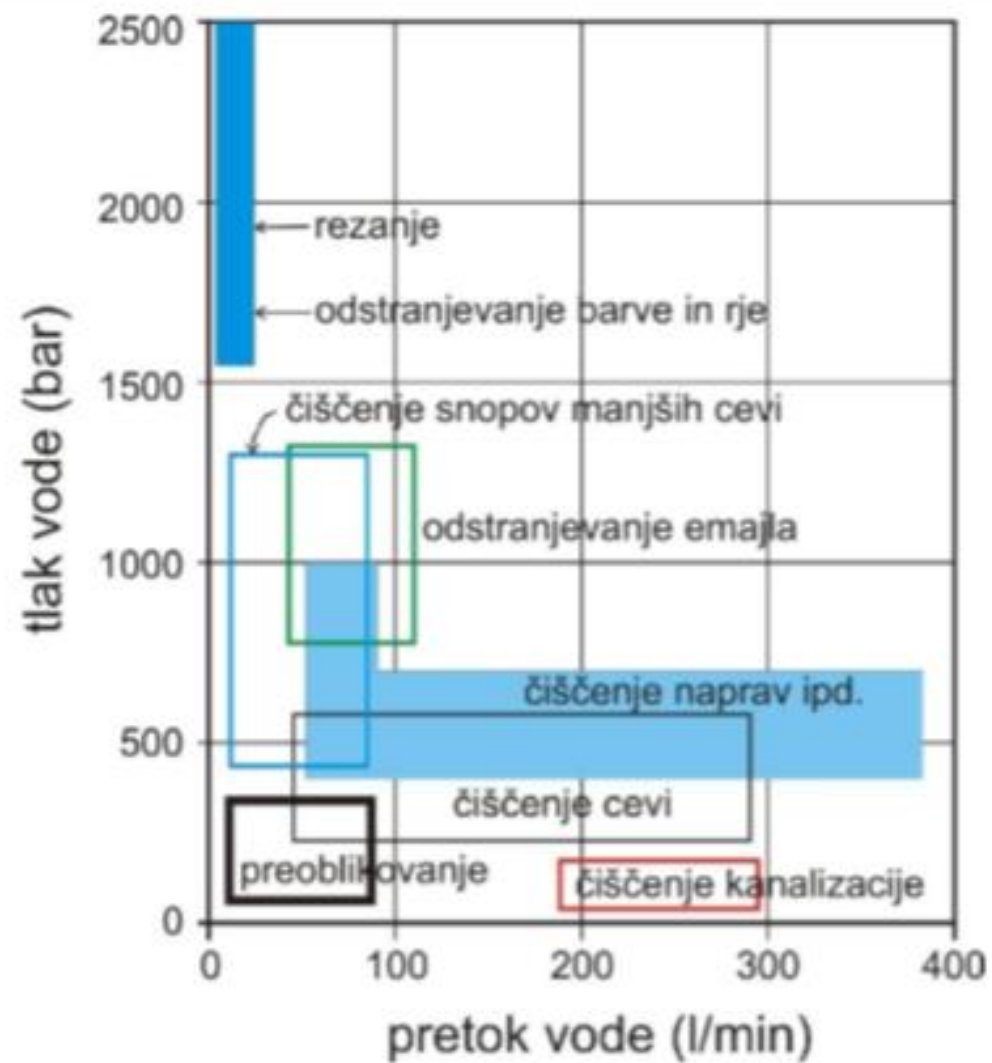




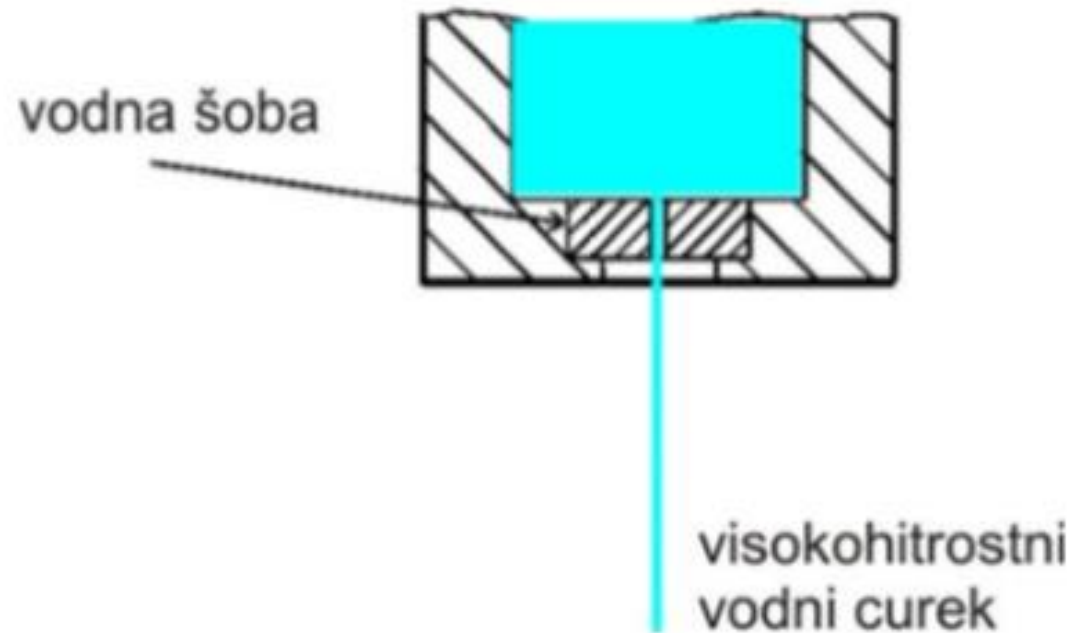
Moč vode



Področja uporabe različnih tlakov in pretokov

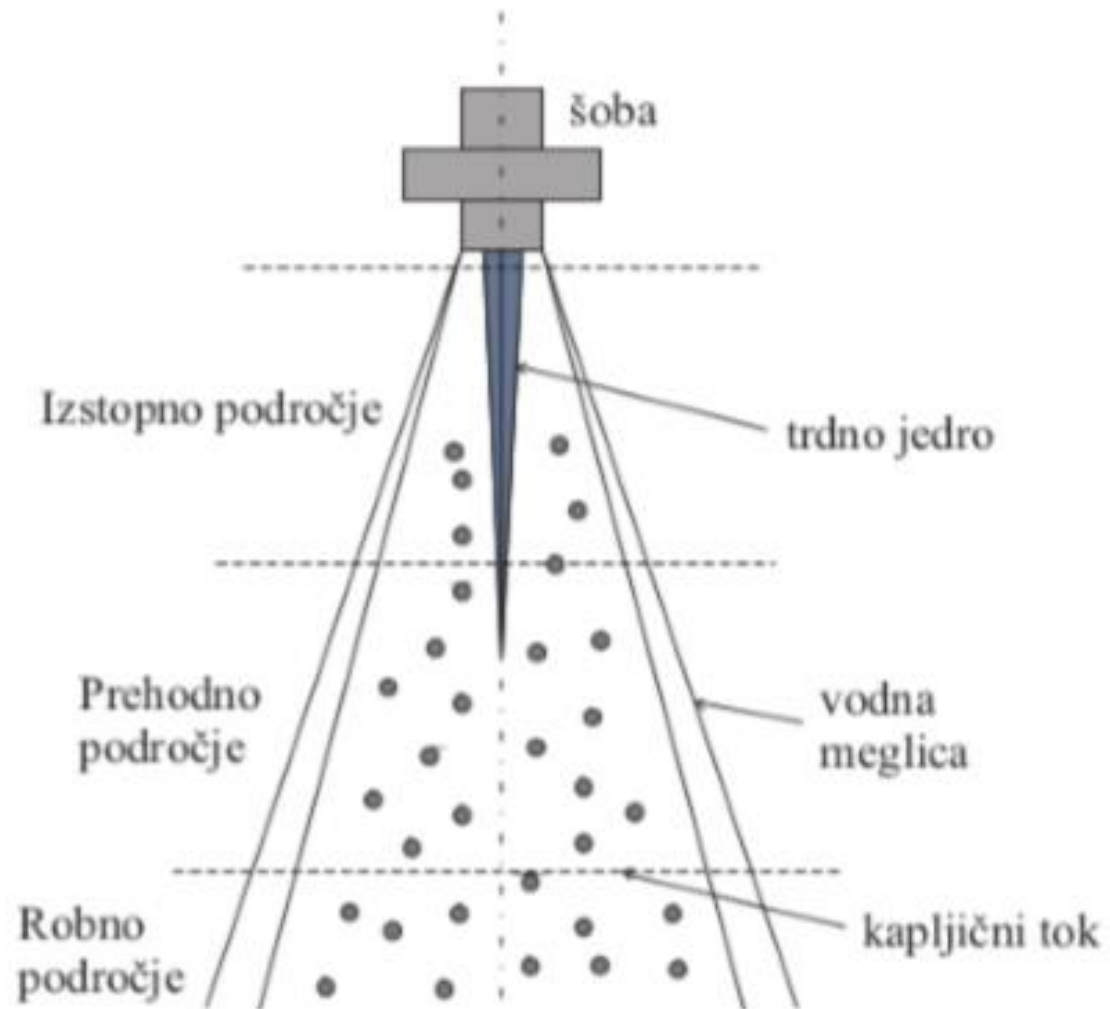


Oblikovanje vodnega curka



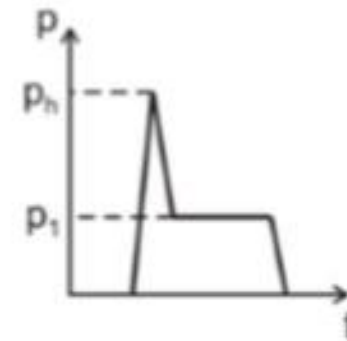
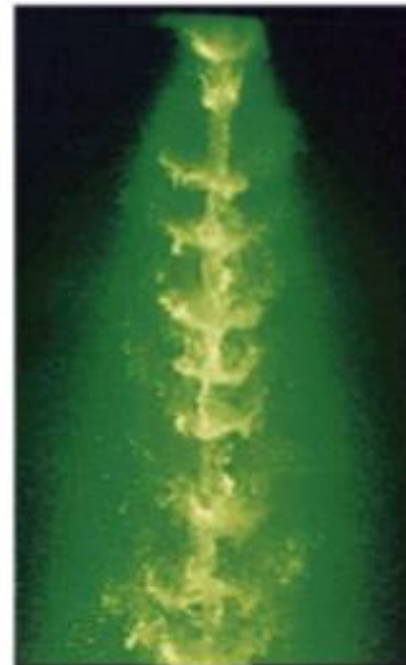
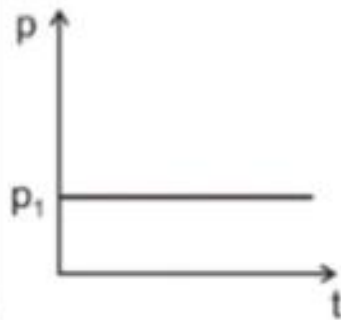
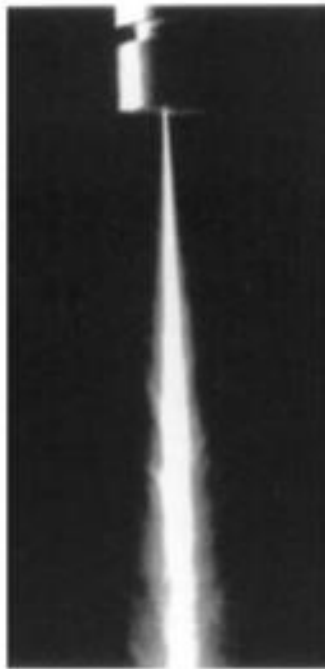
$$p_1 + \frac{1}{2}\rho_1 \cdot v_1^2 + \rho_1 \cdot g \cdot z_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho_2 \cdot v_2^2 + \rho_2 \cdot g \cdot z_2$$

Struktura vodnega curka

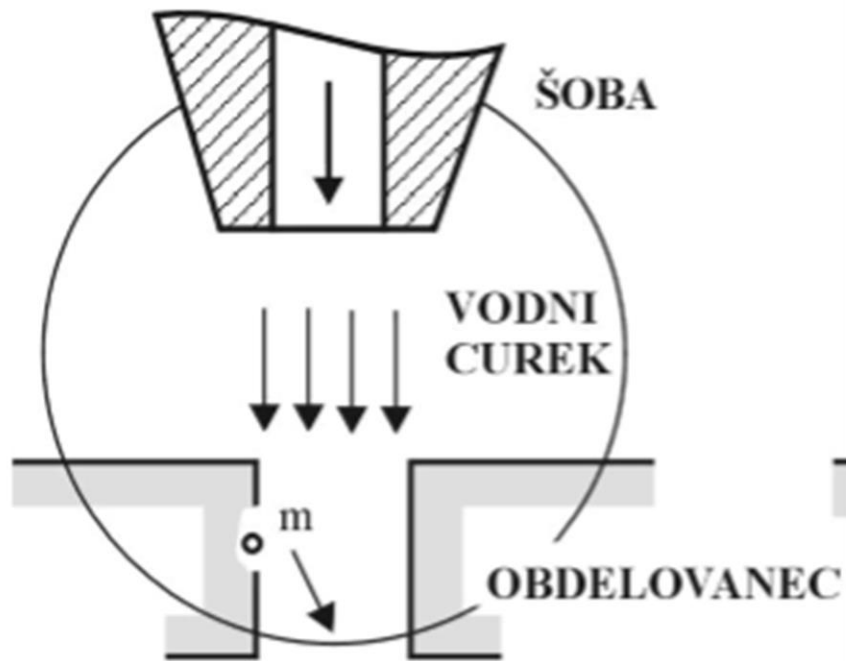


Kontinuiran ali pulzni curek

- Kontinuirani curki so bolj natančni, medtem ko imajo pulzni curki večjo udarno moč.
- Izkoriščamo t.i. učinek vodnega kladiiva.



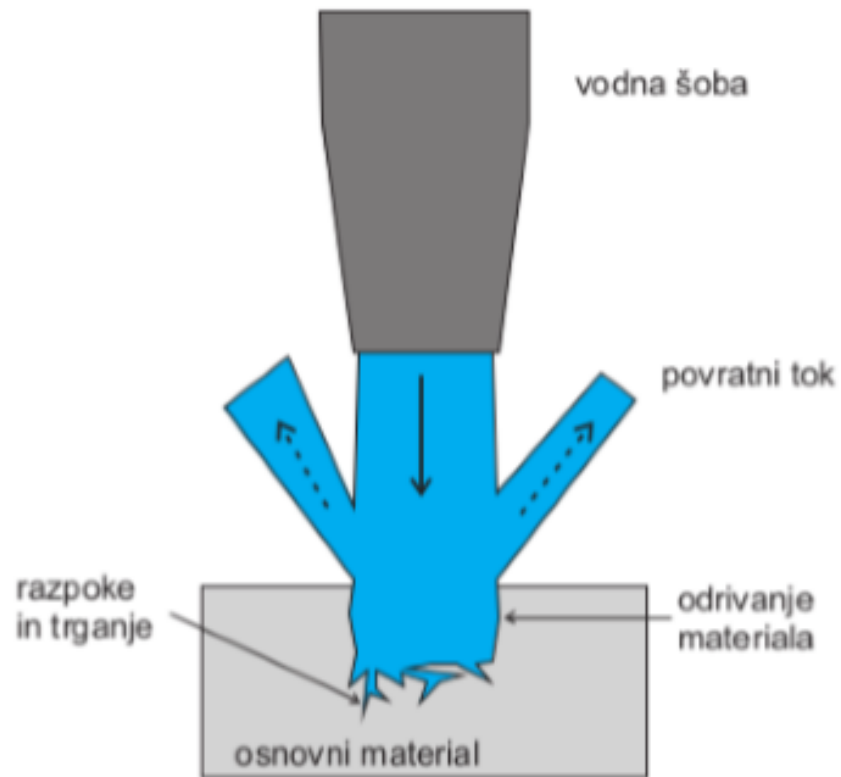
1. Obdelava z vodnim curkom (AVC) – water jet machining (WJM)



OBDELAVA Z VODNIM
CURKOM (WJM)

stik: Tekoče → trdno

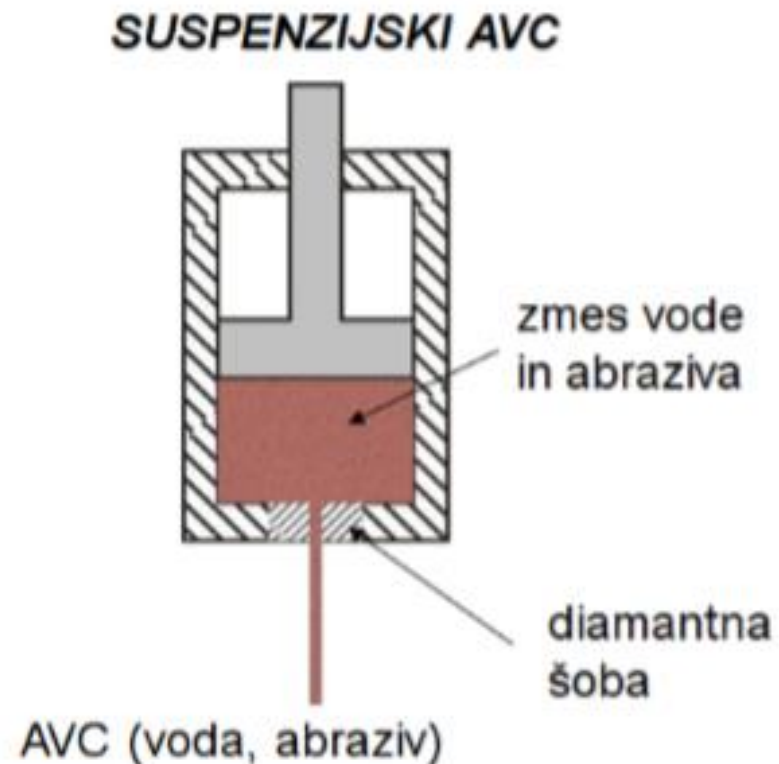
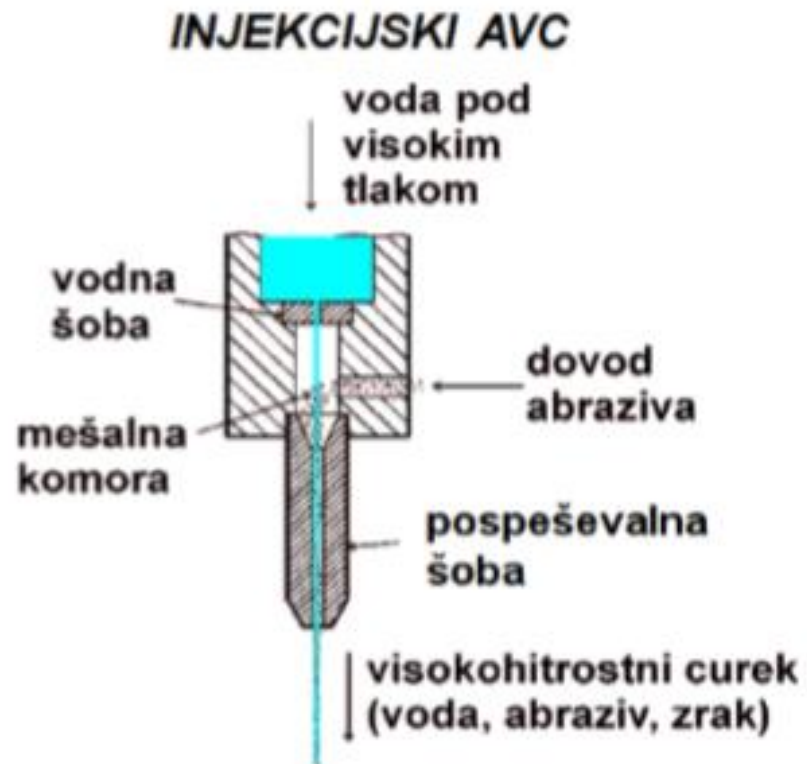
Princip odnašanja z vodnim curkom



- Odnašanje je omejeno na materiale, ki imajo razpoke, in na mehkejše materiale.
- Poškodbe na materialu nastanejo zaradi:
 - plastične deformacije oz. izrivanja materiala,
 - penetracije vode v razpoke → širjenje razpok,
 - trganja.
- Vrste obdelav:
 - Rezanje
 - Fragmentacija

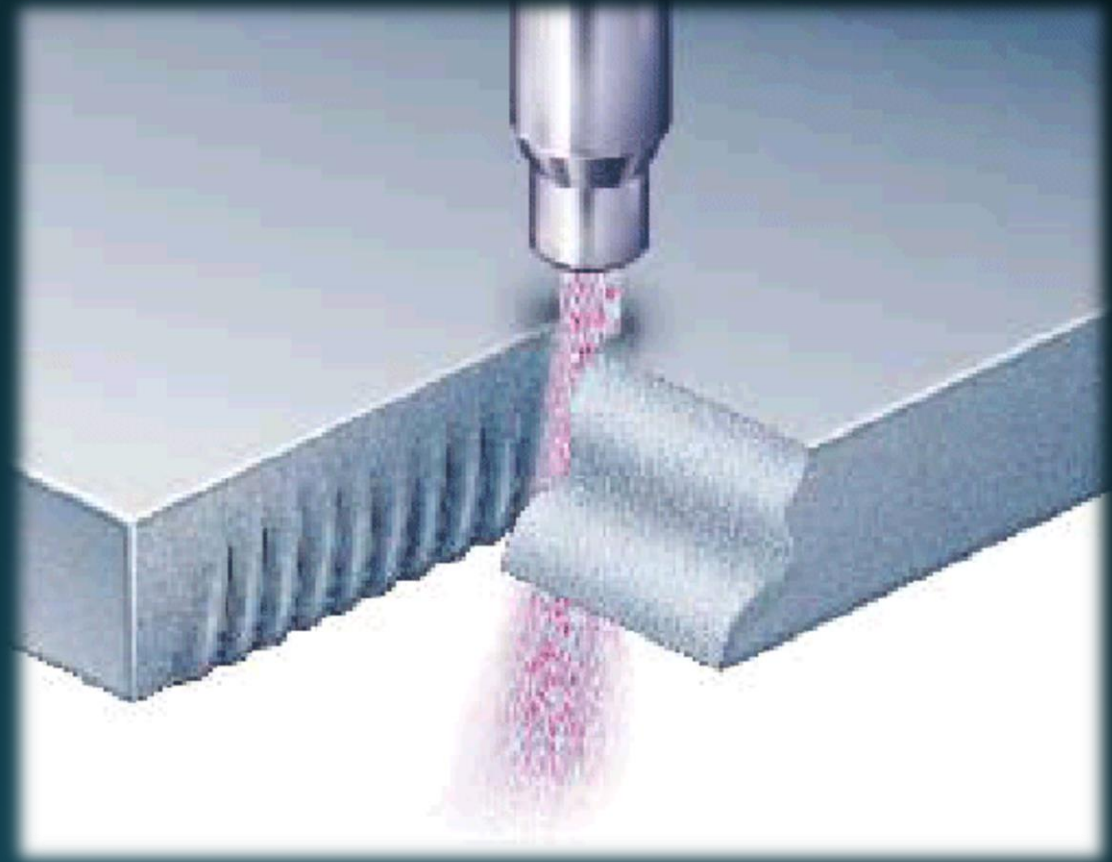
Nastanek abrazivnega vodnega curka

- Suspenzija – zmes tekočine in trdnih delcev
- Tipični premeri curkov: 0.5 - 1.2 mm – odvisno od velikosti abrazivnih zrn



2. Odnášanje materiala z abrazivnim vodnim curkom

- Visoko hitrostni vodni curek pomešan z abrazivom odnaša material
- razrezujemo lahko tako krhke, kot tudi žilave materiale
- rezanje z AVC **ne povzroča toplotno prizadete cone**
- značilna tekstura **in koničnost reza** sta posledici dinamike procesa in omejujeta uporabnost

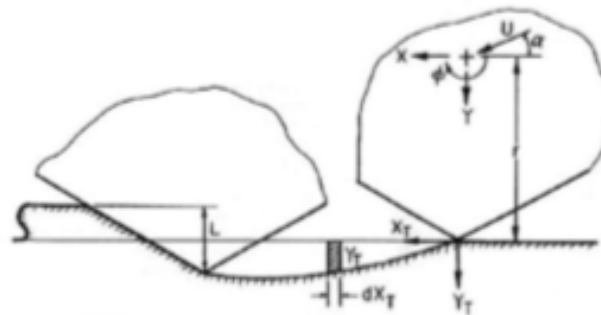
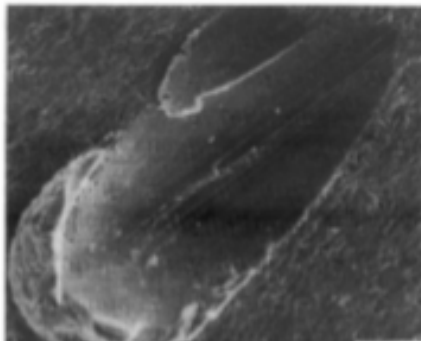
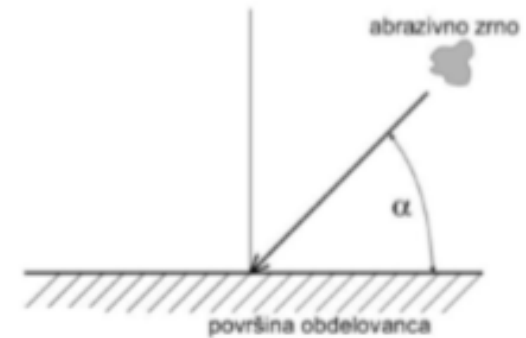


Odnášanje z abrazivnim vodnim curkom

Mehanizem: erozija trdih delcev

Velikost kraterjev je odvisna od:

- hitrosti abrazivnih zrn,
- vpadnega kota zrn,
- vrste materiala,
- vrste abraziva.



Obdelovalni parametri rezanja z abrazivnim vodnim curkom

VHOD

ABRAZIVNI VODNI CUREK – AVC

1. Geometrija rezalne glave:

- premer vodne šobe d_o
- premer fokusirne šobe d_f
- dolžina fokusirne šobe l_f
- oblika mešalne komore

2. Procesni parametri AVC:

- tlak vode p
- pretok vode m_v
- pretok abraziva m_a

3. Abraziv:

- vrsta abraziva
- oblika zrn
- zrnatost



MATERIAL OBDELOVANCA

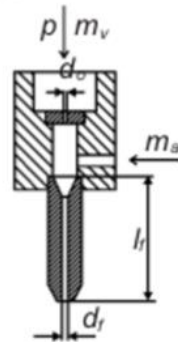
1. Vrsta materiala:

- mehanske lastnosti
- termofizikalne lastnosti
- struktura
- AVC koeficient obdelovalnosti

2. debelina materiala

KINEMATIKA

- podajalna hitrost v
- usmerjenost curka
- odmik fokusirne šobe od obdelovanca h_f



PROCES

Razmere na rezalni fronti med AVC in obdelovancem



IZHOD

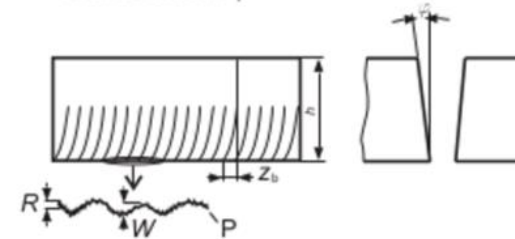
REZULTAT REZANJA Z AVC:

1. Učinkovitost rezanja:

- globina reza h

2. Kvaliteta rezanja:

- hrapavost površine R
- profil površine P
- valovitost oz. brazdavost površine W
- zaostajanje brazd t
- koničnost reza φ



Abraziv

- Abrazivne peske oz. minerale za obdelavo površin delimo na:
 - okside (korund oz. aluminijev oksid, kremenčev pesek oz. silicijev oksid),
 - silikate (granat, olivin, cirkonijev silikat).
- Za obdelavo površin lahko dodatno uporabljamo zdrobljeno žlindra, jeklene ali steklene kroglice.



granat

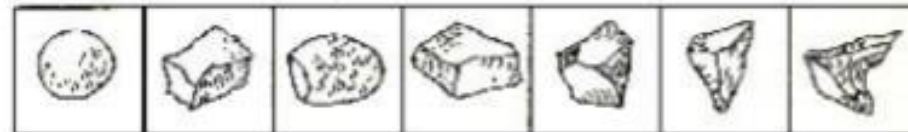


korund



žlindra

Tipične oblike zrn



Komponente stroja za rezanje z abrazivnim vodnim curkom



visokotlačna vodna črpalka



krmilna enota

x - os

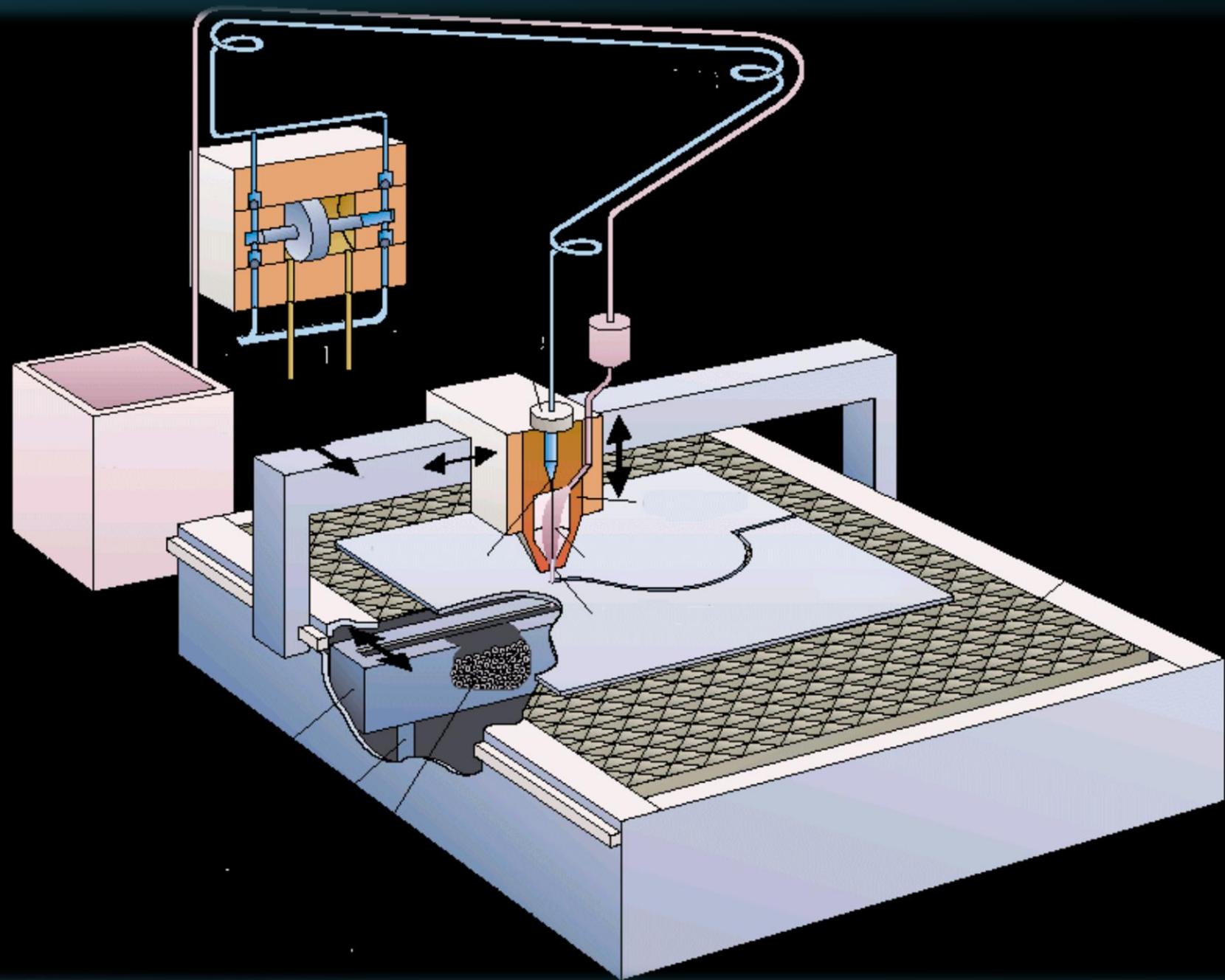
zalogovnik abraziva

y - os

delovna miza

rezalna glava

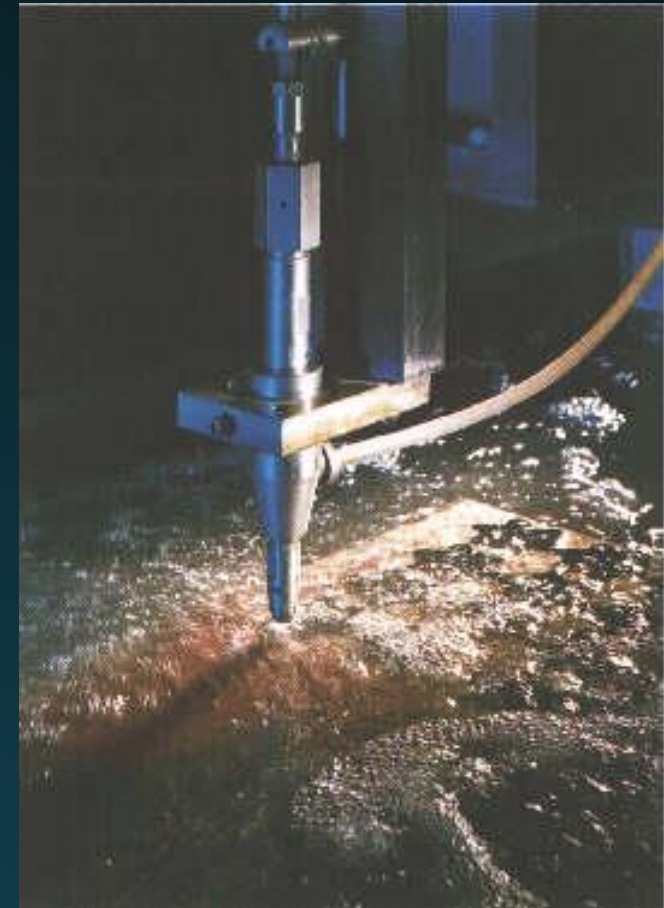
lovilni bazen



Postopek obdelave z **abrazivnim vodnim curkom** se je razvil iz postopka obdelave z vodnim curkom (WJ - Water Jet machining; 1971

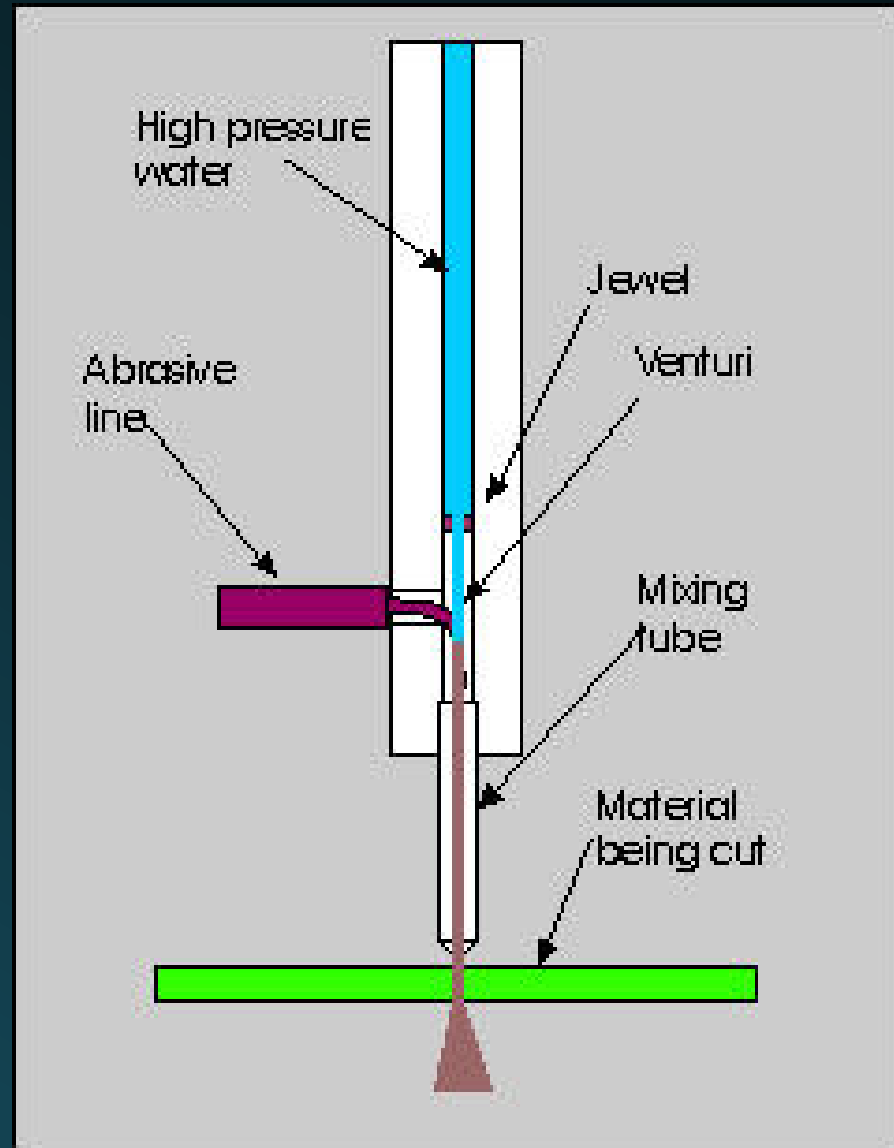
→ prva komercialna uporaba pri rezanju papirja).

Leta 1983 je bil patentiran postopek AWJ, kjer se vodnemu curku dodaja **abrazivna zrna**.



SESTAVNI DELI NAPRAVE:

- visokotlačni del (visokotlačna črpalka + tlačna posoda).
- naprava za dodajanje abraziva.
- glava abrazivnega curka (sklop ustja - saphire orifice, mešalna komora, mešalna cev - mixing tube)
- podajalna miza.





PRINCIP DELOVANJA:

- Tlačna (potencialna) energija vode preide v kinetično energijo (Bernoulli).
- V mešalni komori se toku vode primešajo abrazivna zrna (Venturi).
- Del kinetične energije vodnega curka se porabi za pospeševanje abraziva, tako da nastane visokohitrostni tok fluida (voda+abraziv).
- Curek fluida udarja z veliko hitrostjo na obdelovanec, pri čemer voda deluje na pore v materialu, medtem ko abraziv plastično deformira in lomi material.
- Podajalno gibanje opravlja glava abrazivnega curka.



PREDNOSTI:

- - velike možnosti avtomatizacije procesa (NC, CNC).
- - na obdelovancu ni toplotno prizadete cone.
- - minimalne obremenitve materiala.
- - ekološko neobremenjujoč postopek.
- - primeren za majhne serije kompliciranih oblik.
- - preprosto pozicioniranje in vpenjanje obdelovanca (kratki časi priprave na obdelavo).
- - ni obrabe orodja (abrazivni curek).

POMANJKLJIVOSTI:

- - visoka cena obdelave.
- - izdelava le 2D oblik.
- - slabo poznavanje procesa obdelave.



TEHNOLOGIJA POVRŠINE (R_a):

Hrapavost narašča z globino reza (značilna usmerjena površina - strijavost).

Hrapavost materiala narašča z višanjem delov tlaka:

Poleg strijavosti se pri rezanju pojavi koničnost reza (taper) zaradi koničnosti samega curka.

- $R_a=5 \dots 15 \mu\text{m}$; $p=1000\text{bar}$; rezani material: AlMgSi,

- $R_a=5 \dots 45 \mu\text{m}$; $p=3000\text{bar}$; rezani material: AlMgSi.



VPLIVNI PARAMETRI PRI OBDELAVI:

- - masni tok abraziva.
- - masni tok vode.
- - premer mešalne cevi (mixing tube).
- - premer sklopa ustja (orifice).
- - tlak vode.
- - debelina obdelovanega materiala.
- - obdelovalnost materiala (machinability number).
- - geometrija obdelovanca (minimalni radiji konture).

PODROČJA UPORABE:

- Poleg uporabe v kovinopredelovalni industriji se uporablja v prehrambeni industriji in v zadnjem času kot nadomestilo LASER-ja v medicini.
- Z AWJ se lahko obdeluje praktično vse materiale (kovine in njihove zlitine, kamen, les, steklo, umetne mase, ...).

