

Nová generace RO-PM

Autor: Kesl Miloslav, Dr.Ing.; tech. náměstek; PILSEN TOOLS s.r.o.; kesl@pilsentools.cz

Anotace:

Přednáška je zaměřena do oblasti procesu třískového obrábění s akcentem na dosažení max. efektivity procesu. Na konkrétním příkladě výroby ozubení odvalovacím způsobem je uveden nový nestandardní přístup v řešení řezného nástroje s cílem dosažení min. výrobních nákladů. Hlavními aktivačními faktory tohoto přístupu v řešení jsou:

- stále dozrívající vliv celosvětové ekonomické a finanční krize;
- trvalé zkracování termínů realizace dodávek (tj. především výrobní etapy);
- minimalizace režijních nákladů na zakázkách, tzn. i u řezných nástrojů;
- jednoduchost-spolehlivost-operativnost-dostupnost-univerzálnost-efektivnost řešení.

S ohledem na novou vysoce legovanou RO-PM se podařilo efektivní obrábění výkovků z ocele 18CrNiMo7, přičemž řezný nástroj (OF) byl bez povrchové úpravy (TV) a dosáhl min. srovnatelného výkonu při podstatně nižších vlastních nákladech, při zkrácení výrobního cyklu.

Klíčová slova:

rychlořezná ocel vyrobená práškovou metalurgií (RO-PM); řezné podmínky; obrobiteľnosť; trvanlivosť břitů; martenzitická transformace

1. Úvod

Trvalé zvyšování produktivity řezných nástrojů při současném zhoršujícím se stavu obrobiteľnosti mat. predikuje důležitost splnění vysokých kvalitativních požadavků na trvanlivosť (životnosť) řezné části. Výkon nástroje je tak ovlivňován mnoha různými faktory jako např. odolností břitů proti plastické deformaci (tvrdostí ostří), tepelnému zatížení, mikronávarům, koeficientu tření, geometrií, ...; ale i abrazivitou, mech. vlastnostmi, nehomogenitou, stavem, ... obráběných materiálů.

Přední výrobci vysoce legovaných rychlořezných ocelí se proto snaží vyvíjet nové metalurgické technologie, zavádět nové materiály, které by zaručily podstatné zvýšení řezivosti oproti současným jakostem RO. Vývoj v oblasti řezných nástrojů směřuje k nárůstu výkonů, zvyšování spolehlivosti, trvanlivosti i stability řezné hrany včetně její dobré obrusitelnosti. Podstatného zlepšení se v posledních letech dosáhlo zavedením tzv. PM ocelí, které se vyrábějí technologií práškové metalurgie, u kterých se pozitivně projeví vliv krystalizace taveniny v inertním plynu (N₂, Ar₂).

Řezné nástroje vyrobené pomocí práškové metalurgie jsou podstatně houževnatější než konvenční rychlořezné oceli, tudíž délky řezné hrany mohou být podstatně větší. Uvedená technologie (PM) zároveň umožňuje bohatší legování, takže při podstatně větší tvrdosti (65-68HRC) je nástroj poměrně velice houževnatý. Další předností je zvýšená řezivost - odolnost proti otěru i opotřebením, možnost obrábět nejrůznější jakosti i stavy materiálů, vynikající obrusitelnost – integrita povrchu (díky jemnozrnné struktuře), a tudíž dosahovaná až trojnásobná trvanlivosť řezné hrany oproti klasickým RO.

2. Zadání úkolu

Od zákazníka (WIKOV MGI a.s.) jsme dostali konkrétní požadavek na nástroj určený pro výrobu (obrábění) ozubení m=6 odvalovacím způsobem na kole + pastorku dle výkresu 08-202635 z mat. dle DIN 18CrNiMo7-6 – výkovek (stav po normalizaci ca 280HB), **bez nutnosti povrchové úpravy**, s cílem ušetřit za depozici PVD a následně náklady vyplývající z renovace nástroje včetně podstatného zkrácení průběžné doby výroby.

- vysoká řezivost a trvanlivost i bez povrch. úprav;
- vysoká tvrdost i za zvýšených teplot řezání $T < 600^{\circ}\text{C}$;
- vysoká odolnost proti mech. druhům opotřebení;
- vysoká dynamická houževnatost;
- značná odolnost proti popuštění a následným objemovým změnám (min. % zbytkového austenitu po TZ);
- min. a rovnoměrné změny vlivem transformací při TZ;
- vyváženost mech. a fyzikálních vlastností;
- vyvážená obrobitelnost a s tím související integrita povrchu.

POZN: S ohledem na třídu obrobitelnosti (11b); mech. vlastnosti výkovku ($R_m = 900 - 1050\text{MPa}$) byly doposud používány kobaltové RO-PM (VANADIS 30; ASP2030; CPM REX 76; ...) s následnou povrchovou úpravou – TV na bázi TiAlN_x . Přestože aplikované PVD povlaky nám vyřešily již mnoho složitých procesů v obrábění, zůstávají některé vlastnosti (zvětšení R řezné hrany a ostří, makročástice, adheze TV-substrát, operace navíc, náklady, renovace...) povlaků jako diskutabilní a někdy dokonce těžko obhajitelné u zákazníka.

Doporučená jakost RO-PM musí splňovat následující požadavky:

- výsledná tvrdost po min. 4X popouštění 62 – 65HRC; (nutno splnit podmínku nutnou: $K = H_{nA} : H_{obr.mat.} \geq 1,6$);
- odolnost proti teplotnímu zatížení do $T \leq 600^{\circ}\text{C}$, tzn. vysoká popouštěcí teplota;
- ořezuvzdornost zejména proti mech. způsobům opotřebení (abrazí, adhezi);
- optimální vazba mezi tvrdostí a houževnatostí (vysoká odolnost proti vzniku vrubů, kráterů, zaoblení, rozdrobení, popraskání, destrukce řezné hrany);
- vysoká tuhost (štíhlostní poměry) a kinematická rovnováha nástroje;
- rozměrová a geometrická stálost; snadná, jednoduchá reprodukovatelnost ostří;
- optimální obrobitelnost a obrusitelnost;
- variabilní, universální použitelnost;
- optimální geometrie bříty ve vztahu k řezným podmínkám v procesu obrábění;
- optimální integrita povrchu břitů.

Na základě detailní analýzy a zkušeností byla zvolena jakost RO-PM - **VANCRON 50**

Tech. specifikace zvolené RO-PM:

3.1.3.1 Chemické složení:

označení	technologie	C	N	Cr	Mo	W	V	MN
		hmotnostní %						
VANCRON 50	PM	1,1	2,6	4,5	2,3	0,6	12	19

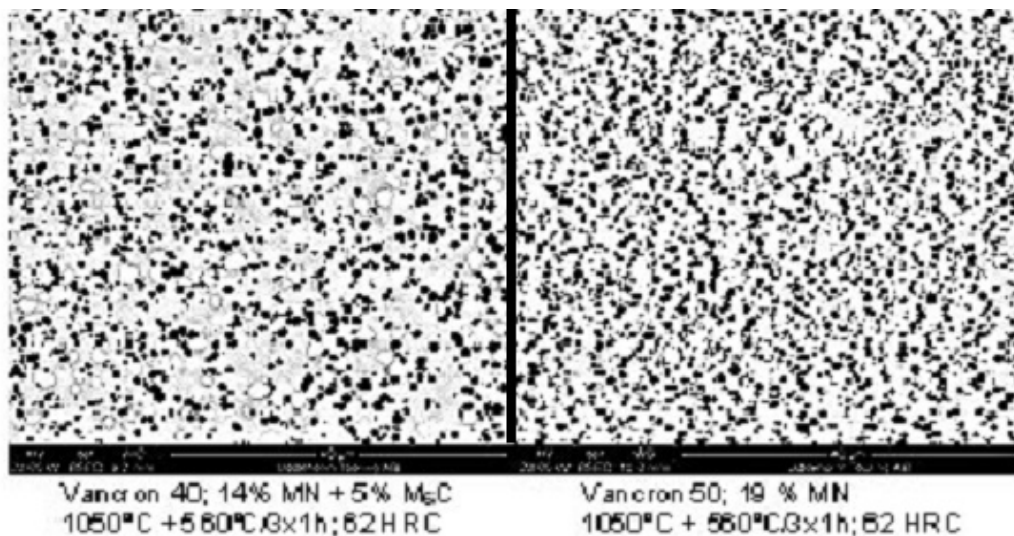
3.1.3.2 Charakteristika:

vysoce legovaná slitinová Cr-Mo-V-N ocel s:

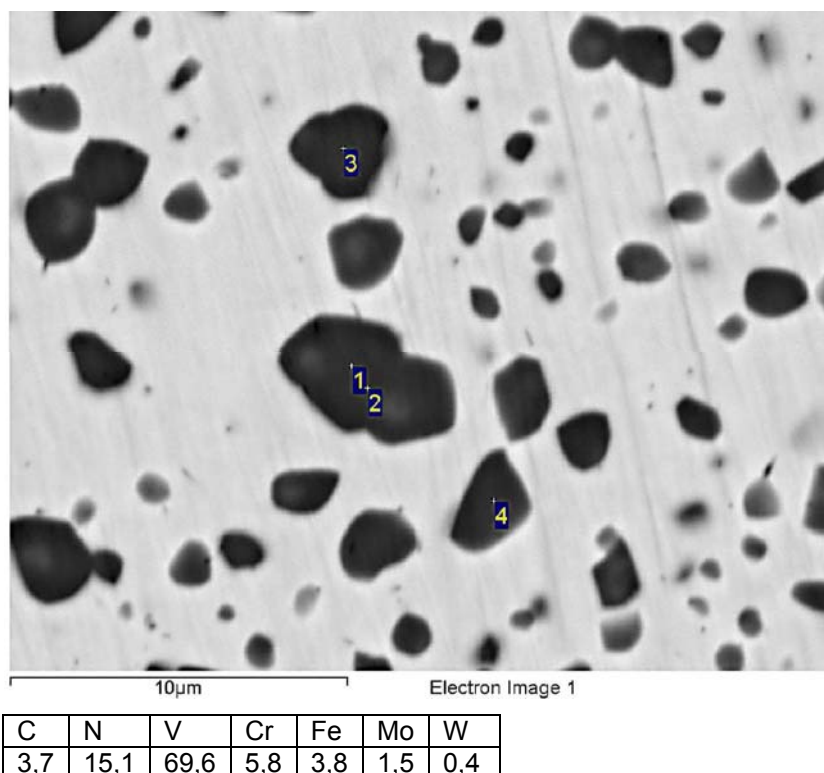
- vysokou odolností proti opotřebení (především vlivem homogenní dobře distribuované fáze VN s nízkým koeficientem tření);
- optimálním poměrem mezi tvrdostí a ostatními mech. hodnotami;
- vysokou stálostí rozměrů při TZ;
- značnou odolností proti popouštění.

3.1.3.3 Strukturní analýza: porovnání 2 vysoce legovaných RO-PM

obsah legur	C	N	Cr	Mo	W	V
	hmotnostní %					
Vancron 40	1,1	1,8	4,5	3,2	3,7	8,5
Vancron 50	1,1	2,6	4,5	2,3	0,6	12



Obr. 2: porovnání struktur RO-PM (Vancron 40 a Vancron 50)

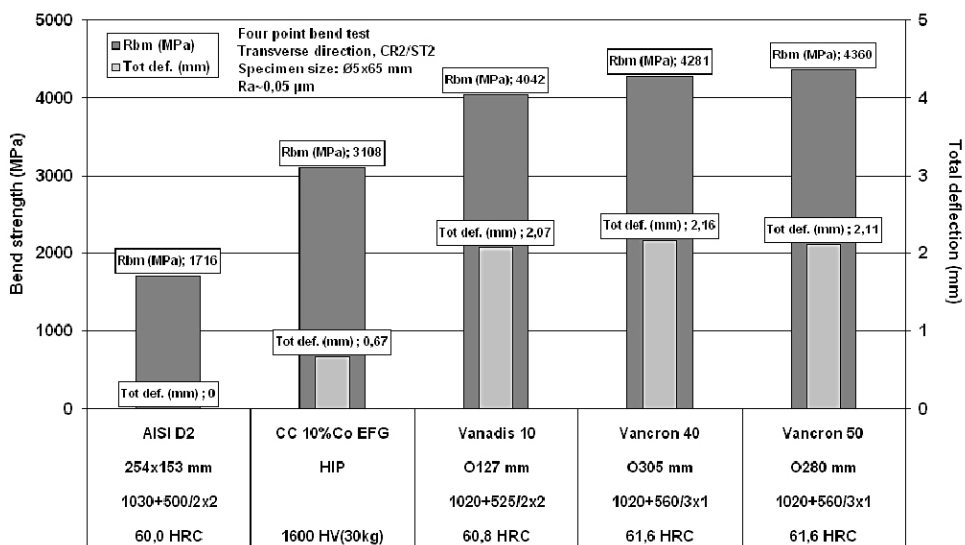


Obr.3: EDX měření chem. složení MN fáze v oceli Vancron 50
(v tab. průměrné hodnoty hmotnostních procent)

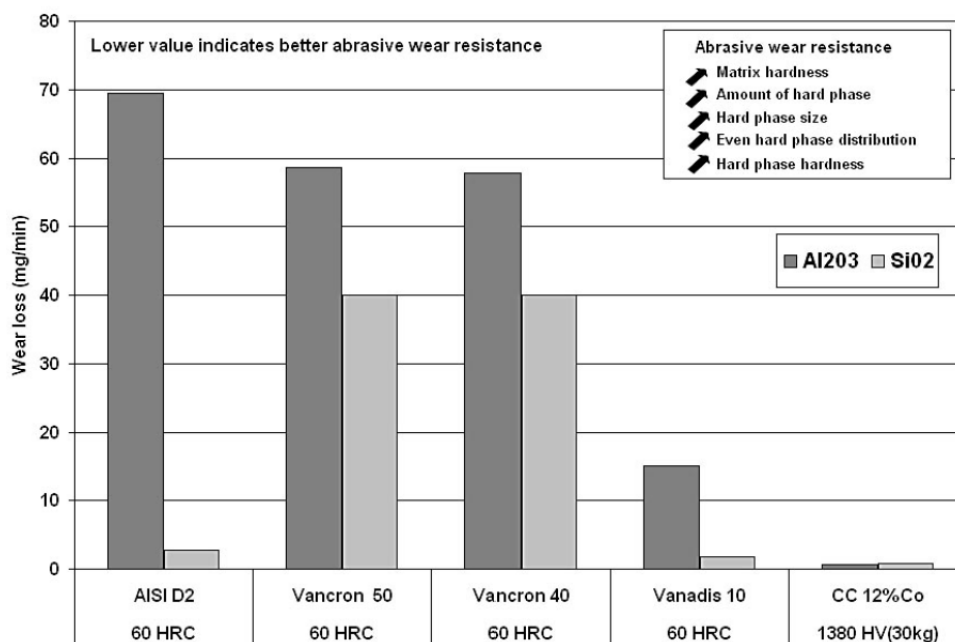
POZN: Vlivem schopnosti N₂ tvořit s Fe přesycený tuhý roztok (intersticiální N₂ přesycen ve feritu) došlo k jemné distribuci nitridů (těžké částice), čímž si ocel zachovala vysokou houževnatost i při poměrně vysoké tvrdosti; kontinuální precipitace sekundární fáze nitridů především na bázi vanadu a současně redistribuce intersticiálního dusíku do energeticky příznivějších poloh (kolem mřížkových poruch) a vznik jemných koherentních precipitátů s homogenním napěťovým polem dává oceli vysoké užitné vlastnosti.

POZN: Uvedené legování je možné jen díky PM technologii. Při konvenčním způsobu výroby RO by bylo naprosto nereálné a současně nepřijatelné!!!

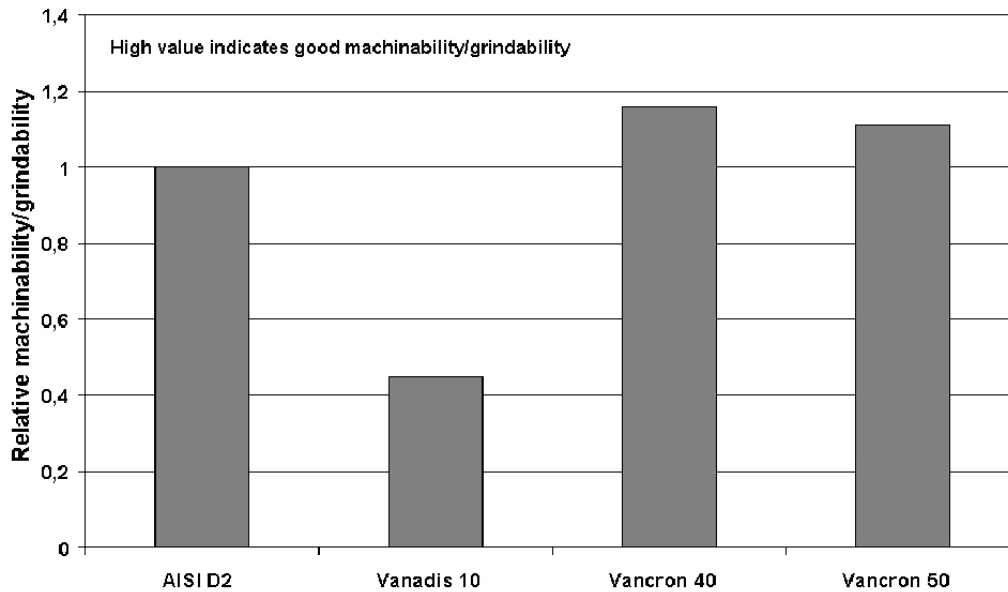
3.1.3.4 Porovnání mechanických vlastností s ostatními RO-PM (provedeno v laboratořích fy Uddeholm)



Obr. 4: Hodnocení houževnatosti 4 bodovým ohybem na vzorcích D=5, L=65 mm u jakostí 1x SK a 4x u nástrojových ocelí v kaleném stavu



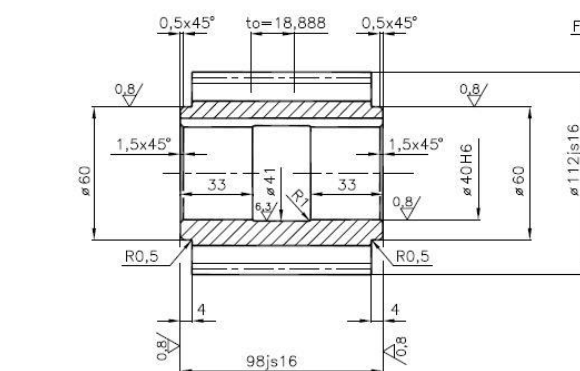
Obr. 5: Pin-on-disc testy pro různé jakosti mat. realizované na brusných plátnech (Al₂O₃ – 800 zrnitost; SiO₂ – 150 zrnitost)



Obr. 6: Index relativní obrobiteľnosti/obrusiteľnosti pro různé jakosti ve stavu žháném/kaleném

3.1.4 Konstrukční řešení nástroje

-do geometrického tvaru a rozměrového řešení zakomponovány všechny informace z analýzy



SLABŠÍ ZUBY NA KONCÍCH ODFRÉZOVAT

1CHODÁ–PRAVÁ–BROUŠENÁ

POČET ZUBŮ: 10

PODTOČENO A PODBROUŠENO VAČKOU : KOMBINOVANÁ 7/5,25mm

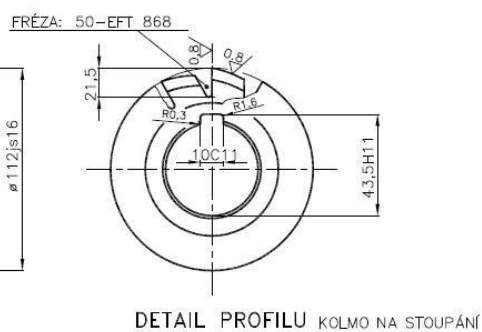
LEVÁ ŠROUBOVICE O STOUPÁNÍ: 180°

NATOČENÍ FRÉZOVACÍHO STOLU: 3° 39' 51"

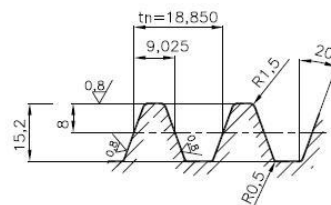
FRÉZA NA ZÁVIT: 86–EFKO 6x20°

ŠABLONA NA POVRCH: 86–EMRY 6x20°–Nk411327

OZNAČENO: HV–EFO 251–6x20°–III–B–43° 39' 51"–SP180°–VANCRON 50



DETAIL PROFILU KOLMO NA STOUPÁNÍ



TRÍDA PŘESNOSTI B
DLE ČSN 222507

KALENO 840...880 HV OBAL: DODÁ VÝPRAVNA

IV	III	II	I	Název–Rozměr	Mat. konečný	Mat. výchozí	Podobař (číslo modelů, číslo výrobky)	Průřez (číslo modelů, číslo výrobky)	Tržba (číslo modelů, číslo výrobky)	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka														
				FRÉZA	VANCRON 50		425510.11	3,77																		
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				
<table border="1"> <tr> <td>Průřez</td> <td>Číslo modelů</td> <td>Číslo výrobky</td> <td>Tržba</td> <td>Číslo výkresu</td> <td>Podíl</td> <td>Poznámka</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka							
Průřez	Číslo modelů	Číslo výrobky	Tržba	Číslo výkresu	Podíl	Poznámka																				



Obr. 8: Pohled na vyrobenou odvalovací frézu

POZN: Předmětem přednášky není detailní analýza celé výrobní etapy nástroje včetně speciálního režimu TZ, který zůstává ve formě know how společnosti PILSEN TOOLS s.r.o., Plzeň.

4. Výsledek řešení

Praktické odzkoušení odvalovací frézy m 6 (ϕ 112, 10 hřebenů, délka 90 mm) bylo na stroji PFAUTER PE1000 ve společ. WIKOV MGI a.s., Hronov, kde dlouhodobě využívají naše řezné nástroje, a tímto patří poděkování p. Gultovi, který provedl celkové objektivní vyhodnocení a porovnání dosahovaných výsledků v závislosti na různé jakosti mat. OF.

POZN: Z důvodu dodaného polotovaru RO-PM bohužel nebyl nástroj rozměrově optimální, čímž by se ještě podstatně zlepšila ekonomika procesu obrábění.



Obr. 9: CNC frezka PFAUTER PE 1000

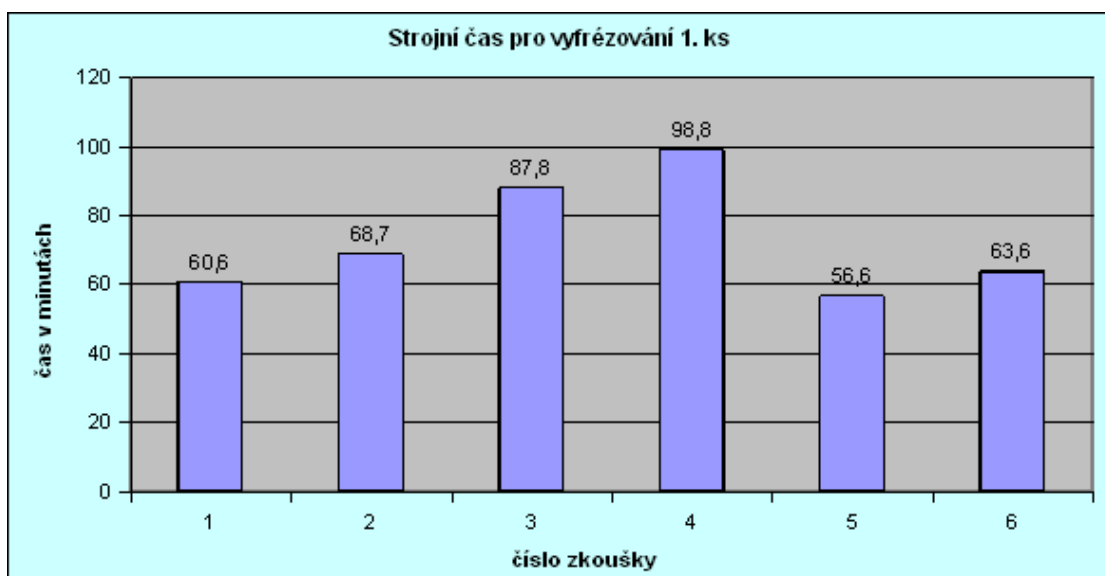
Shrnutí naměřených hodnot a grafické znázornění je na následujících dokumentech:

08-202635	materiál nástroje ASP 2030 + povlak	materiál nástroje ASP 2030 bez povlaku	materiál nástroje HSSE + povlak	materiál nástroje HSSE bez povlaku	materiál nástroje Vancron 50 + povlak	materiál nástroje Vancron 50 bez povlaku
číslo zkoušky	1	2	3	4	5	6
max.tloušťka třísky – a1 (mm)	0,13	0,13	0,12	0,12	0,13	0,13
řezná rychlost – v (m/min)	42	37	35	30	45	40
otáčky nástroje – n (1/min)	119	105	115	101	128	114
posuv – f (mm/ot.)	1	1	0,8	0,8	1	1
strojní čas na 1 ks – ts (min.)	60,6	68,7	87,8	98,8	56,6	63,6
počet nařezovaných kusů – i	16	12	16	8	24	16
otupení na hřbetě – VB (mm)	0,3	0,4	0,5	0,4	0,3	0,3
pořizovací náklady – N	29 250	29 250	15 600	15 600	39 000	39 000
náklady za povlakování za životnost – P	51 000		30 600		51 000	
cena 1. ks/ cena nástroj+povlak	167,18	108,33	160,42	86,66	125	81,25
počet kusů/ životnost nástroje	480	270	288	180	720	480

Tab. 1: Řezné podmínky a efektivnost procesu obrbení ozubení



Graf 1: Závislost pořizovacích nákladů na výkonnosti nástroje pro různé jakosti RO



Graf 2: Vyhodnocení řezivosti nástrojů v závislosti na jakosti RO



Graf 3: Životnost nástrojů v závislosti na jakosti mat. frézy

5. Diskuse

Na konkrétním nástroji – odvalovací fréze $m=6$ byla aplikována poslední vývojová jakost RO-PM, která nejen že umožnila zvýšení řezné rychlosti, trvanlivosti, ale především dokázala svými vlastnostmi nahradit i PVD tenké vrstvy, které jsou velmi častou součástí povrchové úpravy nástrojů. Tímto se podstatně zkrátí výrobní proces, ušetří náklady jak za PVD depozici, tak s tím souvisejícím přeastřováním a následným povlakováním.

V tabulce 1 jsou vyhodnoceny výsledky zkoušek frézovacích nástrojů z materiálu Vancron 50, ASP 2030 a z HSSE (19 852.4). U každé jakosti je uvedena i alternativa, kdy je nástroj PVD depozicí napovlakován (TiAlN_x).

V grafu 1 je znázorněn poměr pořizovacích nákladů nástroje včetně povlakování (pokud je realizováno) vztažený na náklady za vyfrézování ozubení na 1 kusu.

Graf 2 uvádí strojní čas potřebný pro vyfrézování ozubení na 1 kusu.

Graf 3 uvádí počet kusů, které se vyfrézují daným nástrojem po dobu jeho životnosti.

Z těchto grafů vyplývá, že nenapovlakovaný nástroj z materiálu Vancron 50 plně nahradí povlakovaný nástroj z materiálu HSSE a dokonce je i na stejné úrovni jako povlakovaný nástroj z materiálu ASP 2030.

Varianta použití nástroje z materiálu Vancron 50 bez povlaku je nejvýhodnější v nákladech na výrobu jednoho kusu.

6. Závěr

Hodnocení zákazníka (za WIKOV MGI a.s. - p. Gulta):

„použití materiálu VANCRON 50 na OF jednoznačně doporučujeme a navíc výrazně většího úspěchu se může dosáhnout ještě tím, že použijeme delší nástroj s větším ϕ a s vyšším počtem hřebenů“.

7. Poděkování

Autor tohoto příspěvku děkuje za aktivní spolupráci na celém projektu firmám:

- a) WIKOV Hronov a.s. - jmenovitě p. Gultovi;
- b) BÖHLER UDDEHOLM CZ s.r.o. - jmenovitě p. Ing. Žákovi, bez jejichž pomoci by nebylo možné rozsáhlý vývojový úkol úspěšně splnit.

POZN: Tento projekt byl realizován za finanční podpory z prostředků státního rozpočtu prostřednictvím MPO - FT-TA4/082 a MŠMT – E!4261-TECTECH

8. Literatura

O. Sandberg: Advanced nitrogen alloyed steels - properties and application experiences
Uddeholm Tooling AB, SE-683 85 Hagfors, Sweden (firemní výzkumná zpráva)

9. Abstrakt

New Generation of HSS-PM

Kesl Miloslav, Dr. Ing.; Engineering Department; PILSEN TOOLS s.r.o.;

e-mail: kesl@pilsentools.cz

Keywords: powder-metallurgy high-speed steel (PM-HSS); cutting conditions; machinability; cutting life; martensitic transformation

The permanent raising of cutting-tool productivity with synchronous degrading effects of material machinability predicts the importance of achievement of high qualitative requirements on cutting life.

The tool performance is so affected by many various factors such as edge resistance to plastic

deformation, thermal load, microbuilt-up edges...., as well as by abrasive qualities, mechanical properties and inhomogeneity of machined materials or edge hardness.

The leading manufacturers of high alloyed high-speed steels try therefore to develop new metallurgic technologies, to introduce new materials warranting the essential raising of cutting power in comparison with the present quality of HSS. The development in the branche of cutting tools is pointed to increasing of tool-performance, reliability, cutting life and stability of cutting edge including its good grindability. In recent years, the introducing of PM-steels produced by powder metallurgy technology i.e. by crystallisation in inert gas (N_2 , Ar_2) evocates an essential improvement. The cutting tools manufactured by means of powder metallurgy are significantly more tough than conventional high-speed steels, thus the length of cutting edges may be essentially greater. The mentioned technology facilitates simultaneously a richer alloying so that the tool is quite tough by greater hardness (62-65 HRC). The tools have additional advantages: enhanced cutting power – abrasion and wear resistance, possibility to machine assorted qualities and sorts of materials, excellent grindability – surface integrity (due to the fine-grained structure) and therefore to the triple cutting edge life. The up-to-date developing quality of PM-HSS was applicated on the concrete tool - hob $m=6$ and it facilitates not only to increase the cutting speed and the cutting life but also proves by its properties to substitute the thin PVD coatings, frequently used for the surface finish of tools. In this manner, the process of manufacture is essentially cut down, costs are saved both for PVD deposition and for related resharpening and subsequent coating of tools.

