



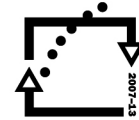
evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Projekt: Inovace oboru Mechatronik pro Zlínský kraj Registrační číslo:  
CZ.1.07/1.1.08/03.0009

### Nekonvenční metody obrábění

U těchto se nepoužívá standardní řezný nástroj, k úběru materiálu dochází účinky tepelnými, chemickými nebo abrazivními, případně jejich kombinací.

Používáme tam, kde by klasický způsob obrábění byl obtížný nebo nemožný, můžeme obrábět součásti s vysokou pevností, tvrdostí a tvarově velmi složité díly.

#### Charakteristika nekonvenčních technologií:

- rychlost a výkonnost nezávisí na mechanických vlastnostech obráběného materiálu
- materiál nástroje nemusí být tvrdší a pevnější než obráběný materiál
- možnost obrábění složitých tvarů
- možnost zavedení plné automatizace
- možnost zvýšení technologičnosti konstrukce, sériovosti výroby a snížení pracnosti výroby
- současně s výrobou dochází někdy k cílené změně vlastností povrchové vrstvy (odolnost proti korozi, pevnosti apod.)

#### Podle převládajících účinků oddělování materiálů se dělí na:

##### a) Oddělování materiálu tepelným účinkem:

- Elektroerozivní metody obrábění ( Elektro Discharge Machining – EDM )
- Obrábění paprskem plasmy ( Plasma Beam Machining – PBM )
- Obrábění paprskem laseru ( Laser Beam Machining – LBM )

##### b) Oddělování materiálu elektrochemickým nebo chemickým účinkem:

- Elektrochemické obrábění ( Elektro Chemical Machining – ECM )
- Chemické obrábění ( Chemical Machining – CM, CHM )

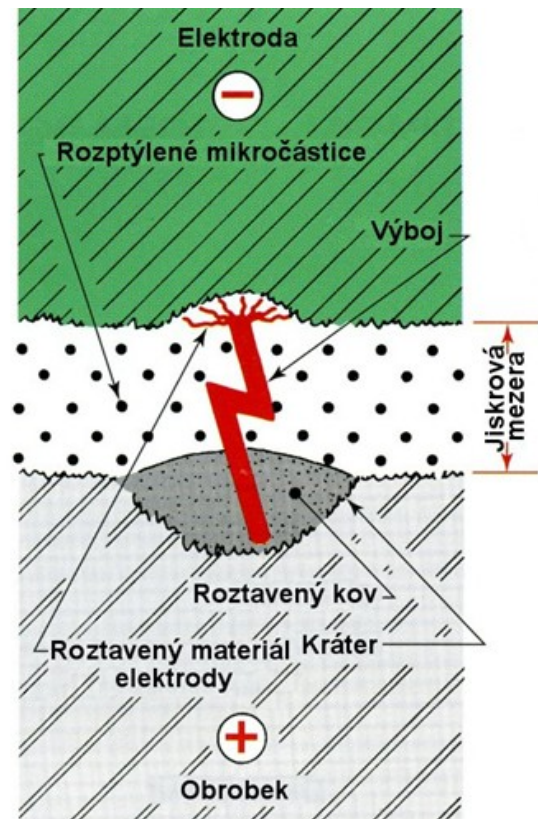
##### c) Oddělování materiálu mechanickým účinkem:

- Ultrazvukové obrábění ( Ultrasonic Machining – USM )
- Obrábění paprskem vody ( Water Jet Machining – WJM, Abrasive Water Jet Machining – AWJM)

Pro tyto technologie se používají CNC řízené stroje, které výrazně rozšiřují možnosti aplikace

## Elektroerozivní metody obrábění ( Elektro Discharge Machining – EDM )

Zahrnuje řadu metod, jejímž charakteristickým znakem je, že úběr materiálu je vyvolán periodicky se opakujícími elektrickými výboji mezi nástrojem a obrobkem. Z obráběného materiálu jsou tavením a odpařováním oddělovány velmi malé částice, které jsou odplavovány dielektrickou kapalinou. Jedná se tedy o elektrickou erozi, jev založený na odebírání částic povrchových vrstev materiálů účinkem tepelného a tlakového působení elektrických výbojů.



### 1) elektrojiskrové hloubení

Jedná se o základní metodu elektroerozivního obrábění. Vytváří se tak zejména vnitřní plocha složitých tvarů, zápusťek, sřížných nástrojů apod. Jednu elektrodu tvoří nástroj, který je negativně obráběné plochy, druhou tvoří obrobek.

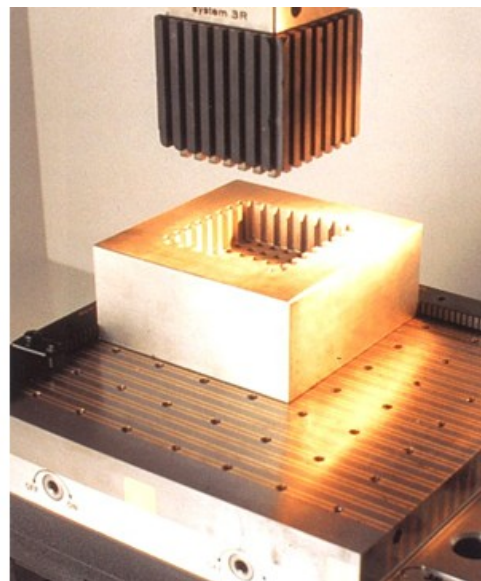
#### Materiál nástroje – měď, mosaz, grafit

##### Výhody:

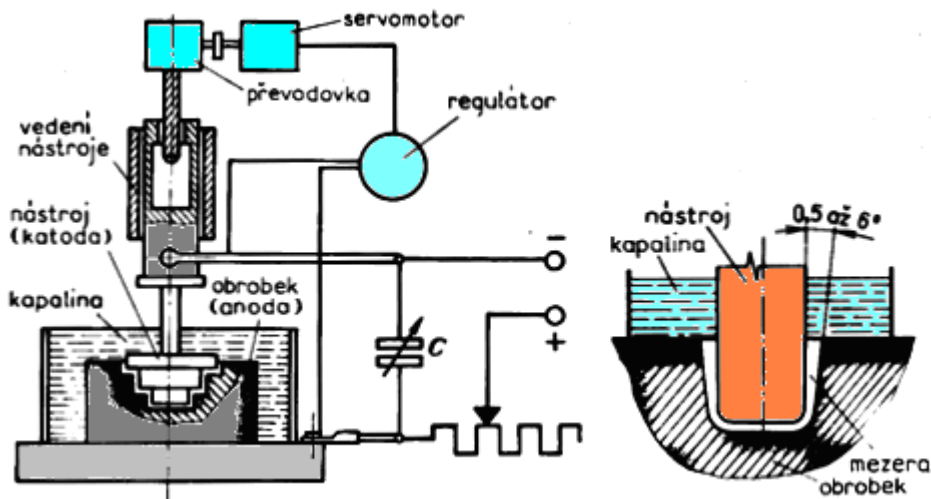
- možnost obrábění vodivých materiálů bez ohledu na jejich mechanické vlastnosti
- na obrobek nepůsobí žádné mechanické zatížení
- jednoduchá výroba nástrojových elektrod
- na hranách obrobků nezůstávají ořepy
- automatizace výrobního procesu

##### Nevýhody:

- nutnost ponoření obrobku do kapaliny v průběhu obrábění
- materiál je vystaven teplotnímu namáhání, čímž mohou vzniknout trhliny

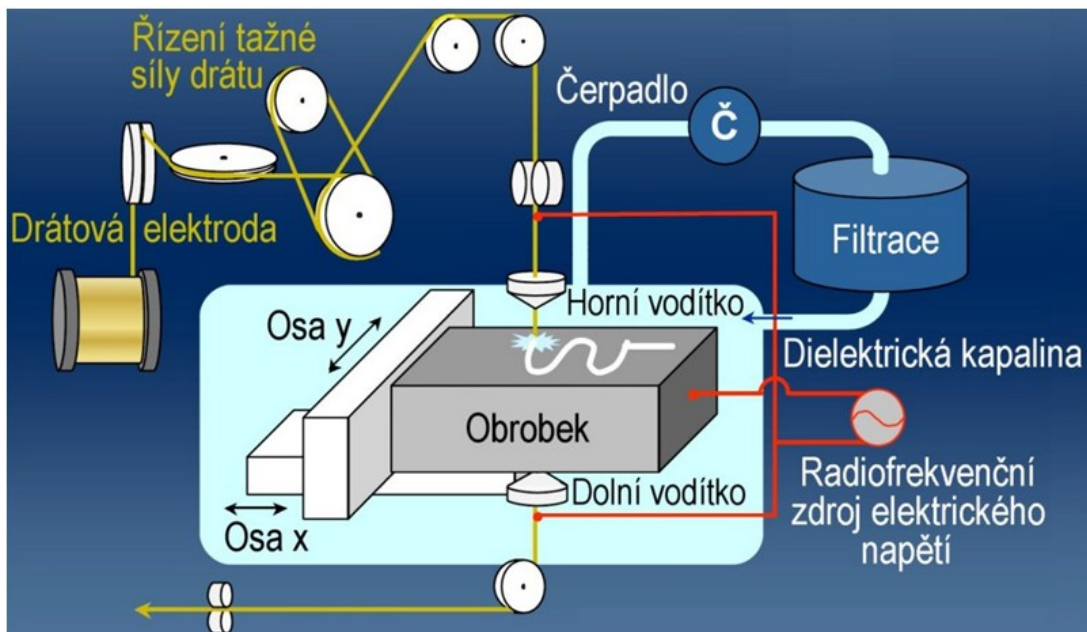


<http://www.youtube.com/watch?v=k646HE6MxE4>



## 2) elektrojiskrové řezání

Tato metoda se vyznačuje minimální šířkou řezu a uplatňuje se při výrobě střížných a lisovacích nástrojů. Elektrodou je tenký drát, který se průběžně odvíjí z cívky a přes vodící zařízení prochází místem řezu. Drát je napínán konstantní silou a prostor mezi obrobkem a drátem je zaplněn dielektrickou kapalinou. Elektrody jsou vyráběny mědi a jejich slitin, molybdenu, případně povlakované dráty obsahující vysoké procento zinku.



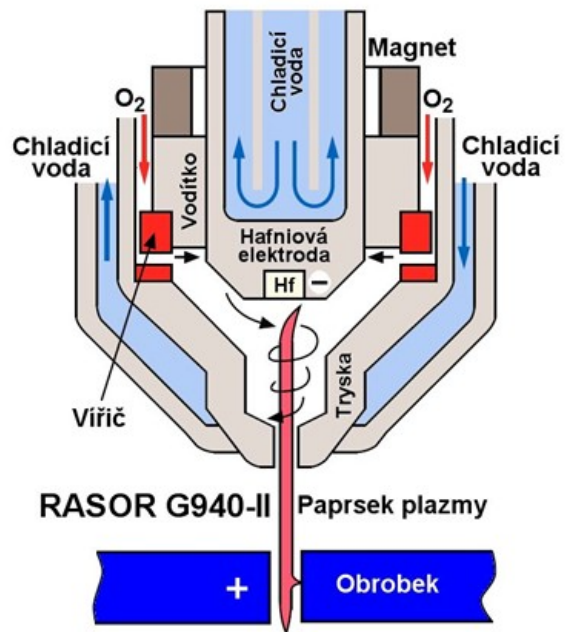
<http://www.youtube.com/watch?v=NG6etxpp7HY&NR=1&feature=endscreen>

## Obrábění paprskem plasmy ( Plasma Beam Machining – PBM )

Při tomto způsobu obrábění je materiál odtavován, odpařován a rozprašován paprskem plasmy, která vystupuje z hořáku vysokou rychlostí. Plasma je vodivý stav plynu, který obsahuje směs volných elektronů a má vysokou teplotu – až 30 000°C.

<http://www.youtube.com/watch?v=5lGccDr5E14>

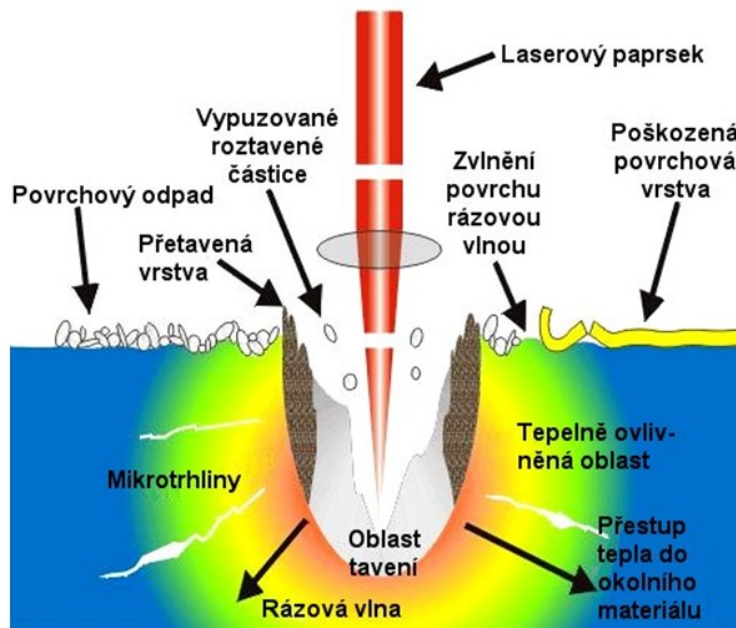
Proces obrábění je tak intenzivní, že se částice obráběného materiálu odtavují velmi rychle a tepelně ovlivněná vrstva nepřesáhne 1 mm. Vzhledem k velké rychlosti odpovídá přesnost hrubovacím operacím.



<http://www.youtube.com/watch?v=mJJydOxHwZU&feature=related>

### Obrábění paprskem laseru ( Laser Beam Machining – LBM )

Při obrábění dochází k úběru materiálu účinkem silného paprsku monochromatického světla na velmi malou plochu. Působením laserového paprsku dochází k místnímu ohřevu na velmi vysokou teplotu až 10 000°C, která způsobí jeho roztavení. Mohou se obrábět různé materiály od dřeva přes plasty až po těžkoobrobitelné materiály. Výhodou je vysoká přesnost a úzké řezy.



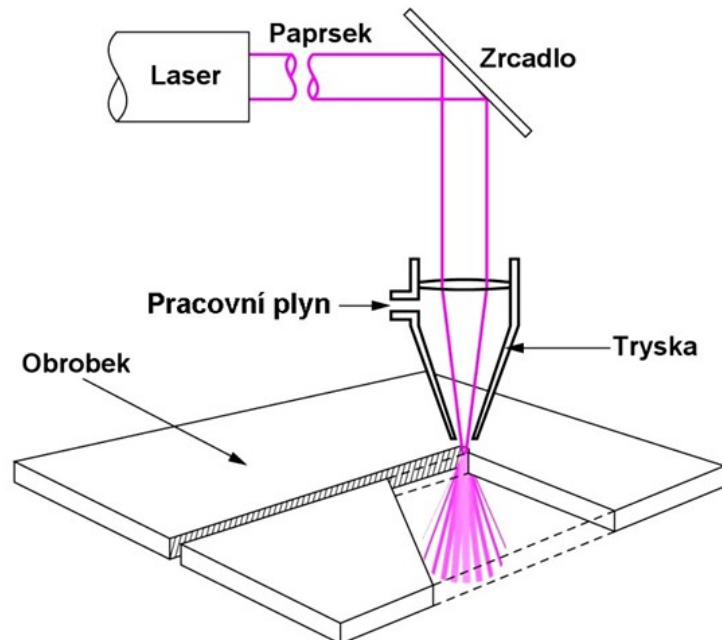


Laserové světlo vzniká v prostředí elektromagnetického záření. Princip je založen na vysoké koncentraci elektromagnetického záření viditelného světla na malou plochu obrobku, čímž se přemění na tepelnou energii přesahující teplotu tavení obráběného materiálu, který se v místě dopadu roztaví a vypaří.

Zdrojem záření jsou lasery, jejichž paprsky se přes optickou čočku soustřeďují na malou plochu, čímž se zvýší teplota, která způsobí vypaření kovu.

#### Použití:

- úběr materiálu ( řezání, obrábění, popisování, rytí )
- pájení a svařování
- tepelné zpracování ( kalení, žíhání, povlakování )
- nové procey ( barvení, dělení skla a keramiky, tažení atd.)



<http://www.youtube.com/watch?v=gHjGfwf3Aeg&feature=related>  
<http://www.youtube.com/watch?v=e9BvPeAmuvc&feature=related>

#### Elektrochemické obrábění ( Elektro Chemical Machining – ECM )

Je to řízený proces oddělování materiálu prostřednictvím anodického rozpouštění v elektrolytu, který proudí mezerou mezi elektrodami. Vyrábí se takto tvarově složité součásti ( zápusky, lisovací formy apod.) Nástroj má tvar negativu vyráběné součásti.

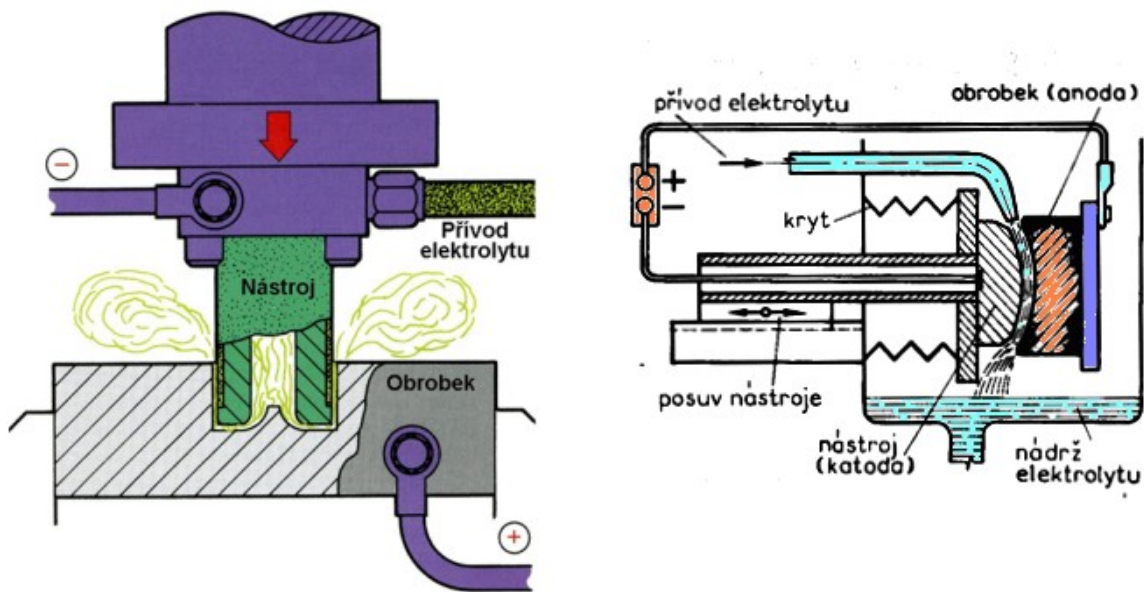
#### Základní způsoby:

- a) v proudícím elektrolytu
- b) rotující elektrodou

#### a) proudícím elektrolytem

- používá se převážně pro tvarové obrábění
- pracovní elektroda je katoda, anodu
- k obrábění je využito vysoké hustoty proudu
- k odstranění pasivní vrstvy používáme elektrolyt proudící mezi elektrodami
- při obrábění se součástka nezahřívá ( jen 100°C ), nevzniká nebezpečí změny struktury obráběného materiálu

<http://www.youtube.com/watch?v=oxJf5B2LnFY&feature=related>

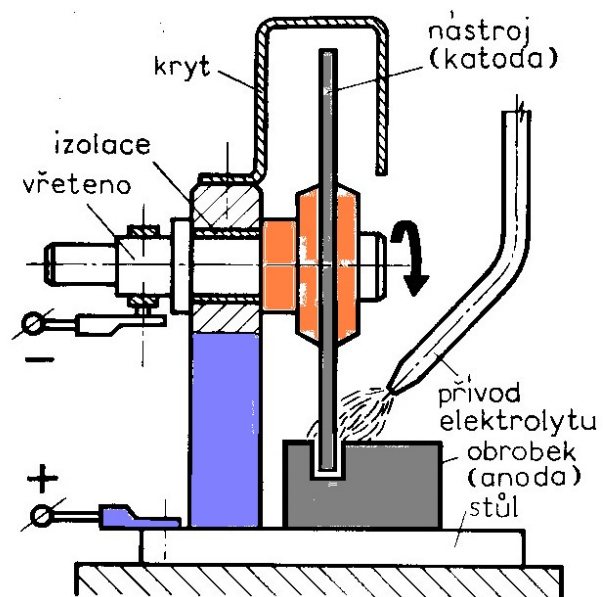


## b) otáčející se elektrodou

Pasivní vrstva z obrobku ( anody ) se soustavně odstraňuje otáčejícím se nástrojem ( diamantový brusný kotouč ), mezi nějž se přivádí proud elektrolytu s rozptýlenými brusivem

### Použití:

- broušení nástrojů břitovými destičkami ze SK
- dělení tvrdých materiálů



## Chemické obrábění ( Chemical Machining – CM, CHM )

Podstatou je řízené odleptávání vrstev materiálu a tloušťce od několika setin mm do několika mm z povrchu obrobku. Je založeno na chemické reakci obráběného povrchu s pracovním prostředím. Místa, která nemají být obráběna jsou chráněna speciálním povlakem.

V praxi se uplatňují dvě metody:

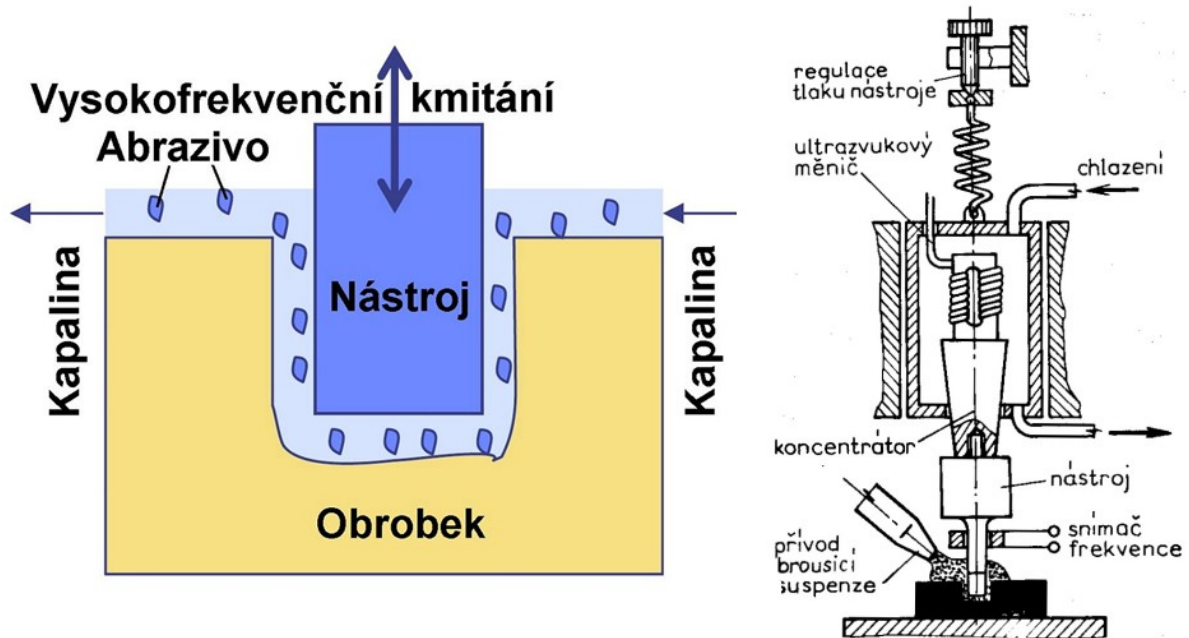
- chemické prostřihování – umožňuje zhotovovat tenké a složité výlisky z tenkého plechu nebo fólie bez ořepů
- chemické rozměrové leptání – je označováno jako chemické frézování, tvar se přenáší pomocí šablon

<http://www.youtube.com/watch?v=jmVwu26i-Sk>

## Ultrazvukové obrábění ( Ultrasonic Machining – USM )

Je to způsob používaný pro obrábění tvrdých a křehkých materiálů a materiálů elektricky nevodivých.

Úběr materiálů vzniká abrazivním účinkem brusiva, které se přivádí ve formě suspenze mezi ultrazvukem rozkmitaný nástroj a obráběný materiál.



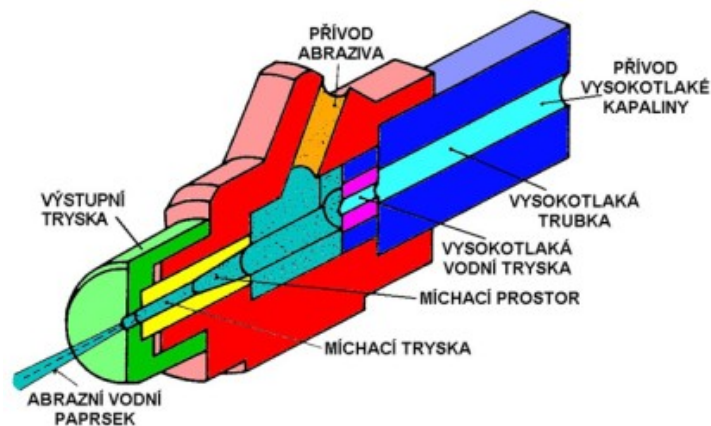
Tlakem kmitajícího nástroje jsou zrna brusiva vtlačována do materiálu, kde odebírají jeho drobné částice. Druh brusiva volíme dle druhu obrobku. Pro měkčí materiály karbid křemíku, tvrdší karbid boru.

Nevýhodou je, že abrazivní účinek zrn působí nejen na obrobek, ale i na nástroj.

<http://www.youtube.com/watch?v=9rp9btDJtM&feature=related>

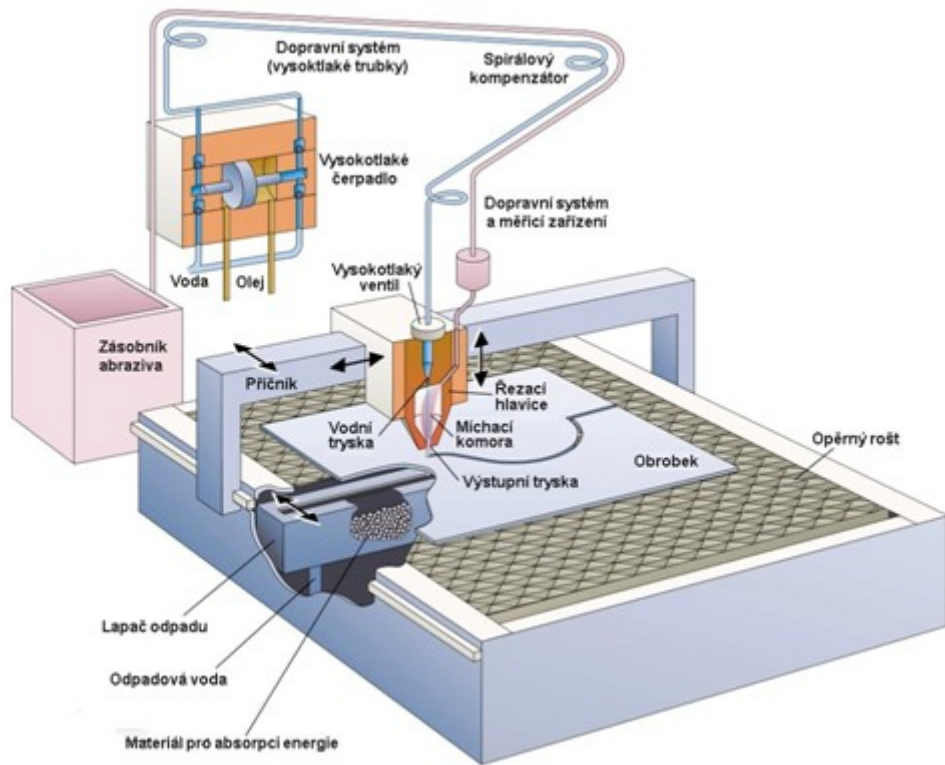
## Obrábění paprskem vody ( Water Jet Machining – WJM, Abrasive Water Jet Machining – AWJM)

Využívá k oddělování materiálu kinetickou energii vysokotlakého a vysokorychlostního vodního proudění – rychlost 600 – 900 m/s, kombinovanou s kinetickou energií abrazivních částic.



K úběru materiálu dochází erozivním procesem v důsledku působení řezného média (částic), usměrněného do úzkého paprsku, který prochází přes trysku do obrobku

Kapalina stlačená na několik set MPa prochází tryskou a dopadá na dělený materiál. Můžeme dělit materiál o síle až 150 mm



<http://www.youtube.com/watch?v=szkUpaO3R0I>

[http://www.youtube.com/watch?v=ljV\\_DZhyK2U&feature=related](http://www.youtube.com/watch?v=ljV_DZhyK2U&feature=related)