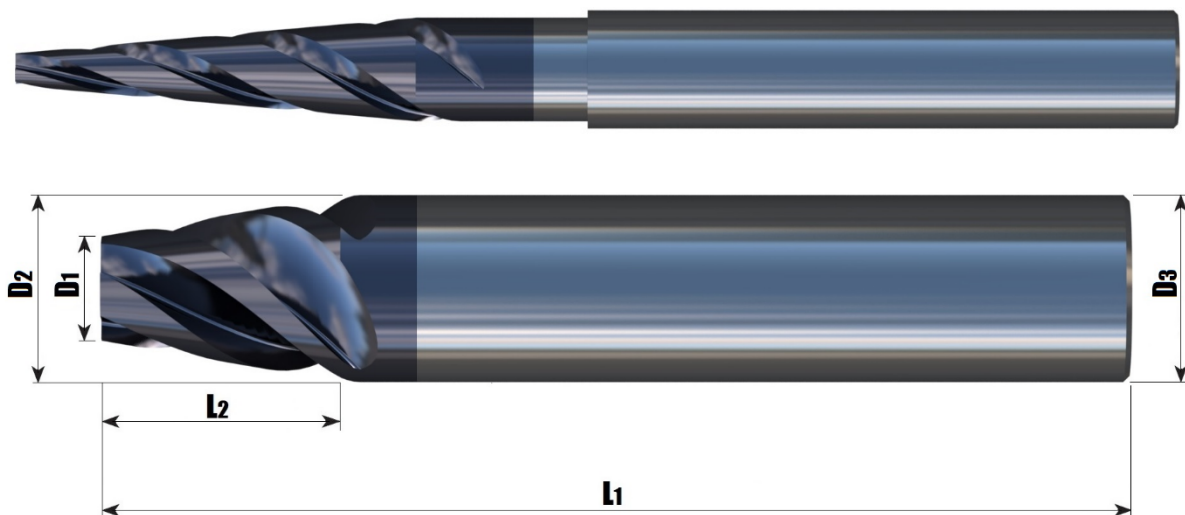
ŠPECIÁLNE NÁSTROJE FRÉZOVANIE

3.8 VALCOVÉ STOPKOVÉ FRÉZY



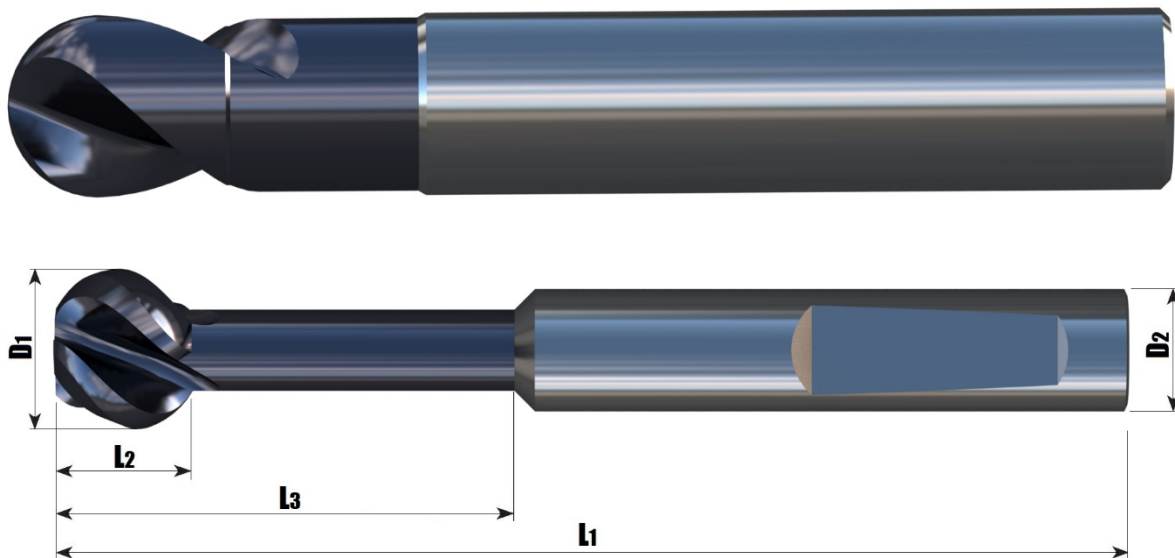
Zákazkové valcové frézy sú vyhotovené v takých priemeroch a dĺžkach, ktoré nie je možné nájsť v štandardnom prevedení.

3.9 KUŽEĽOVÉ STOPKOVÉ FRÉZY



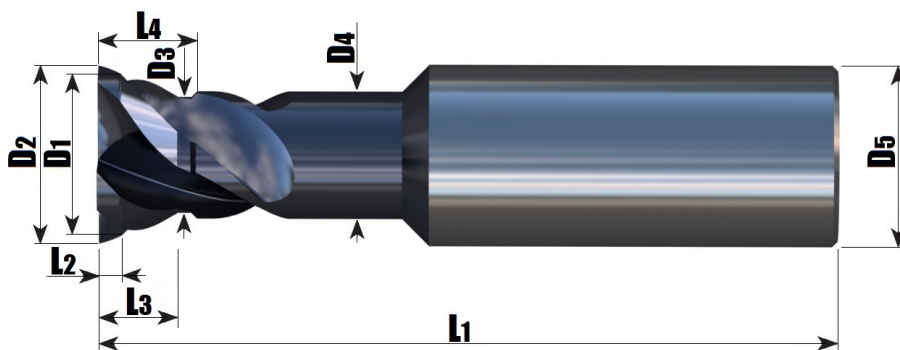
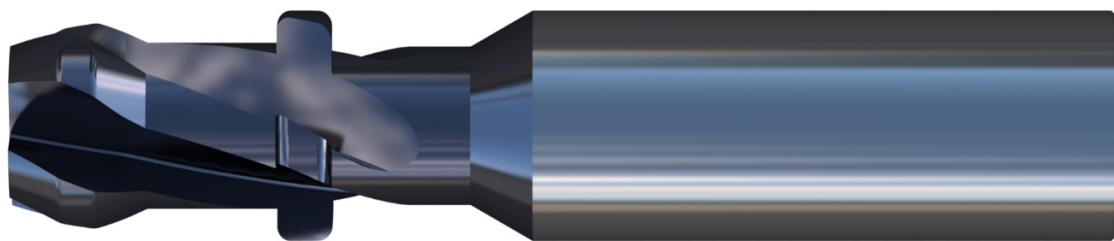
Uhol kužeľovej frézy ako aj rôzne rohové prevedenia sú navrhované na základe požiadavky zákazníka.

3.10 POLGUĽOVÉ A GUĽOVÉ STOPKOVÉ FRÉZY



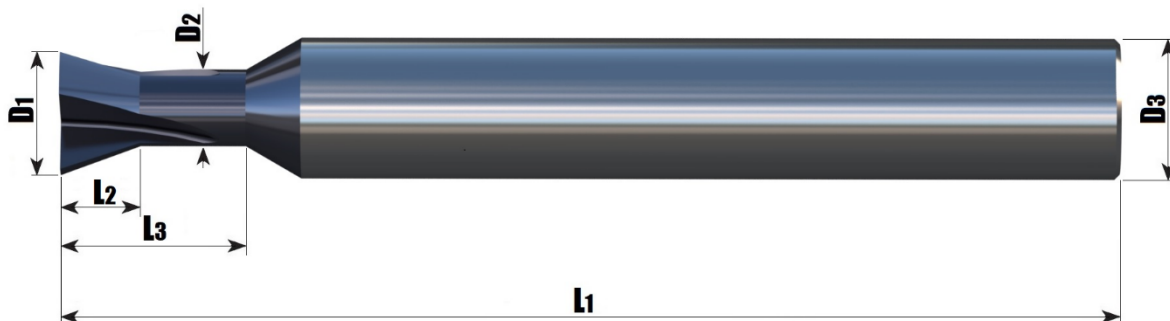
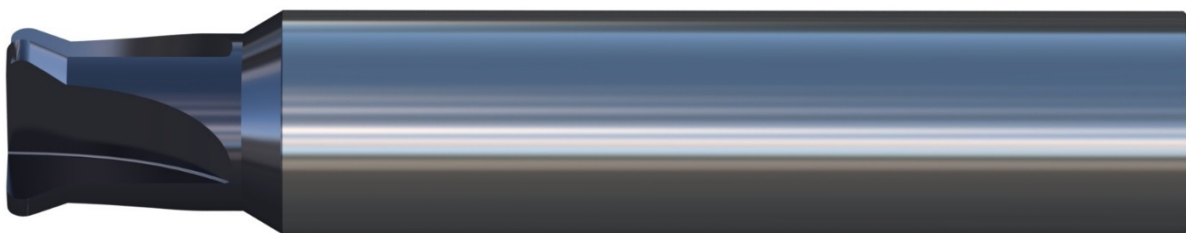
Zákazkové guľové a polguľové frézy sú vyhotovené v takých priemeroch a dĺžkach, ktoré nie je možné nájsť v štandardnom prevedení.

3.11 TVAROVÉ STOPKOVÉ FRÉZY



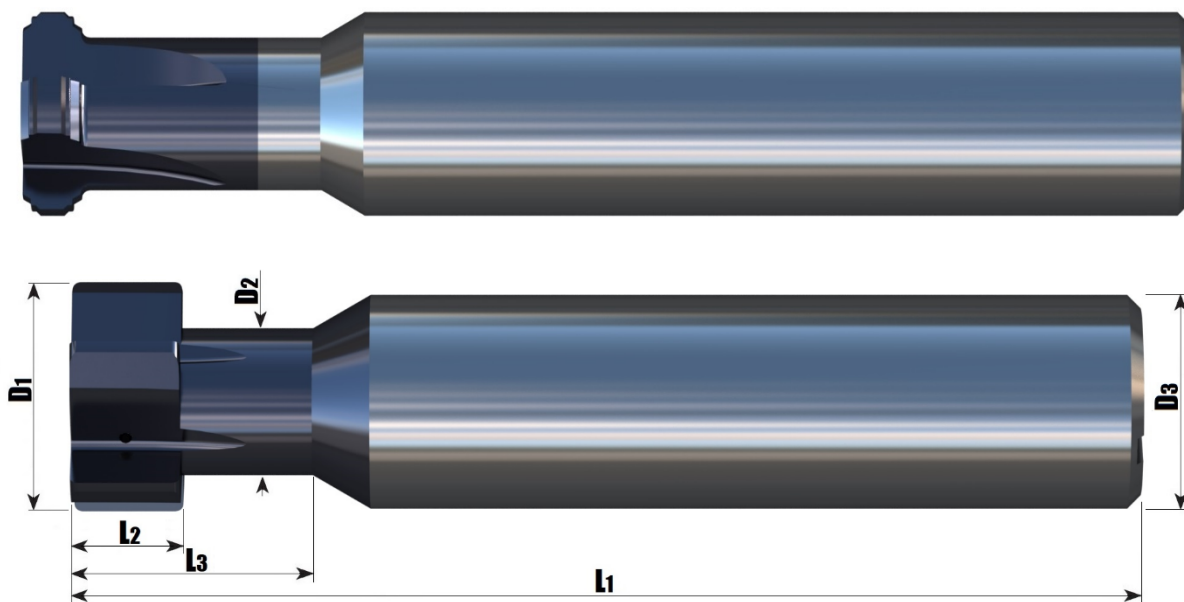
Vyššie sú uvedené pre ilustráciu niektoré z realizovaných projektov. Tvarovú frézu vytvoríme špeciálne pre zákazníka na základe jeho aplikácie.

3.12 RYBINOVÉ STOPKOVÉ FRÉZY



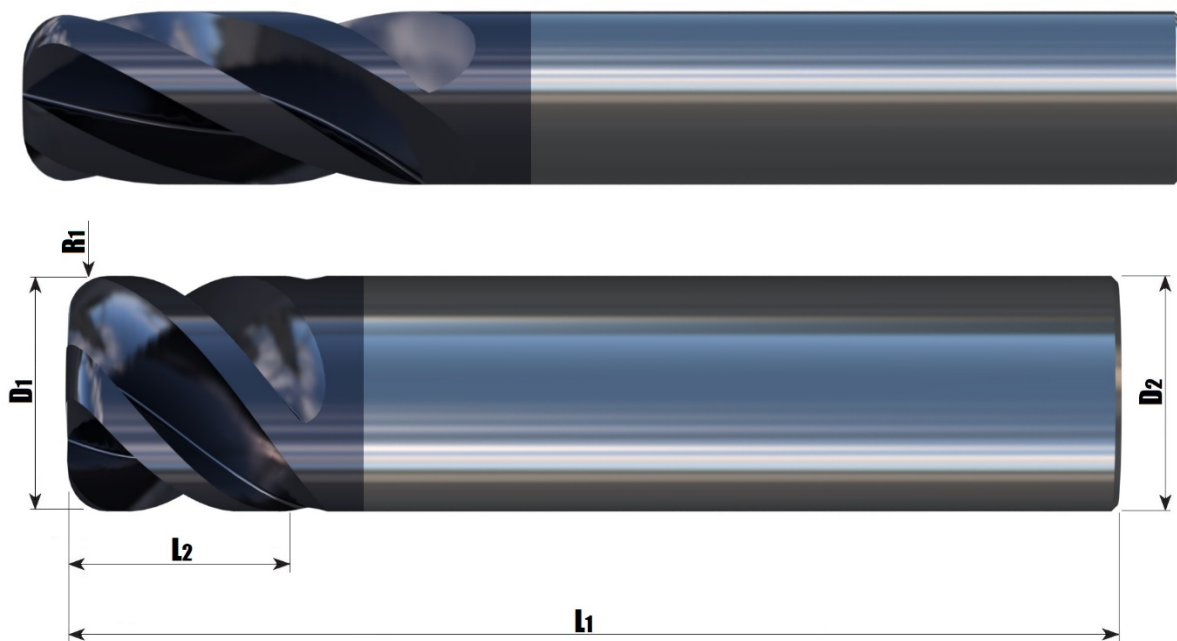
Uhol rybinovej frézy ako aj rôzne rohové prevedenia sú navrhované na základe požiadavky zákazníka.

3.13 T-STOPKOVÉ FRÉZY



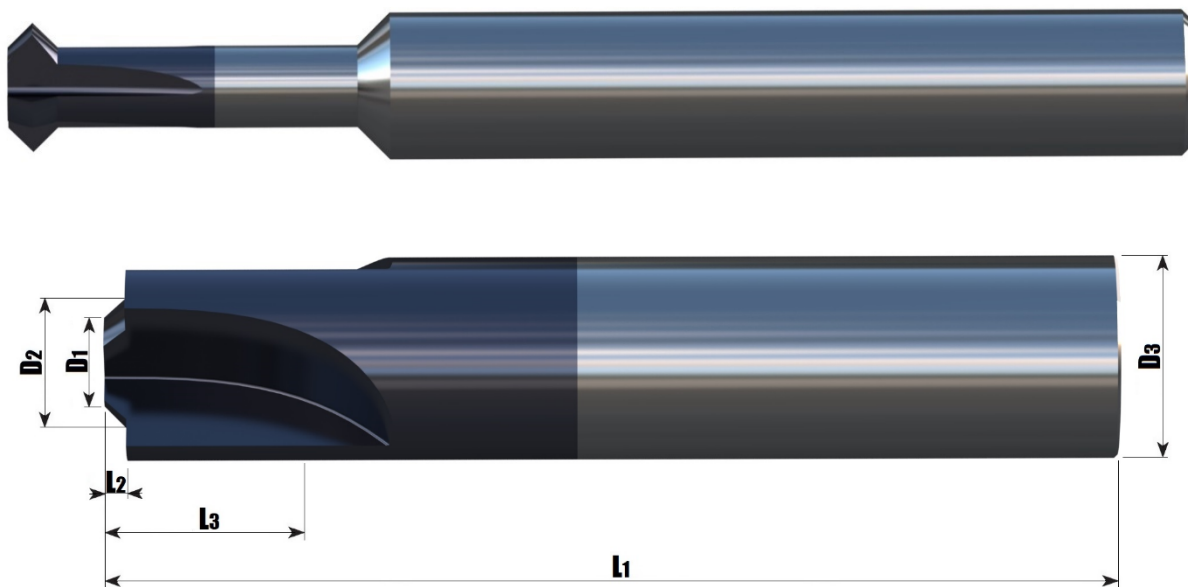
Rôzne tvarové modifikácie nástroja na základe špeciálnych T profilov zápichov a drážok.

3.14 TOROIDNÉ STOPKOVÉ FRÉZY



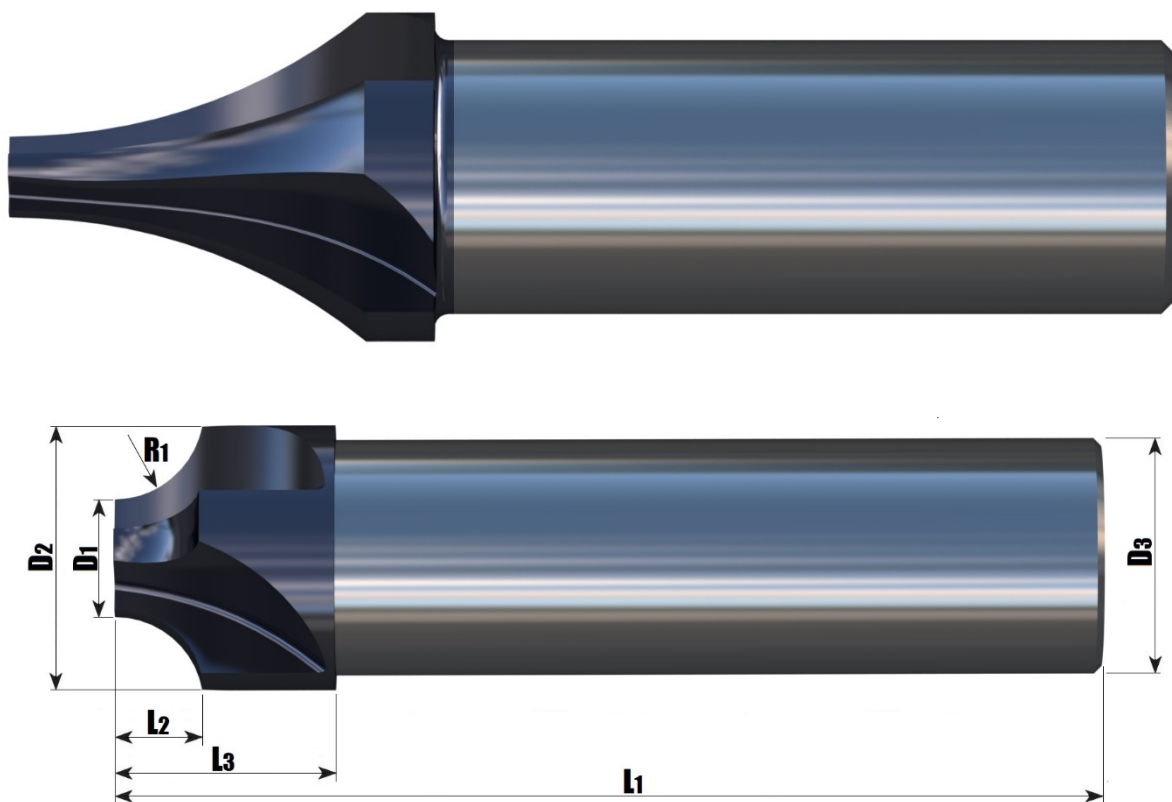
Zákazkové toroidné frézy sú vyhotovené v takých priemeroch a dĺžkach, ktoré nie je možné nájsť v štandardnom prevedení.

3.15 UHLOVÉ STOPKOVÉ FRÉZY



Uhlové frézy vyhotovujeme na neštandardné zrazenia v rôznych dĺžkových a rozmerových prevedeniach.

3.16 RÁDIUSOVÉ STOPKOVÉ FRÉZY



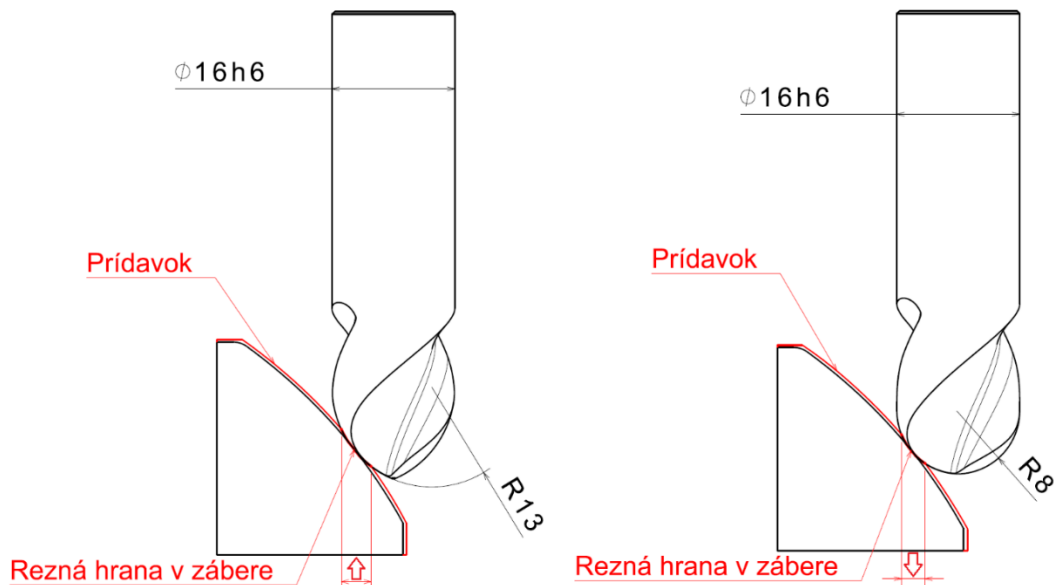
ZEFEKTÍVNITE DOKONČOVANIE S PRISPÔSOBENÝM POLOMEROM PRE OBRÁBANIE VAŠEJ PLOCHY.

MASAM frézy s upraveným rádiusom sú špeciálne navrhované pre konkrétne dokončovacie operácie pre našich zákazníkov. Fréza s upraveným rádiusom na 3D obrábanie môže mať v konečnom dôsledku aj niekoľkonásobne väčší efektívny rádius ako štandardná polguľová fréza, pričom obe vychádzajú z rovnakého polotovaru, ako je vidieť na obrázku nižšie. Náročnosť výroby oboch fréz je veľmi podobná a zákazník dostáva za približne rovnakú sumu špeciálny nástroj na zefektívnenie procesu výroby. Veľkosť polomeru na špeciálne prispôbenej 3D rádiusovej fréze závisí od uhla sklonu danej plochy, čím je daná plocha vo väčšom rozptyle uhlov, tým je rozdiel polomerov medzi polguľovou a 3D rádiusovou frézou menší.

Špeciálnu rádiusovú frézu navrhujeme aj na 5D obrábanie a podľa rozsahu kinematiky obrábacieho stroja je možné výrazne zväčšiť efektívny rádius až natoľko, že fréza získava súdkový tvar. Týmto riešením sa dosahuje výrazné zvýšenie kroku riadkovania pri zachovaní konštantnej drsnosti povrchu.

Teoretické porovnanie veľkosti riadkovania a dosahovanej drsnosti povrchu pri rozdielnych rádiusoch:

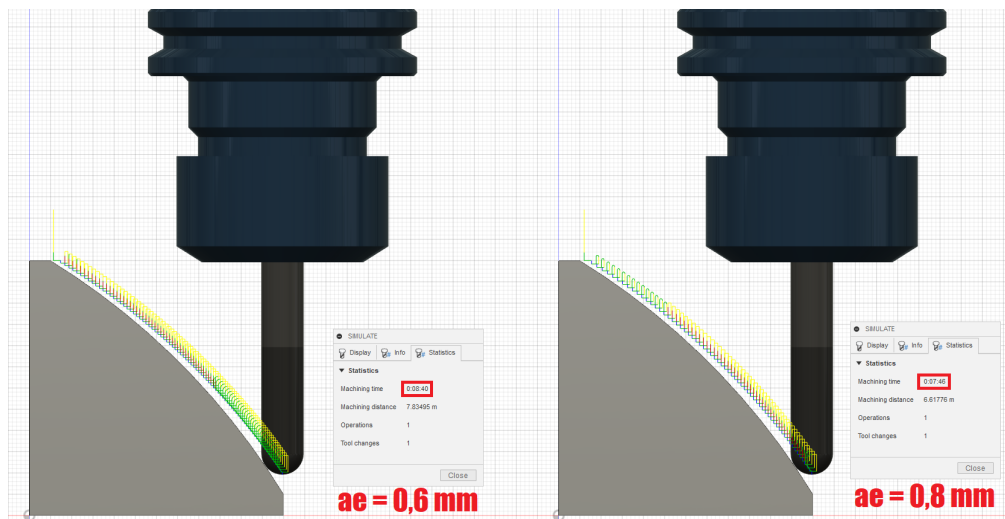
R nástroja	ae	Výška drsnosti Rth	Ra	ae	Výška drsnosti Rth	Ra
R8	0,6 mm	0,006 mm	0,8 μ m	0,5 mm	0,004 mm	0,5 μ m
R13	0,8 mm	0,006 mm	0,8 μ m	0,5 mm	0,002 mm	0,31 μ m



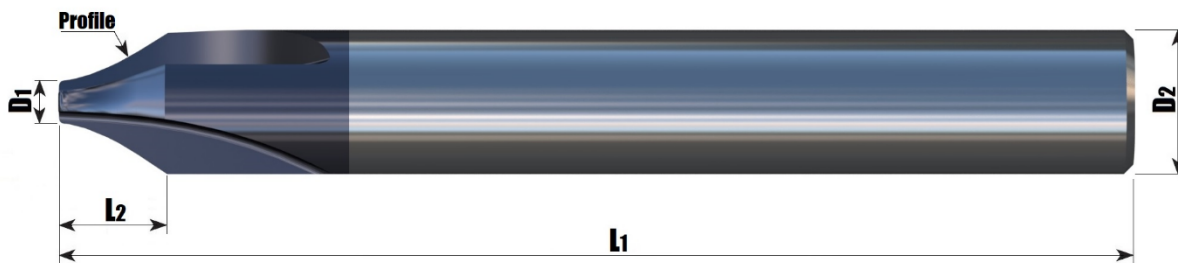
MASAM ŠPECIÁL VS ŠTANDARDNÁ POLGUĽOVÁ FRÉZA PRI 3D OBRÁBANÍ

Na obrázkoch je možné vidieť modelový príklad zefektívnenia procesu nasadením rádiusovej frézy pre dosiahnutie parametra drsnosti povrchu **Ra 0,8 µm**. Už počas obrábania menších plôch, kde pôvodný čas bol 8min:40s pri $ae = 0,6$ mm, dokážeme redukovať s $ae = 0,8$ mm na čas 7min:46s a zachováme rovnakú drsnosť povrchu.

Porovnanie časov pri rozdielnom riadkovaní plochy 0,6 mm vs 0,8 mm

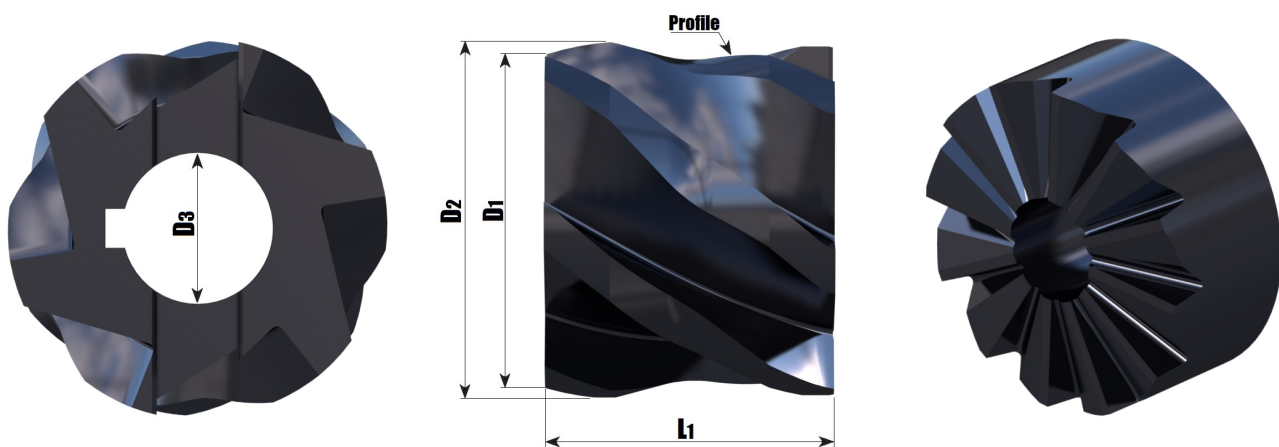


3.17 MODULOVÉ STOPKOVÉ FRÉZY



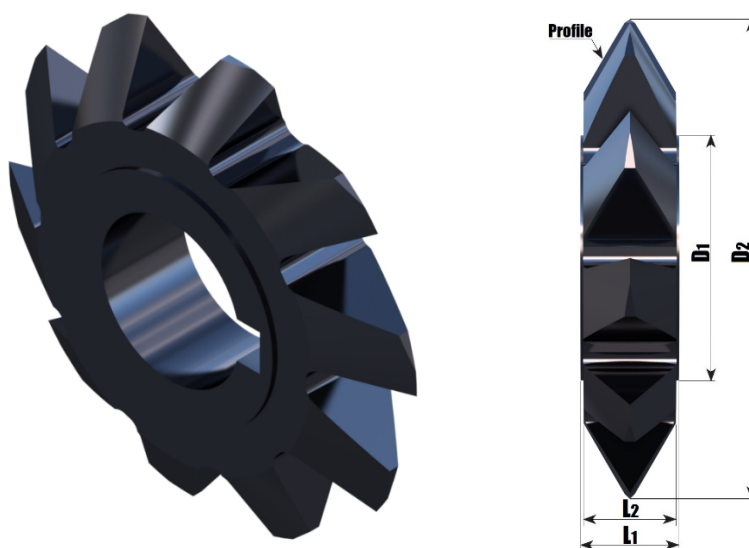
Profil nástroja je vyrobený podľa platných noriem, resp. podľa požiadavky zákazníka.

3.18 MONOLITNÉ FRÉZOVACIE HLAVY



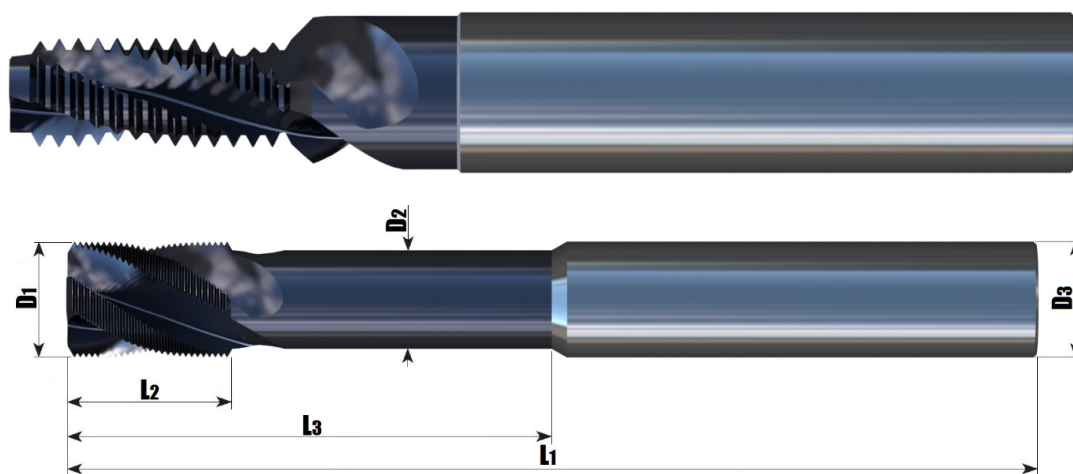
Monolitné frézovacie hlavy ponúkame na vyhotovené upínače v rôznych rozmerových a tvarových prevedeniach.

3.19 KOTÚČOVÉ FRÉZY



Monolitné kotúčové frézy ponúkame na vyhotovené upínače v rôznych rozmerových a tvarových prevedeniach.

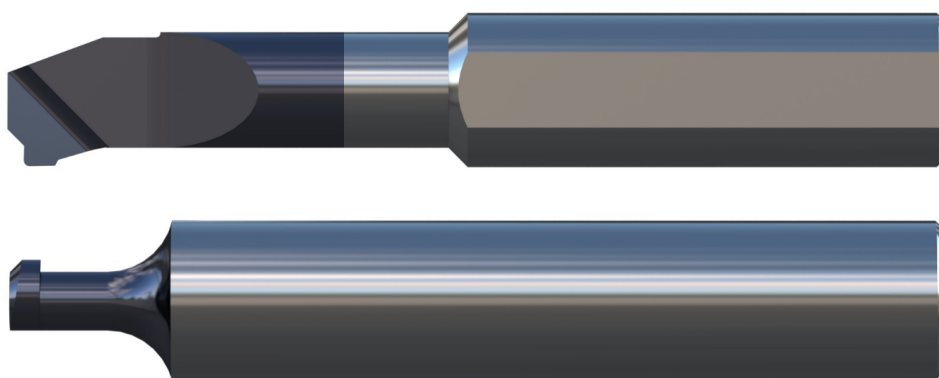
3.20 ZÁVITOVÉ FRÉZY



Závitové frézy realizujeme v neštandardných rozmeroch, profiloch a stúpaniach vyrábaného závitú.

ŠPECIÁLNE NÁSTROJE SÚSTRUŽENIE

3.21 TVAROVÉ MONOLITNÉ SÚSTRUŽNÍCKE NOŽE



Spoločnosť MASAM ponúka vo svojej výrobe špeciálnych rezných nástrojov aj kategóriu monolitných sústružníckych nožov. Nástroje môžu byť v prevedení ako komplet karbidové, prípadne s prídavnou tvarovou platničkou (kapitola 5.4 a 5.5) v závislosti od použitia nástroja a jeho ďalších renovácií.

Vo výrobnom programe spoločnosti MASAM sa nachádzajú najmä tvarové sústružnícke nože pre špecifické požiadavky zákazníka. V danej kategórii rozlišujeme tvarové sústružnícke nože vnútorné a vonkajšie. Sústružnícke nože sú navrhované na základe výkresovej dokumentácie od zákazníka pre špecifický tvar upínača a obrobku, ktorý požaduje s daným nástrojom sústružiť.



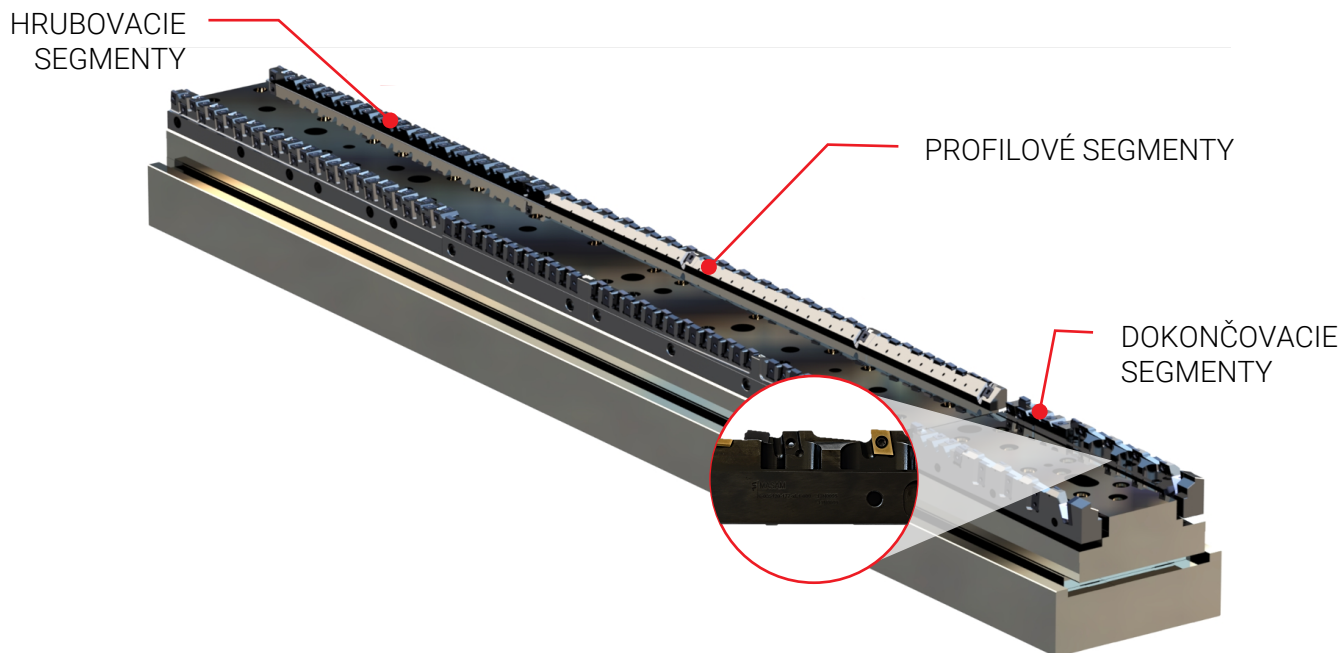
ŠPECIÁLNE REZNÉ NÁSTROJE
**S VYMENITEĽNÝMI
PLÁTKAMI**

4. ŠPECIÁLNE REZNÉ NÁSTROJE S VYMENITEĽNÝMI PLÁTKAMI

PRETLÁČACIE A PREŤAHOVACIE NÁSTROJE

Preťahovanie a pretláčanie sú produktívne spôsoby obrábania určené na výrobu presných kruhových a tvarových dier, drážok v nábojoch, vnútorného ozubenia alebo presných vonkajších plôch. Uplatňujú sa najmä v sériovej a hromadnej výrobe automobilového priemyslu. Pri preťahovaní a pretláčaní je možné dosiahnuť dokončovacím - kalibrovacím segmentom rozmerovú presnosť na úrovni IT 6 a parameter drsnosti povrchu **Ra = 0,4 μm**.

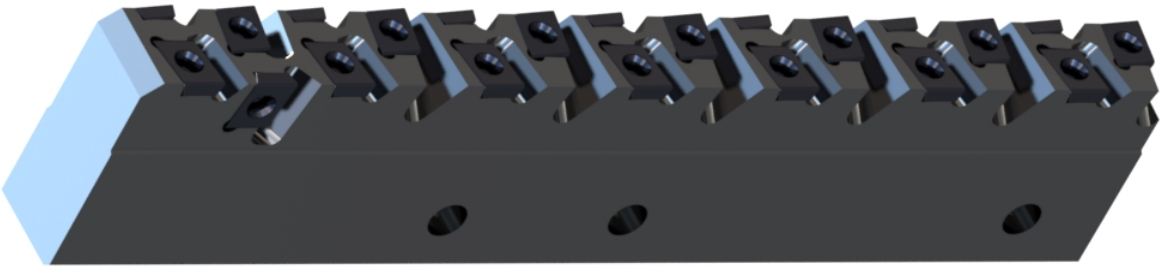
Spoločnosť **MASAM** navrhuje podľa zákaznickej výkresovej dokumentácie a vyrába na základe strojnej špecifikácie telá segmentov určených pre technológie pretláčania a preťahovania. V konkrétnej technologickej aplikácii poskytujeme jednotlivé segmenty ako súčasť celého pretláčacieho nástroja, prípadne kompletný nástroj na základe požiadaviek ako je uvedený na obrázku nižšie.



Komplexný nástroj je vyskladaný z viacerých segmentových riešení, ktoré MASAM poskytuje svojim zákazníkom. Je samozrejmé, že každý jeden finálny tvar vyžaduje iné množstvo segmentov, ako aj ich špecifických riešení. Je bežné, že sa so segmentovým nástrojom dokončuje predhrubovaný tvar obrobku, prípadne sa celý technologický prvok vyrába z viacerých typov segmentov, zložených ako jeden celok pretláčacieho nástroja.

Z tohto dôvodu sú segmentové nástroje rozdelené na prvé riešenie, ktoré je zamerané na hrubovacie operácie. Nasledujú profilové segmenty, ktoré po hrubom profile vykonávajú v podstate polodokončovaciu operáciu. Posledné tretie riešenie je zamerané na dokončovanie a kalibrovanie finálneho tvaru obrobku. Všetky druhy segmentov sú vyvíjané a dodávané našim zákazníkom a predstavujú vlastnú kategóriu spoločnosti **MASAM** v oblasti pretláčacích a preťahovacích nástrojov.

4.1 TELESÁ HRUBOVACÍCH SEGMENTOV



4.2 TELESÁ PROFILOVÝCH SEGMENTOV



4.3 TELESÁ DOKONČOVACÍCH A KALIBROVACÍCH SEGMENTOV



PREČO SEGMENTOVÉ NÁSTROJE MASAM:

- Reverzné inžinierstvo pri návrhu a kontrole segmentových nástrojov
 - analýza deformácií segmentu
 - podpora návrhu nových typov
 - kompletná CAD dokumentácia
 - presná kontrola celkových tvarov

PREČO SEGMENTOVÉ NÁSTROJE MASAM:

- Aplikačná podpora v procese výroby priamo u zákazníka
- Tvorba podporných dokumentov a analýz
 - vytvorenie manuálov s definíciami miest pre urýchlenie kontroly a výmeny rezných plátok pre operatívu
 - technologický manuál pre technikov na urýchlenie zavádzania do výrobného procesu
 - znižovanie prestojov a celková optimalizácia výroby s procesnou implementáciou

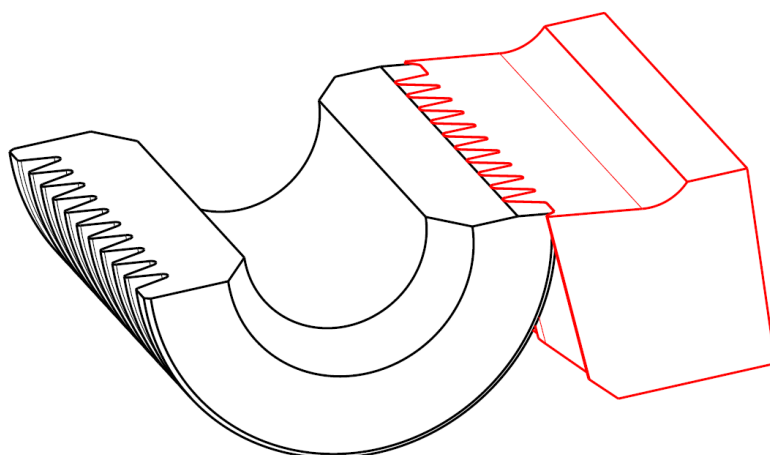
4. ŠPECIÁLNE REZNÉ NÁSTROJE S VYMENITEĽNÝMI PLÁTKAMI

ŠPECIÁLNE REZNÉ PLÁTKY

4.4 VÝROBA TVAROVÉHO PLÁTKU NA RÔZNE TECHNOLOGIE OBRÁBANIA

Tvarové plátky sú navrhované pre špecifické aplikácie našich zákazníkov najmä z pohľadu zefektívnenia výrobného procesu. Špeciálne plátky sú konštruované svojím tvarom tak, aby boli vhodné na použitie do štandardných upínačov, ktoré sú v danom podniku používané. V prípade neštandardných a špecifických rozmerov plátku navrhujeme a vyrobíme optimálny upínač.

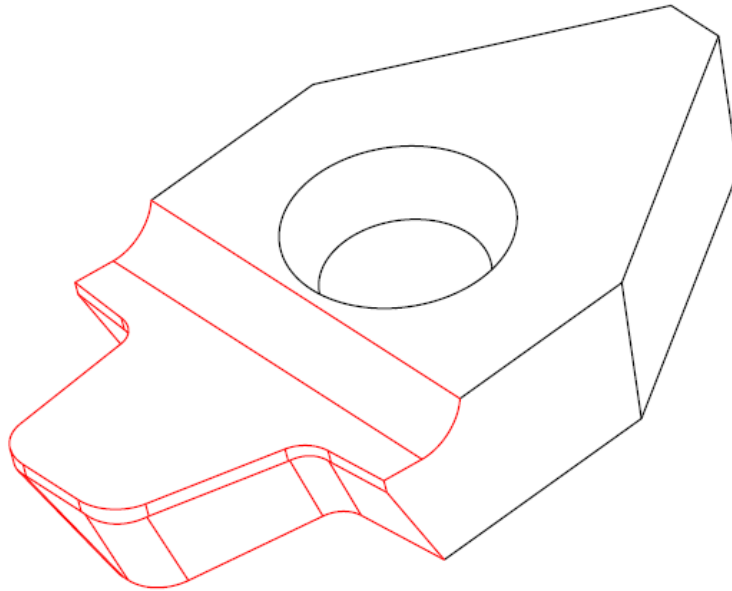
Špeciálne tvarové plátky sú väčšinou v malosériových objemoch, preto ich tvary sú v **MASAM** kompletne brúsené a následne povlakované. V prípade väčších výrobných objemov tvarových plátok zabezpečujeme výrobný postup štandardným spôsobom.

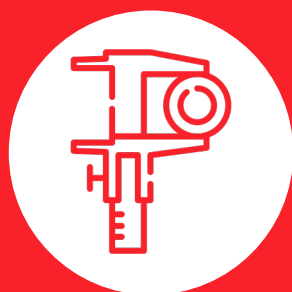


4.5 ÚPRAVY ŠTANDARDNÉHO PLÁTKU NA NOVÝ ŠPECIÁLNY TVAR

Častou požiadavkou od našich zákazníkov býva úprava štandardného plátku na nový tvar, resp. úprava geometrie na inú aplikáciu ako je plátok určený. V tomto smere vieme poskytnúť riešenia na štandardné úpravy plátok v zmysle vyhotovenia rôznych odľahčení a zábrusov, ktoré umožňujú využitie na rôzne aplikácie.

Zákazník môže v tomto segmente služieb nájsť aj úpravu vymeniteľných hlavičiek, napr. pre štandardný T - tvar hlavičky, do ktorej je potrebné vybrúsiť nový tvar alebo rohový rádius a podobne.



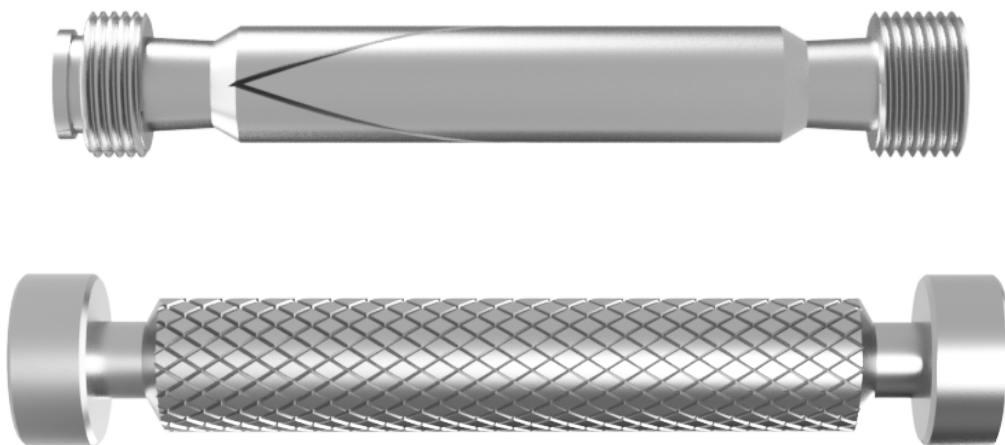
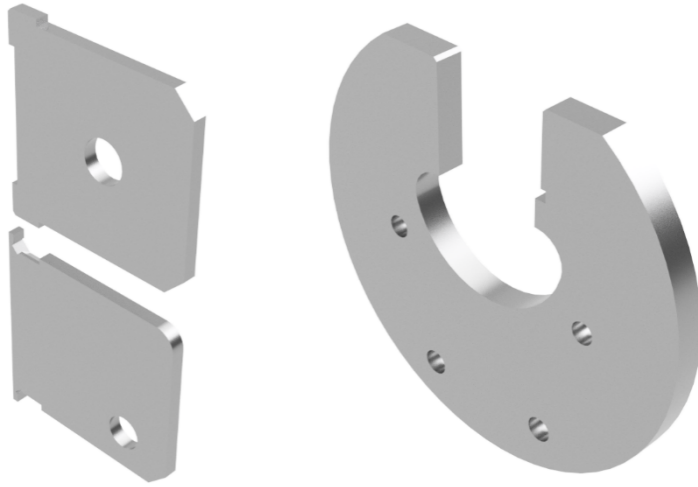


ŠPECIÁLNE
MERACIE KALIBRE

5. ŠPECIÁLNE MERACIE KALIBRE

MASAM sa zaoberá návrhom a výrobou špeciálnych meracích kalibrov podľa požiadaviek zákazníka. Materiál kalibru je prevažne zo spekaného karbidu, HSS alebo nástrojovej ocele. Zákazník si môže definovať rôzne špecifikácie prevedenia kalibrov (dĺžky kontrolných častí, popis a značenie dobrej, zmätkovej časti a pod.).

Kalibre ponúkame aj ako súčasť vysoko-presných špeciálnych rezných nástrojov MASAM pre kontrolu vyrábaných dielcov a tvarov ako kompletne riešenie k výrobe otvorov.





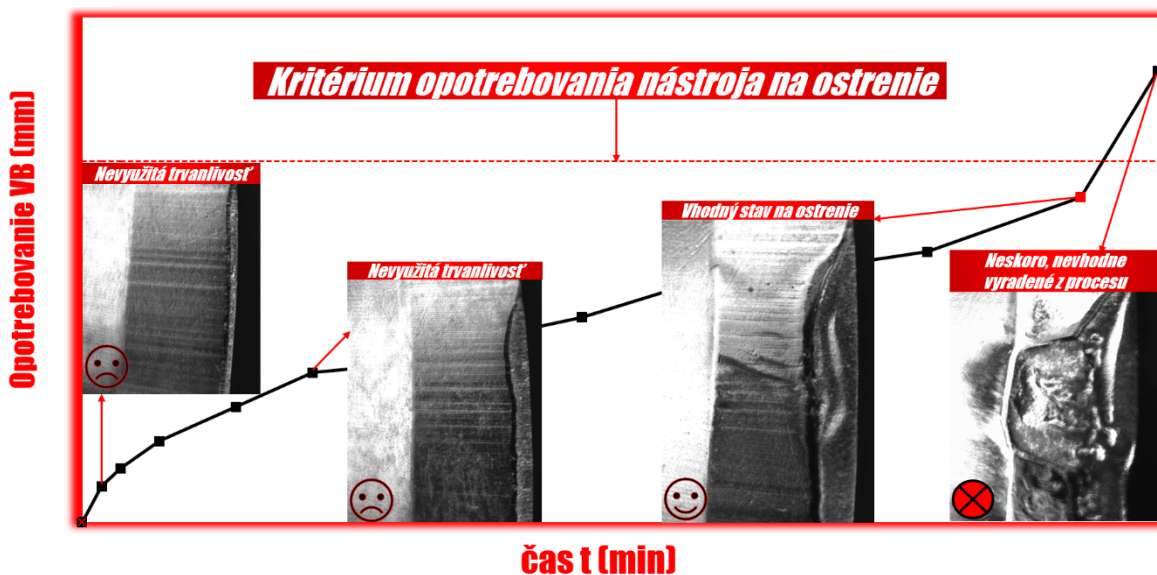
RENOVÁCIA
REZNÝCH NÁSTROJOV

6. RENOVÁCIA REZNÝCH NÁSTROJOV

Spoločnosť MASAM sa vo svojom výrobnom programe zameriava aj na renováciu špeciálnych ako aj štandardných rezných nástrojov od rôznych výrobcov. Nástroje sú pred ostrením v našej spoločnosti dôkladne analyzované a v prípade potreby sú vyhotovené reporty ohľadne ich stavu pre ďalšie použitie.

Týmito opatreniami zabezpečujeme maximálne využitie nástrojov po prvom nasadení v procese výroby. Graf kritérium opotrebovania nástroja na ostrenie znázorňuje časový vývoj opotrebovania chrbta nástroja a základné odporúčanie, kedy nástroj je a nie je nutné renovovať. V tomto prípade je evidentné, že musíme predchádzať najmä poslednému prípadu – neskoro, nevhodne vyradené z procesu, čo nemusí byť jednoduché, keďže hľadáme pásmo medzi lineárnym a zrýchleným opotrebovaním. Bližšie informácie je možné nájsť aj v kapitole 7, prípadne sa obrátiť priamo na našich odborníkov.

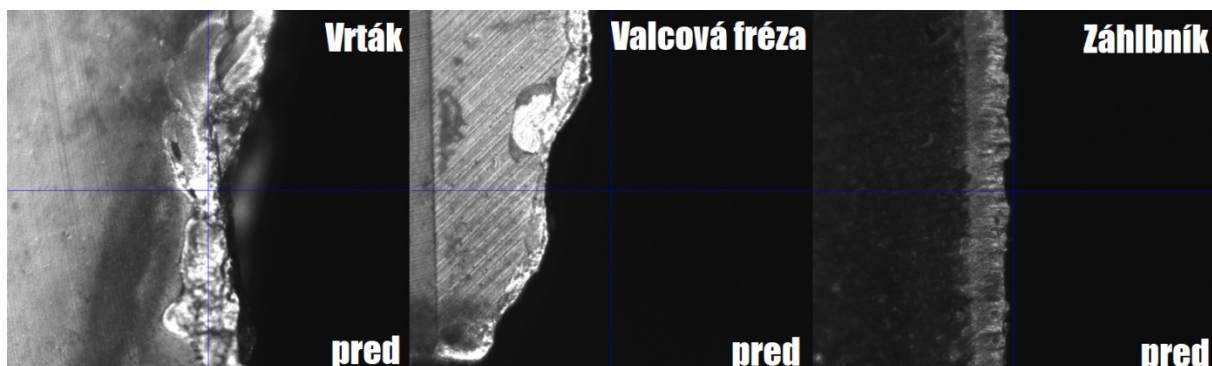
ČASOVÝ VÝVOJ OPOTREBOVANIA NÁSTROJA V PROCESSE OBRÁBANIA



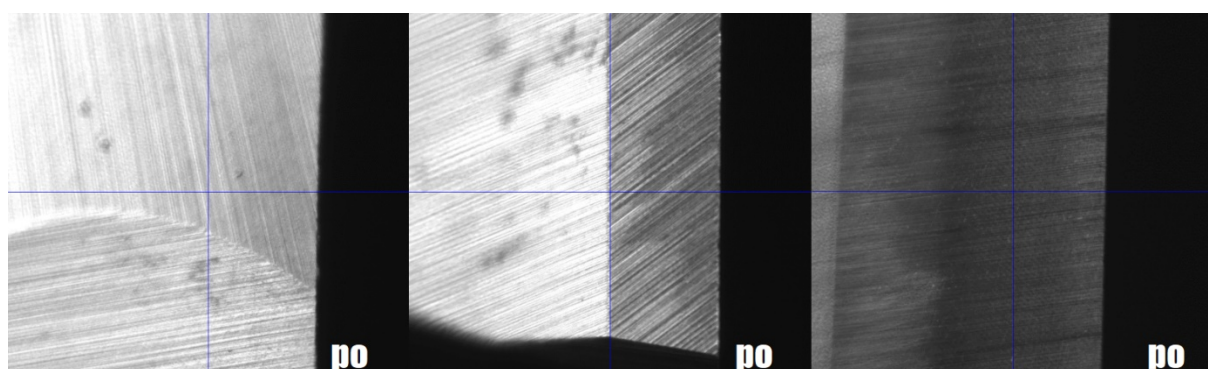
Na obrázku uvedenom nižšie je možné vidieť rezné hrany nástrojov pri dvestonásobnom zväčšení pred a po ostrení na 5D CNC brúskach. Nástroje sa nachádzajú v procese renovácie v stave po brúsení, kde ešte budú nasledovať rôzne dokončovacie operácie podľa spôsobu jeho finálneho použitia.

Veľkosť odobratia materiálu z reznej hrany určuje vybraný špecialista **MASAM** na základe jej opotrebovania a vyhotovenej geometrie rezného nástroja. Ostrenie v našej spoločnosti vo všeobecnosti delíme na štandardné (ostrenie z čelnej časti) a tvarové (kompletný tvar a geometria nástroja).

HRANY REZNÉHO NÁSTROJA PRED RENOVÁCIOU



HRANY REZNÉHO NÁSTROJA PO RENOVÁCI





+421 37 3214111
masam@masam.sk
www.masam.sk



PARTNER FOR EFFICIENT MACHINING