

## Výhody vyvrtávání

Zhotovit přesný otvor bez použití vyvrtávací hlavy lze pomocí vrtáků, výhružníků a výstružníků. Potíž je v tom, že každý z těchto nástrojů vyvrtá jen jediný rozměr a pro jiné průměry otvorů se musí kupovat další a další nástroje. Tyto nástroje mají dva a více břitů, což může způsobit nepřesnou kruhovitost otvoru a vybočení nástroje z osy otvoru.

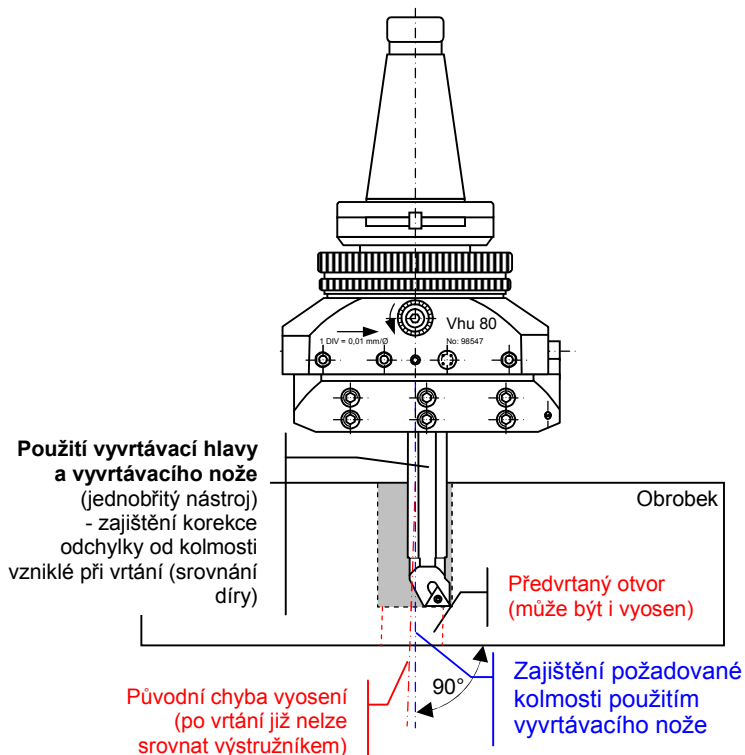
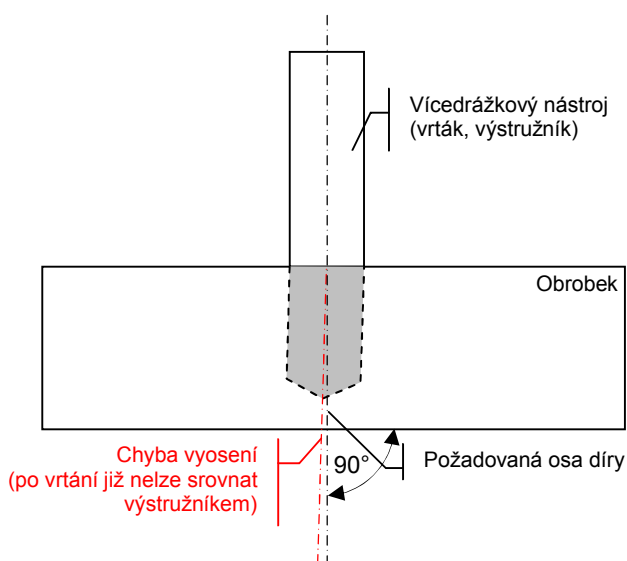
Při použití vyvrtávací hlavy lze jedním nožem vyvrtávat otvory v celém rozsahu průměrů. Další výhodou vyvrtávání spočívá ve schopnosti vytvořit dokonale kruhovitou díru rotací jediného břitu vyvrtávacího nože kolem osy vřetena obráběcího stroje.

## Zásady pro dosažení optimální kvality vyvrtávání vyvrtávací hlavou

1. Ostrost břitu vyvrtávacího nože je rozhodující pro dosažení přesnosti rozměru a jakosti povrchu vyvrtávaného otvoru.
2. S ohledem na hloubku vyvrtávání se snažit o minimální vyložení vyvrtávacího nože, aby se maximalizovala jeho tuhost. (Max. délka vyložení  $4,5 \times \varnothing$  nože D, viz. níže).
3. Při vyvrtávání používat jen strojní posuv.
4. Počítat s odtlačení břitu hodně vyloženo vyvrtávacího nože u hlubokého otvoru. Materiál bude odebrán při konečném řezu, aniž by musel být dodatečně nastaven rozměr.
5. Vyhněte se reverzaci nebo zastavení otáček uprostřed řezu. Mohlo by to způsobit vylomení břitu vyvrtávacího nože.
6. Pro lepší kvalitu povrchu vyvrtávaného otvoru by se během vyjíždění nástroje z otvoru měla vyvrtávací hlava otáčet.
7. Vyhněte se naražení na dno u slepé díry.
8. Špička břitu vyvrtávacího nože musí být v ose díry.

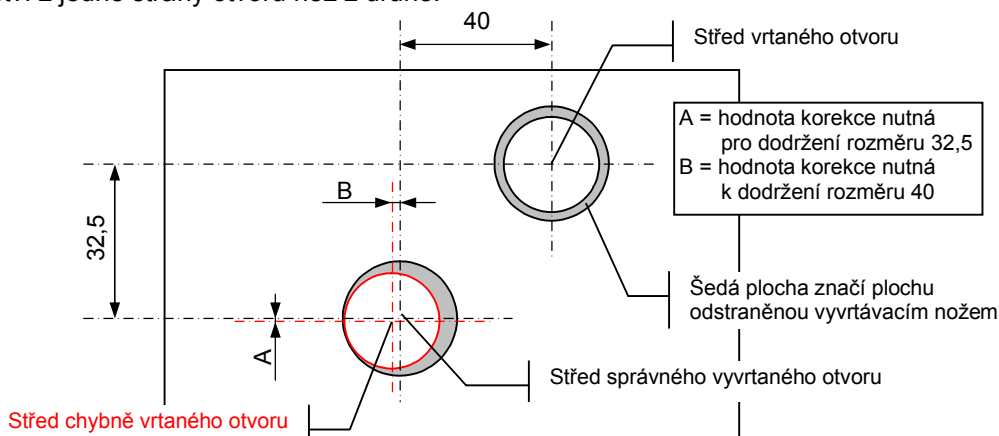
## Vybočení vrtáku

Vybočení vrtáku může být výsledkem špatně upnutého vícebřitého nástroje nebo může nastat, když se jeden z břitů otupí. Když je břit tupý, je na něho vyvíjen větší řezný odpor. Tato síla nástroj unáší ve směru ostřejšího břitu. Ani výstružník nemůže toto vybočení napravit, neboť má tendenci kopírovat původní otvor. Odchylka může být napravena pouze jednobřitovým nástrojem – vyvrtávacím nožem, používaným právě u vyvrtávacích hlav.



## Oprava polohy otvoru

Jedna z velkých výhod užívání vyvrtávacích hlav s jednobřítým nástrojem je jejich schopnost opravit správnou polohu otvoru nebo několika otvorů. Je to možné díky tomu, že jednobřítý nástroj může odebrat větší množství z jedné strany otvoru než z druhé.



Na obrázku je vidět, že původní vyvrtaný otvor je mimo toleranci. Jinými slovy středová vzdálenost mezi otvory není správná (Odchyly A a B). Jednoduchým přenastavením do správné středové vzdálenosti může být otvor upraven vyvrtáváním do své správné polohy. Nicméně tato operace může být úspěšná pouze tehdy, pokud je dostatečně velký přídavek na vyvrtávání.

## Vyvrtávací nože

Základní faktory, které musíme zvažovat pro úspěšné vyvrtávání, jsou:

1. Vyložení nástroje
2. Geometrie břitu vyvrtávacího nože
3. Řezné podmínky
4. Odvádění třísek
5. Chlazení

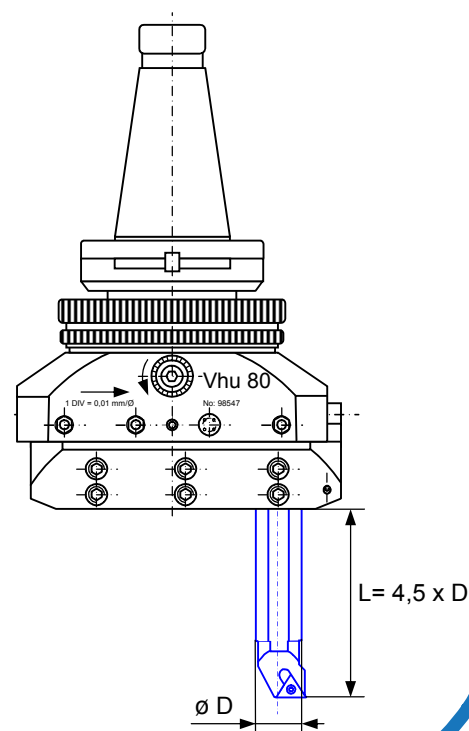
Vezměme si tyto faktory jeden po druhém a podívejme se jak s nimi můžeme pracovat.

### Vyložení nástroje

Vyložení nástroje rozumíme délkou vyvrtávacího nože nebo vyvrtávací tyče vyčnívající ze saní vyvrtávací hlavy. Význam má poměr vyčnívající délky k průměru vyvrtávacího nože. Tento poměr je velmi důležitým faktorem pro vyvrtávání. Radiální složka řezné síly působící na vyvrtávací nůž způsobuje odtlačení břitu. Odolnost vyvrtávacího nože proti této síle - tuhost se snižuje se vzrůstající délkou. Pro každou délku rovnající se průměru vyvrtávacího nože, o kterou je vyvrtávací nůž více vyložení, klesá jeho tuhost přibližně osmkrát. Právě toto je důvod, proč se musí dbát na to, aby vyložení vyvrtávacího nože bylo skutečně minimální. Navíc je velice užitečné tuto podmínku splnit i pro upnutí obrobku.

Vyvrtávací nože jsou navrženy přibližně v poměru 4,5:1. Toto je považováno za praxeschopný poměr, který by měl zajistit dosažení optimálních vyvrtávacích výsledků. Při práci s vyvrtávací hlavou z hlediska tuhosti doporučujeme:

1. Použít co největší velikost upínacího kuželu vyvrtávací hlavy s ohledem na vřetenou obráběcího stroje .
2. Udržovat vyložení nástroje na minimu a používat největší vyvrtávací nůž vhodný pro daný průměr vyvrtávaného otvoru.



## Geometrie nástroje

Geometrie nástroje musí být brána jako jeden z nejdůležitějších aspektů ovlivňujících vyvrtávání. Obrysové rozměry a úhly jsou pro vyvrtávací nářadí důležitější než pro soustružnické nože. Pokud používáme vyvrtávací nože z rychlořezné oceli, měli bychom dodržovat úhly doporučené výrobcí. Hodnoty těchto úhlů lze získat z tabulek publikovaných většinou výrobců obráběcích nožů.

Při používání vyměnitelných břitových destiček (VBD) ze slinutého karbidu je geometrie břitu dána. Výrobci VBD rozdělují různé tvary a materiály dle charakteru vyvrtávání, tj. dle jakosti obráběného materiálu a zda-li se jedná o hrubování nebo dokončování

Geometrie nástroje v bodu řezu je stejně důležitá při používání vyvrtávacích nožů z rychlořezné oceli i z tvrdokovu. S tvrdokovovými nástroji můžeme samozřejmě podstatně zvýšit řeznou rychlost. Nářadí vyrobené ze slinutého karbidu má navíc výhodu v tuhosti (třikrát větší než ocel). Toto je nejdůležitější v případech, kdy vyvrtávací nůž narazí na dno otvoru nebo když dojde k nežádoucímu odtlačování břitu. Větší péči ale musíme při použití slinutého karbidu věnovat tomu, aby se břit naprázdno netřel o povrch vyvrtávaného otvoru. Toto odírání může být pro břit nástroje mnohem škodlivější než vlastní obrábění. Aby k tomu nedocházelo, je třeba dodržovat dvě pravidla:

1. Po dokončení řezu vždy vyjet nástrojem mimo otvor
2. Z otvoru vyjždět vždy tak, aby se břit vyvrtávacího nože nedotýkal obrobeného povrchu

Dalším důležitějším úhlem geometrie nástroje je úhel nastavení hlavního ostří. Tři možnosti tohoto úhlu:

1. pozitivní
2. nulový
3. negativní

Pozitivní nebo nulové úhly jsou používány při vyvrtávání do dna, zatímco negativní se používají pouze pro vyvrtávání průchozího otvoru. Ačkoliv negativní úhel způsobí větší řezný odpor v místě řezu, dosáhne se s ním lepších výsledků a větší životnosti nástroje.

## Otáčky a posuv

Vzhledem k důležitosti eliminování chvění musíme zvolit vhodné řezné podmínky:

1. Obvodová rychlost v metrech za minutu nebo otáčky za minutu
2. Posuv za otáčku nebo milimetry za otáčku
3. Hloubka řezu v milimetrech

## Odvádění třísek

Odvádění třísek je také významným faktorem při vyvrtávání, obzvláště pokud jde o slepé otvory. Tento problém se v podstatě nedá úplně vyeliminovat a jsme nuceni se uchýlit ke kompromisu. Když si vzpomeneme na předešlé pravidlo, že musíme použít co největší vyvrtávací nůž nebo tyč, neměl by se otvor ucpat tak, aby překážel odvodu třísek. Díky volnému prostoru je dosaženo lepšího toku chladicí kapaliny. Vyvrtávání skrz představuje v tomto směru o něco lepší podmínky i v případě použití většího průměru tyče.

## Chlazení

Problém chlazení je velice úzce spjat s odváděním třísek. Rozdíl je v tom, že chladicí kapalinu se snažíme dostat dovnitř a třísky ven.

Pokud je to možné, je ideálním řešením zaplnit otvor chladicí kapalinou. Toto značně snižuje teplotu v bodu řezu a současně napomáhá odstraňovat třísky z otvoru.

Chlazení by mělo být použito vždy, kdykoli to materiál nebo obráběcí stroj umožňuje.