

OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM

I

OBRADA ODVAJANJEM

Deveto predavanje 2018/2019

OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

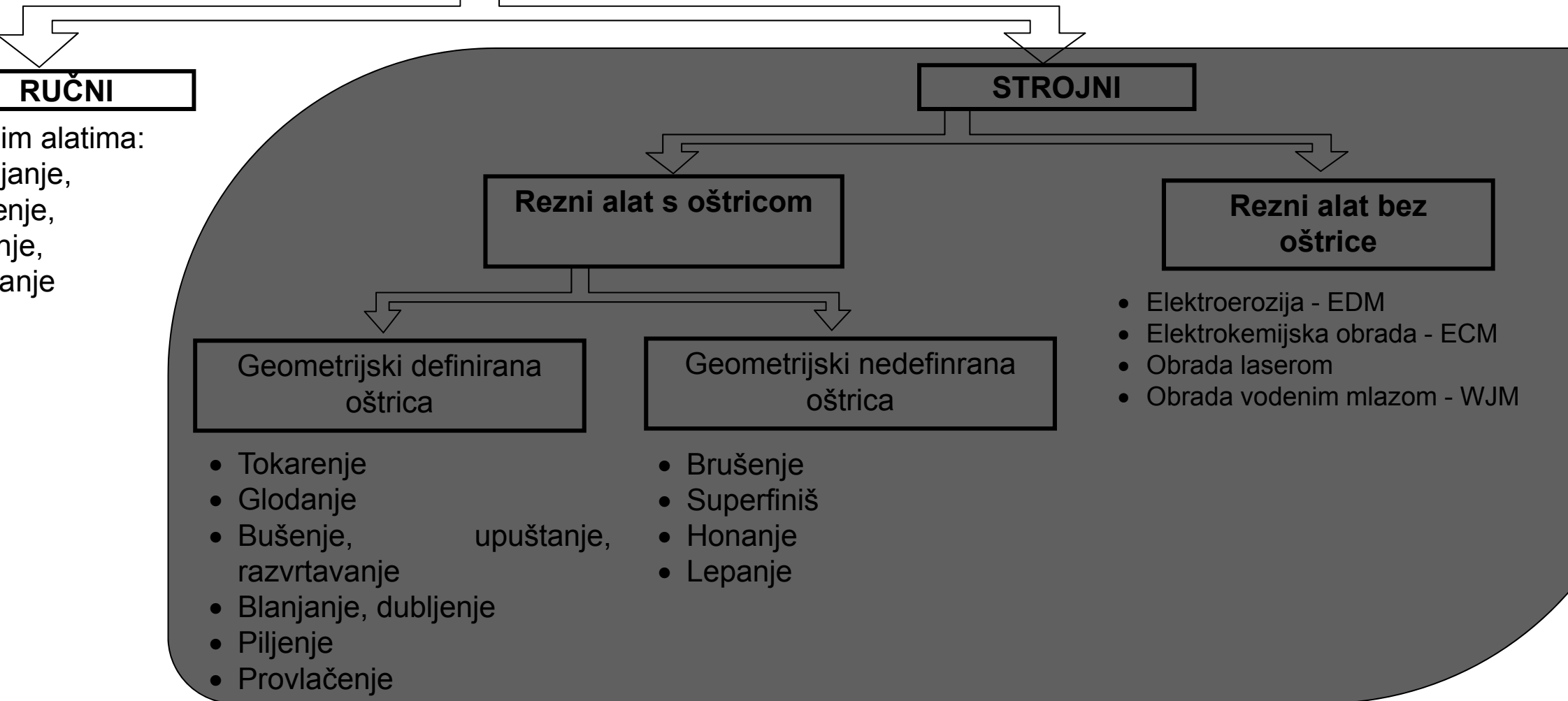
SADRŽAJ DOSADAŠNJIH PREDAVANJA

- O proizvodnji (što je; P, p; proizvodne tehnologije (+, -, 0, .))
- Obrada odvajanjem: prednosti i nedostaci; OO kao sustav; podjela postupaka obrade odvajanjem; podjela gibanja kod OO i primjeri
- Rezni alat: osnovni oblik; dijelovi; materijali; geometrija; prevlake i postupci prevlačenja; površine na obratku;
- Plastična deformacija i formiranje odvojene čestice; ortogonalno rezanje i card model; koeficijenti deformacije
- Vrste i oblici odvojene čestice: utjecajni parametri; posljedice; načini loma; BUE
- Sile rezanja kod kosog rezanja
- Sile rezanja kod ortogonalnog rezanja (Merchant)
- Kienzle-ov model za izračun sila rezanja
- Toplina kod OO
- SHIP: funkcije; vrste; način dovoda
- Trošenje i postojanost oštrice reznoga alata; uzročno-posljedični lanac trošenja; mehanizmi trošenja; oblici i parametri istrošenosti; tipska krivulja i Taylor; T , L_v , L_f ;
- Teorijska Hrapavost (teorijska visina neravnina) obrađene površine.
- Optimizacija brzine rezanja.
- Obradivost.
- Određivanje parametara obrade.

OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

Postupci obrade odvajanjem čestica (DIN8580)



OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

Postupci obrade reznim alatima geometrijski definirane oštrice

OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

PILJENJE

Piljenje je postupak obrade odvajanjem čestica (rezanjem) koji se upotrebljava u svrhu dijeljenja pripremkama (šipke, profili, cijevi) na više komada (izradaka) koji u sljedećoj fazi tehnološkog procesa postaju pripremci za neki drugi postupak obrade. Izvodi se na alatnim strojevima, pilama, ili rjeđe ručno, pri čemu su glavno i posmično gibanje pridruženi alatu. Vrsta gibanja određena je vrstom postupka piljenja.

Alat - pila, ima više reznih oštrica, od kojih je samo nekoliko istovremeno u zahvatu. Rezne oštrice se nalaze na zubima koji su smješteni na obodu ili listu pile. Rezne oštrice periodično ulaze u zahvat s obratkom i izlaze iz njega tako da im je dinamičko opterećenje jedno od osnovnih obilježja. Pile se izrađuju od alatnog i brzoreznog čelika, a mogu biti s umetnutim zupcima od brzoreznog čelika ili tvrdog metala.

Osnovni postupci strojnog piljenja:

okvirno, tračno i kružno piljenje

OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

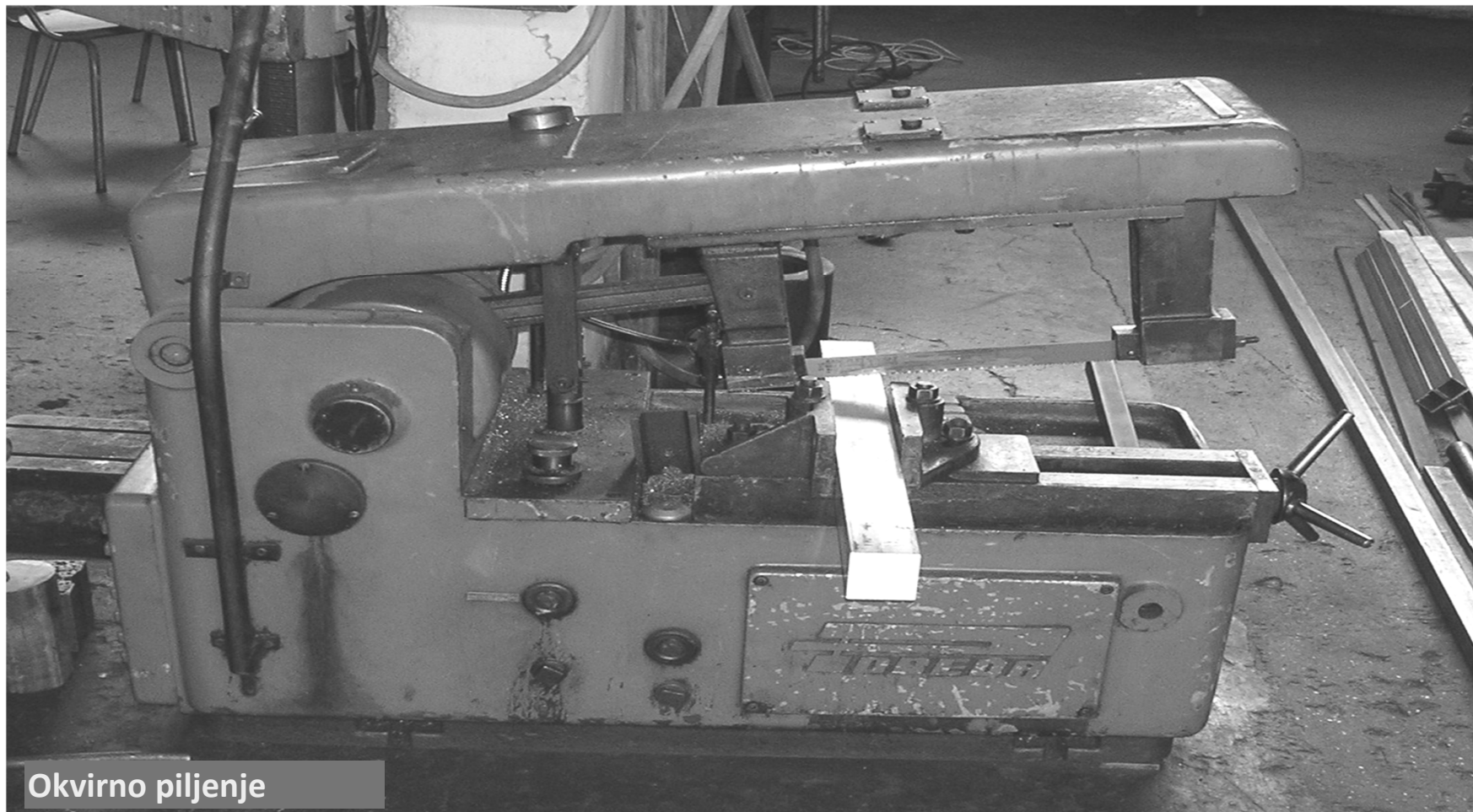


Ručno piljenje

FSB, PROIZVODNO INŽENJERSTVO, OD I OO

OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

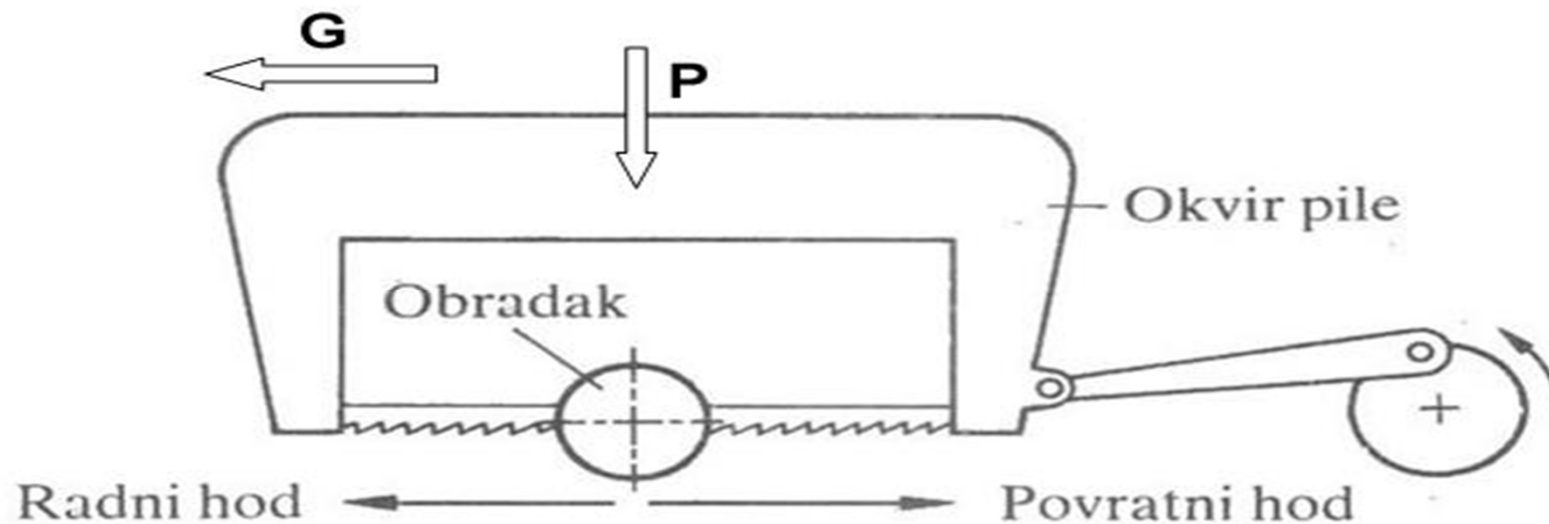


Okvirno piljenje

OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

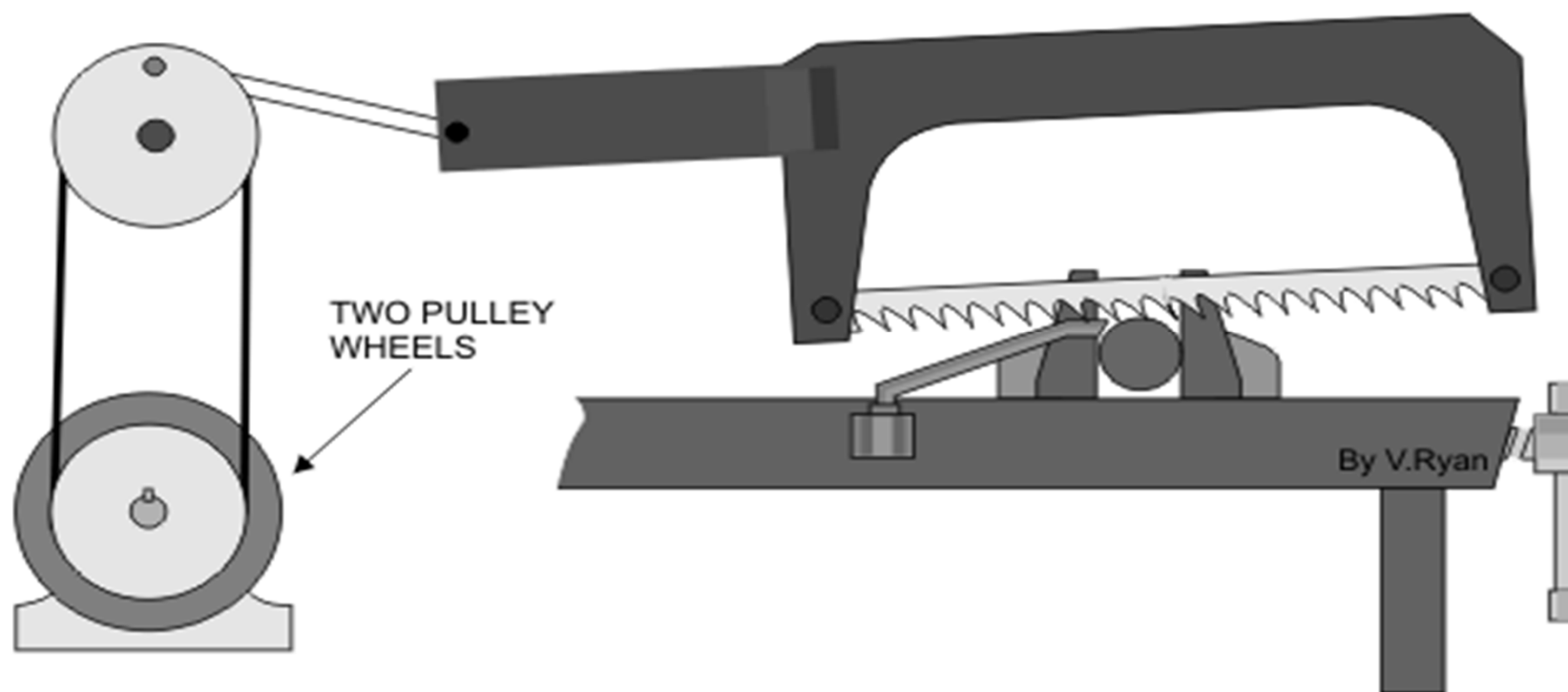
Okvirno piljenje



OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

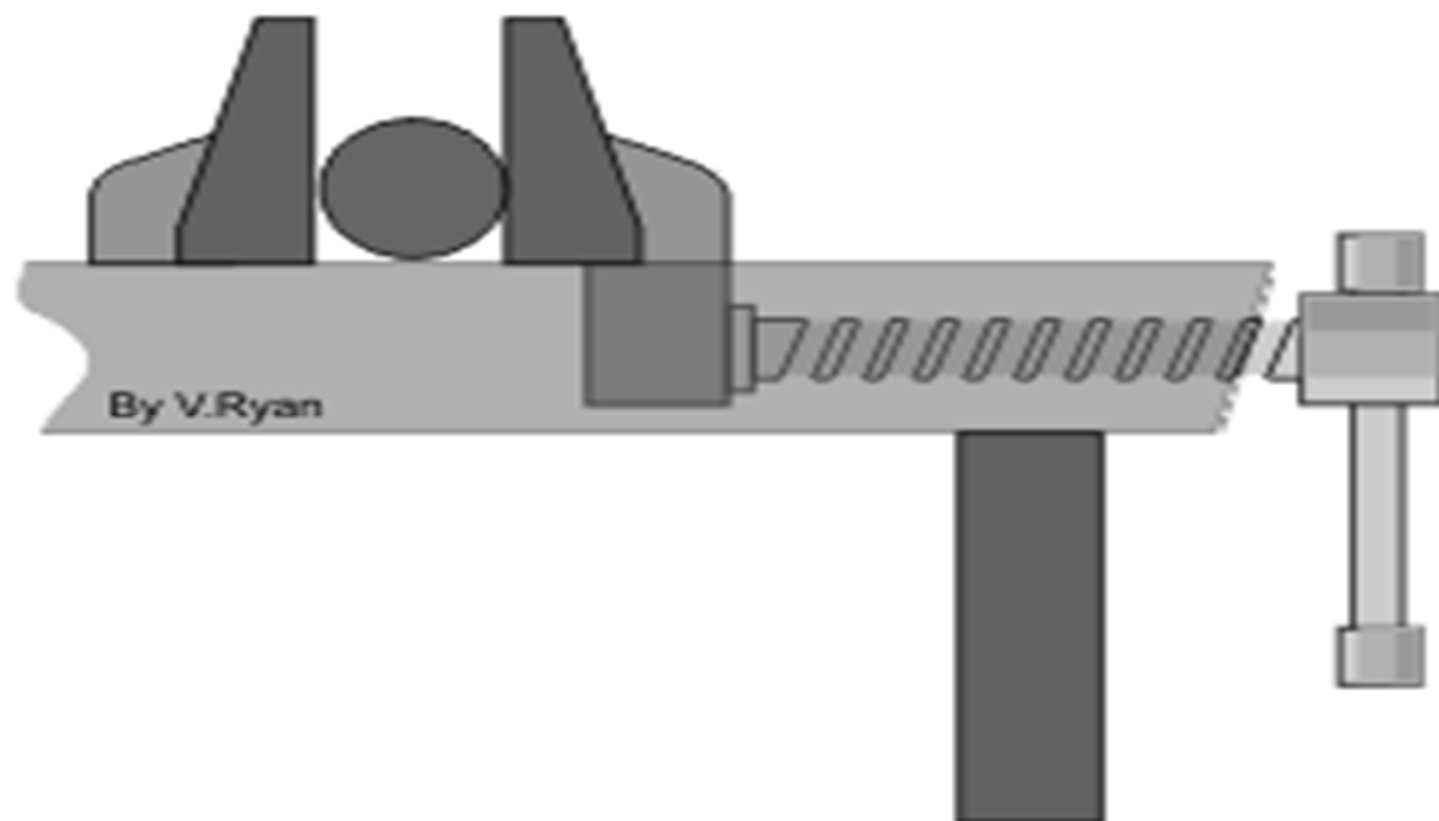
Okvirno piljenje



OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

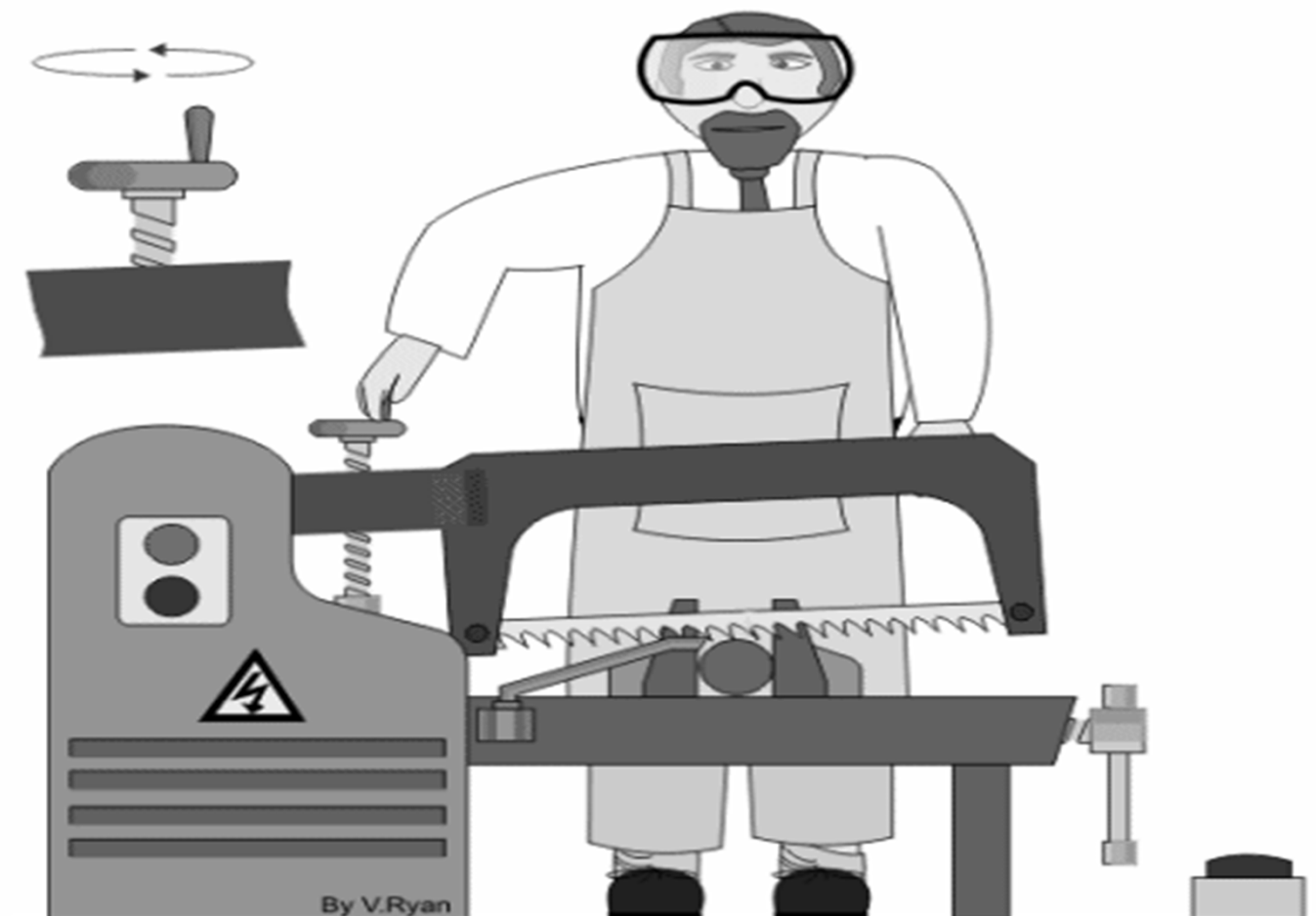
Okvirno piljenje



OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

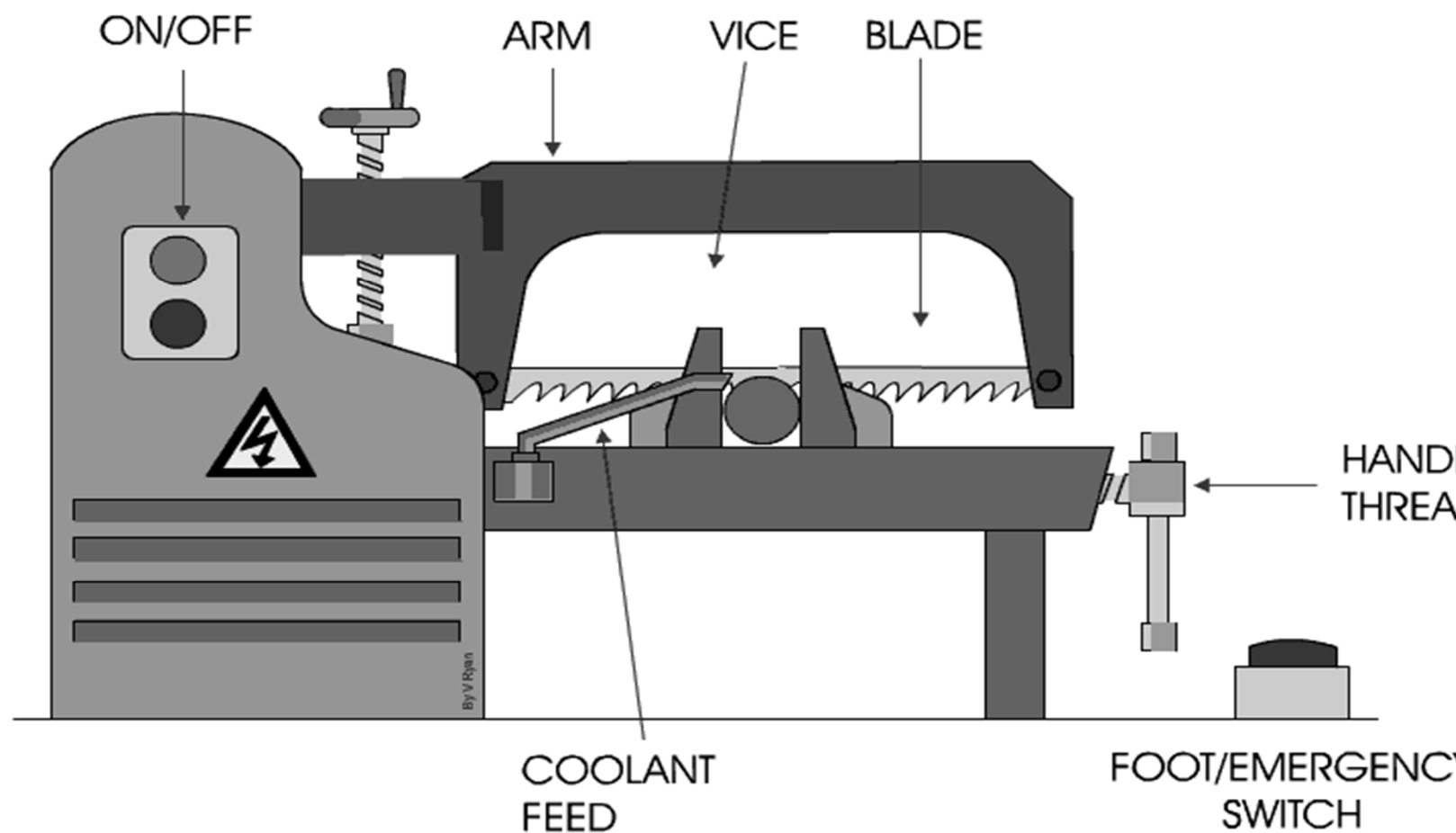
Okvirno piljenje



OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

Okvirno piljenje



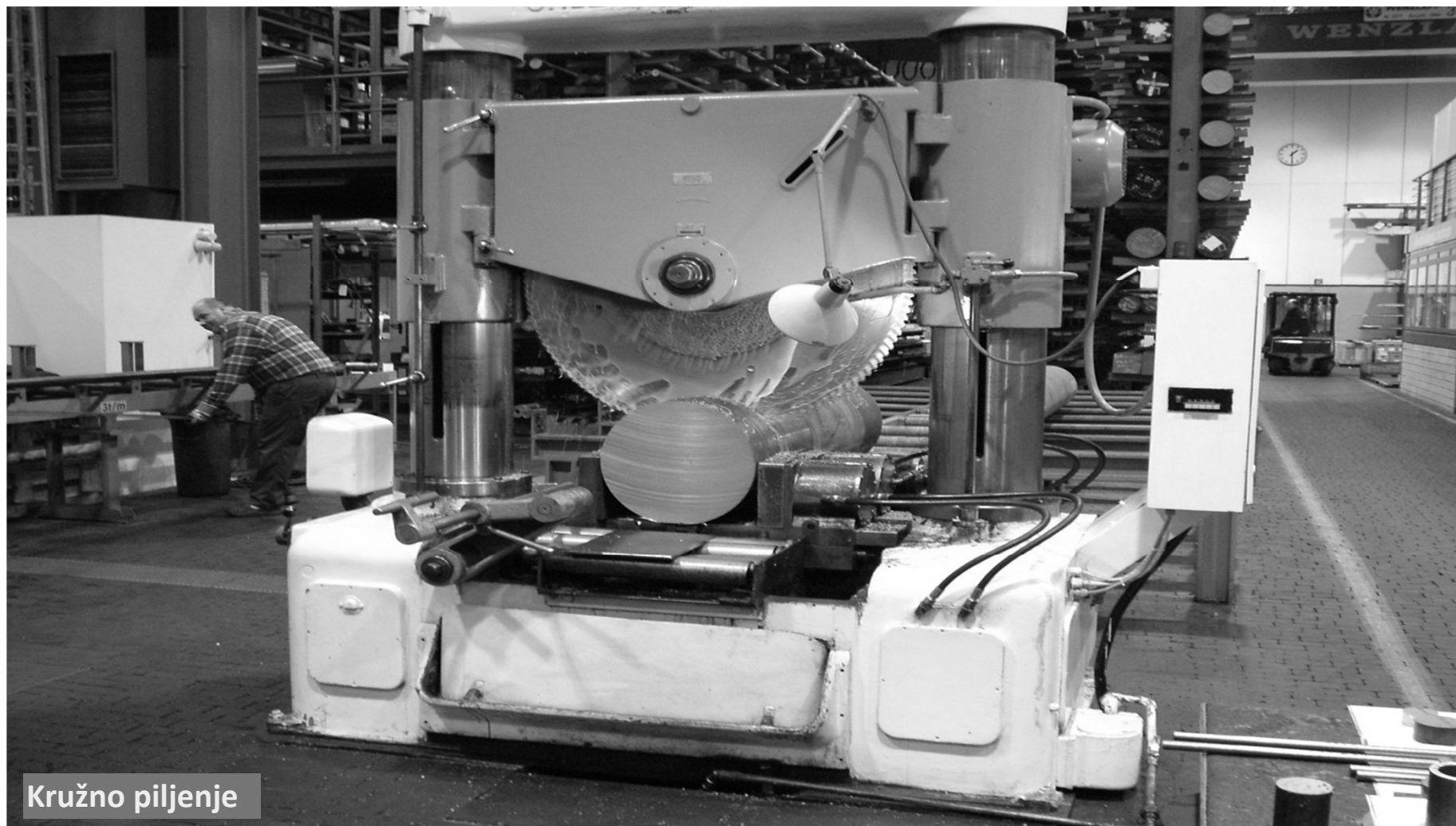
OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem



OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem



Kružno piljenje

OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

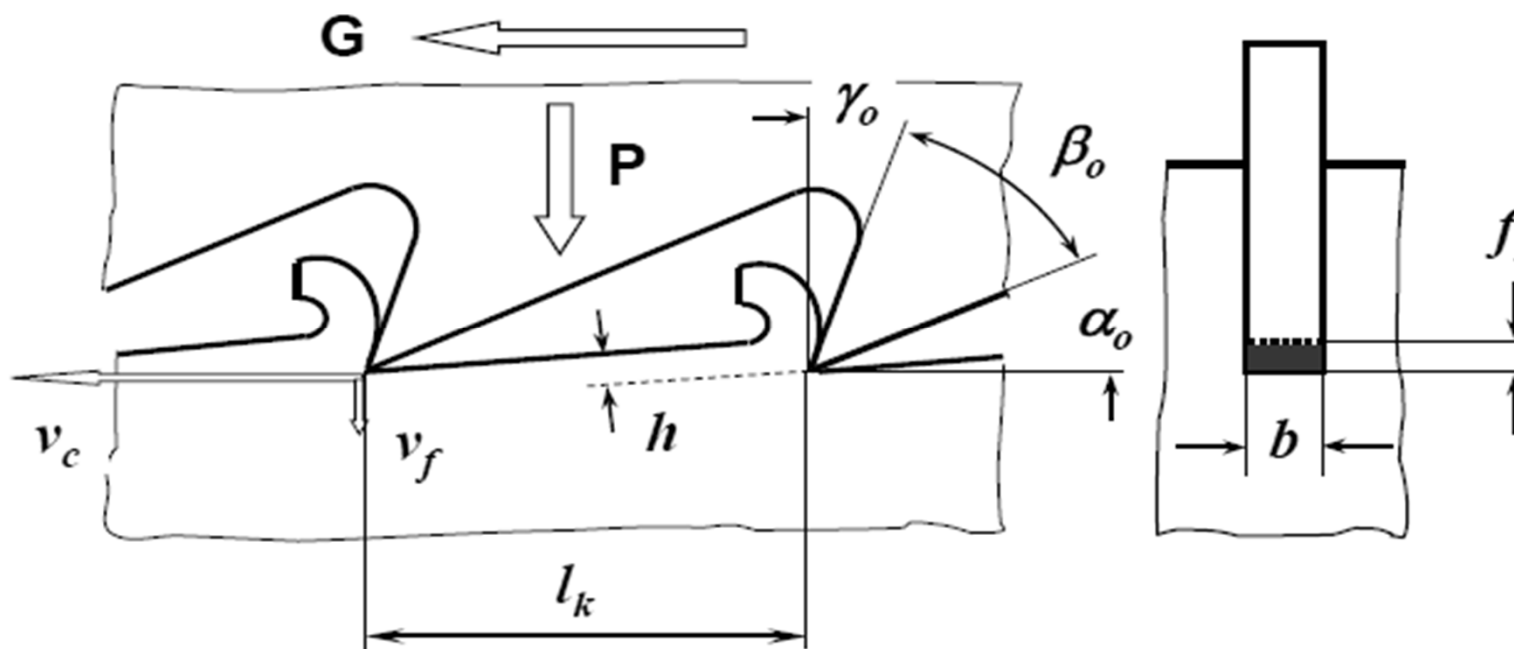


Piljenje materijala u “snopovima”

OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

Parametri zahvata kod piljenja



G – glavno gibanje

P – posmično gibanje

Posmak po zubu

$$f_z = \frac{l_k v_f}{v_c}$$

$$f_z = \frac{v_f l_p}{v_c n_z}$$

**Površina presjeka
rezanja**

$$A = b \cdot f_z = b \cdot h$$

l_k – korak pile (razmak između 2 zuba)

l_p – duljina pile

f_z – posmak po zubu

v_c – brzina rezanja

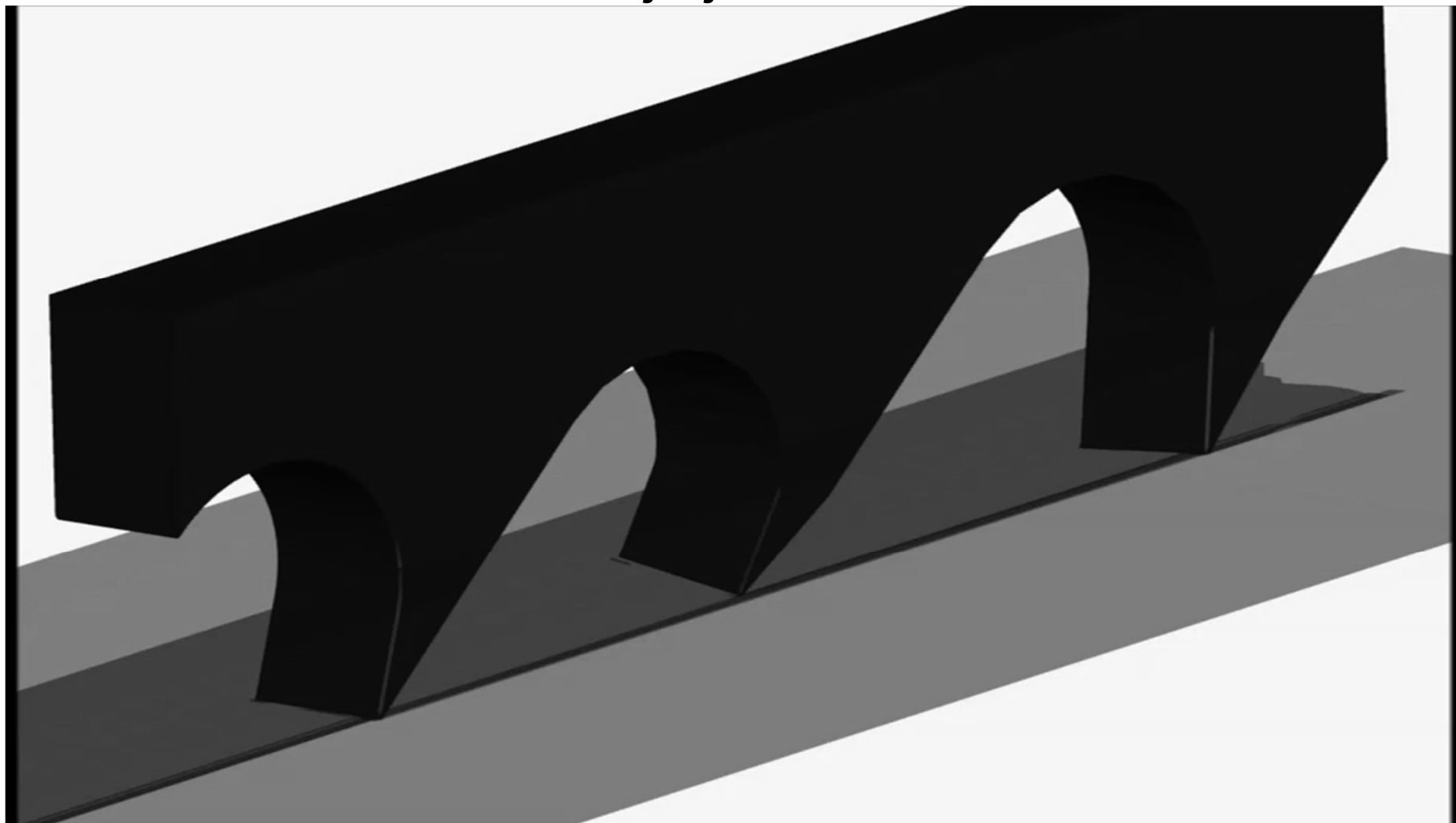
v_f – posmična brzina

n_z – broj zubi

OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

Piljenje - filmovi



OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

Piljenje - filmovi



OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

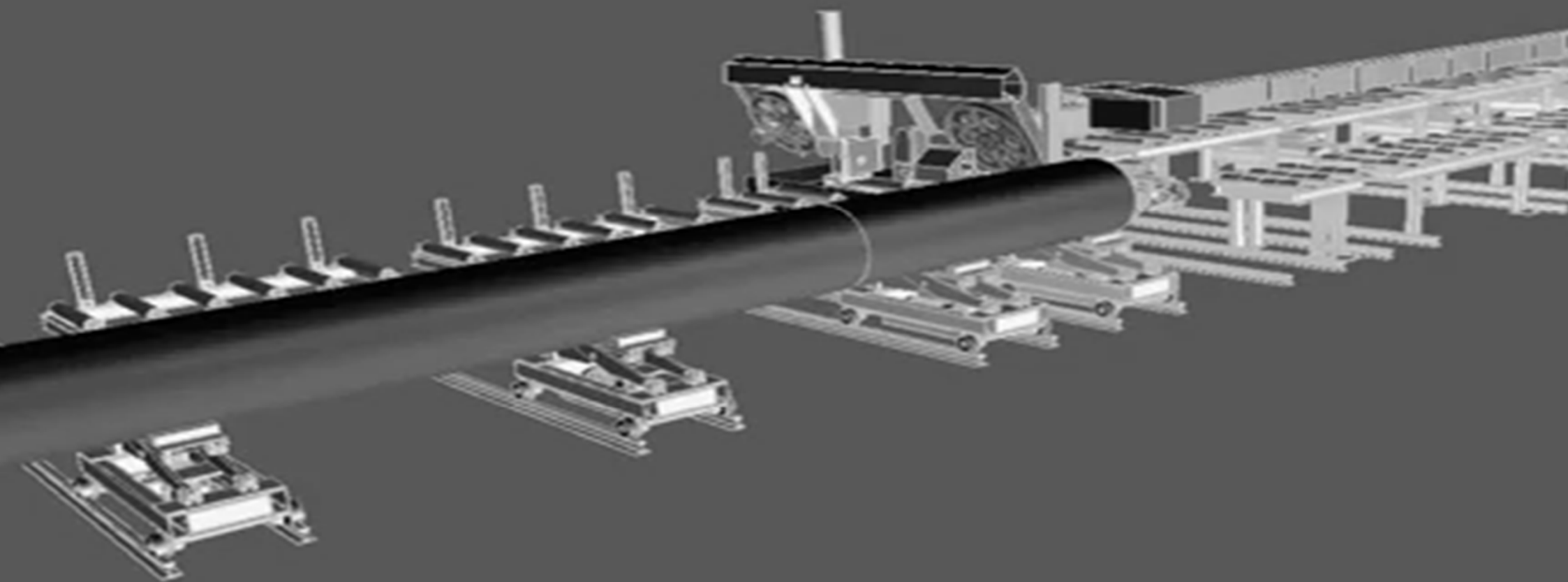


FSB
OO

ina Fakulteta
stva i brodogradnje
šta u Zagrebu

rs of Faculty of
ical Engineering
val Architecture
ity of Zagreb





OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

PILJENJE – završni komentari

Parametri obrade

Varijacije u geometriji zubi

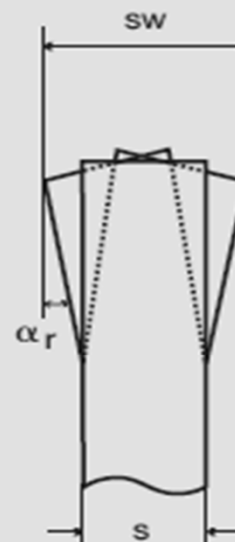
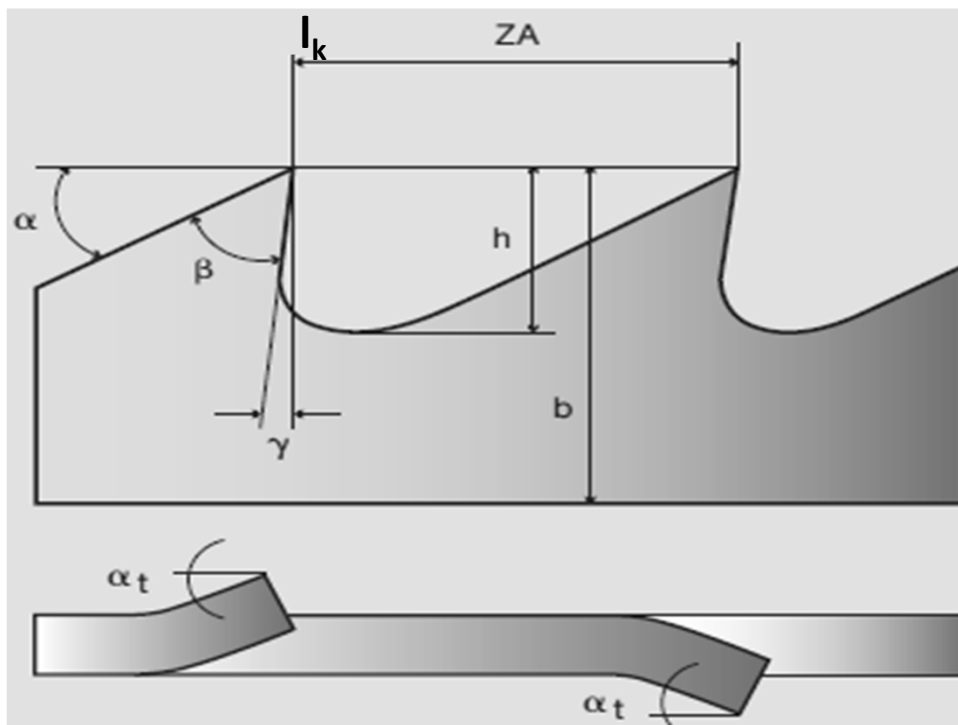
Varijacije u rasporedu zubi

...

OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

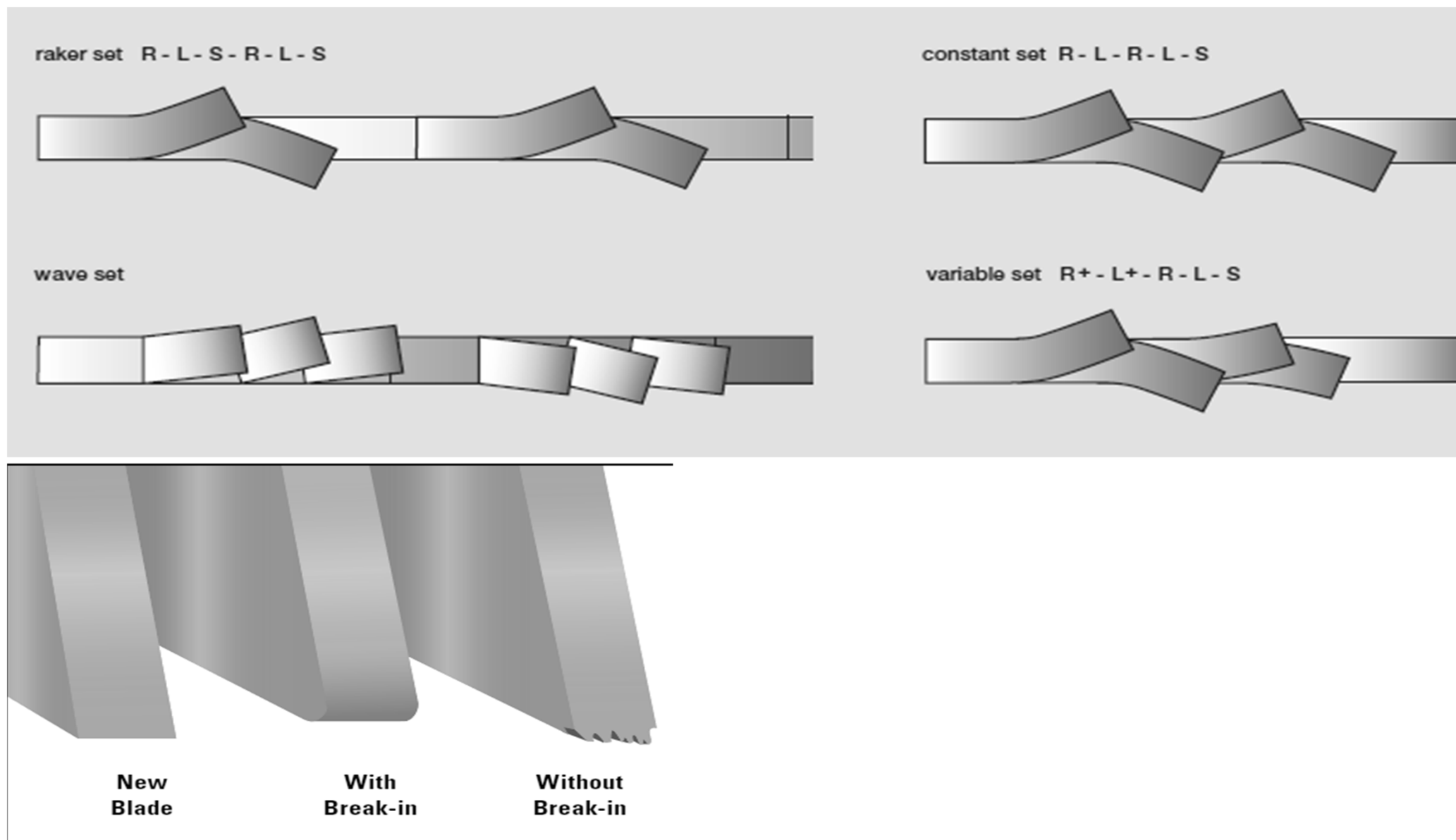
PILJENJE – završni komentari



Kut prednje pov.	γ
Kut stražnje pov.	α
Pomoćni kutovi	α_t
Kut klina	β
Širina reza	SW
Debljina pile	s
Širina (visina) pile	b
Razmak zubi	l_k
Korak zuba	z_t
Visina zuba	h

OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

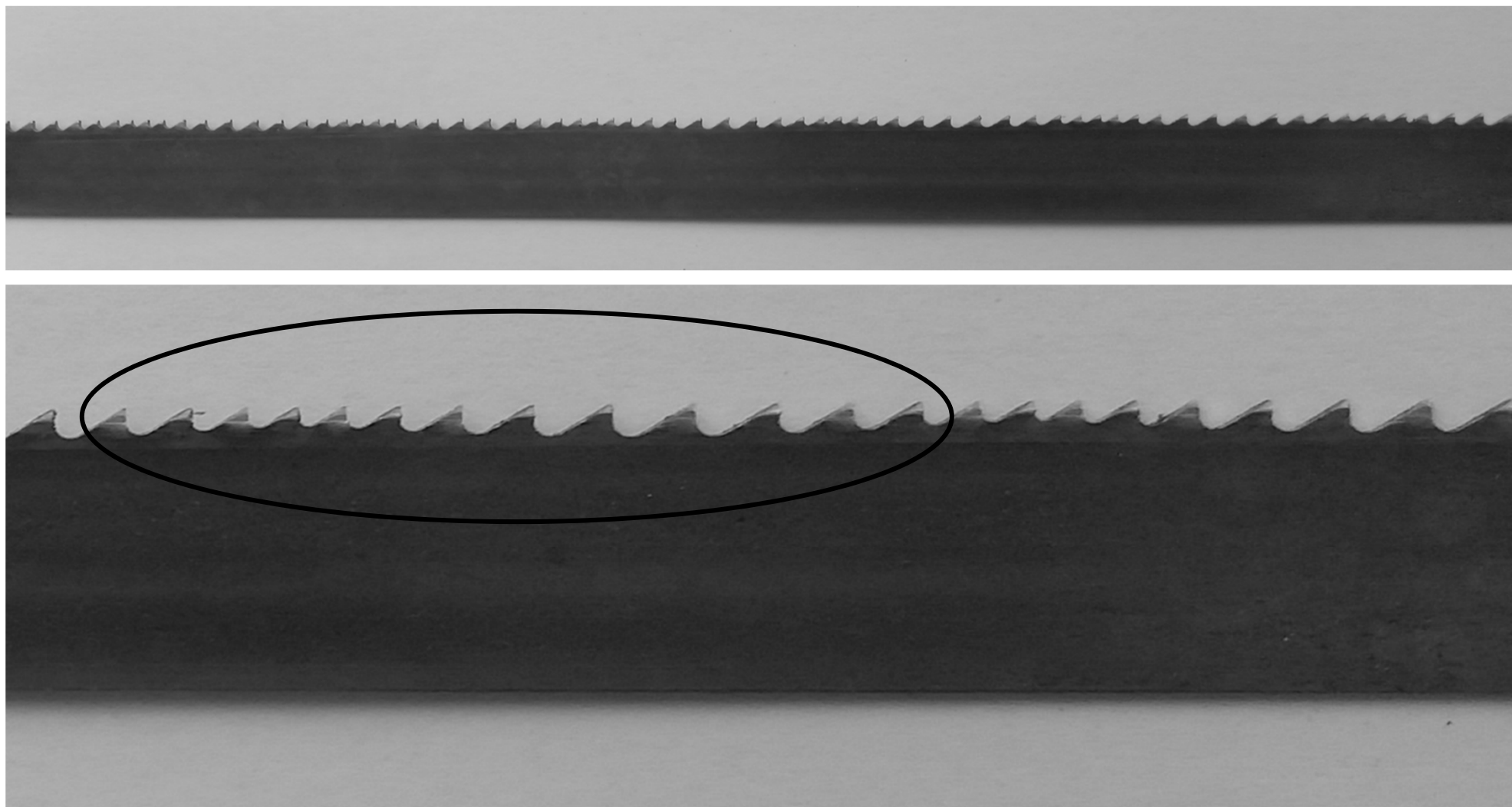
Obrada odvajanjem



OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

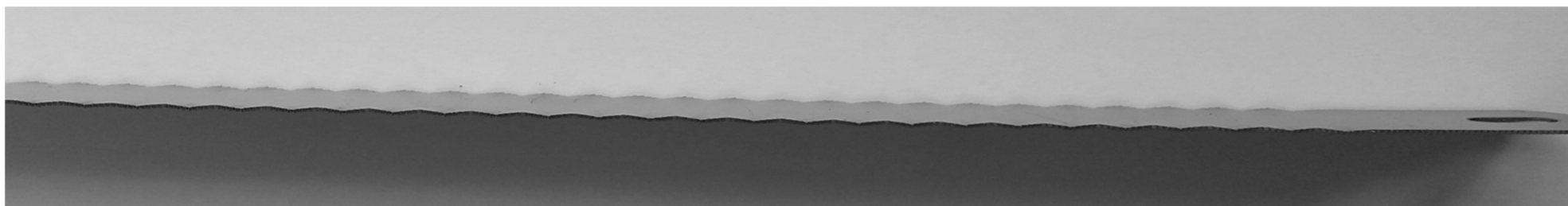
PILJENJE – završni komentari



OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

PILJENJE – završni komentari



OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

BLANJANJE

Blanjanje je postupak obrade odvajanjem čestica (rezanjem) pretežno ravnih površina. Izvodi se na alatnim strojevima, blanjalicama, pri čemu je glavno gibanje pravolinijsko kontinuirano i sastoji se od radnog hoda, kada alat reže, i povratnog hoda, kada se alat vraća u početni položaj. Posmično gibanje je pravolinijsko diskontinuirano i izvodi se nakon obavljenog povratnog hoda glavnog gibanja.

Alat za blanjanje je nož, definirane geometrije reznog dijela, s jednom glavnim reznom oštricom. Noževi za blanjanje se izrađuju od alatnog čelika (rjeđe) i brzoreznog čelika (češće)

Osnovna značajka blanjalica je mala proizvodnost pa ih zamjenjuju glodalice. Izuzetak čine dubilice, osobito za izradu ozubljenja.

Osnovna podjela blanjanja:

kratkohodno blanjanje, dugohodno blanjanje i dubljenje

OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

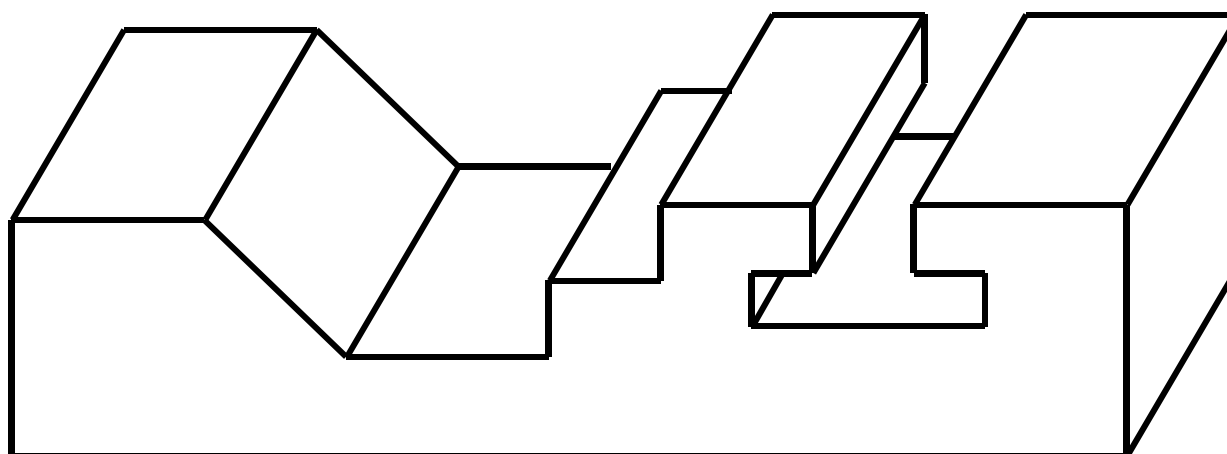
BLANJANJE



OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

BLANJANJE

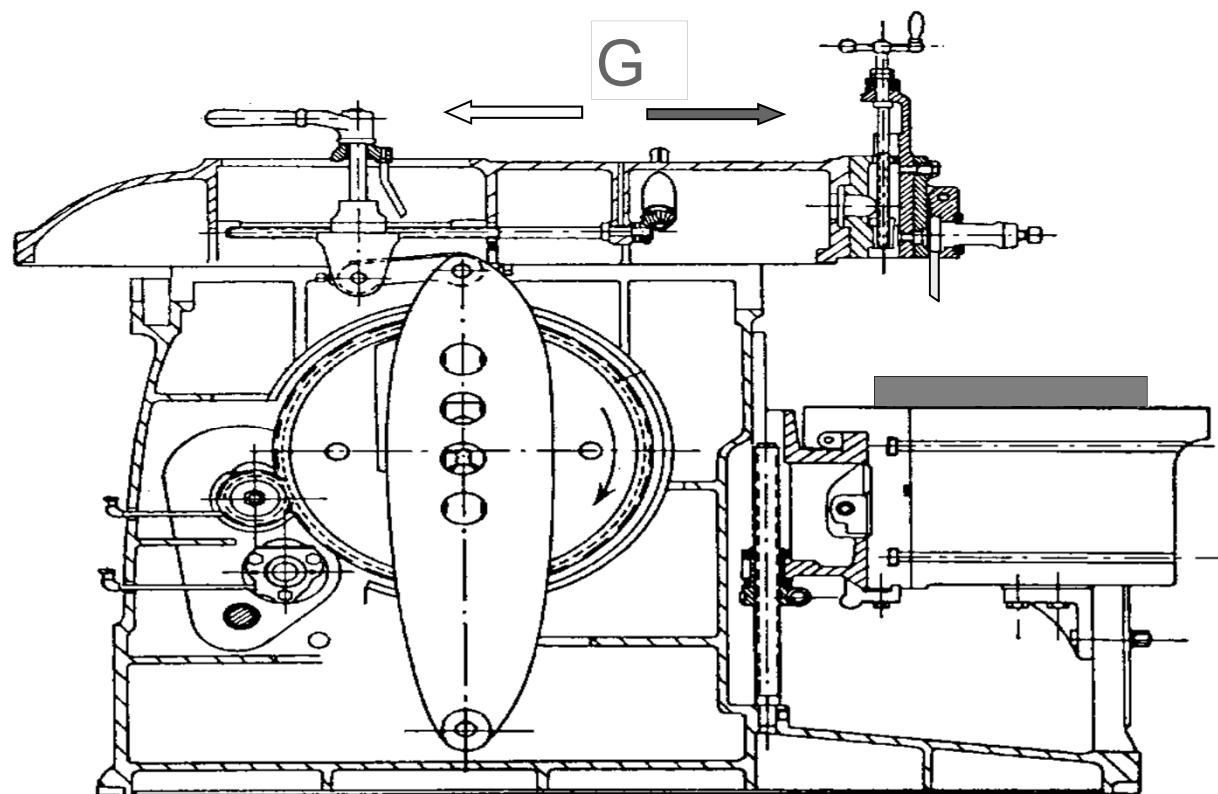


Oblici obrađenih površina (*elementarne površine*) kod blanjanja

OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

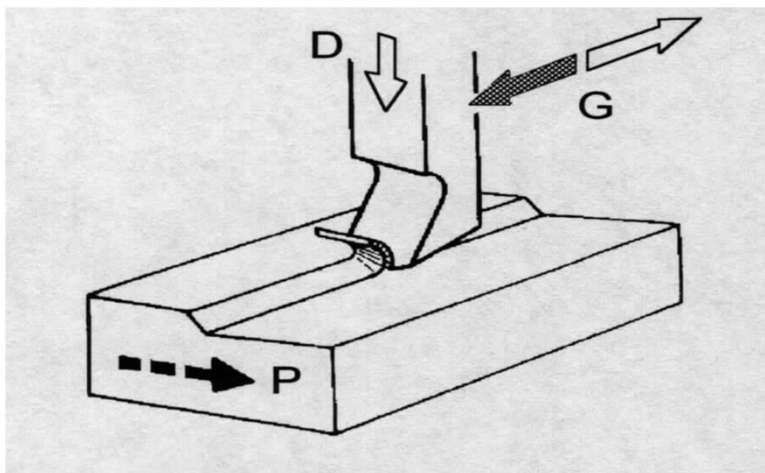
Obrada odvajanjem

KRATKOHODNO BLANJANJE

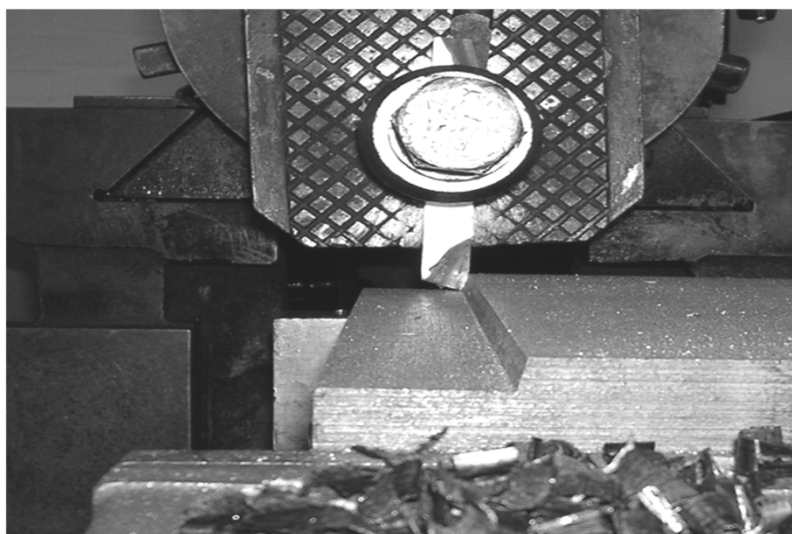


OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

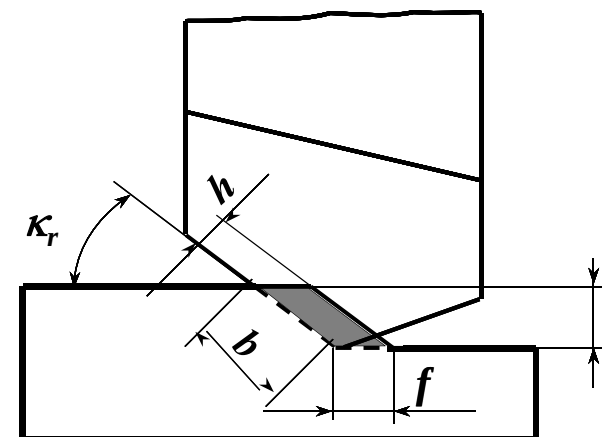


pri kratkohodnom blanjanju glavno gibanje izvodi alat,
posmično gibanje obradak



*Površina presjeka
rezanja:*

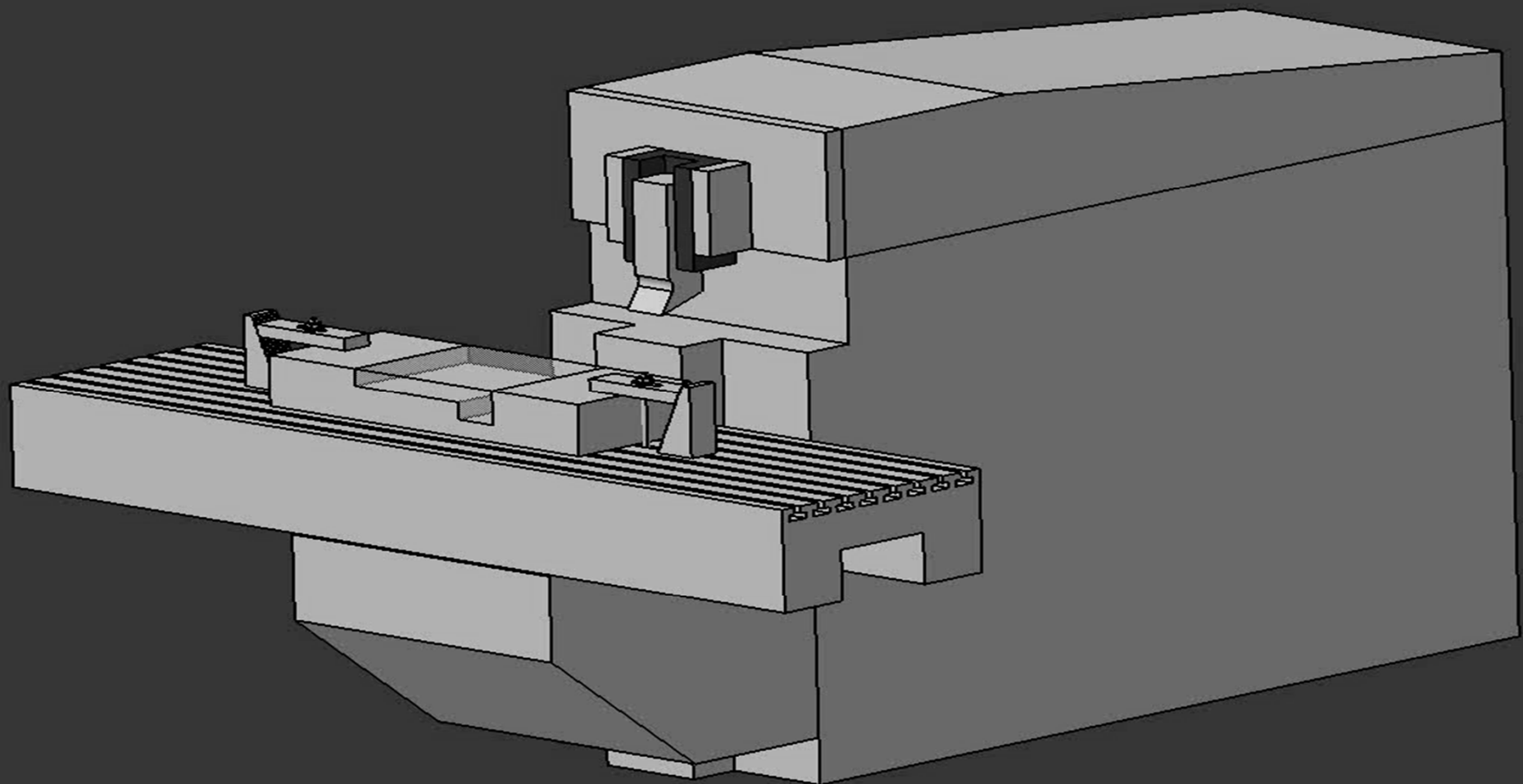
$$A = a_p \cdot f = b \cdot h$$



parametri zahvata

OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

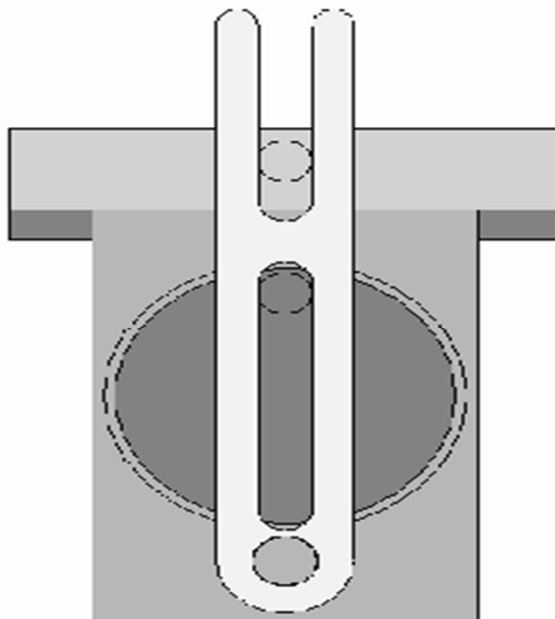
Obrada odvajanjem



OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

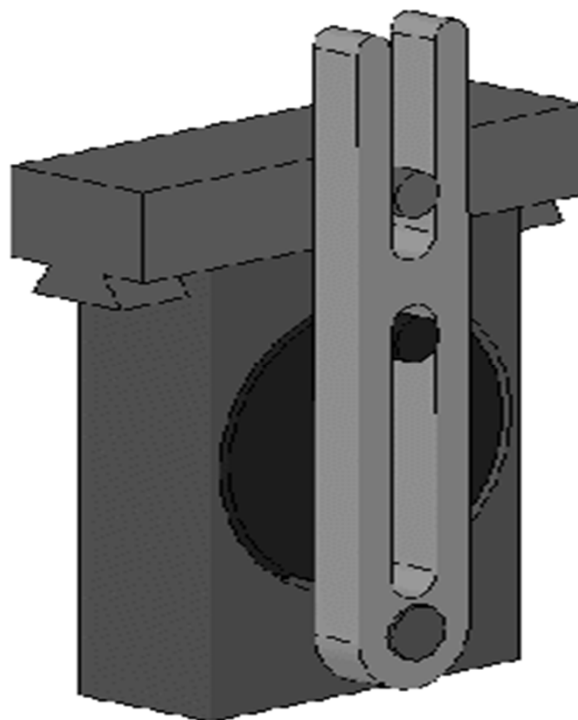
KRATKOHODNO BLANJANJE



OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

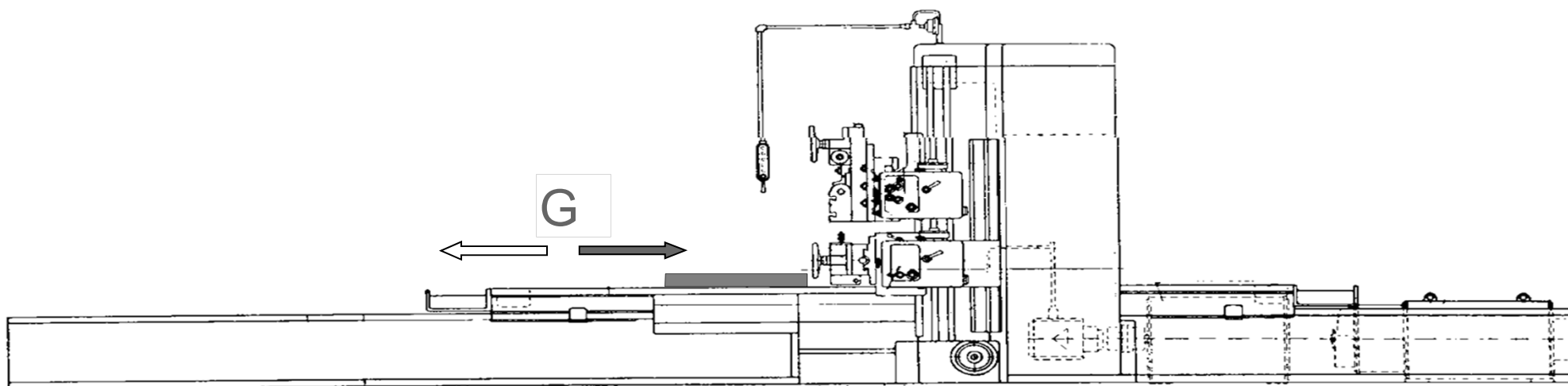
KRATKOHODNO BLANJANJE



OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

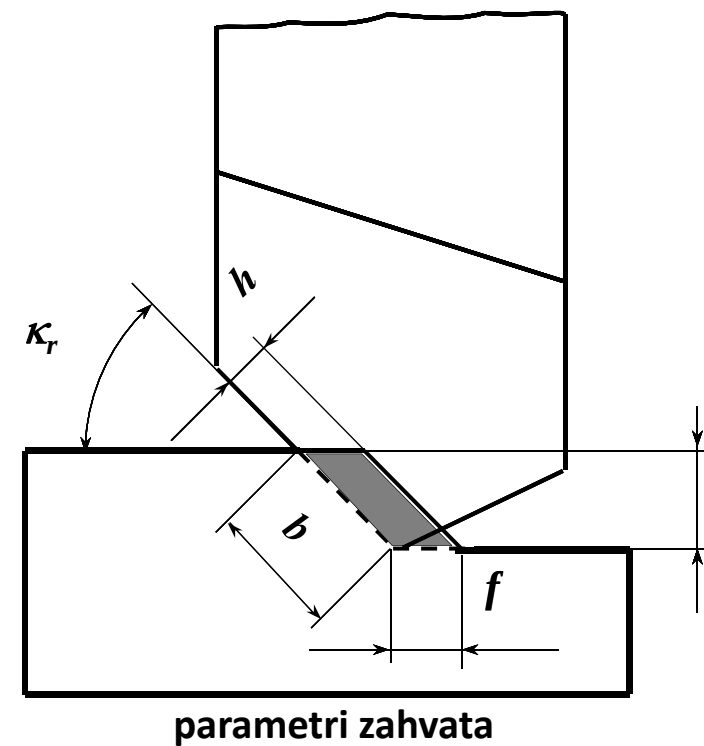
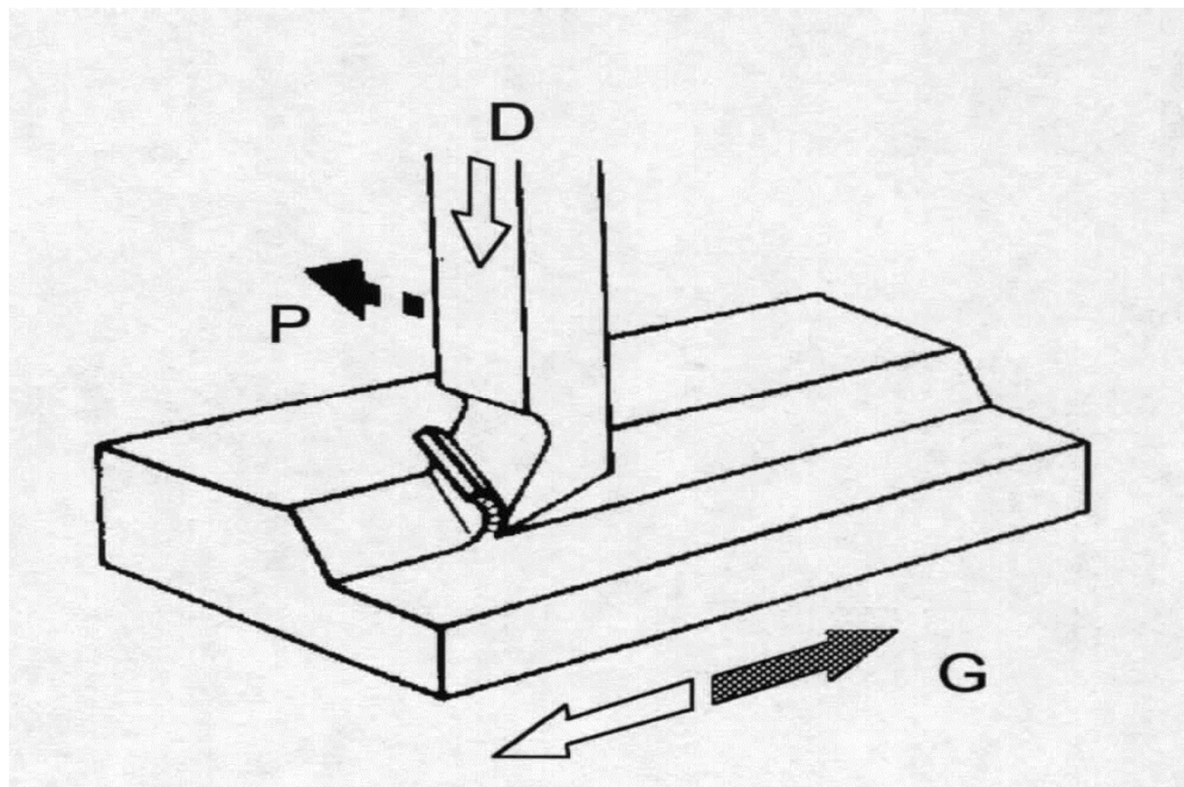
DUGOHODNO BLANJANJE



OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

Pri dugohodnom blanjanju glavno gibanje izvodi obradak, a posmično gibanje alat

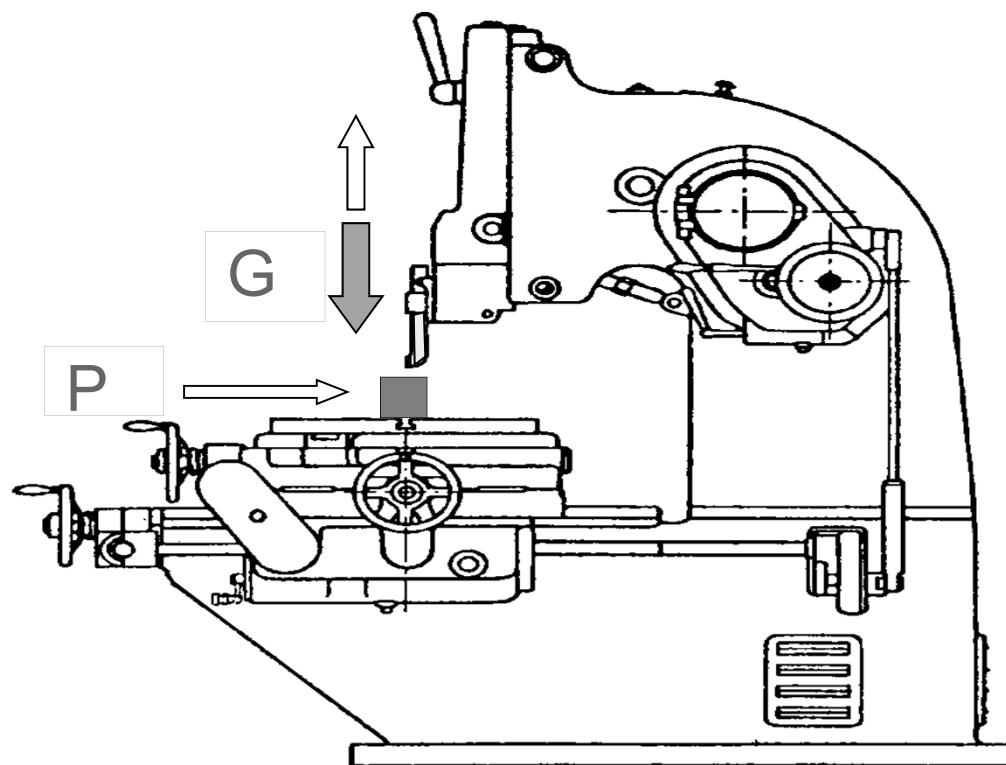


Površina presjeka odvojene čestice: $A = a_p \cdot f = b \cdot h$

OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

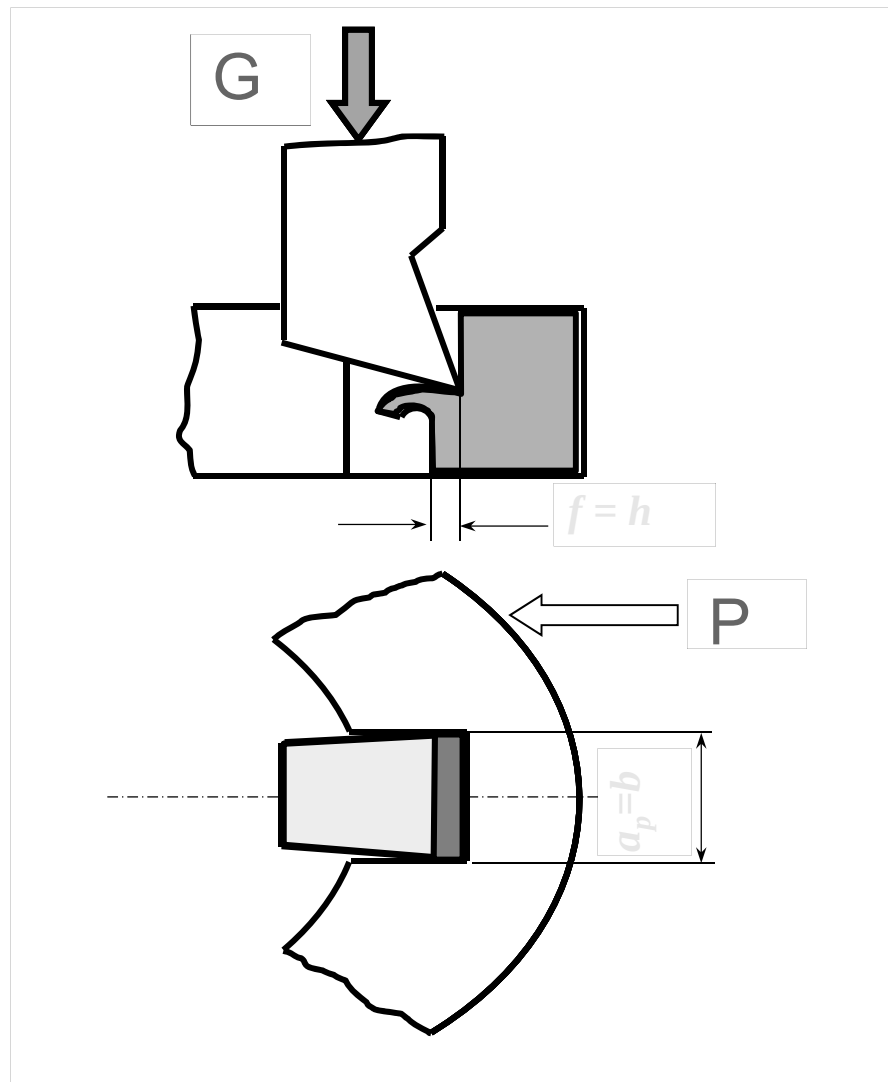
Obrada odvajanjem

DUBLJENJE



OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem



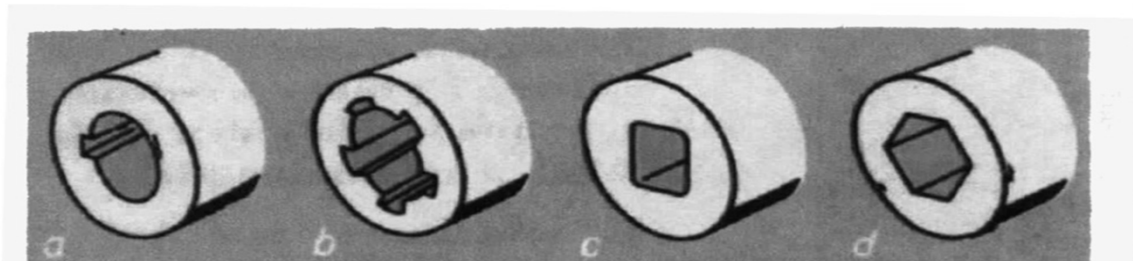
Pri dubljenju glavno gibanje izvodi alat, a posmično gibanje obradak.
(kratkohodno bljanjanje u vertikalnoj ravni)

Površina presjeka odvojene čestice:

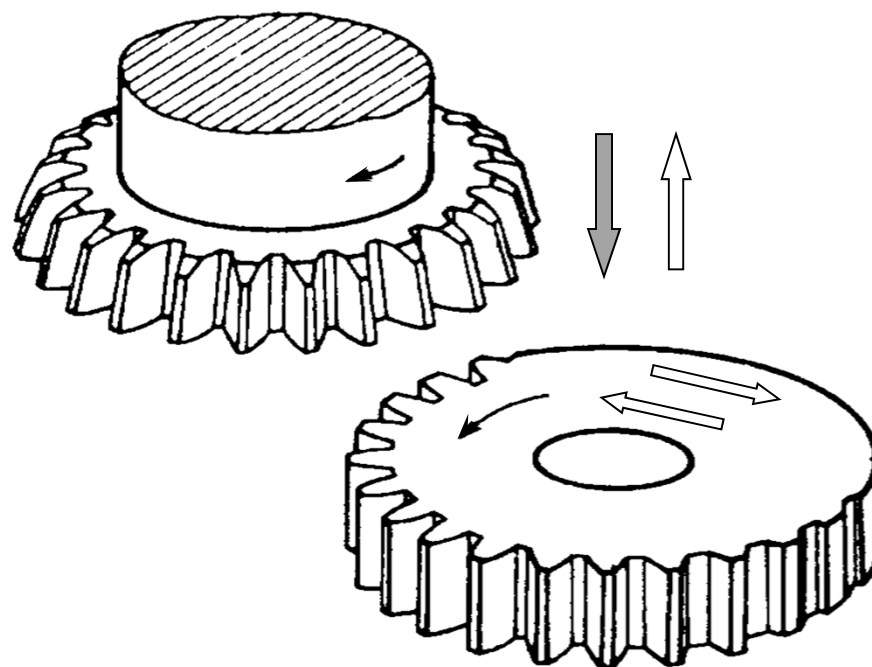
$$A = a_p \cdot f = b \cdot h$$

OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem



oblici obrađenih površina
(*elementarne površine*)
kod dubljenja



izrada ozubljenja
dubljenjem

OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

DUGOHODNO BLANJANJE



FSB, PROIZVODNO INZENJERSTVO, OD I OO

OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM



OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem



OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

Obrada ozubljenja





ina Fakulteta
tva i brodogradnje
šta u Zagrebu

rs of Faculty of
ical Engineering
val Architecture
ity of Zagreb



OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

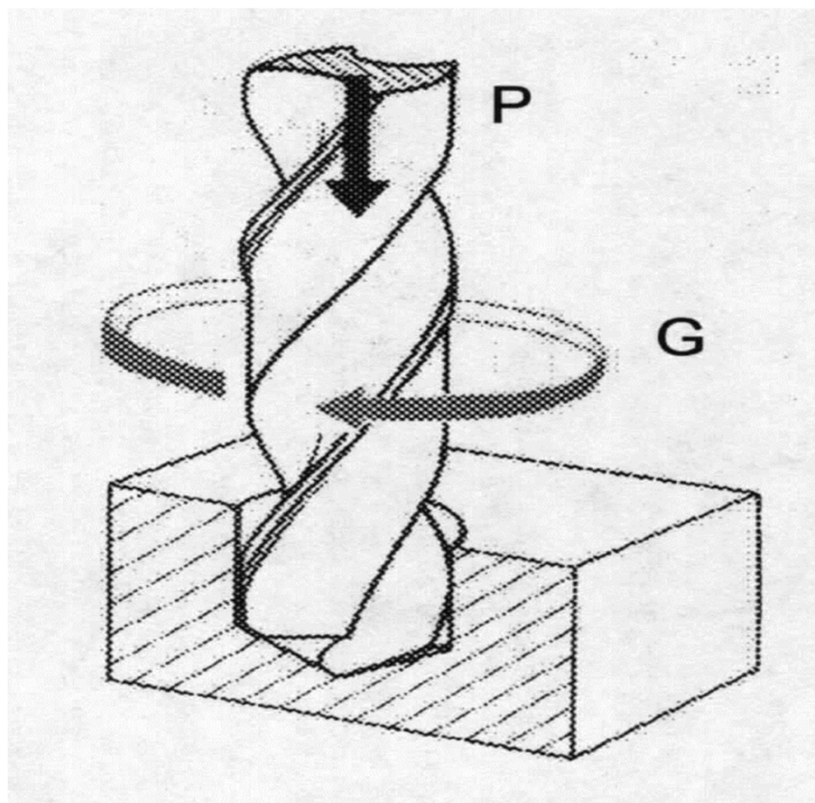
Obrada odvajanjem

OBRADA PROVRTA

OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

BUŠENJE



OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

BUŠENJE

Bušenje je postupak obrade odvajanjem čestica (rezanjem) koji se upotrebljava za bušenje provrta manjih promjera (5-10 mm) ili proširivanje provrta većih promjera. Izvodi se na alatnim strojevima, pretežno bušilicama, pri čemu je glavno gibanje kružno kontinuirano, a posmično gibanje pravolinijsko kontinuirano i izvodi se istodobno kad i glavno gibanje (kod blanjanja je drugačije). Ako se obrada izvodi na bušilicama sva gibanja izvodi alat.

Alat za bušenje je svrdlo, definirane geometrije reznog dijela, s dvije glavne rezne oštrice i jednom poprečnom oštricom koja otežava obradu. Svrdla se dijele na: spiralna svrdla, svrdla za središnje uvrte te posebna svrdla za duboko bušenje.

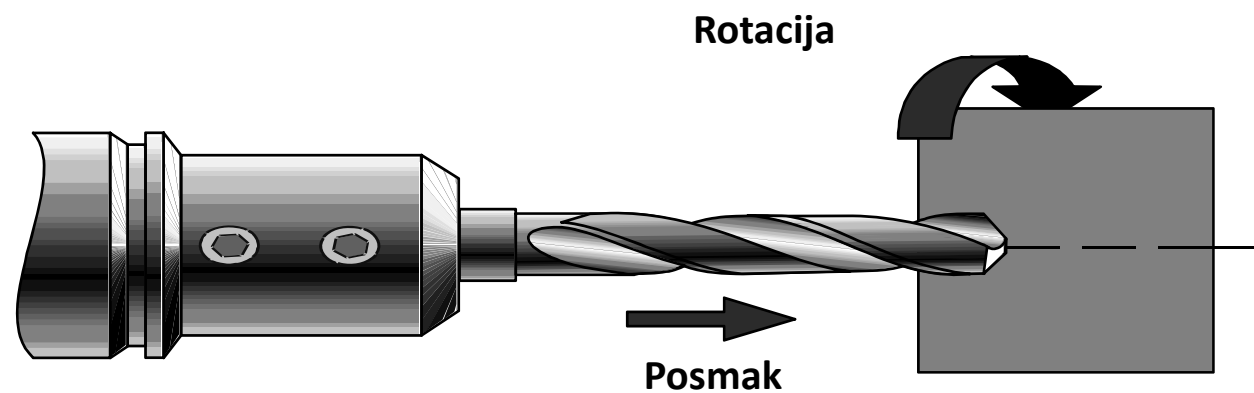
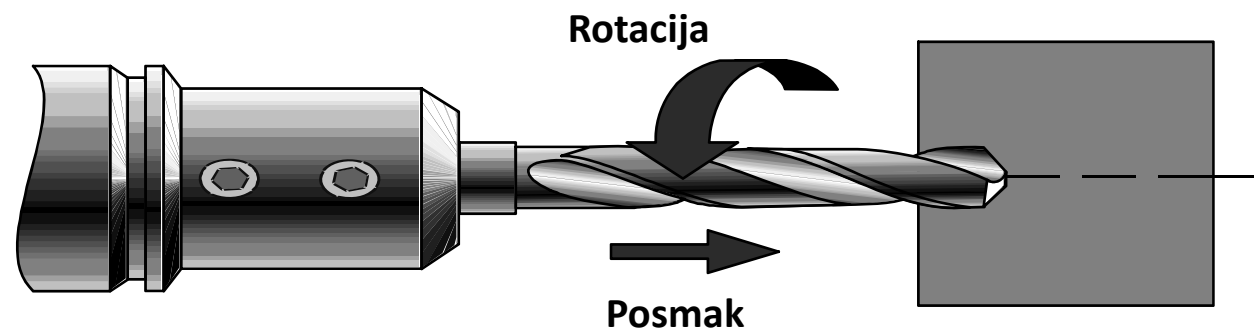
Bušenje karakterizira:

- * promjenjiva brzina rezanja duž glavne oštrice,**
- * promjenjivi kutovi rezanja duž glavne oštrice,**
- * otežano odvođenje odvojene čestice i dovod SHIP-a,**
- * mala krutost sustava.**

OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

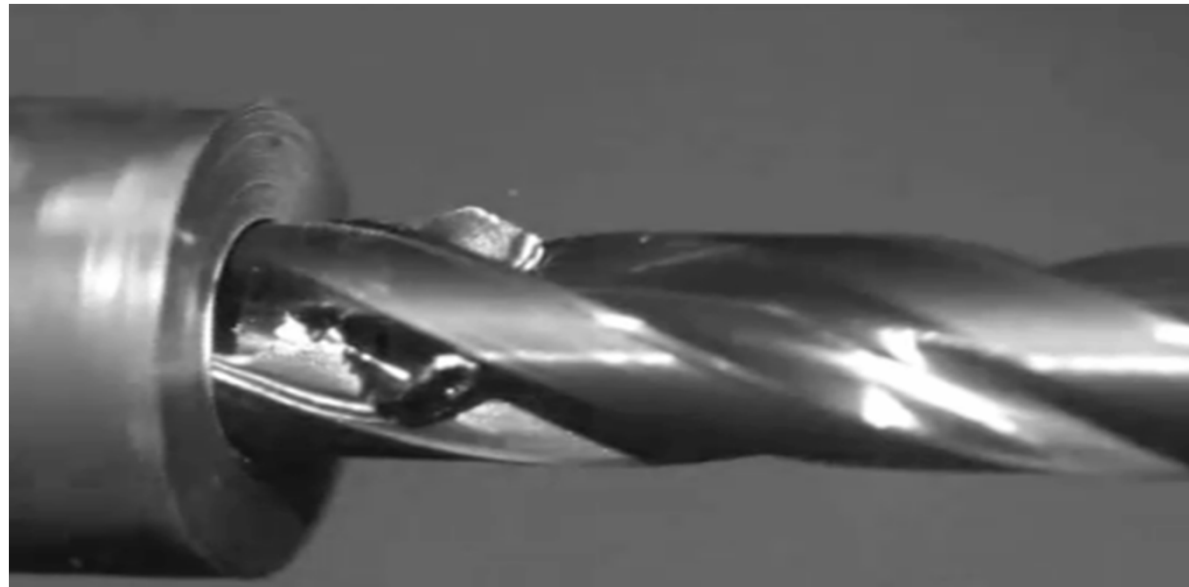
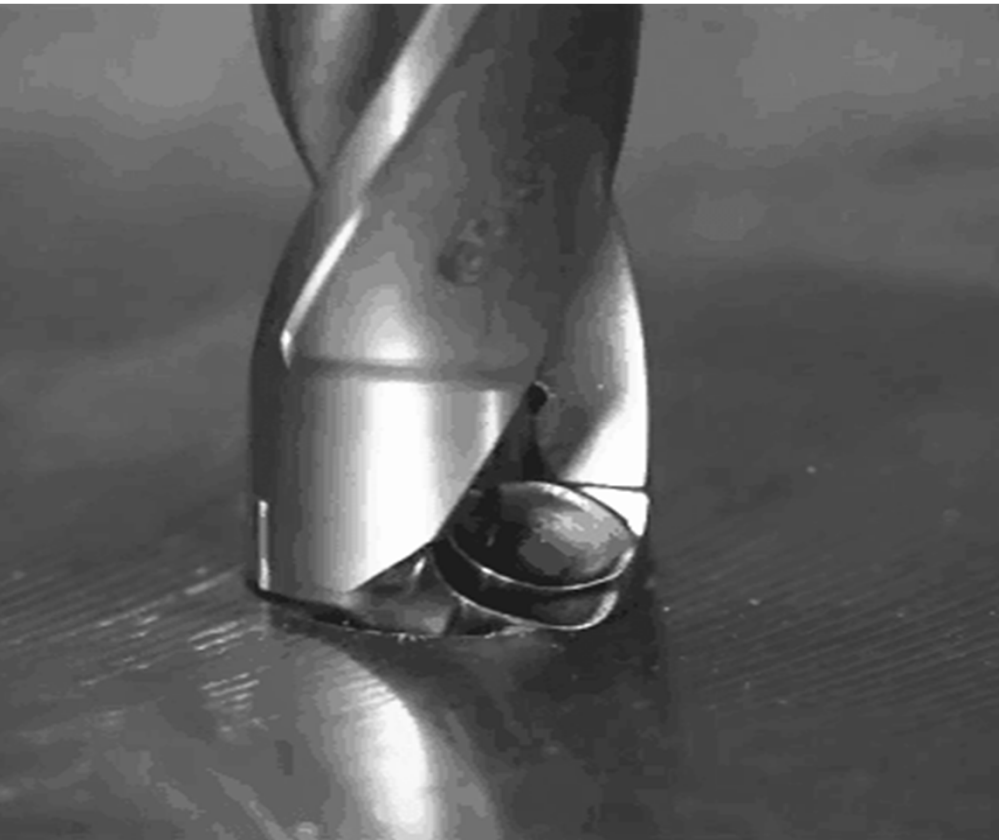
BUŠENJE - kinematika



OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

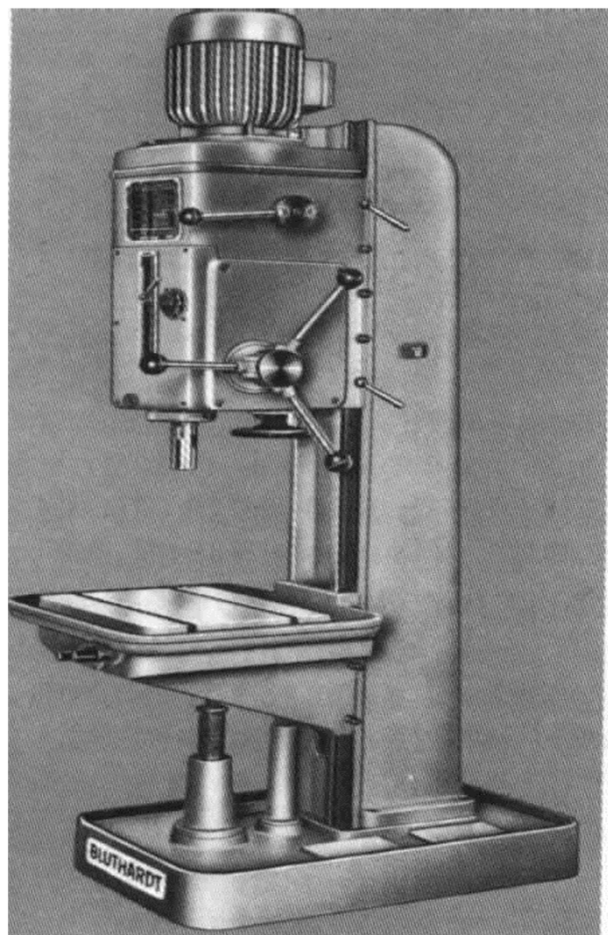
Obrada odvajanjem

BUŠENJE

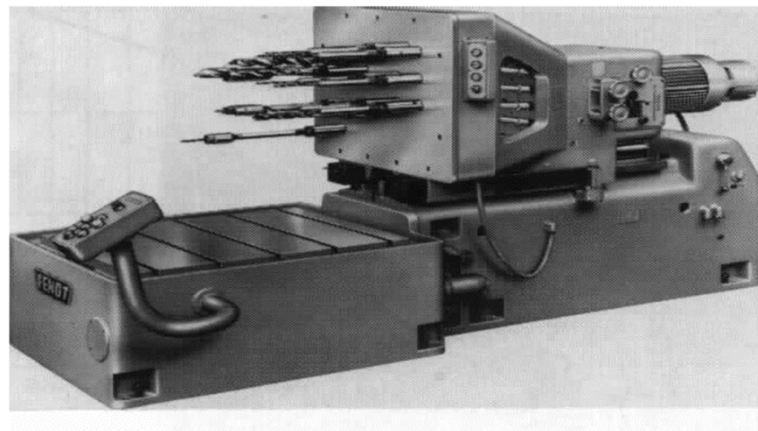


OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

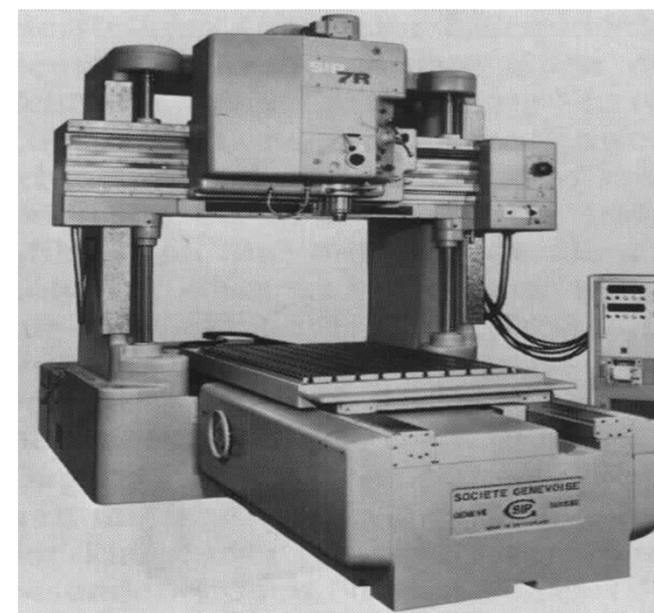
Obrada odvajanjem



Stupna bušilica



Viševretena bušilica

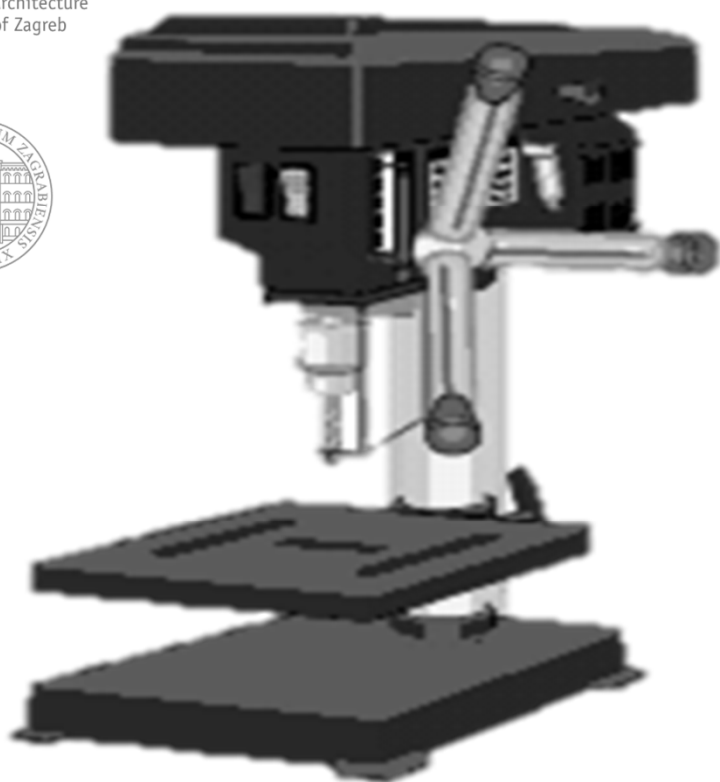


Koordinatna bušilica

OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

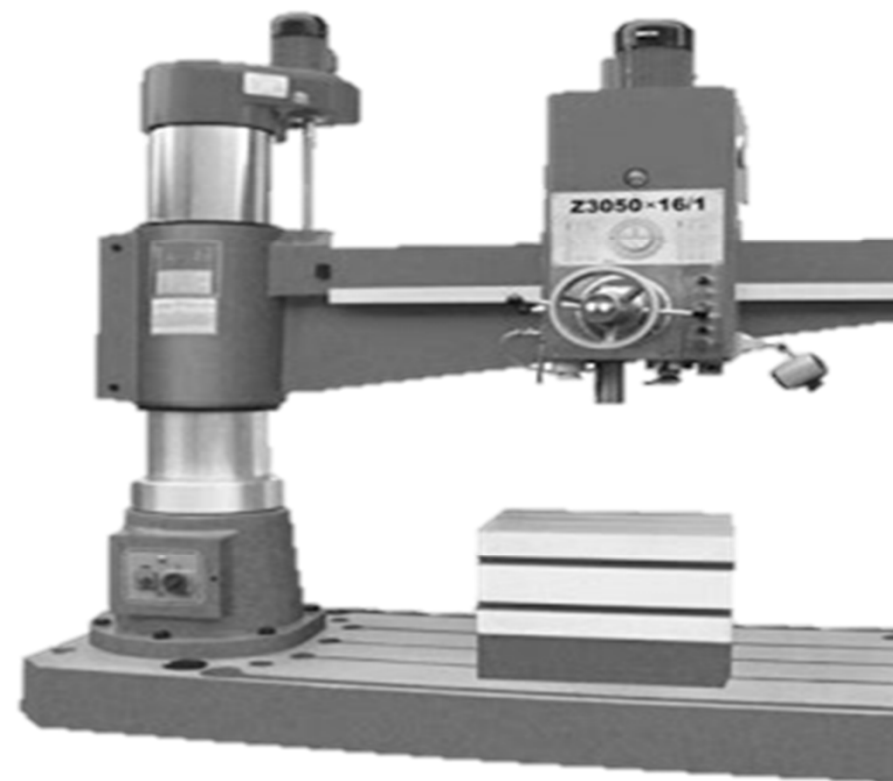
BUŠENJE



Stolna bušilica



Stupna bušilica

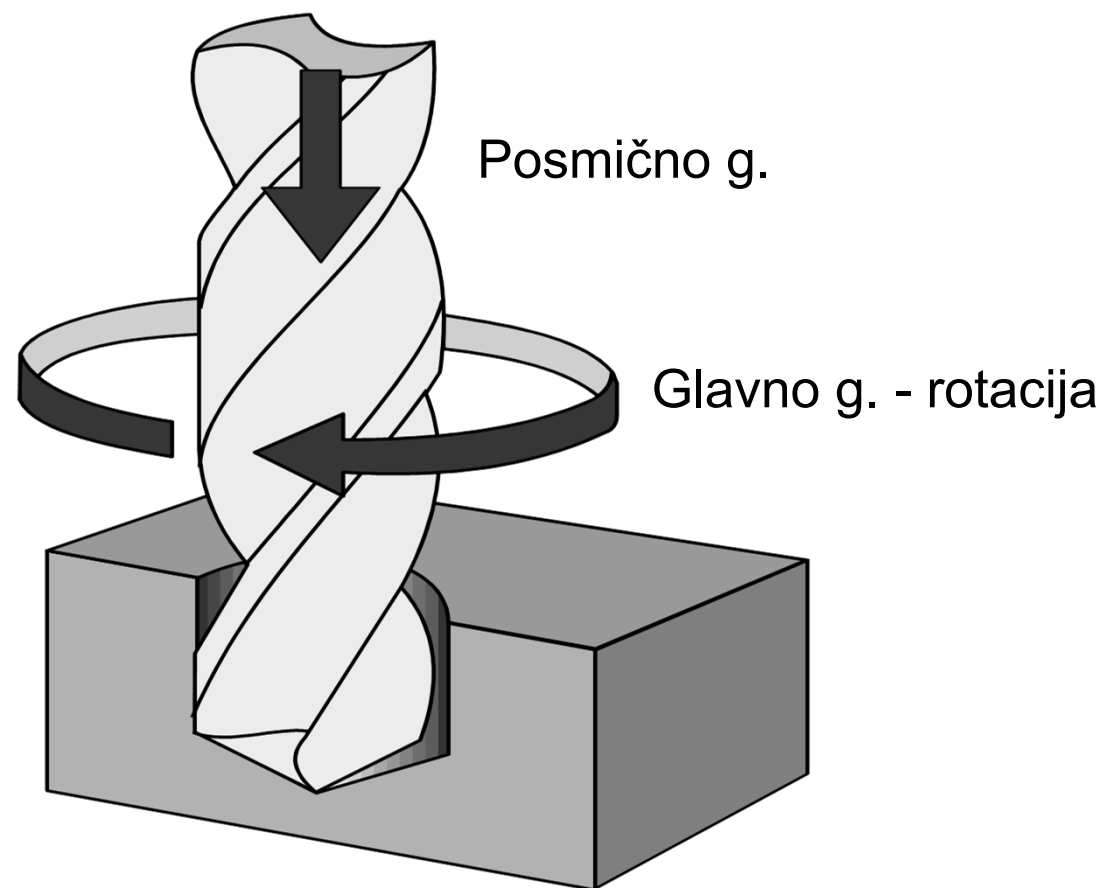
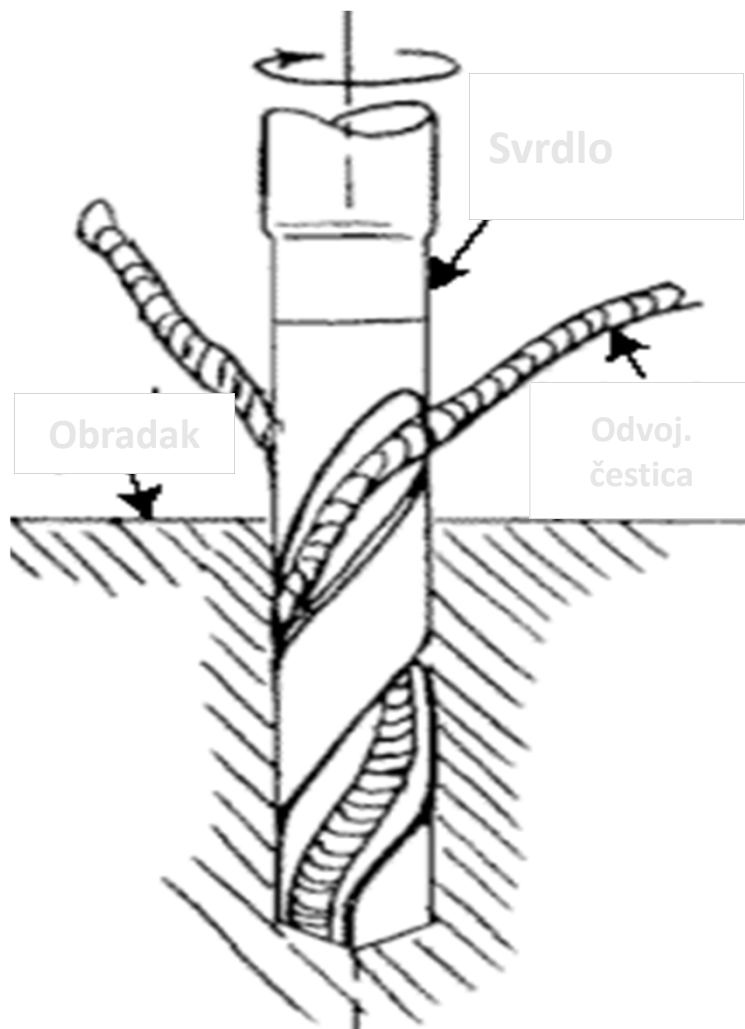


Radijalna bušilica

OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

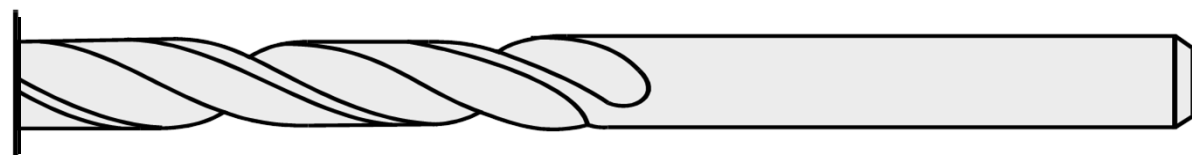
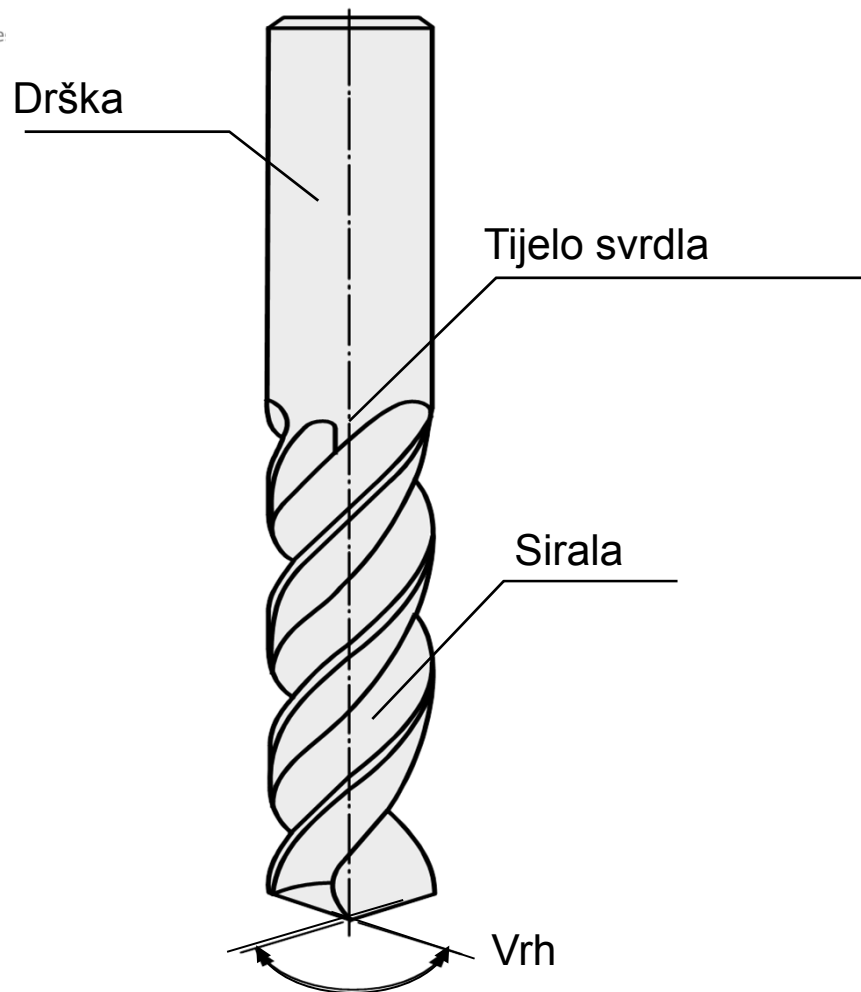
Obrada odvajanjem

SPIRALNO SVRDLO

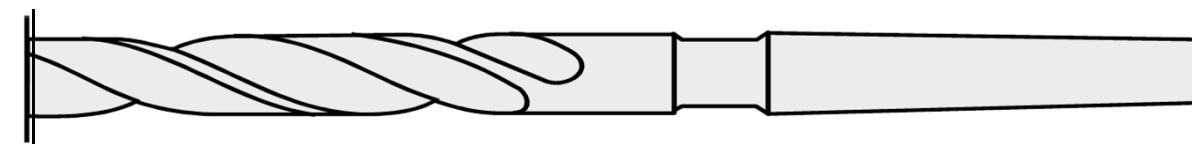


OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

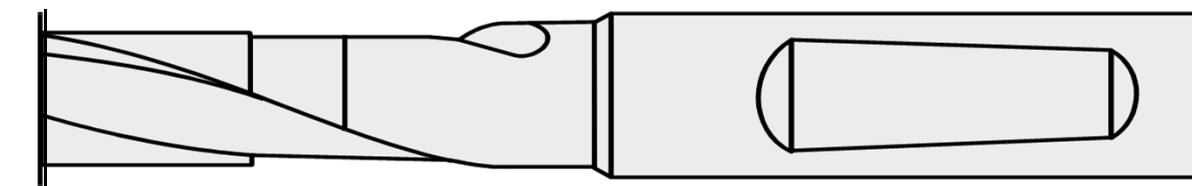
Obrada odvajanjem



Cilindrična drška



Morse konus

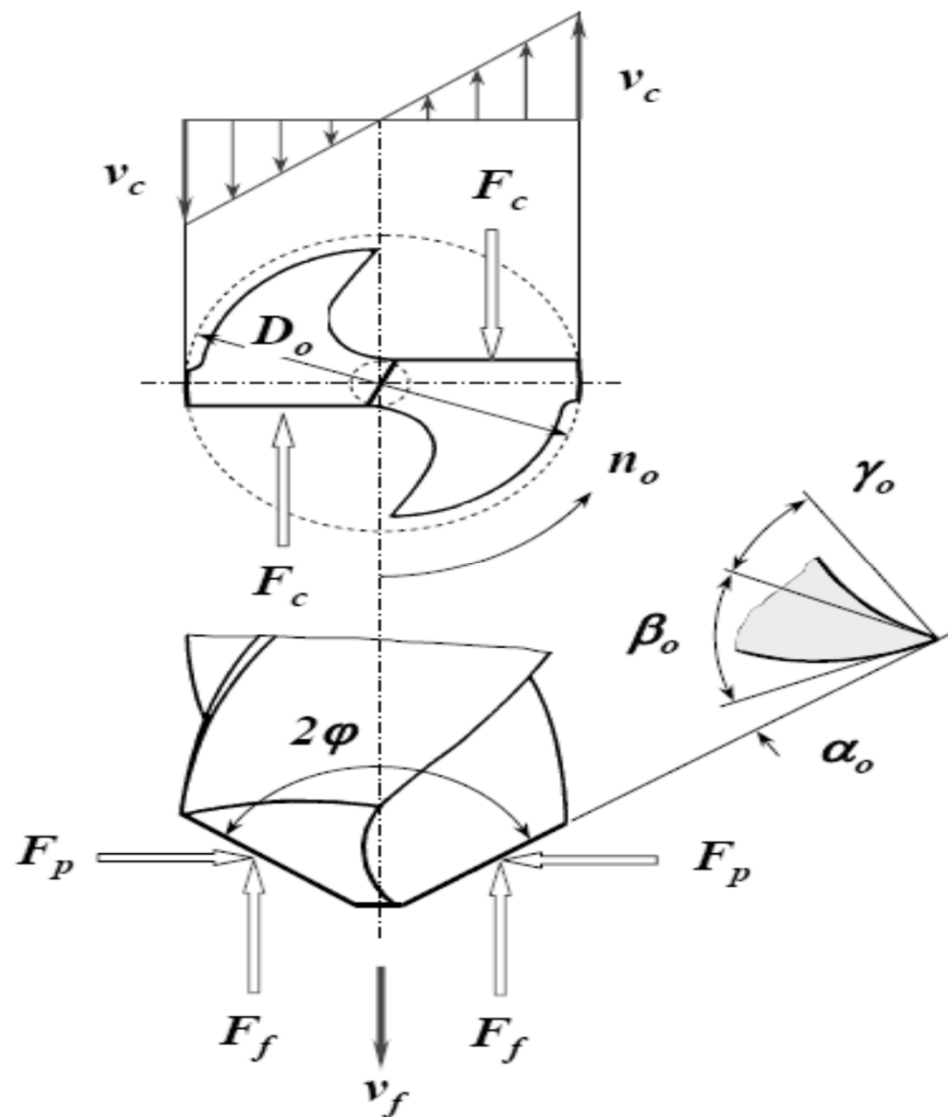


Standardni prihvati

OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

Značajke
postupka
bušenja



OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

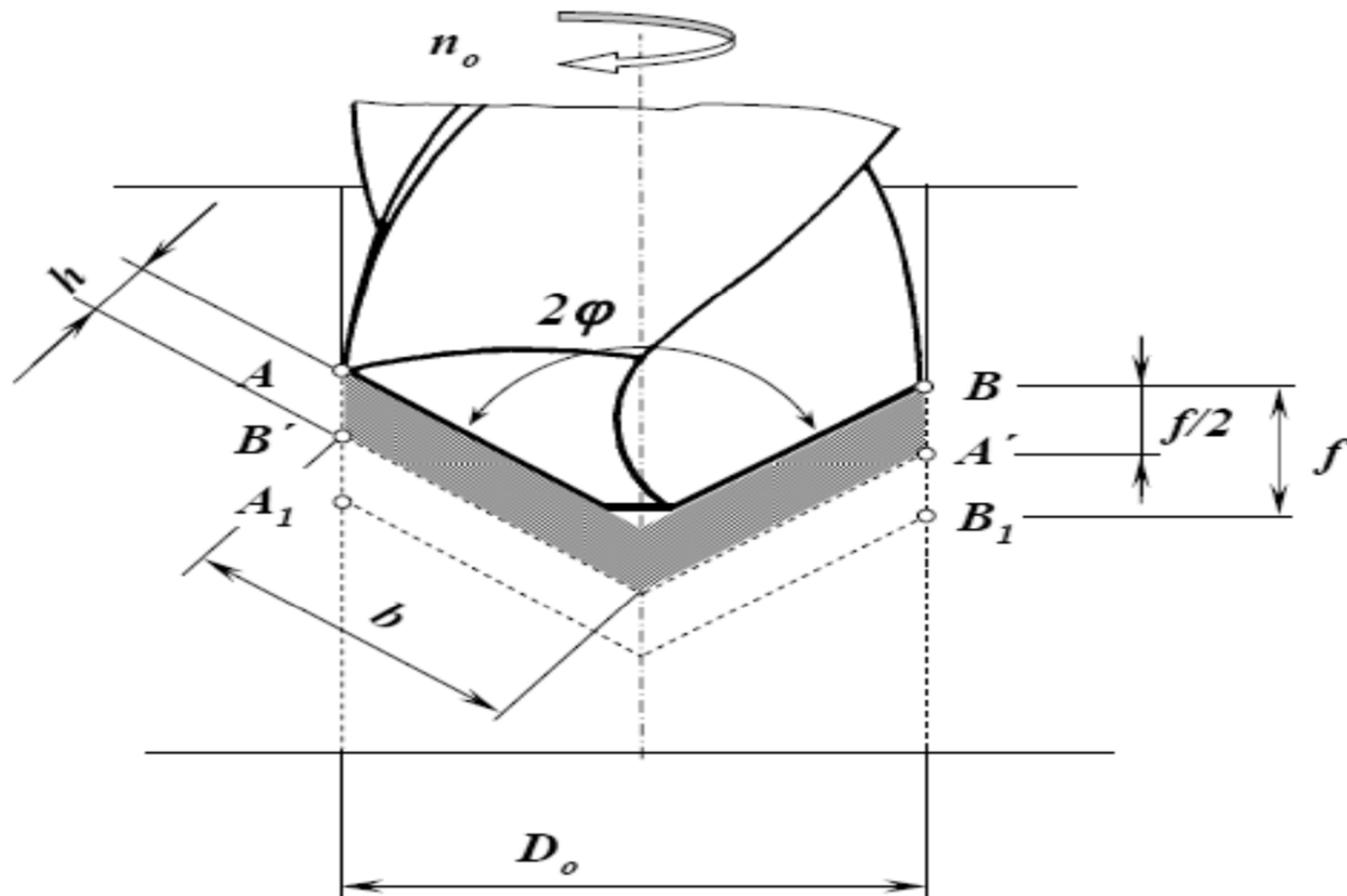
Obrada odvajanjem



OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

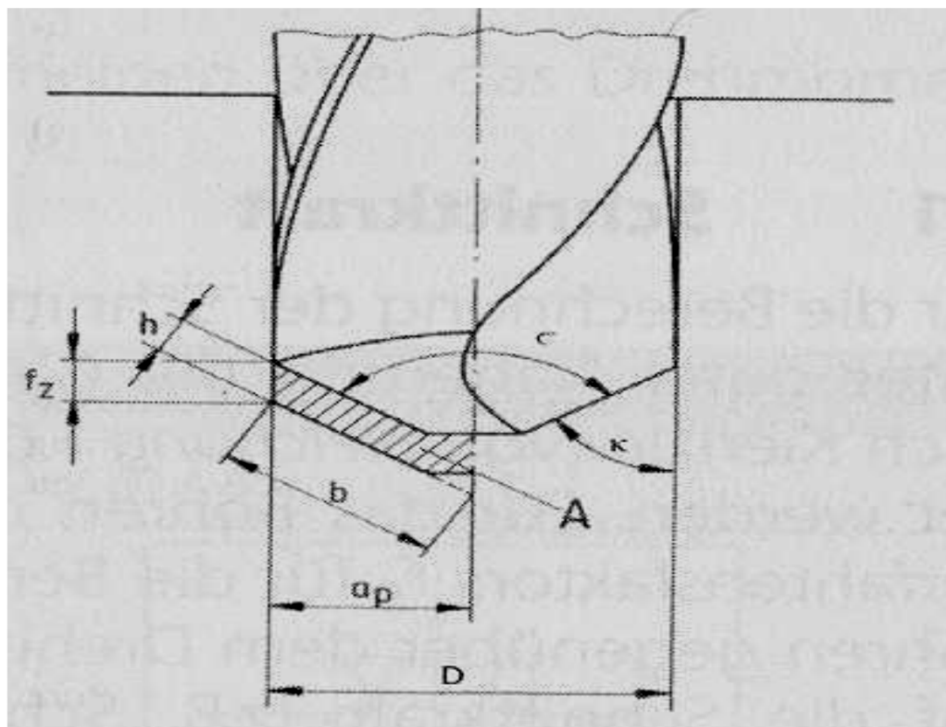
Parametri zahvata kod bušenja



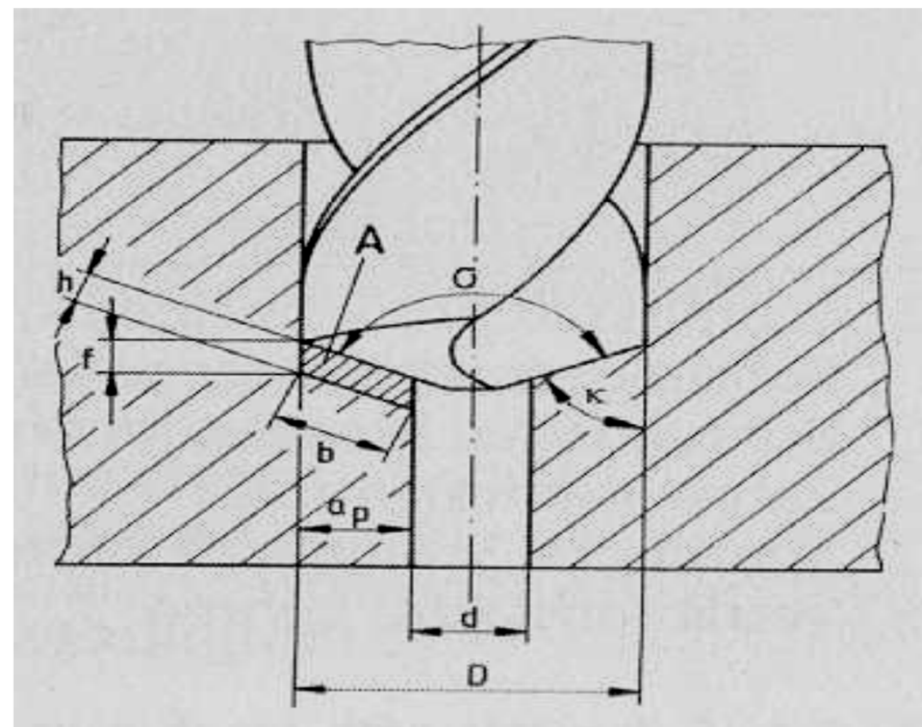
OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

Parametri zahvata kod bušenja u puno i proširivanja provrta



$$a_p = \frac{D}{2}; \quad f_z = \frac{f}{2}; \quad A = \frac{D \cdot f_z}{2} = \frac{D \cdot f}{4}$$



$$a_p = \frac{D-d}{2}; \quad f_z = \frac{f}{2}; \quad A = \frac{(D-d) \cdot f_z}{2}$$

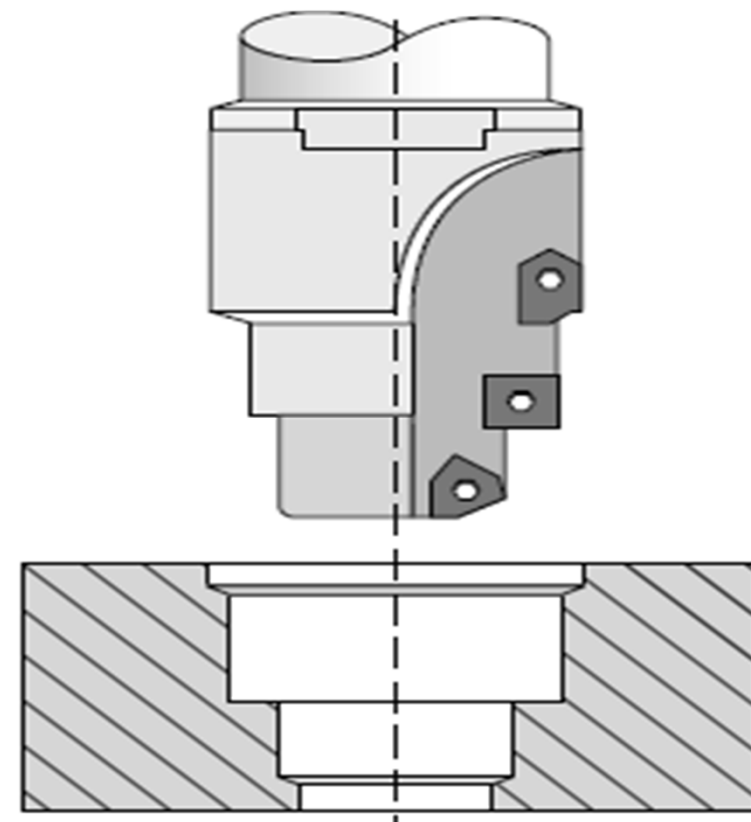
OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

SVRDLO ZA SREDIŠNJE UVRTE



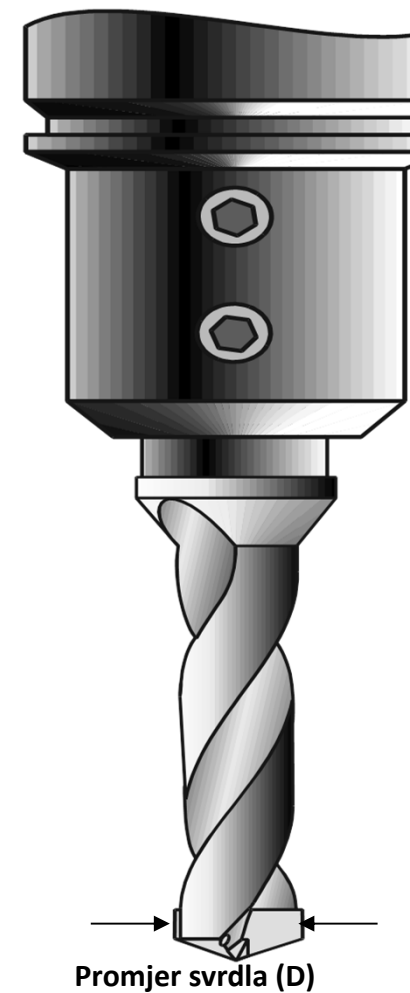
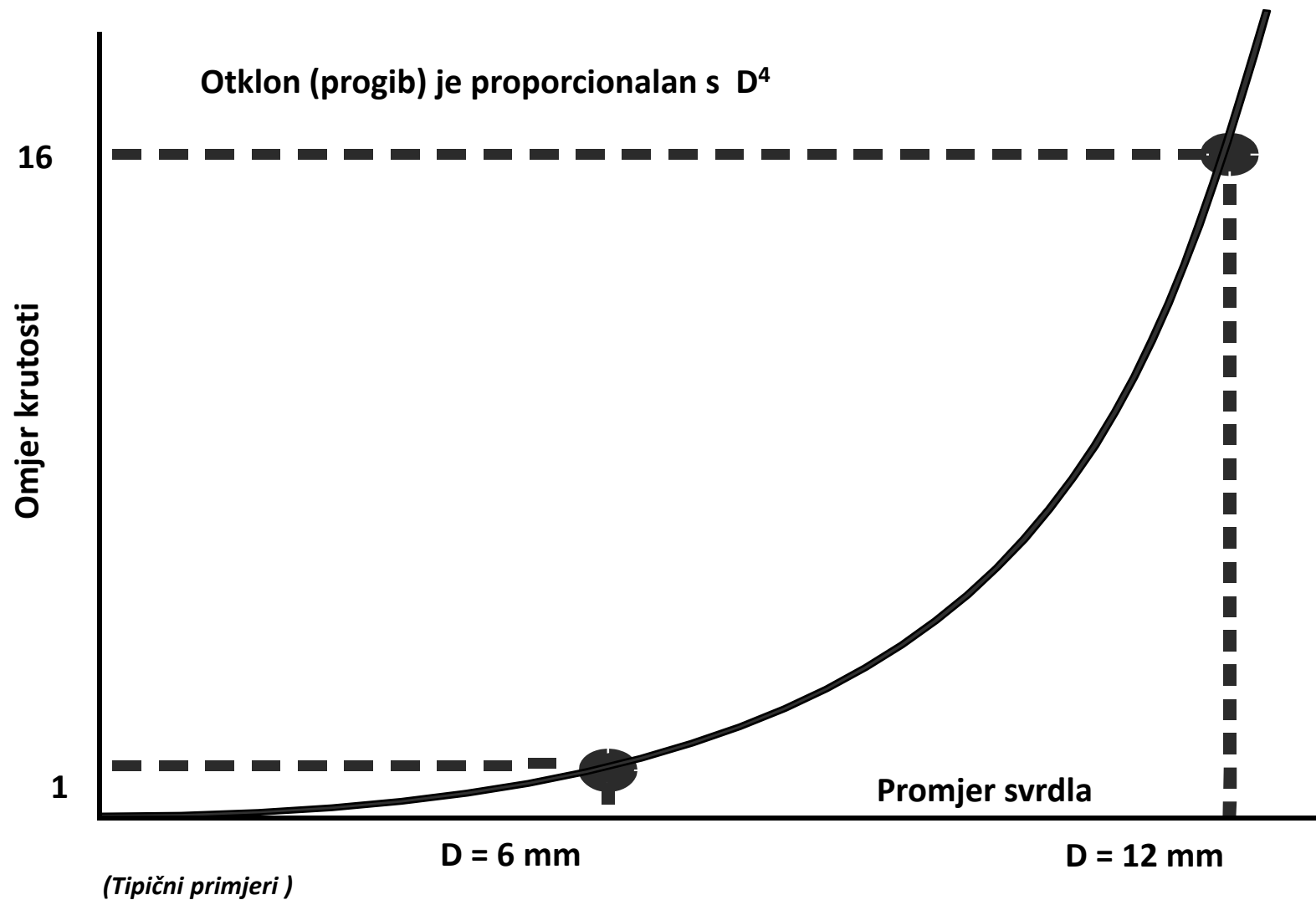
STUPNJEVANO SVRDLO



OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

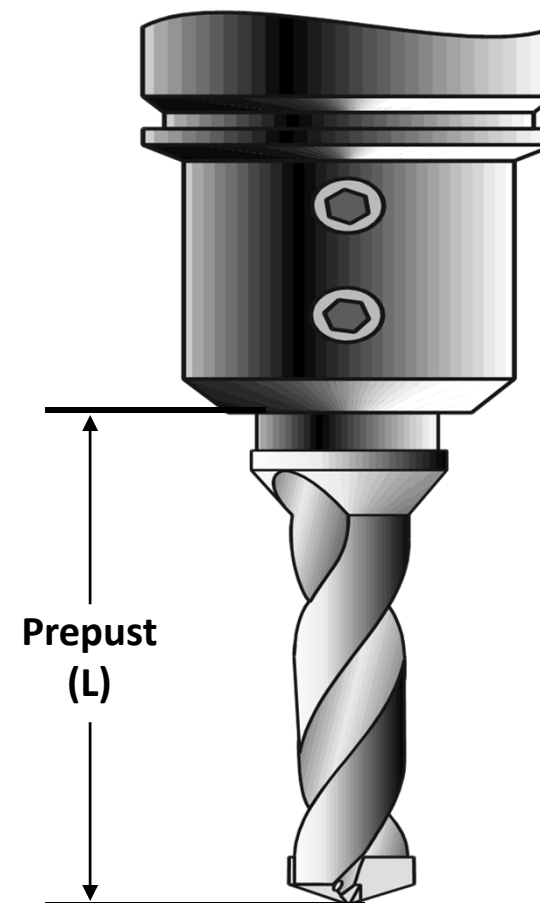
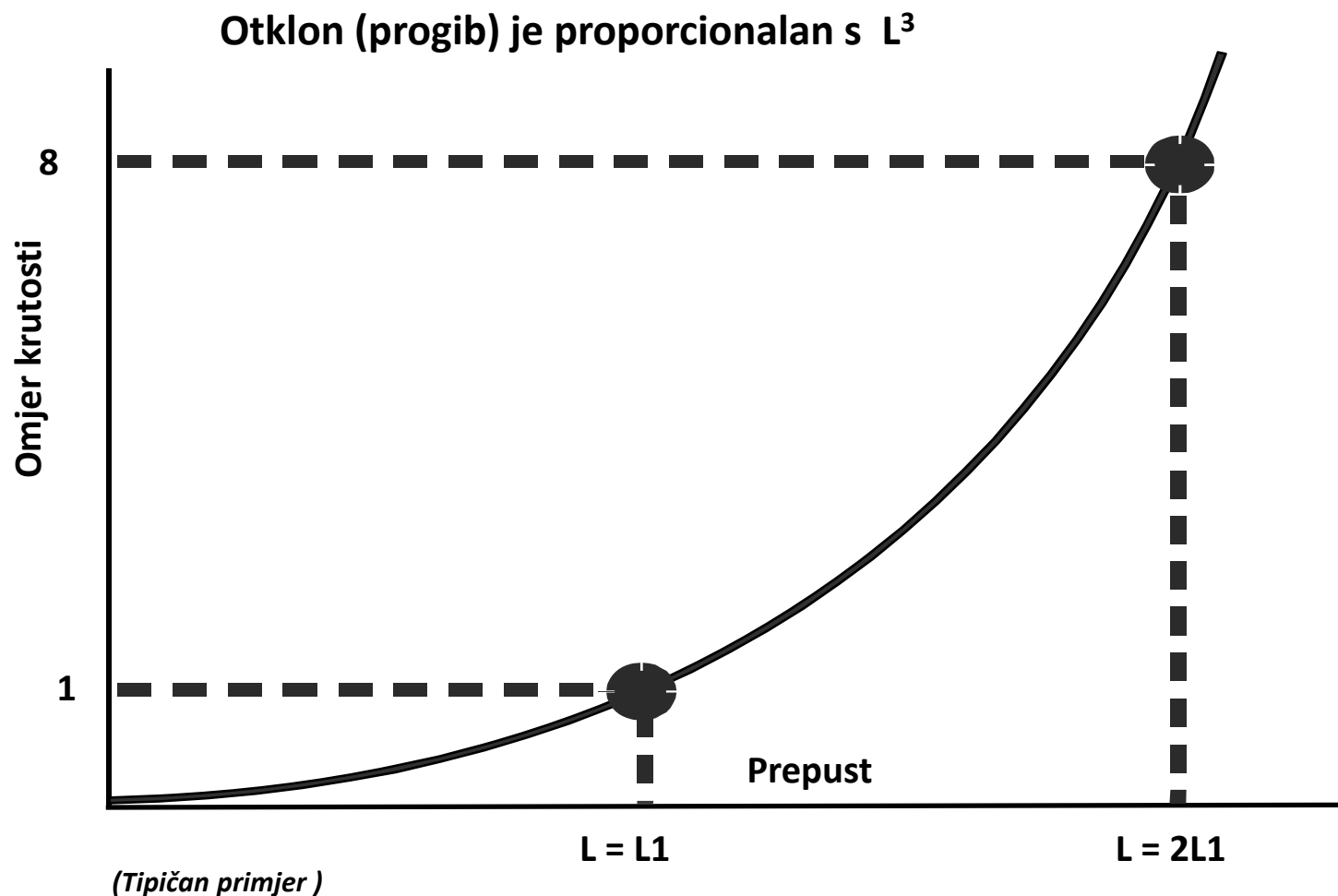
Kod bušenje je vrlo važna stabilnost (krutost) alata



OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

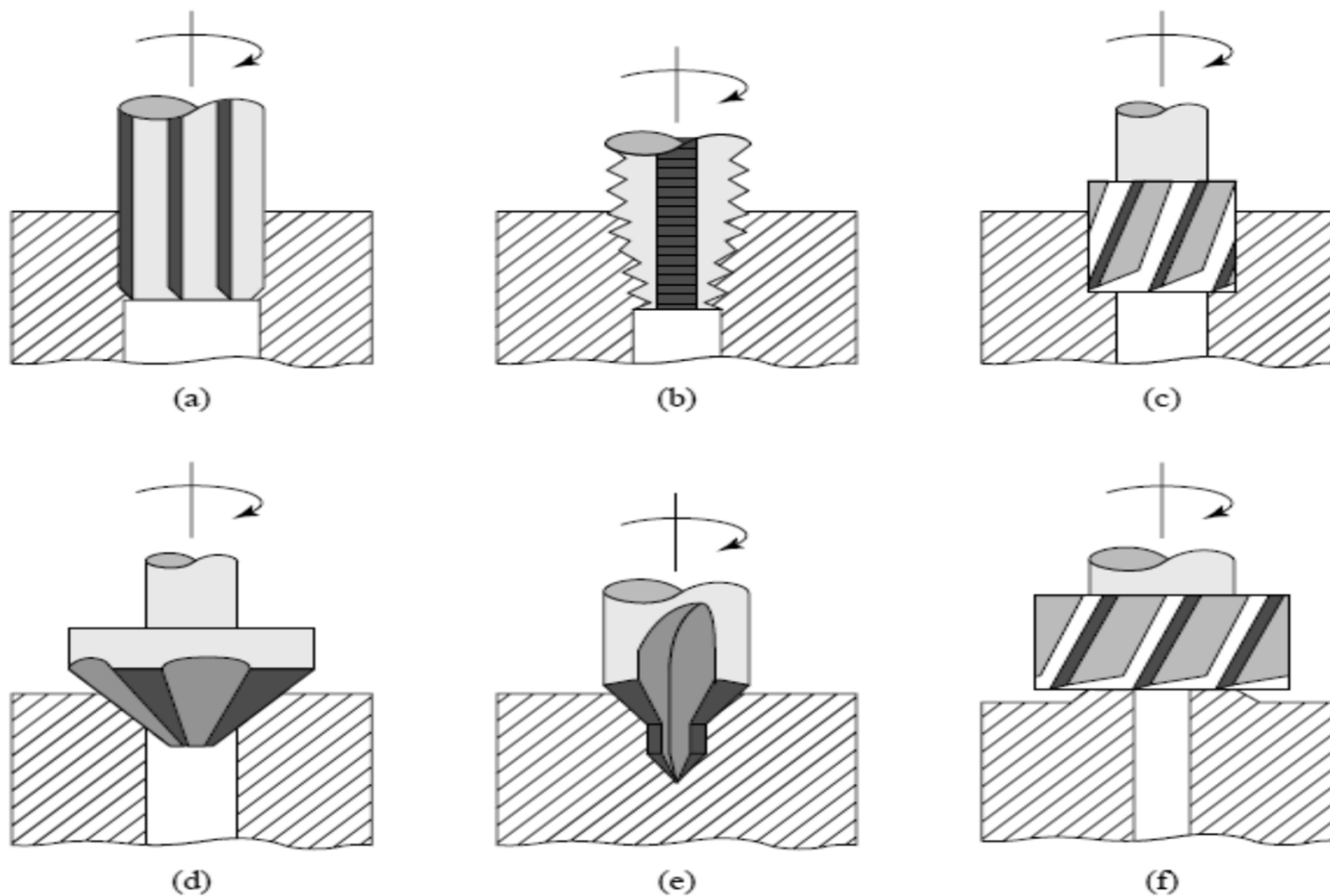
Kod bušenje je vrlo važna stabilnost (krutost) alata



OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

Operacije na bušilicama (osim bušenja)

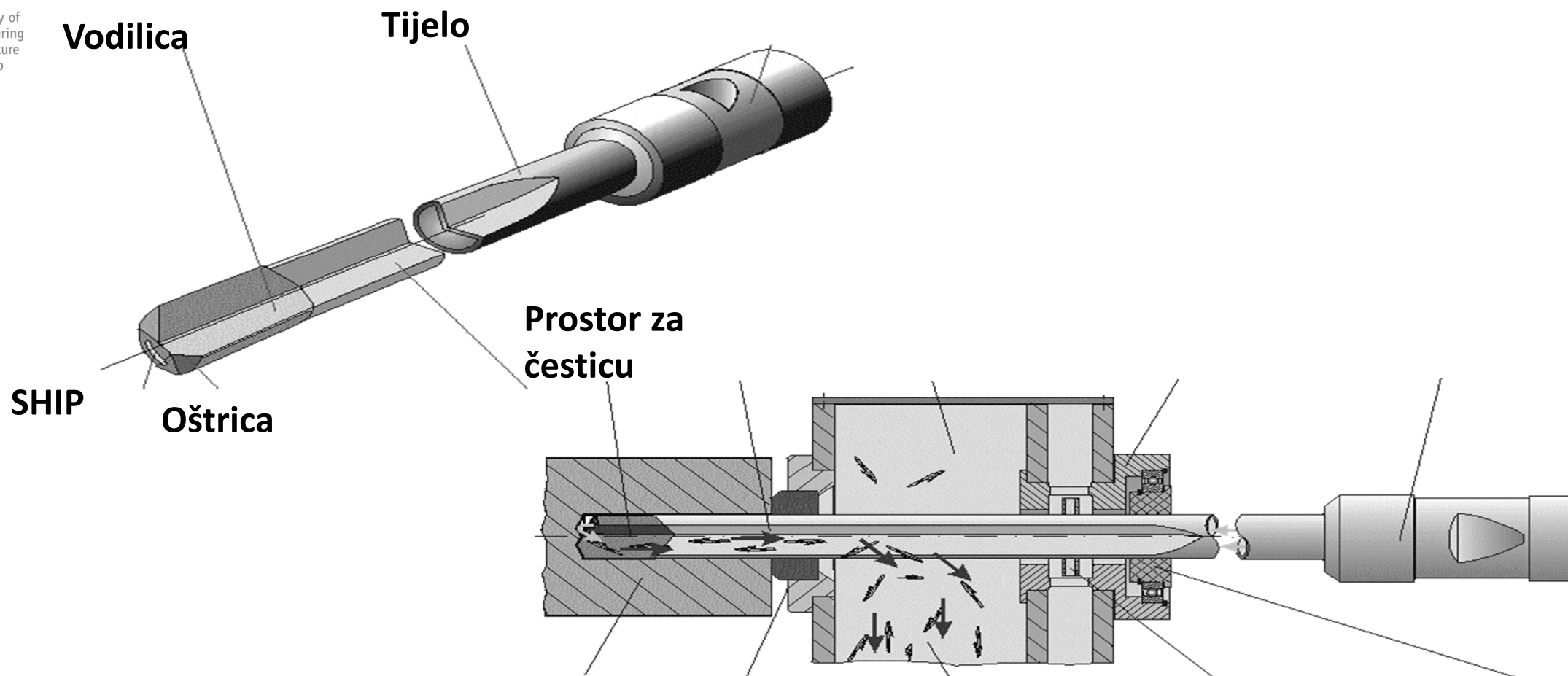


OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

Duboko bušenje – topovsko svrdlo

Što je duboko bušenje - $L/D > ?$



OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem



Obradak

Lineta

Brтва

Puškica

Oslonac

Vodilica

Ulaz SHIP-a

Rezni dio (glava)

Tijelo svrdla

Kontejner za čestice



- ## 1. Provrti malih promjera (uglavnom 1–50 mm)

- ## 2. Otežan lom čestice

- ### 3. Obradni centri – (potreban visokotlačni SHIP)

- ## 4. NC tokarilice

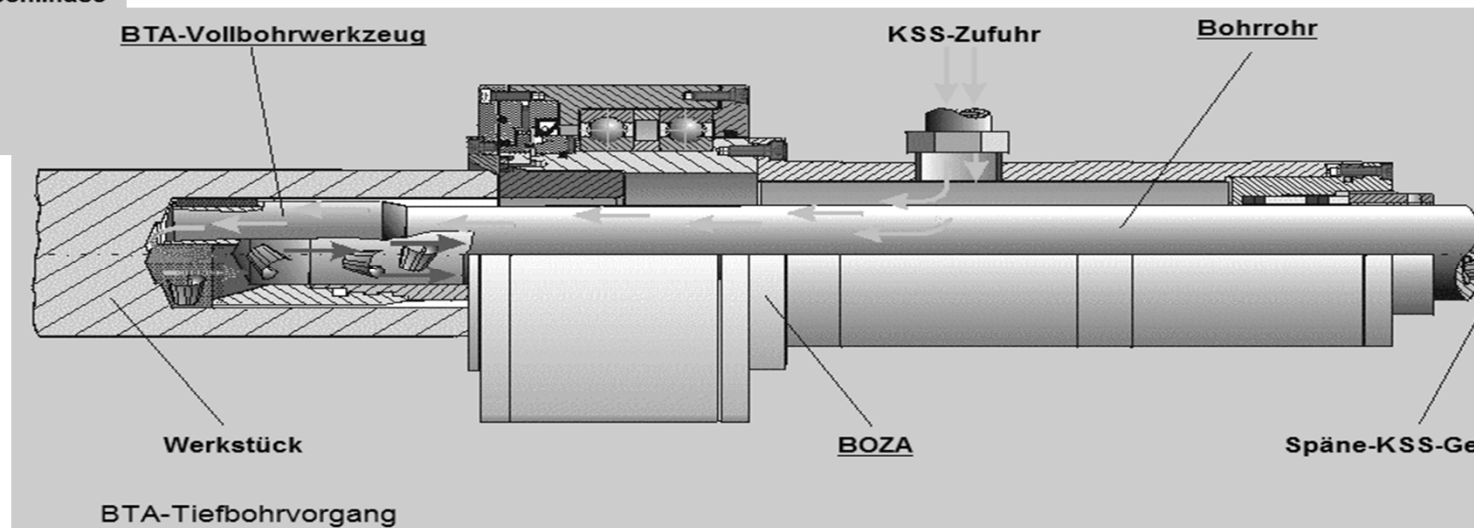
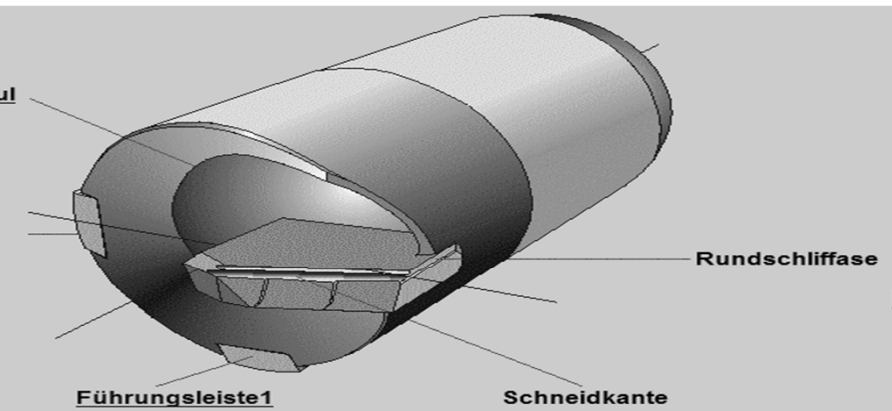
OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

BTA duboko bušenje

BTA duboko bušenje s vanjskim dovodom SHIP-a pod tlakom. Naziva se i STS (Single Tube System) bušenje. SHIPse dovodi između stjenke provrta i bušne cijevi (na nju je stegnuta glava za bušenje), a odvodi se kroz isti otvor kao i čestice i dalje kroz cijev na koju je pričvršćena glava za bušenje.

Promjeri su najčešće u rasponu 20 – 200 mm.

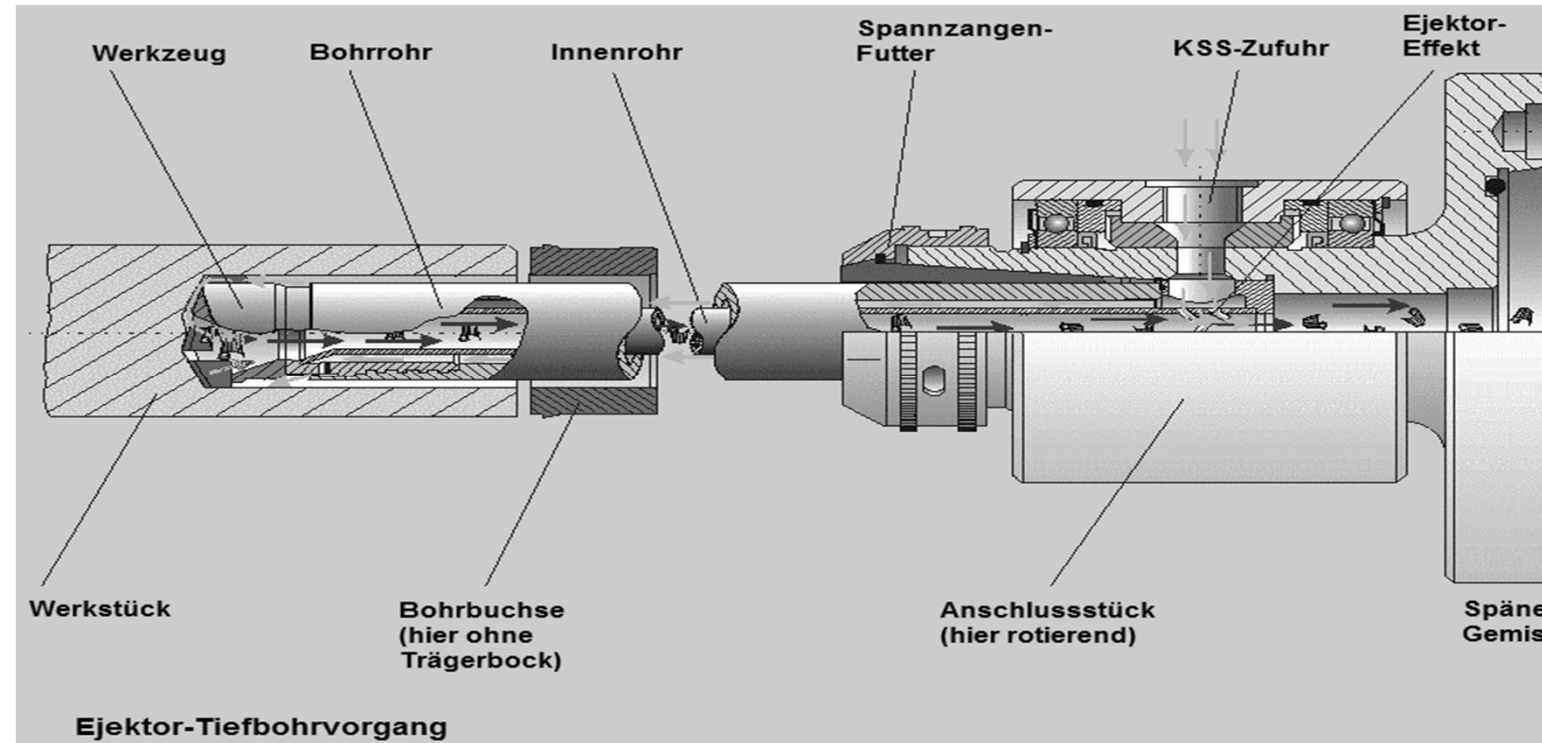
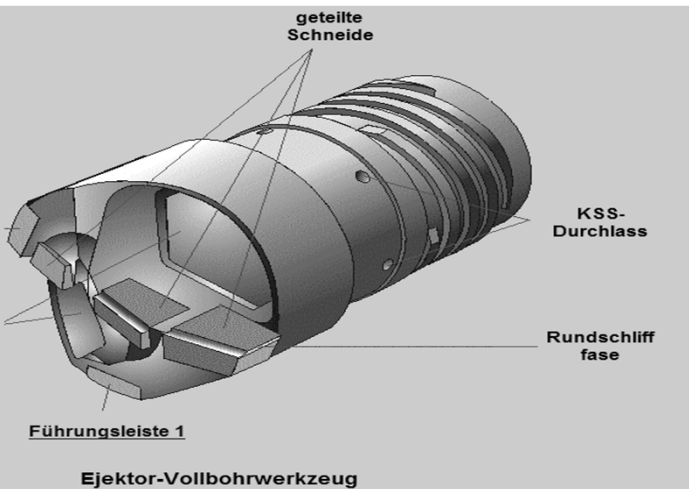


OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

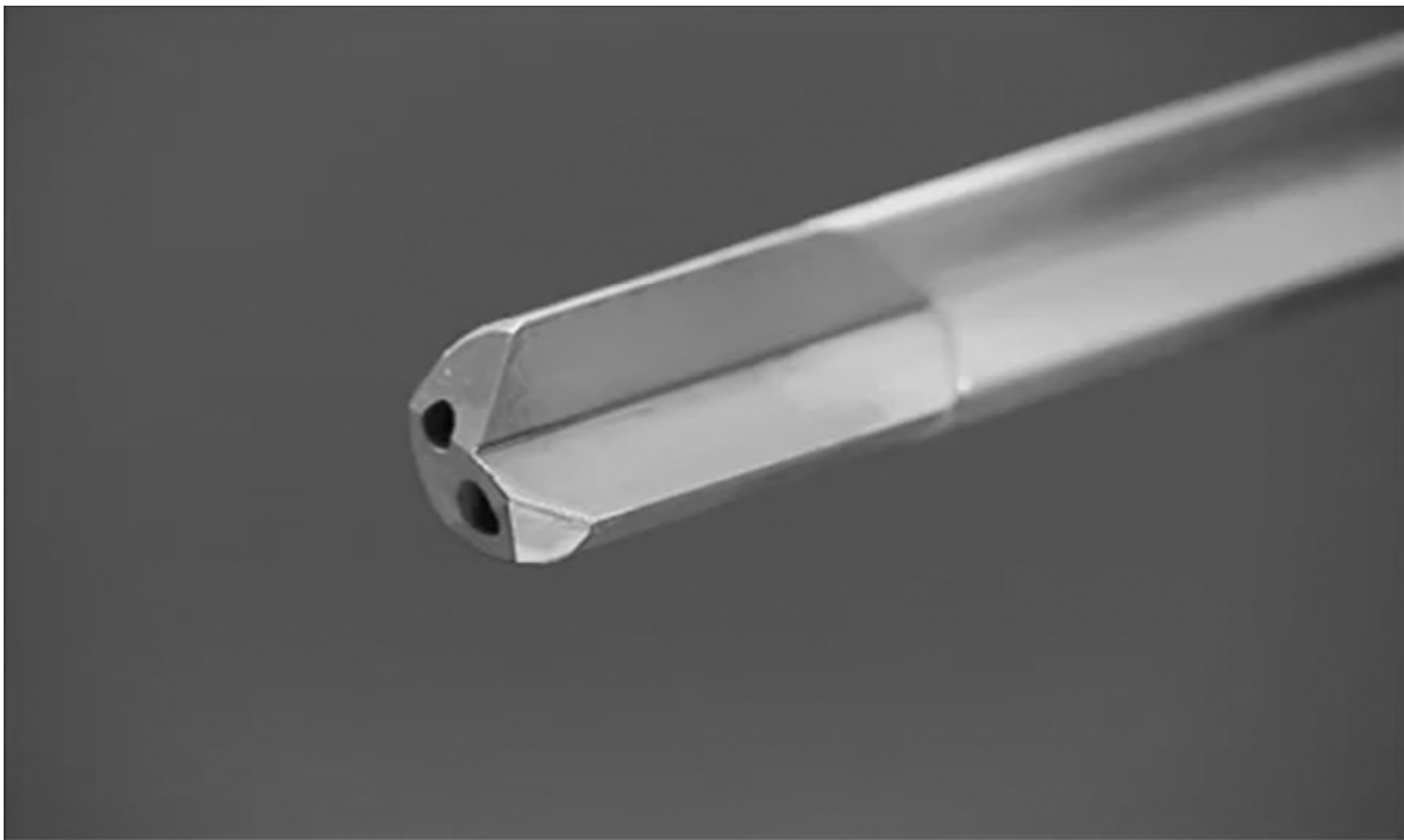
EJEKTORSKO duboko bušenje

mačica BTA dubokog bušenja. Najčešće se primjenjuje za promjere 20 – 250 mm. Za razliku os STS ima tvora. SHIP se dovodi između unutarnje i vanjske cijevi, a zajedno s česticom odlazi kroz unutarnju cijev.



OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem



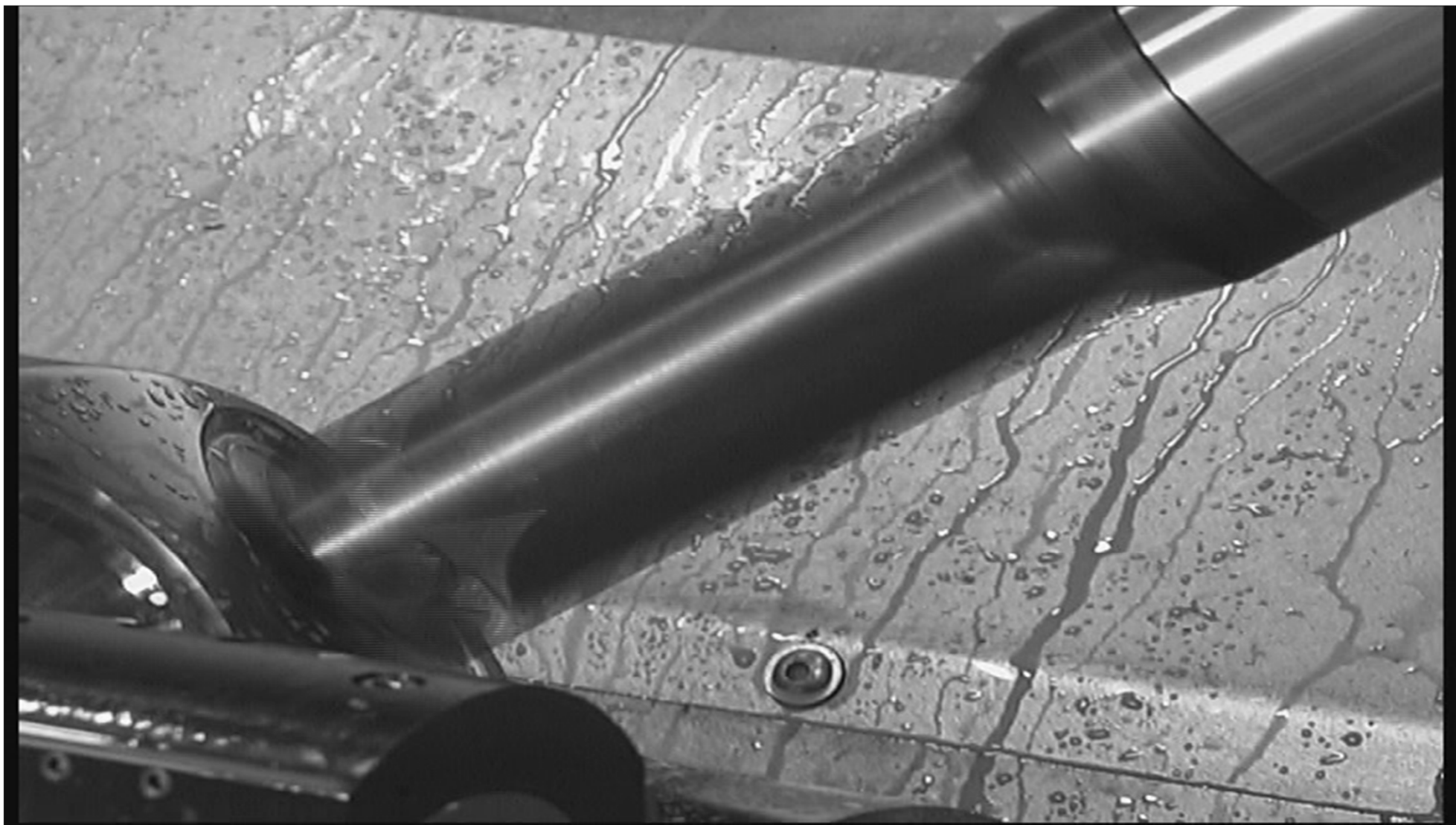
OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

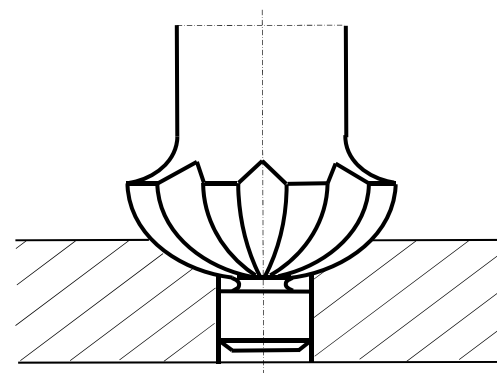
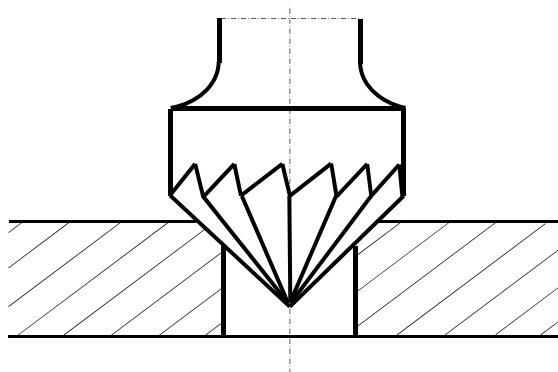
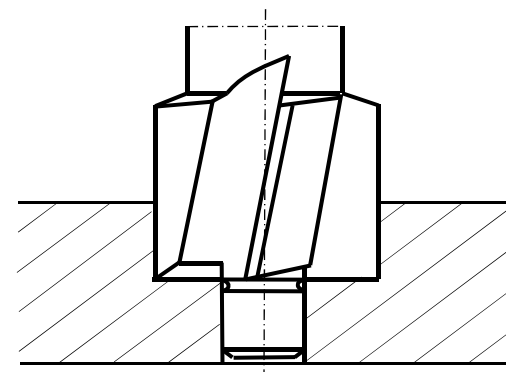
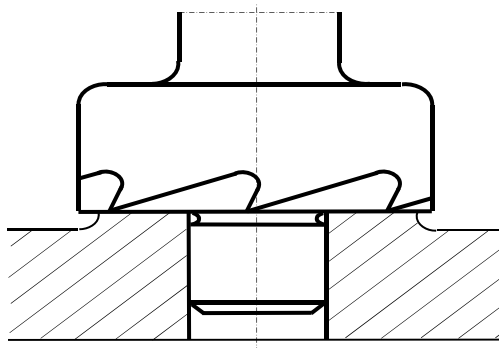
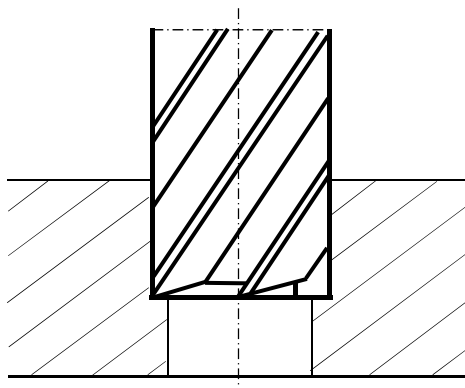
Bušenje



OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

UPUŠTANJE



OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

UPUŠTANJE

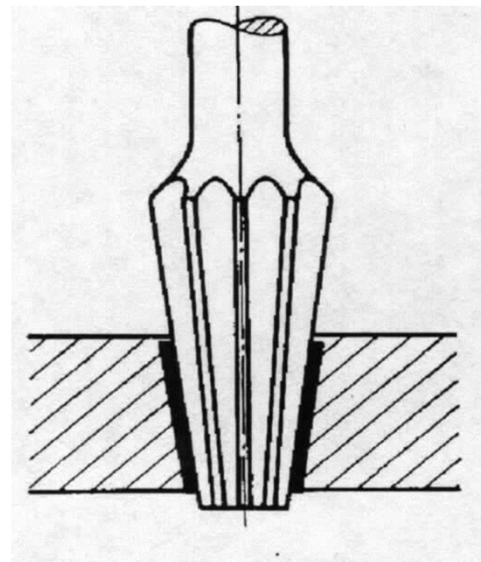
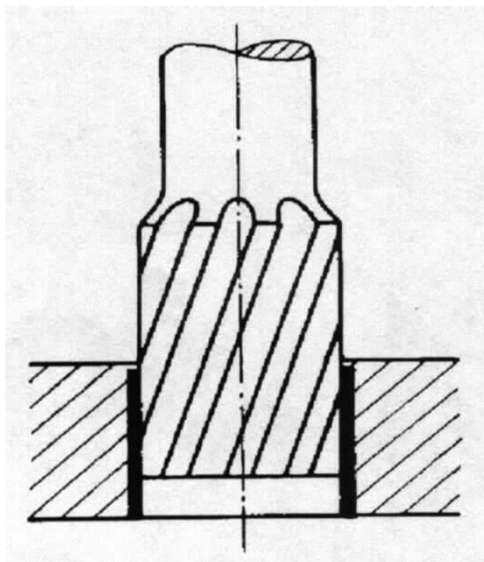
Upuštanje je postupak obrade odvajanjem čestica (rezanjem) koji se upotrebljava nakon bušenja za postizanje točnijeg oblika, ili proširivanja ili oblikovanja već izbušenih provrta. Izvodi se na alatnim strojevima, pretežno bušilicama, pri čemu je glavno gibanje kružno kontinuirano, a posmično gibanje pravolinijsko kontinuirano i izvodi se istodobno kad i glavno gibanje. Ako se obrada izvodi na bušilicama sva gibanja izvodi alat.

Alat za upuštanje je upuštalo, definirane geometrije reznog dijela, s više od dvije glavne rezne oštrice.

OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

RAZVRTAVANJE



OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

RAZVRTAVANJE

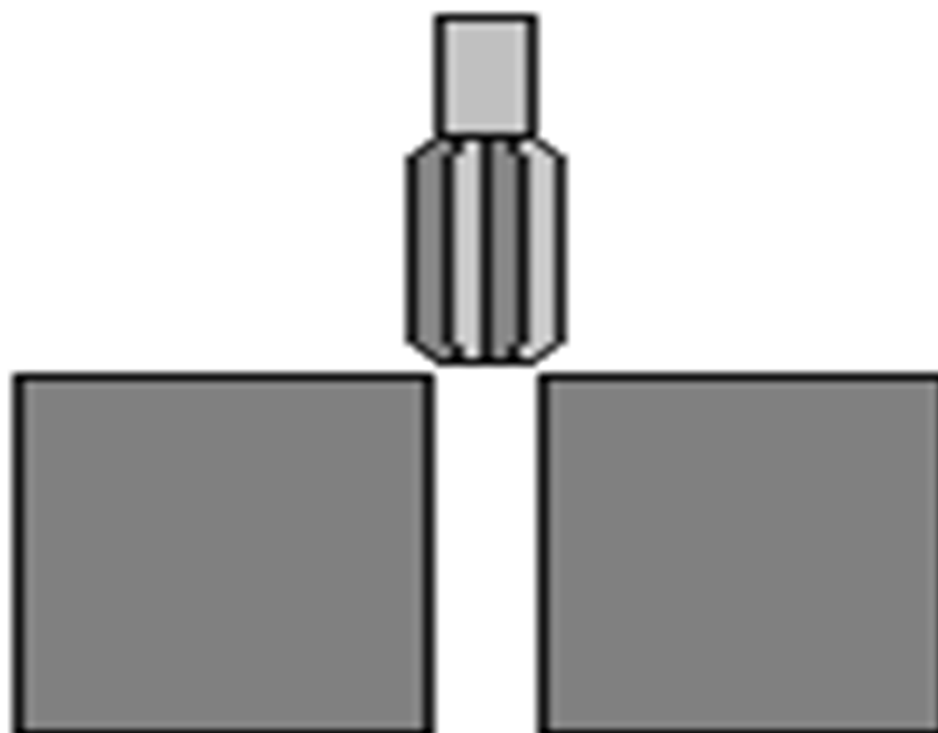
Razvrtavanje je postupak obrade odvajanjem čestica (rezanjem) koji se upotrebljava nakon bušenja za konačnu, finiju i precizniju obradu već izbušenih provrta (N5). Izvodi se na alatnim strojevima, pretežno bušilicama, pri čemu je glavno gibanje kružno kontinuirano, a posmično gibanje pravolinijsko kontinuirano i izvodi se istodobno kad i glavno gibanje. Ako se obrada izvodi na bušilicama sva gibanja izvodi alat.

Alat za razvrtavanje je razvrtalo, definirane geometrije reznog dijela, s više od dvije glavne rezne oštrice (6-12).

OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

RAZVRTAVANJE



OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

Upuštanje - film



OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM I OBRADA ODVAJANJEM

Obrada odvajanjem

Razvrtavanje . film

