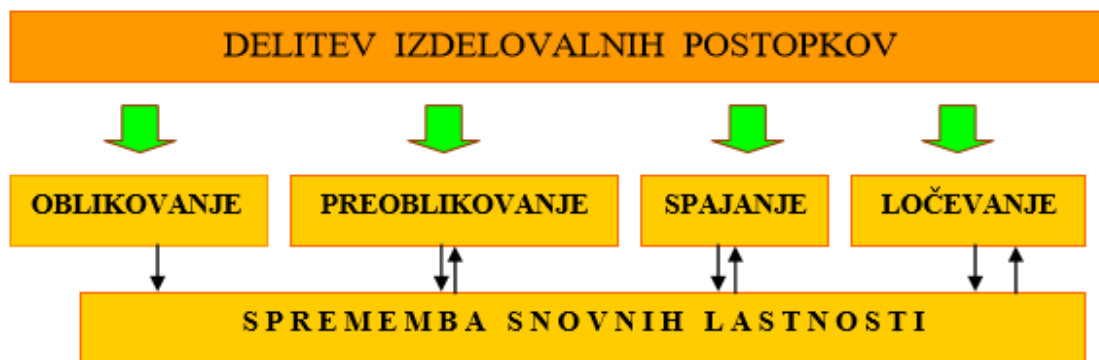


TEHNOLOGIJA ODREZAVANJA

DELITEV IN DEFINICIJA IZDELOVALNIH POSTOPKOV

Izdelovalni postopek je časovno in prostorsko napredovanje *izdelave* v izbranem *izdelovalnem sistemu*, ki vključuje: material, energijo, orodje, stroje, informacije in delovna sredstva. Sestavljajo ga različne izdelovalne faze oziroma operacije, kot so npr. tehnološke, kontrolne, transportne, skladiščne ipd.

Izdelki so označeni s funkcijo, ki jo morajo opravljati. Izdelke v nastajanju imenujemo obdelovanci.



Odločujoči kriterij za razdelitev postopkov je način spreminjanja medsebojne zveze med delci materiala. Med postopki izdelave se medsebojna zveza med delci materiala lahko **ustvarja, ohranja, zmanjšuje ali povečuje**.

Postopki *oblikovanja* so postopki litja, metalurgije prahov in brizganja umetnih mas, kjer medsebojna zveza med delci materiala nastaja oziroma se **ustvarja**.

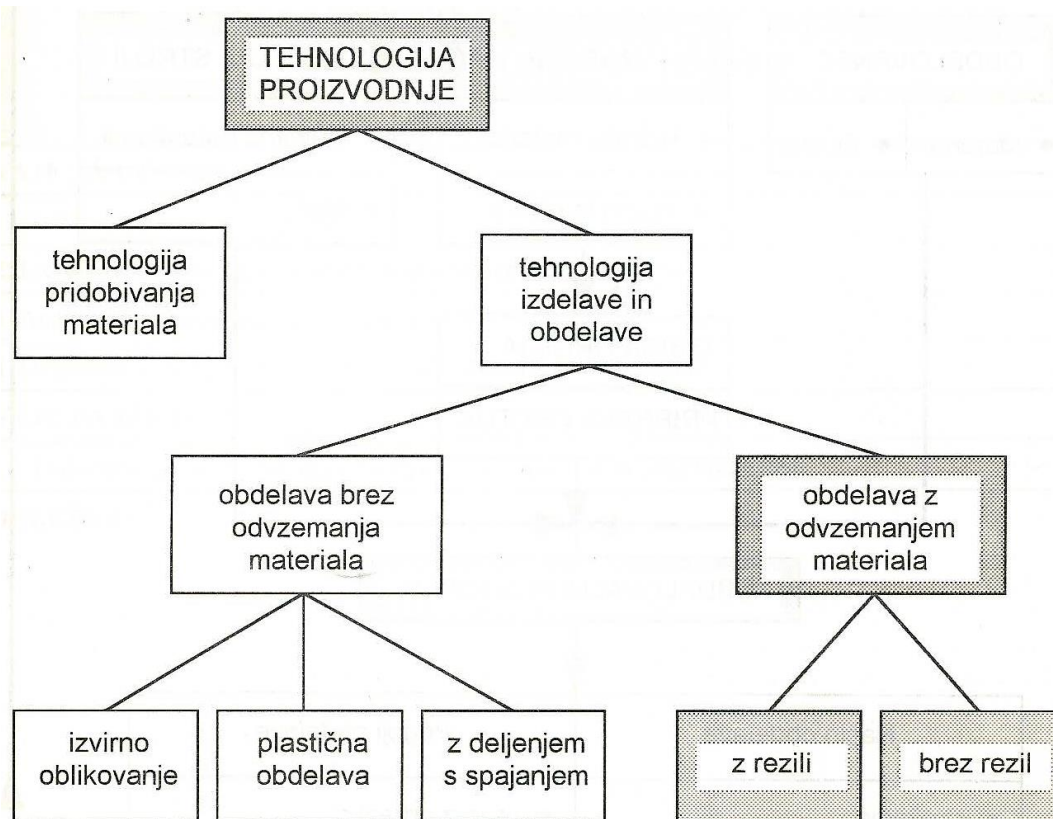
Pri postopkih *preoblikovanja* se zveza med delci **ohranja**. Obdelovanec preoblikujemo s plastično deformacijo. Postopki preoblikovanja so valjanje, vlečenje, globoki vlek, kovanje.

Spajanje je sestavljanje dveh ali več obdelovancev. Medsebojna zveza se **ustvarja** z varjenjem, spajkanjem, lepljenjem, kovičenjem, stiskanjem.

Ločevanje spreminja obliko obdelovanca tako, da se pri tem **prekinja** medsebojna zveza med delci. To so postopki rezanja in odrezovanja pri katerih material lokalno odvezamo v obliki odrezkov (npr.: struženje, frezanje, vrtanje, brušenje,...)

Postopki *spreminjanja snovnih lastnosti* vključujejo postopke toplotne obdelave kot so: normalizacija, žarjenje, kaljenje, poboljšanje, površinsko utrjevanje in nanašanje trdih prevlek.

RAZDELITEV TEHNOLOGIJE PROIZVODNJE



Pri izbiri izdelovalne tehnologije so poleg izbranega materiala in razpoložljive opreme odločujoči naslednji kriteriji in sicer:

- lastnosti izdelka pri uporabi,
- dimenzije, oblika in masa izdelka,
- število izdelkov oziroma serija,
- zahtevana natančnost izdelave,
- ekonomičnost postopka.

Cilj izdelovalnega postopka v procesu izdelave je kakovosten izdelek z zahtevanimi uporabnimi lastnostmi, s konkurenčno ceno in oblikovno ter mersko natančno izdelavo v okviru zahtevanih toleranc.

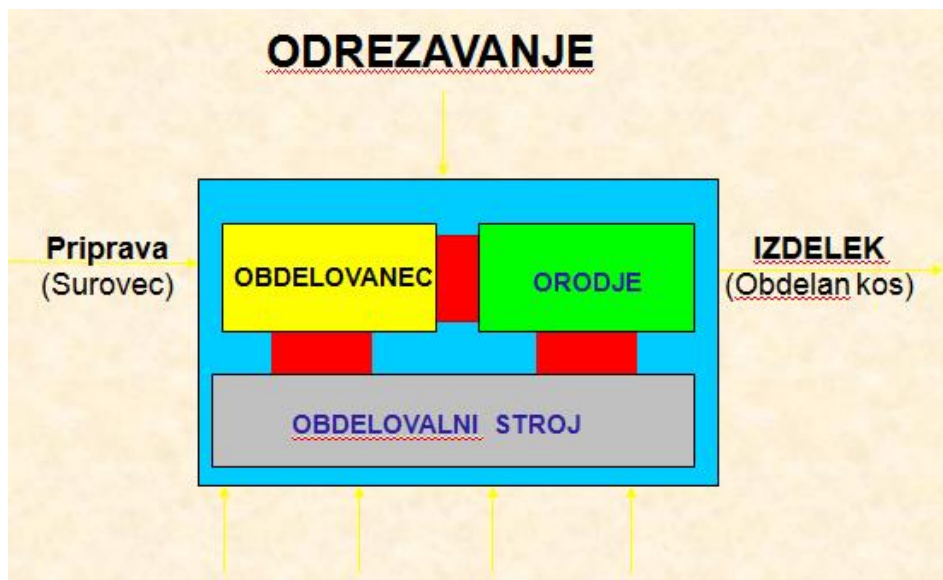
POSTOPKI LOČEVANJA

Postopki ločevanja so postopki obdelave, pri katerih spreminjamo obdelovancu obliko in dimenzijo...

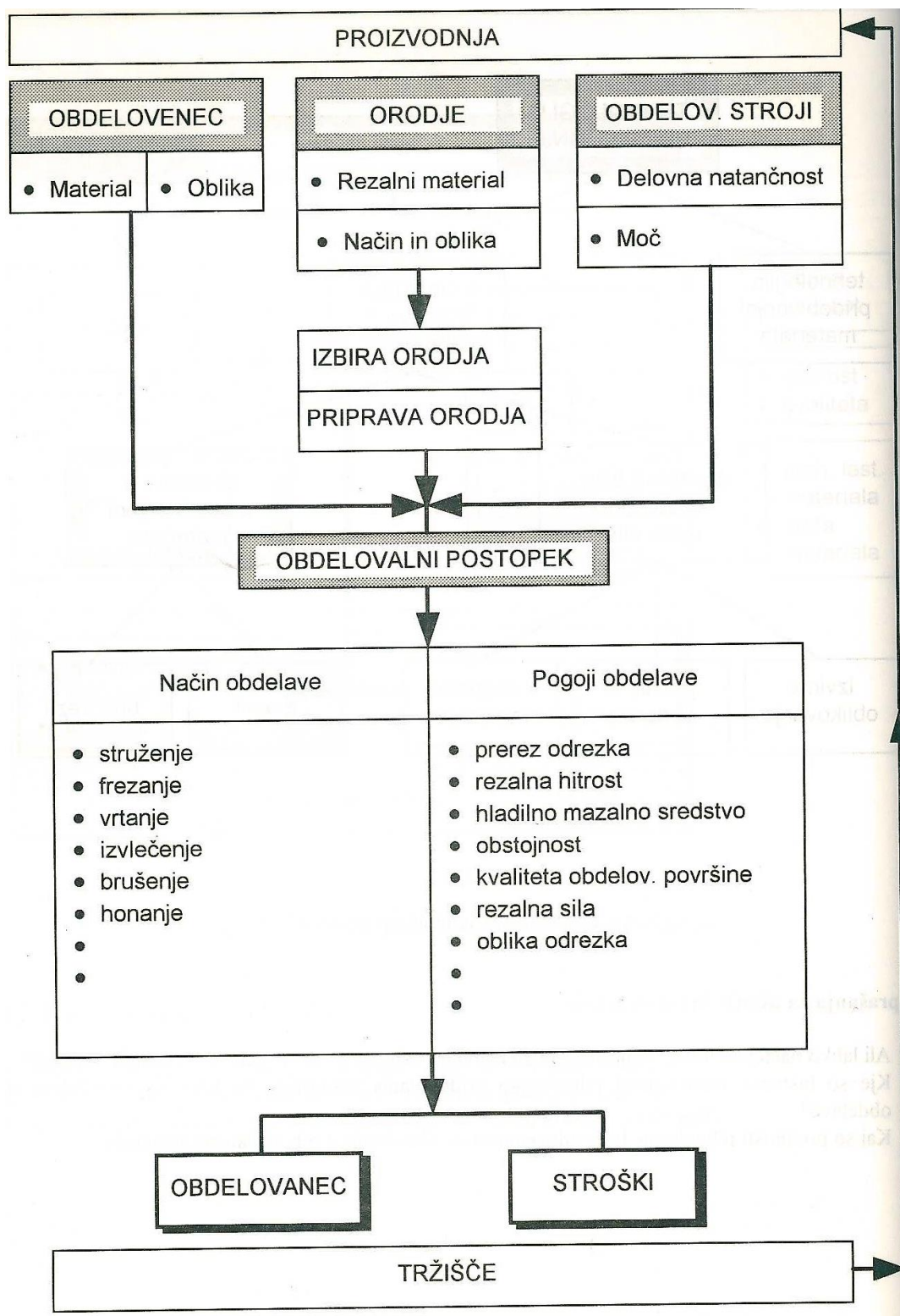
ODREZAVANJE

Na področju **obdelave** v strojniški tehnologiji je **odrezavanje najbolj zastopano**. Vse postopke, pri katerih od začetnega kosa **odrežemo** ali kako drugače **odstranimo** znatnejše količine materiala, imenujemo odrezavanje. Odrezujemo lahko s pomočjo **klina**, ki reže manjše delčke - **odrezke** - od uporabnega kosa materiala. To so postopki **struženja, vrtanja, frezanja, brušenja**. Razen tega poznamo še postopke - **odnašanja** - odjedanja materiala z neposrednim delovanjem energije, pri katerih toplotna, električna, kemijska ali katera druga energija **odstranjuje ali tali** zelo majhne delčke s površine obdelovanca - **elektroerozija, obdelava z elektronskim snopom, laserske obdelave** .. ipd.

V napredni urejeni industriji zavzema **odrezavanje približno 60 % vse obdelave**. V novejšem času sicer strmimo k temu, da bi se odrezavanju čim **bolj izognili**, saj je vedno povezano z **izgubo materiala**. Odrezovanje bo obdržalo svoj pomen, saj dosega še vedno **največje natančnosti obdelav**.



VHODNE IN IZHODNE VELIČINE PROCESA ODREZAVANJA



OSNOVE POSTOPKOV ODREZAVANJA

Osnova odrezavanja je **klin**, ki se s pomočjo **sile zarine** v obdelovanec in s tem **odstrani** odvečni material. Želja vseh, ki se z odrezavanjem ukvarajo je, da bi razvili **čim bolj idealna gibanja orodij in obdelovancev**, da bi orodja odrezavala v **najboljših pogojih pri čim manjši sili**.

Zaradi tega je zelo pomembno, da imamo orodja z **ustrezno geometrijo**, ki zagotovijo najbolj **optimalne procese odrezavanja**. Medsebojna gibanja morajo ustvarjati **optimalne sile**. S kombinacijo gibanj orodij proti obdelovancu pa ustvarjamo **ustrezne oblike**.

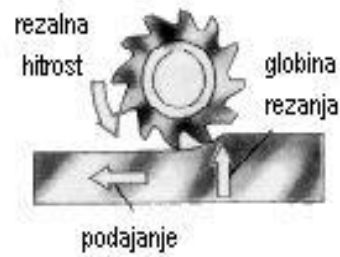
Posamezni izdelek lahko izdelamo z različnimi postopki odrezovanja. Pri izbiri najustreznejšega postopka upoštevamo naslednje:

- obdelana površina mora imeti predpisano kakovost,
- obdelovalni čas naj bo čim krajši,
- odpor pri odrezovanju oz. rezalna sila naj bo čim manjša,
- orodje naj bo kar najbolj obstojno.
- navedeni pogoji vplivajo tudi na izbiro obdelovalnega stroja, rezalnega orodja in režimov obdelave.

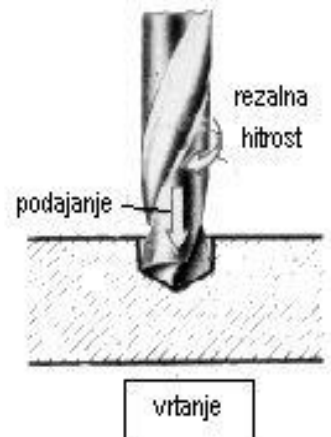
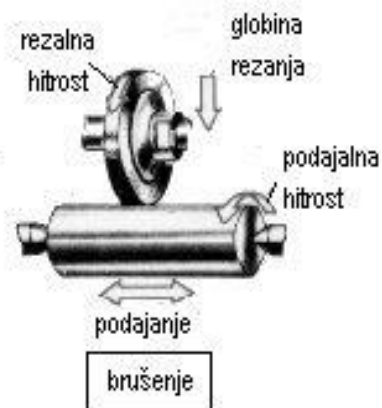
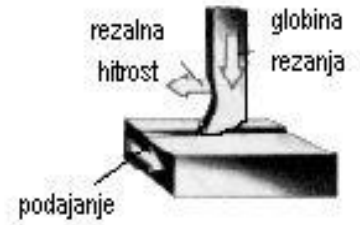
struženje



rezkanje



pehanje



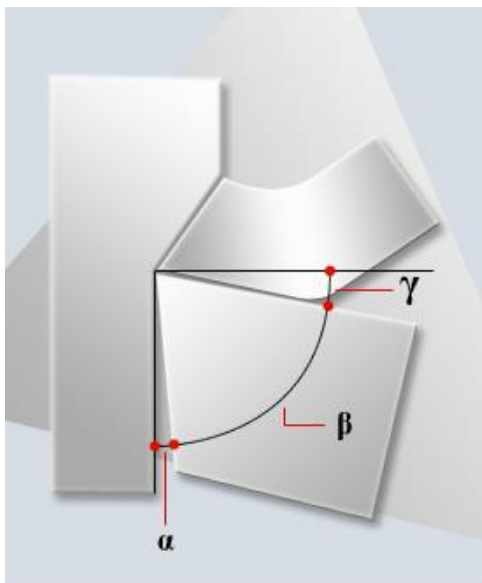
POSTOPKI ODREZAVANJA

REZALNI KOTI NA ORODJIH

Orodja geometrijsko definiramo z rezalnimi ravninami in robovi. Položaje ravnin in robov na orodju definirajo rezalni koti. Pomembno je tudi, kako je orodje postavljeno proti obdelovancu. Tudi te položaje definirajo rezalni koti. Rezalni geometrijski koti orodja so pomembni pri brušenju in nastavitvah orodja. Pri odrezavanju definiramo tudi delovne kote, ki nastanejo pri poteku rezanja.

GLAVNI KOTI NA ORODJU

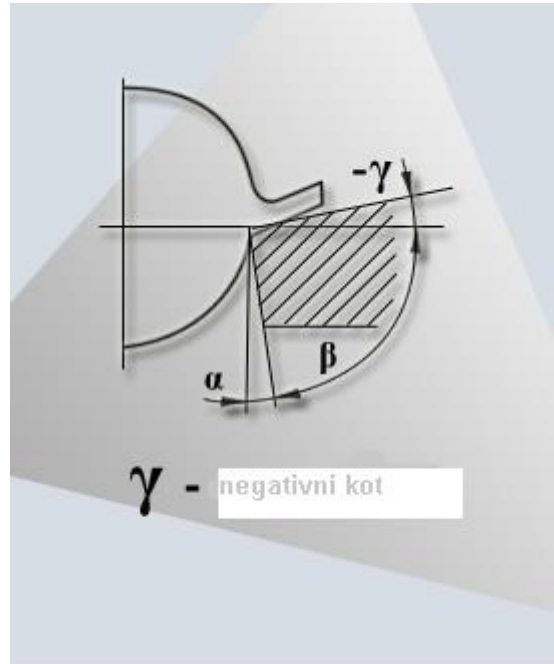
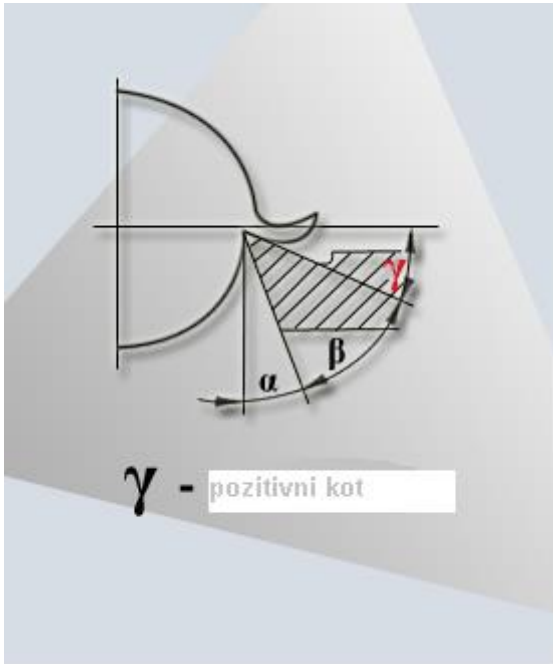
Eno prvih orodij za odrezavanje je bil **rezalni klin** in je osnova vsakega rezalnega orodja.



Glavni koti α , β in γ

- **Prosti kot α** - je med glavno rezalno ploskvijo in tangento na smer obdelave. Vedno je pozitiven in mora imeti vsaj minimalno vrednost, drugače orodje drsi po že obdelani površini. V praksi je (6° do 12°).
- **Kot klina β** - je kot med rezalno ploskvijo in cepilno ploskvijo. Definira trdnost orodja. Za rezanje mehkih materialov je majhen - več prostora za odrezek, manjše sile, za rezanje trdih materialov pa je velik.
- **Cepilni kot γ** - je kot med cepilno ploskvijo in pravokotnico na smer obdelave. Za mehke materiale mora biti velik, da je dovolj prostora za odrezke. Cepilni kot je lahko tudi negativen. V tem primeru so deformacije odrezkov zelo velike, kar povzroča lomljenje odrezkov. Negativne cepilne kote imajo orodja za grobo obdelavo in orodja, ki so namenjena za hitro serijsko delo, ker kvaliteta obdelave ni pomembna. V praksi je (-10° do $+20^\circ$).

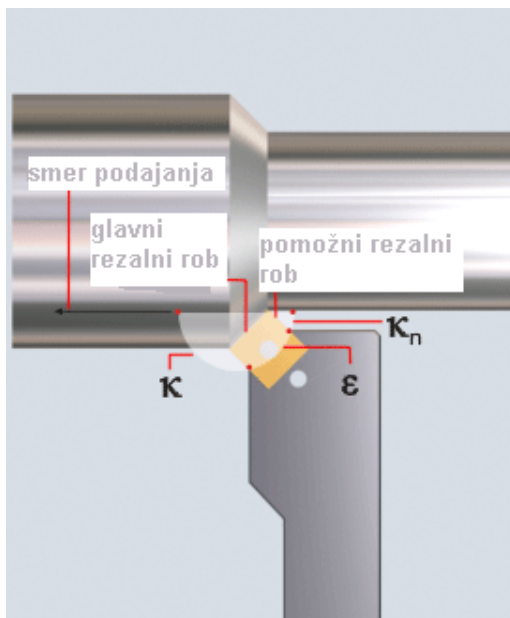
velja: $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$



Pozitivni in negativni cepilni kot

NASTAVNI KOTI

Nastavni koti definirajo položaj orodja proti obdelovancu.



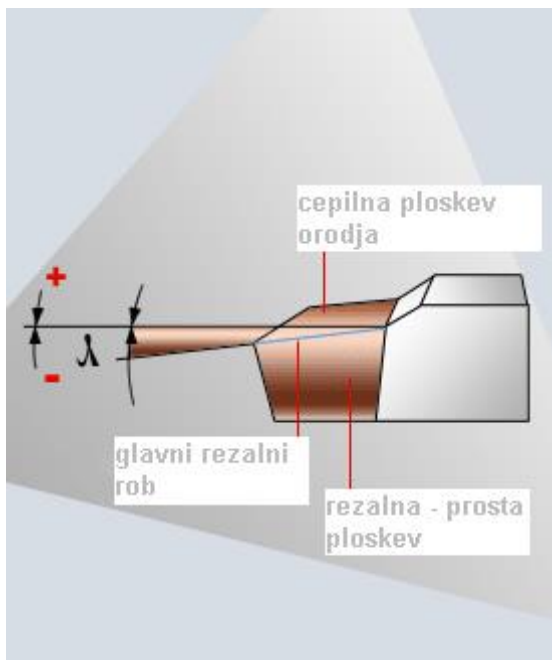
Nastavni koti na stružnem nožu

- **nastavni kot κ** - med glavnim rezalnim robom in ploskvijo obdelave oziroma smerjo podajanja. Največkrat jemljemo kot $45^\circ - 60^\circ$.
- **kot pri vrhu ϵ** - med glavnim in pomožnim rezalnim robom in je največkrat 90° , bolj koničast nož se lahko bolj segreva.
- **pomožni nastavni kot κ_n** - med pomožnim rezalnim robom in ploskvijo obdelave oziroma smerjo podajanja

velja: $\kappa + \epsilon + \kappa_n = 180^\circ$

NAGIBNI KOT

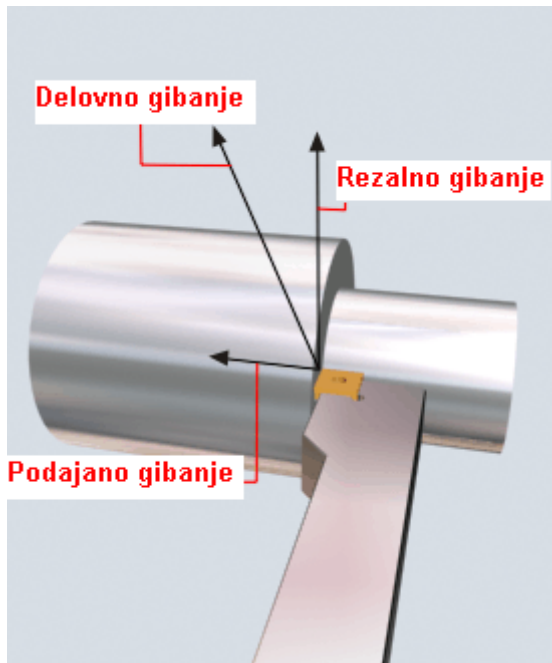
Nagibni kot λ definira nagib glavnega rezalnega roba. Nagibni kot je lahko pozitiven ali negativen, vpliva pa na obliko odrezka in smer odvajanja odrezkov.



Nagibni kot orodja na stružnem nožu

GIBANJA PRI ODREZAVANJU

Pri odrezavanju definiramo **glavna** in **pomožna gibanja**.



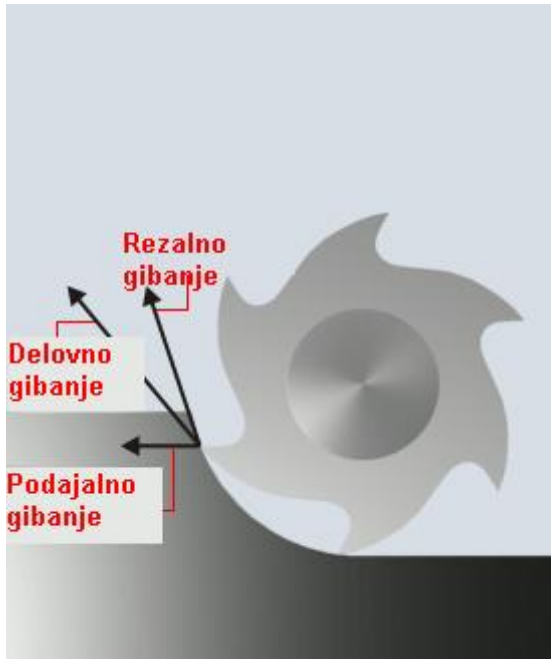
Prikaz glavnih gibanj pri struženju

GLAVNA GIBANJA

Glavna gibanja so gibanja, ki nastanejo med orodjem in obdelovancem med procesom odrezavanja.

1. **REZALNO GIBANJE** - to je gibanje med orodjem in obdelovancem, zaradi katerega pride do odrezavanja odrezkov. Lahko ga opravlja obdelovanec ali orodje, lahko je krožno ali premočrtno (odvisno od postopka odrezavanja).
2. **PODAJALNO GIBANJE** - je gibanje orodja v obdelovanec ali obratno. Lahko je prekinjeno ali neprekinjeno in je pogoj za odrezavanje. Opravimo ga lahko ročno ali strojno, običajno je premočrtno.
3. **DELOVNO GIBANJE** - je rezultanta rezalnega in podajalnega gibanja

Osnovni izdelovalni postopki pri odrezavanju se ločijo glede na glavna gibanja. Rezalno in podajalno gibanje lahko opravlja obdelovanec ali orodje. Izdelovalne postopke ločimo tudi glede izvedbe glavnih gibanj. Lahko so krožna ali premočrtna.



Prikaz glavnih gibanj pri frezanju



Prikaz glavnih gibanj pri vrtanju

POMOŽNA GIBANJA

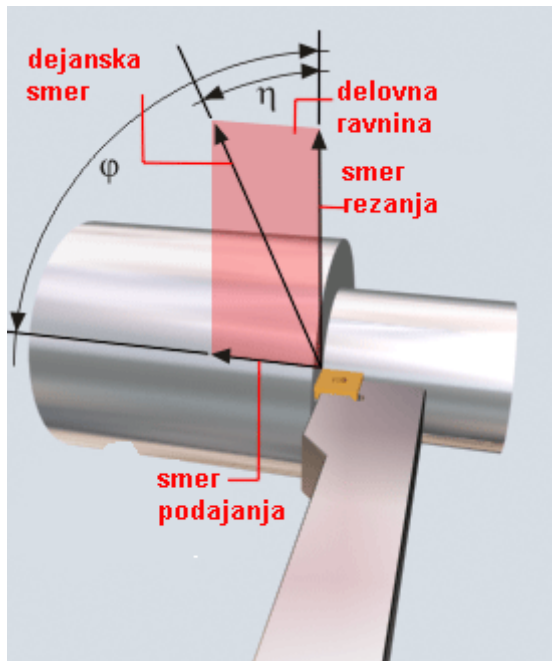
To so gibanja, ki ne vplivajo na nastanek odrezkov.

1. **PREMIK ORODJA** - definira gibanje, ki je potrebno, da orodje in obdelovanec dosežeta skupno točko, v kateri se začne proces rezanja.
2. **VRAČANJE ORODJA** - to so gibanja, ki jih orodja ali obdelovanci opravijo, da se vrnejo v izhodišče.

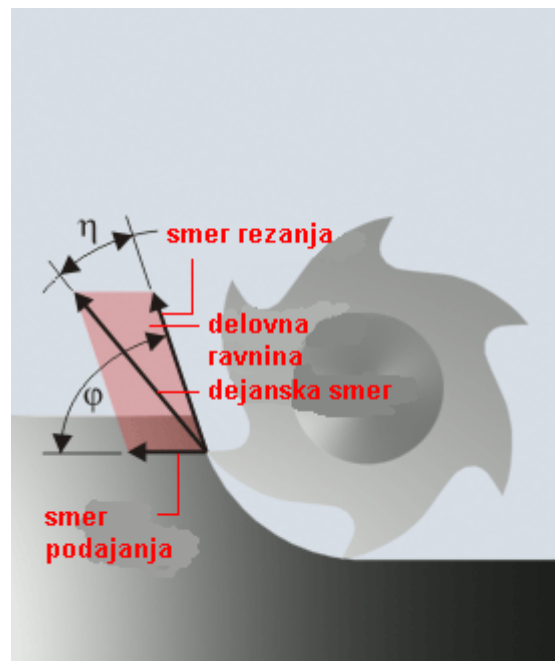
SMERI GIBANJA

Pri odrezavanju nas zanimajo samo smeri gibanja, ki so posledica gibanja orodja in obdelovanca.

1. **SMER REZANJA** - to je smer rezalnega gibanja
2. **SMER PODAJANJA** - to je smer podajalnega gibanja
3. **DEJANSKA SMER** - to je rezultanta obeh smeri - smer delovnega gibanja



Smeri gibanja, delovna ravnina, koti odrezavanja - struženje



Smeri gibanja, delovna ravnina, koti odrezavanja - frezanje

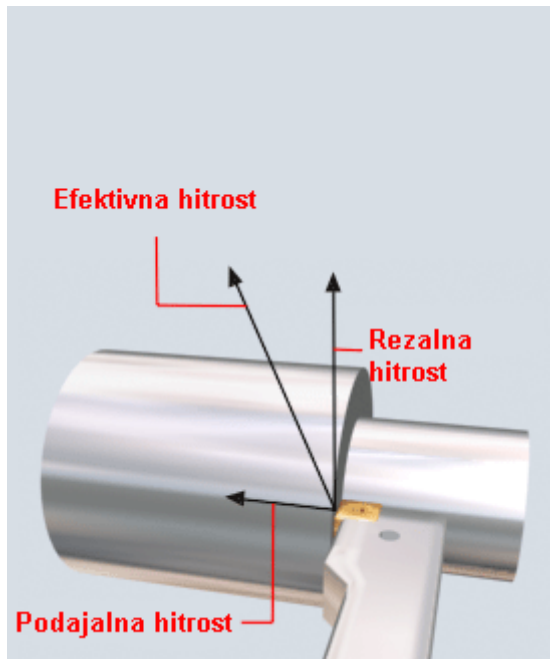
POTI

Želimo definirati poti, ki jih orodja opravijo glede na obdelovance.

1. **REZALNA POT (w)** - je pot, ki jo opravi orodje ali obdelovanec iz začetne točke rezanja v smeri rezanja.
2. **PODAJALNA POT (w_f)** - je pot, ki jo opravi orodje ali obdelovanec iz začetne točke rezanja v smeri podajanja.
3. **EFEKTIVNA POT (w_e)** - je pot, ki jo opravi orodje ali obdelovanec iz začetne točke v smeri dejanske delovne smeri, ki je rezultanta rezalne in podajalne smeri.

HITROSTI

Tudi hitrosti definiramo glede na rezalno in podajalno smer ter njihovo rezultanto.



Hitrosti pri struženju

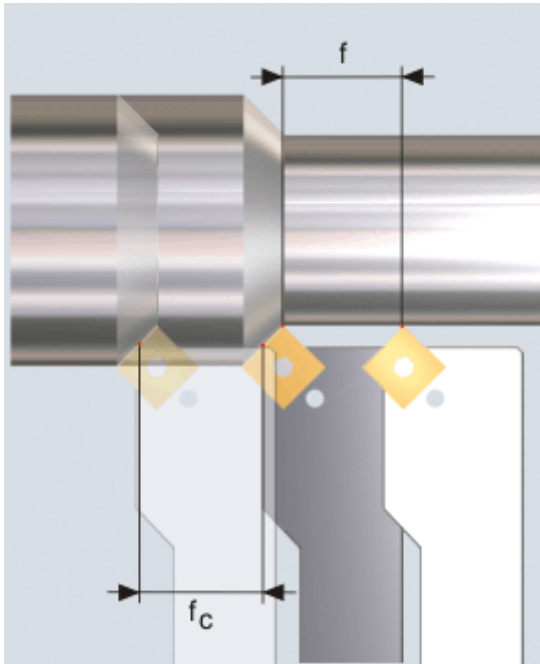
1. **REZALNA HITROST (v_c)** - hitrost opravljanja poti iz začetne točke rezanja v smeri razanja
2. **PODAJALNA HITROST (v_f)** - hitrost orodja ali obdelovanca v smeri podajanja
3. **EFEKTIVNA HITROST (v_e)** - hitrost v delovni smeri

Kombinacije poti in hitrosti nam dajejo končno obliko in kvaliteto izdelkov. Več kot imamo kombinacij relativnega gibanja med orodjem in obdelovancem, zahtevnejše izdelke lahko izdelamo.

PODAJANJE (f)

Podajanje je premik orodja v rez.

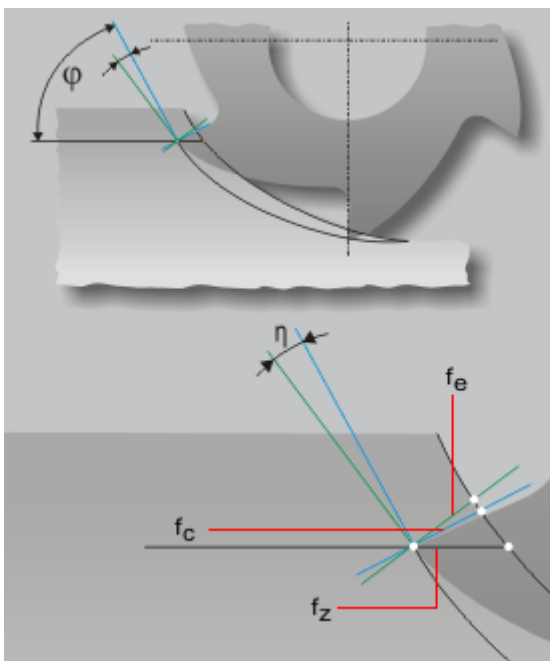
Pri **struženju** definiramo **podajanje** kot premik orodja v rez, označimo ga z malo črko **f**.



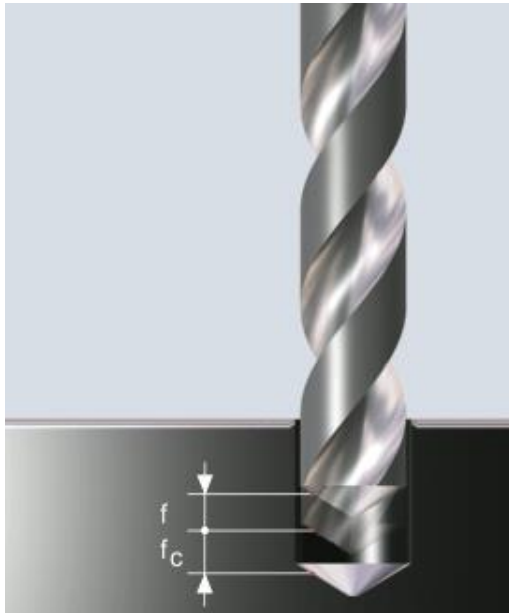
f_c - definira podajalno hitrost - merimo jo v **mm/vrt.**

Pri frezanju definiramo podajanje kot **podajanje na zob frezala** - označimo s f_z .

f_e - definira dejansko podanje, merjeno med delovno površino in vertikalo na dejansko smer

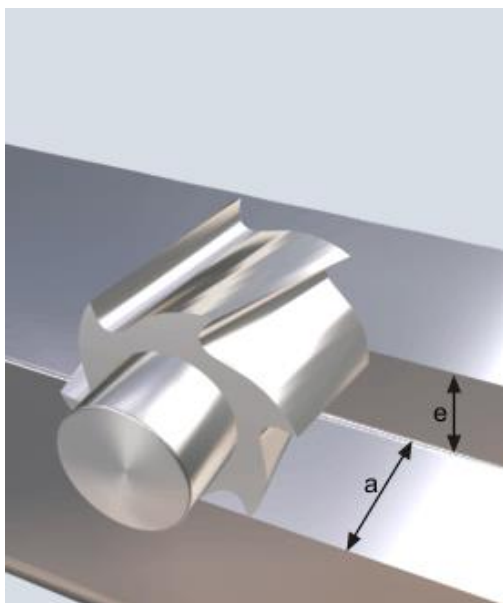


Pri vrtnanju podajanje definiramo s **podajalno hitrostjo** f_c .



ŠIRINA IN GLOBINA REZANJA

Pri frezanju in brušenju definiramo tudi **širino rezanja a** in **globino rezanja e**.

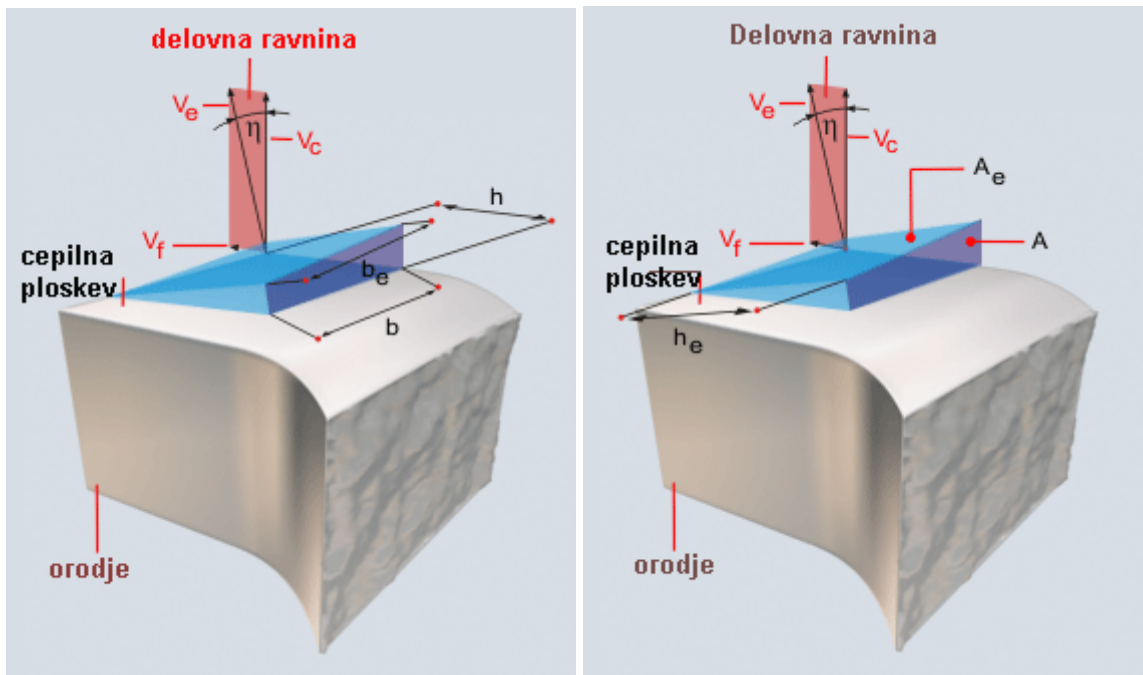


ŠIRINA ODREZKA

Širino odrezka b definiramo vertikalno v smeri rezanja - merimo v delovni ravnini

DEBELINA ODREZKA

Debelino odrezka h definiramo vertikalno v smeri rezanja - merimo na rezalni površini.



Prikaz širine in debeline odrezka

PREREZ ODREZKA

Prerez odrezka označujemo z **A_e** .

Izračun (velja za struženje)

$$A = b \cdot h \text{ [mm}^2\text{]}$$

$$A = f \cdot a_p \text{ [mm}^2\text{]}$$

f - podajanje [mm/vrt]

a_p - globina rezanja [mm]

REZALNE RAVNINE IN REZALNI ROBOVI

OZNAČEVANJA PRI ORODJIH

Vsa rezalna orodja delujejo po načeli klina. Celoten nauk o odrezavanju bomo prikazali na primeru struženja.

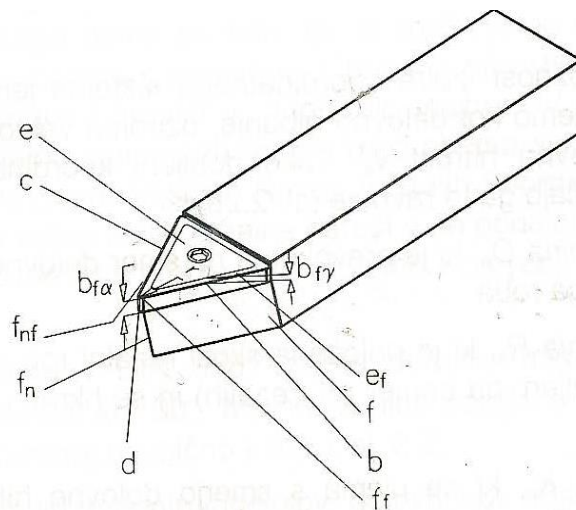
Glavni rezalni rob je rob, katerega rezalni klin je pri opazovanju delovne ravnine v podajalnem gibanju.

Stranski rezalni rob je rob, katerega rezalni klin pri opazovanju delovne ravnine ne deluje v smeri podajanja.

Rezalna konica je stikališče glavnega in stranskega rezalnega roba ter ima zaokrožitev r .

Cepilna ploskev je ploskev, preko katere teče odrezek. Vzdolž rezalnega roba pogosto zbrusimo fazo s širino b_{fy} ki ima drugačen kot kakor cepilna ploskev.

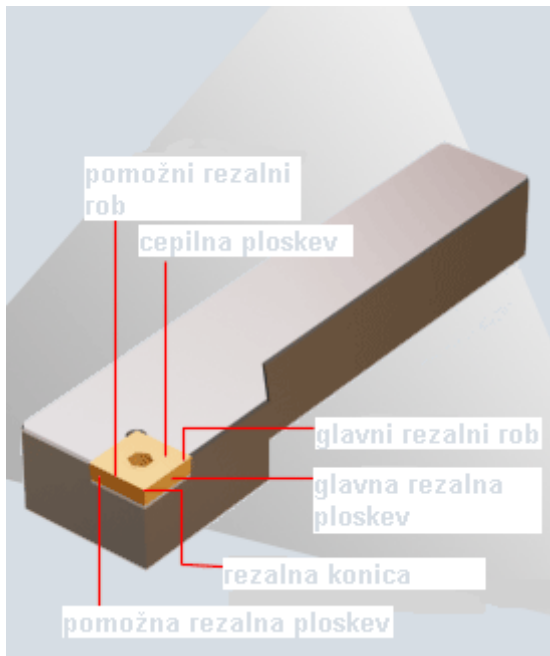
Prosta ploskev glavnega rezalnega roba je ploskev rezalnega klina, ki je nagnjena glede na rezno površino obdelovanca. Pogosto ima posneto fazo, katere površino označujemo b_{fa}



Slika 2.1: Ploskve stružnega noža

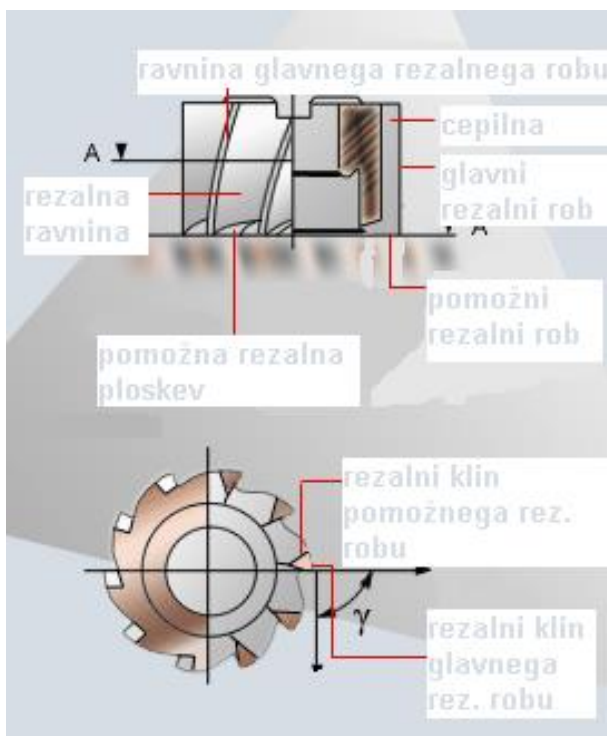
a - držaj, b - glavni rezalni rob, c - pomožni rezalni rob, d - konica z radijem r , e - ceplina ploskev, e_f - faza cepilne ploskve, f - prosta ploskev glavnega rezalnega roba, f_f - faza proste ploskve glavnega rezalnega roba, f_n - prosta ploskev pomožnega rezalnega roba, f_{nf} - faza proste ploskve pomožnega rezalnega roba, b_{fa} - širina faze rezalnega roba, b_{fy} - širina faze

Na večini orodij za rezanje ločimo glavno rezalno ploskev in pomožno rezalno ploskev. Glavna rezalna ploskev s cepilno ploskvijo tvori glavni rezalni rob, pomožna rezalna ploskev pa pomožni rezalni rob. Na stiku obeh rezalnih robov dobimo rezalno konico.



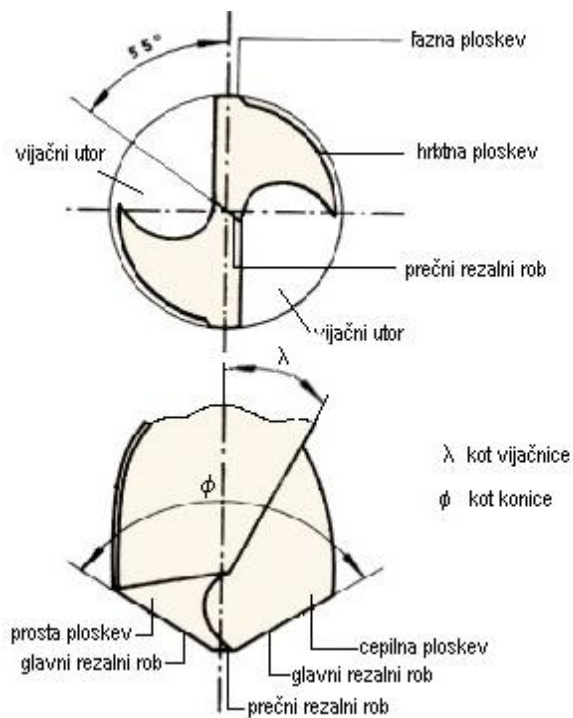
Rezalne ravnine in robovi na stružnem nožu.

Na nekaterih orodjih imamo lahko več glavnih in pomožnih rezalnih robov.



Glavni in pomožni rezalni rob na frezalu - orodju za frezanje

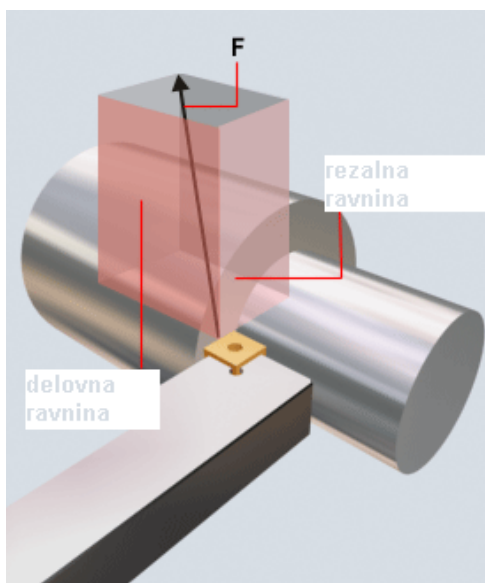
Geometrija rezalnih orodij - sveder



SILE IN MOČI PRI ODREZAVANJU

REZALNE SILE

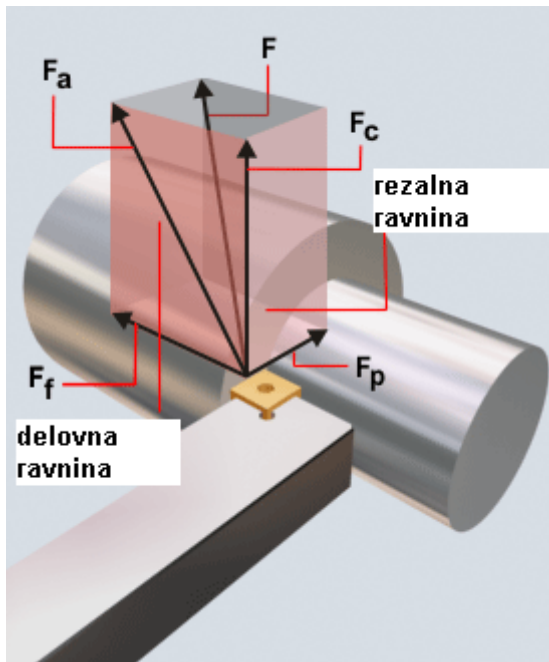
Odrezavanje v praksi vedno poteka v prostoru. **Rezalno silo F** , ki nastopa kot vzrok za odrezavanje, moramo zato pri teoretični obravnavi razstaviti na komponente, ki so odvisne od izbranega koordinatnega sistema.



Rezalna sila F pri vzdolžnem struženju

Izbira koordinatnega sistema je odvisna od vrste postopka odrezavanja. Po standardu DIN 6584 lahko pri večini postopkov rezalno silo F razstavimo na tri komponente:

- **glavno silo** F_c v smeri rezalne hitrosti,
- **odrivno ali pasivno silo** F_p pravokotno na obdelano ploskev,
- **podajalno silo** F_f v smeri podajalne hitrosti oziroma pravokotno na obe prejšnji sili.



Razstavitev glavne sile iz oznake komponent po DIN 6584

Za obravnavo lahko uporabimo tudi **aktivno silo** F_a , ki je projekcija rezalne sile v delovni ravnini.

Najvažnejša je **glavna sila** F_c , ki je navadno tudi največja in je odločilna za porabo moči pri odrezavanju. Dokaj pomembna je tudi **odrivna sila ali pasivna sila** F_p , ker pri večini postopkov povzroča največje deformacije obdelovanca in stroja in je zato odločilna za natančnost obdelave; ne povzroča pa nobene porabe moči. Manj pomembna je **podajalna sila** F_f , ker je navadno najmanjša in zelo malo vpliva na porabo moči.

Za teoretično računanje **glavne sile** F_c še vedno najpogosteje uporabljamo starejši način izračuna s pomočjo **specifične rezalne sile** f_c . Le ta je matematično vzeto glavna sila pri prerezu odrezka 1 mm^2 .

$$F_c = f_c \cdot A \text{ [N]}$$

A – prerez odrezka [mm^2]

f_c – specifična rezalna sila [N/mm^2]

Specifično silo f_c so skušali oceniti za posamezne materiale – podatke dobimo v tabelah tehnoloških priročnikov. Osnova za oceno je bil nauk o trdnosti materialov. Kasneje so ugotovili, da mehanske lastnosti materiala nimajo glavnega vpliva na rezalno silo, ampak da je potrebno upoštevati tudi druge rezalne pogoje.

Za prakso se je kot najbolj primerna izkazala enačba po **Kienzleju**:

$$f_c = k_{c1x1} \cdot h^z$$

k_{c1x1} – koeficient **Kienzlejeve enačbe** (specifična sila pri prerezu odrezka $h \times b = 1 \times 1$)

h – debelina odrezka

z – eksponent **Kienzlejeve enačbe**

Keienzlejeva enačba kaže, da specifična sila f_c ni konstantna, ampak se povečuje pri manjših debelinah odrezka h . To si lahko razlagamo na dva načina:

- pri debelejšem odrezku so plastične deformacije manjše, zato sta poraba moči in rezalna sila manjši;
- pri zelo tankem odrezku pa orodje bolj strga kakor reže, in se zato povečuje vpliv trenja.

Pomanjkljivost te enačbe je v tem, da ni upoštevan znaten vpliv cepilnega kota in rezalne hitrosti.

$$F_c = f_c \cdot A = k_{c1x1} \cdot b \cdot h^{1-z}$$

V tabelah, kjer najdemo podatke za koeficient in eksponent Kienzlejeve enačbe, najdemo tudi različne korekcijske faktorje, ki upoštevajo vpliv cepilnega kota in rezalne sile. Tudi te podatke dobimo v tehnoloških priročnikih.

Teoretični izračun rezalne sile in ostalih sil pri odrezavanju je potreben pri načrtovanju tehnoloških postopkov odrezovanja, saj s teoretičnim računom lahko ocenimo, ali se bo načrtovan odrezovalni postopek pri določenih parametrih, orodju in stroju lahko izvedel.

MOČ PRI ODREZAVANJU

Moč, ki je potrebna za tvorbo odrezka, je mogoče izračunati zelo preprosto, ker je **glavna sila F_c** v isti smeri kot **rezalna hitrost v_c** .

$$P_n = F_c \cdot v_c$$

P_n – neto moč [W]

v_c – rezalna hitrost [m/s]

Izračunana **neto moč P_n** upošteva moč, ki se izključno porabi za tvorbo odrezka, ne upošteva pa izgub v stroju.

Izgube v pogonskih delih stroja upoštevamo v enačbi za **bruto moč P_b** .

$$P_b = (F_c \cdot v_c) / \eta$$

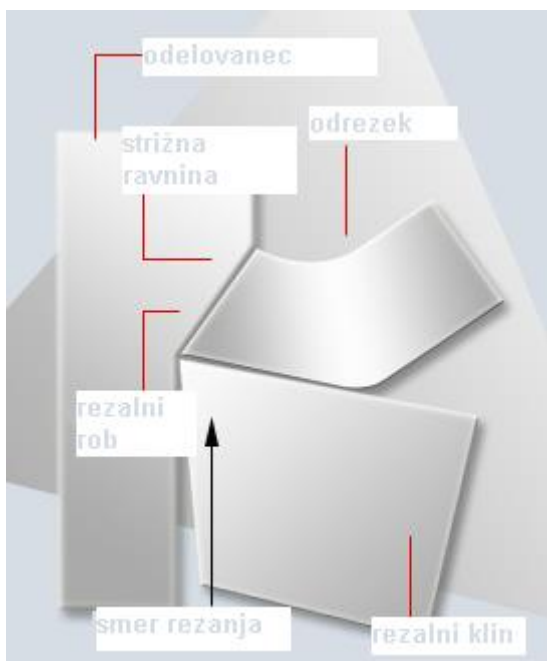
η – izkoristek stroja

S pomočjo enačbe za teoretični izračun bruto moči dobimo samo približno vrednost potrebne moči, kar je pa v večini dovolj za grobo načrtovanje izvedbe postopkov odrezavanja. Izkoristki stroja se gibljejo med **70 in 90 %**.

NASTANEK IN OBLIKA ODREZKA

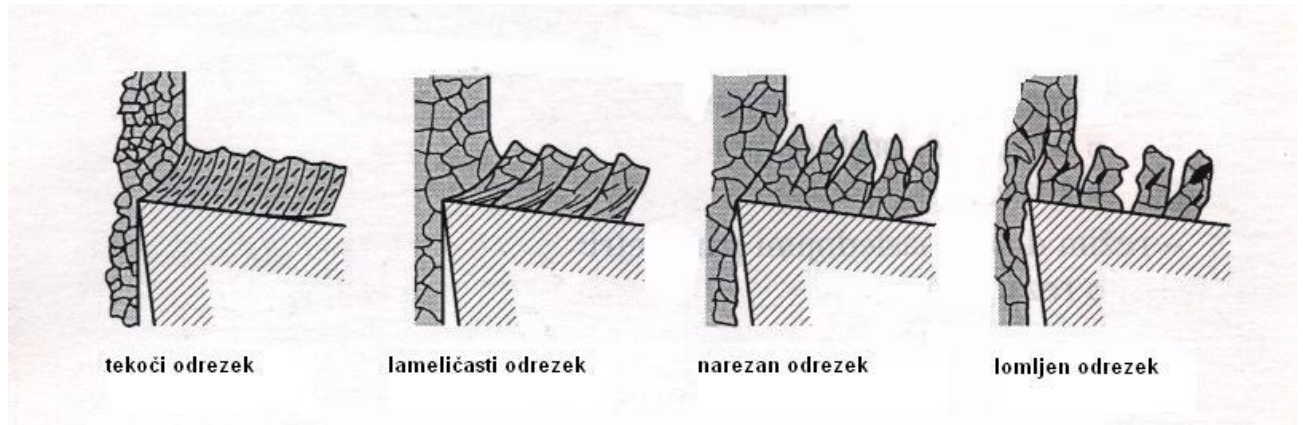
Nastajanje odrezka je zelo zapleten proces, na katerega vpliva veliko število dejavnikov:

- material orodja (sestava orodja, odpornost proti obrabi in žilavost),
- režimi dela (rezalna hitrost, podajanje, globina rezanja, geometrija orodja, hlajenje),
- material obdelovanca (trdnost, trdota, struktura in kemična sestava).



Nastanek odrezka pri odrezavanju

Odrezek nastaja v strižni coni zaradi deformacije, ki jo povzroča orodje. Odvisno od **plastičnosti materiala** in v veliki meri tudi od **rezalne sile** se spreminja oblika odrezka.



Osnovne oblike odrezkov

Pri dovolj veliki hitrosti in dovolj plastičnem materialu obdelovanca nastajajo **tekoči odrezki**. Če jih dobro opazujemo, vidimo razpotegnjeno in zasukano strukturo, nakazane so lamele, ki pa niso izrazite in so med seboj dobro zvarjene. Taki odrezki so navadno dolgi in razmeroma zelo trdni. **Tekoči odrezki** nastajajo pri manjših in srednjih debelinah odrezka, če je material dovolj plastičen in se zaradi preoblikovanja ne utrjuje premočno.

Če je debelina odrezka precej velika, da se zaradi povečane deformacije v strižni coni trdnost materiala zmanjša, so pa sicer izpolnjeni pogoji za tekoči odrezek, nastaja **lameličasti odrezek**. Lameličasta struktura je precej dobro vidna, vendar so lamele še vedno dobro spojene druga z drugo. Zunanja stran odrezka je izrazito nazobčana. Pogosto prihaja do vibracij.

Da nastanejo **narezani odrezki**, morajo biti zagotovljeni podobni pogoji kakor za lameličasti odrezek, le da je material nekoliko manj plastičen. Spoj med posameznimi lamelami je razmeroma slab. Razpoke se širijo z zunanje strani odrezka precej daleč v notranjost. Material se v tem primeru v strižni coni močneje utrdi.

Lomljeni odrezki nastajajo pri krhkih materialih (siva litina, med, kamen), pri jeklu le izjemoma, če ima zelo neenakomerno strukturo in veliko vključkov. Koščki odrezka niso gladko odrezani, ampak iztrgani, zato površina obdelovanca ni gladka, ampak močno poškodovana. Pri nastajanju odrezka se širijo celo razpoke od rezalnega roba v notranjost obdelovanca, in to v več ali manj nedoločeni smeri, tako da strižna cona ni več izrazita.

Zaradi različnih vplivov dobi lahko odrezek zelo različno obliko, ki je navadno vnaprej ne moremo predvidevati. Že manjša sprememba rezalne hitrosti ali podajanja lahko močno vpliva na obliko odrezka.

Iz **značilnosti odrezka** lahko z opazovanjem marsikaj ugotovimo. Opazujemo lahko:

- **obliko roba odrezka**
- **obliko spodnje strani odrezka**
- **barvo odrezka.**

Rob odrezka je lahko gladek ali nazobčan. Nazobčan rob utegne pomeniti, da je rezalni rob skrhan ali oškrbljen, lahko pa ga povzroči tudi močna deformacija ali pa od prejšnje obdelave močno utrjena površina obdelovanca.

Spodnja stran odrezka je lahko gladka, vendar motna, gladka, bleščeča se ali hrapava.

Motno spodnjo stran dobimo navadno pri delu z zelo ostrim orodjem, ki še nima zaradi obrabe zaobljenega rezalnega roba. **Bleščavo se spodnjo stran** dobimo navadno, če se je rezalni rob zaradi obrabe nekoliko zaoblil. Odrezek je na **spodnji strani hrapav** pri obdelavi krhkih materialov, vzdolžne brazde pa kažejo na močno okvarjen rezalni rob. Prečne brazde nastanejo največkrat pri krhkih materialih ali veliki debelini odrezka.

Odrezek se zaradi segrevanja **obarva** samo pri jeklu. Včasih so po barvi ocenjevali temperaturo odrezka. Ta ocena je nezanesljiva.

Oblika odrezka je pri nekaterih postopkih zelo pomembna. Predvsem pri struženju so dolgi odrezki nezaželeni, ker povzročajo **motnje pri delu in težave pri transportu**. Da se odrezki lažje lomijo, poskrbimo s **posebno obliko cepilne ploskve** ali celo z **lomilci odrezkov**. Lomilci odrezkov poskrbijo za optimalno lomljene odrezkov in neovirano odvajanje odrezkov.

Glede na **obliko odrezka** ocenjujemo **primernost oblike odrezka** za odrezavanje.



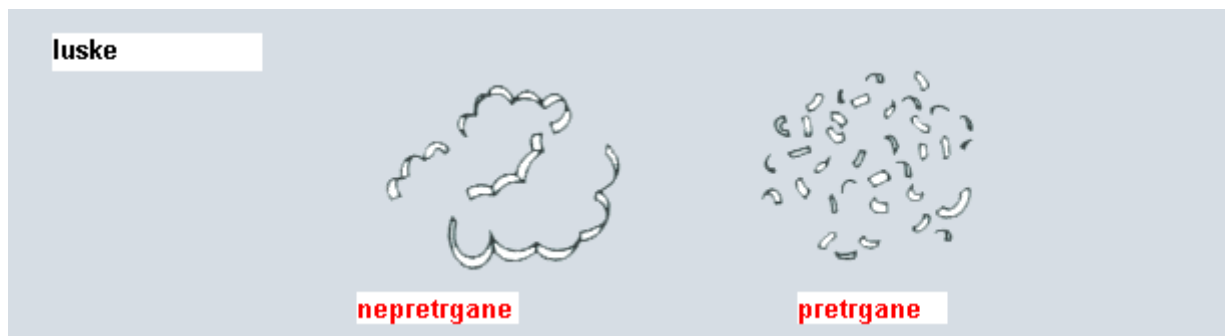
Oblika trakovi - neprimerna oblika odrezka



Oblika navoji - zadovoljiva oblika odrezka



Oblika spirale - dobra oblika odrezka

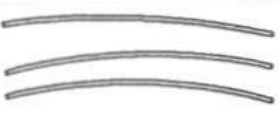

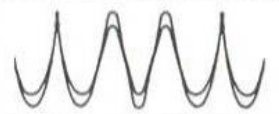
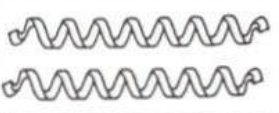
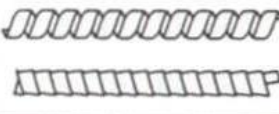
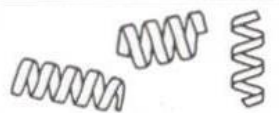

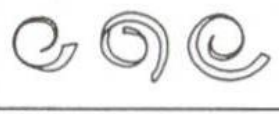



Oblika luske - zadovoljiva oblika odrezka



Drobni odrezki - zadovoljiva oblika odrezka

Ocenjevanje oblike odrezkov

neprimerna oblika	trakovi	1		
	zviti odrezki	2		
	široki dolgi navoji	3		
zadovoljiva oblika	dobra oblika	ozki odprti navoji	4	
		ozki stisnjeni navoji	5	
	široki kratki navoji	6		
	spirale	7		
	polžasti odrezki	8		
	luske	9		
	drobni odrezki	10	