

# FURATMEGMUNKÁLÁS (fúrás, süllyesztés, dörzsölés)

A furatmegmunkálás olyan forgó főmozgású forgácsoló eljárás, amelynél a szerszám forgástengelye azonos a készítendő forgásfelület tengelyével és az előtolás iránya, a furatesztergálástól eltérően, csak a forgástengely irányával azonos lehet. Furatmegmunkálásnál minden átmérő elkészítéséhez külön szerszám kell („méretes szerszámok”).

A belső alakzatok megmunkálása általában nehezebb, mint a külső felületek létrehozása. Ennek okai elsősorban a következők:

- a hűtés-kenés viszonyai kedvezőtlenek
- nehéz a forgács eltávolítása
- a szerszám keresztmetszetét a megmunkált furatátmérő behatárolja
- a forgácsleválasztási folyamat szemmel nem követhető.

## • A FURATMEGMUNKÁLÁS VÁLTOZATAI

A jellegzetes furatmegmunkálásokat a furat kiindulási állapota, a furat alakja, a furat méretpontossága és a szerszám alakja szerint különböztetjük meg egymástól. A furat-megmunkálási változatokat négy alcsoportra oszthatjuk (hasonlóan a DIN 8589-2-höz):

- (1) fúrás,
- (2) síksüllyesztés,
- (3) profilozó fúrás,
- (4) menetfúrás.

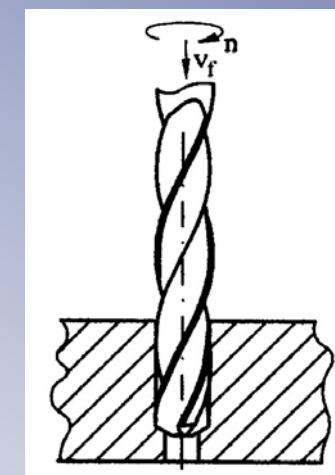
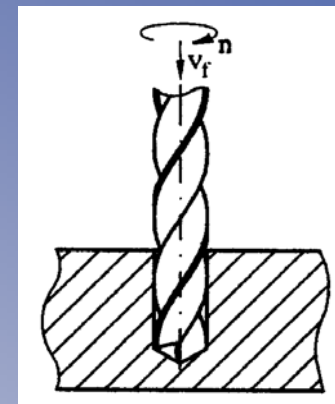
**A (kör)fúrás** olyan forgácsoló folyamat, melynek során hengeres belső felületet hozunk létre. A kiindulási állapot, illetve a szerszám-él és a munkadarab kapcsolata szerint a fúrás lehet:

- telibe fúrás

Telibe fúrásnál fúrószámmal előfurat nélküli anyagba készítünk furatot. Leggyakoribb szerszáma a csigafúró. Az elérhető méretpontosság IT13-IT12, a felületi érdesség  $R_a > 6,3$ .

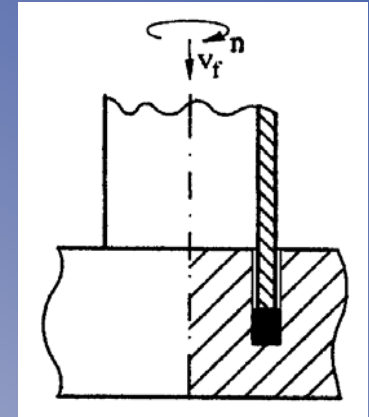
- fölfúrás

Fölfúrásnak nevezzük azt a forgácsoló eljárást, aminek során egy előzően (öntéssel vagy fúrással) elkészült furat átmérőjét megnöveljük, azaz furatbővítést végzünk. Az elérhető méretpontosság IT11 esetleg IT10, a felületi érdesség  $R_a = 1,6-6,3$ .



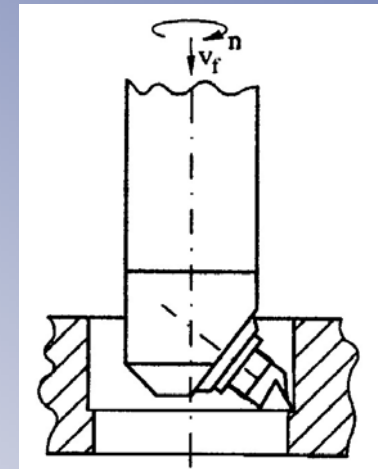
– magfúrás

A magfúrás olyan fúró eljárás, amikor az anyagot csak egy körgyűrű mentén forgácsoljuk és a furattal egyidejűleg egy kieső, hengeres mag is keletkezik (megmarad). Szerszáma a magfúró vagy más néven koronafúró.



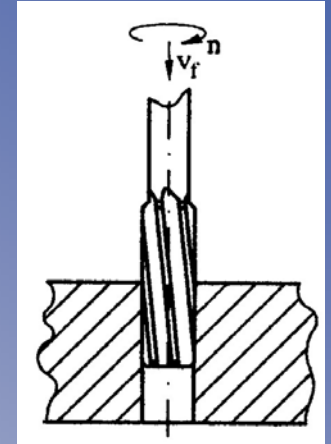
– furatbővítés fúrórúddal

Fúrórúddal történő furatbővítést rendszerint 25 mm átmérőnél nagyobb furatoknál alkalmaznak. A forgácsleválasztás folyamata megegyezik a furatesztergálással, de a mozgásrendszert tekintve a fúráshoz kell besorolni. Fúrórúddal végezhető nagyolás, elősimítás és simító megmunkálás. Szerszáma a fúrórúd. Az elérhető méretpontosság simításnál IT7, IT6.

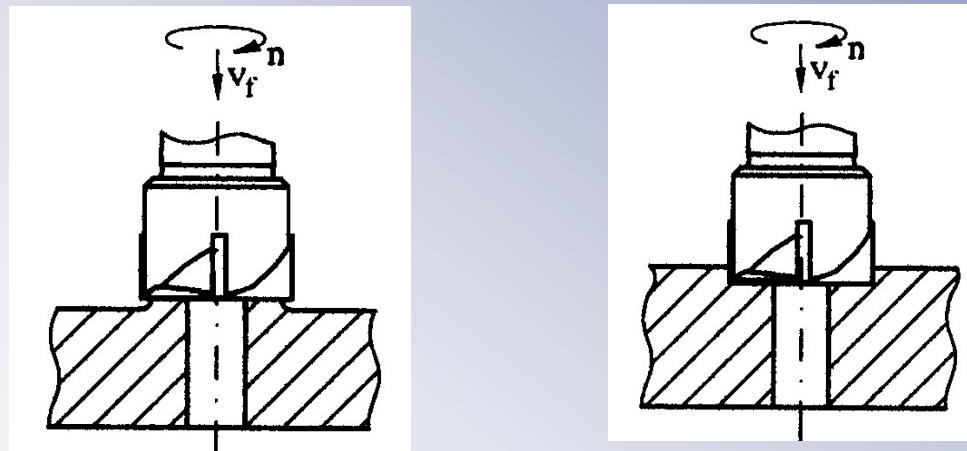


– dörzsölés

Dörzsöléssel nagyon kis anyagréteget választunk le azzal a céllal, hogy a már fölfúrt furat méretpontosságát, alakhűségét és felületminőségét növeljük. Szerszáma a dörzsár. Az elérhető méretpontosság IT8, IT7, a felületi érdesség  $R_a=0,8-1,6$ .



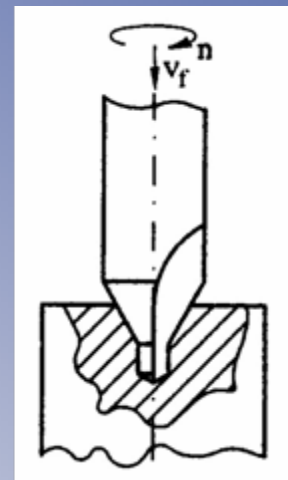
**A síksüllyesztés** olyan forgácsoló eljárás, melynek során a furat tengelyére merőleges síkfelületet hozunk létre. Megkülönböztetünk rásüllyesztést és besüllyesztést (4-2. ábra). Rásüllyesztéssel a munkadarab felületéből kiálló (pl. ráöntés) kis kiterjedésű síkfelületet hozunk létre. Besüllyesztésnél a munkadarab homlokfelületénél mélyebben fekvő síkfelületet hozunk létre és eközben egy rövid hengeres felület is keletkezik. Mindkét eljárás szerszáma a vezetőcsapos vagy vezetőcsap nélküli síksüllyesztő.



4-2. ábra. Síksüllyesztés

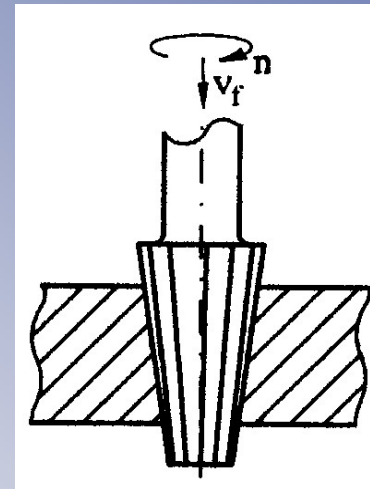
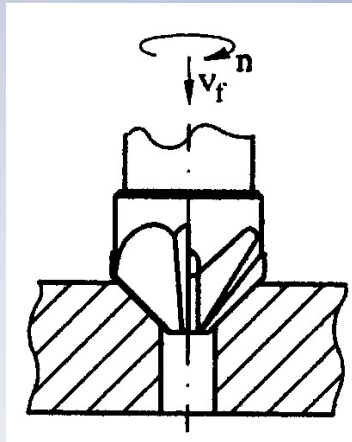
## A profilozó fúrás jellegzetes esetei a következők:

A profilozó telibe fúrás esetén tömör anyagban alakítunk ki valamilyen forgásszimmetrikus belső profilt. Gyakori esete a központfúrás, melynek célja csúcsfészek fúrás tengelyek végébe, vagy csigafúró számára kezdőfurat készítése a furat pontos helyzetének biztosítására. Meg kell jegyezni azonban, hogy kezdőfurat készítésre célszerűbb egy röviden befogott laposfúrót (ún. NC-kezdőfúrót) alkalmazni.



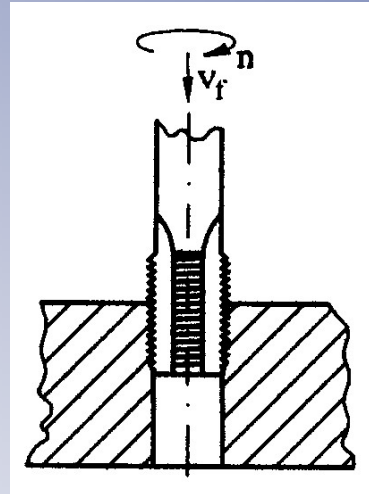


Profilozó felfúrás esetén a szükséges belső profilt a felfúró szer-  
szám profilja adja meg (például kúpos furat felfúrása kúpos csap-  
szeg beillesztéséhez).



További profilozó eljárások a profilsüllyesztés és a profildörzsölés.

**A menetfúrás** egy előzően kifúrt furat csavarmenet profilú szer-  
számmal történő fúrása, melynek során belső csavarmenetet  
hozunk létre (ld. ábra).



## • A FURATMEGMUNKÁLÁS SZERSZÁMAI

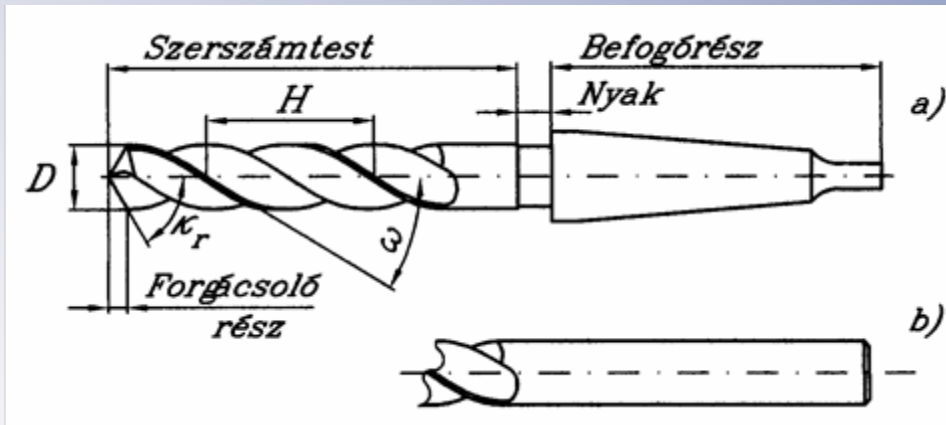
A furatmegmunkálás változatainak sokfélesége folytán a szerszámok is igen sokfélék lehetnek. Anyaguk leggyakrabban gyorsacél, esetenként TiN bevonattal, de vannak váltólapkás fúrószerszámok is. Kis átmérők esetén készülhetnek tömör keményfémből is.

Csigafúró. A leggyakoribb fúrószerszám, amelyet telibe fúráshoz és esetenként fölfúráshoz alkalmazunk. Kialakítását és fő részeit a 4-5. ábra szemlélteti. Készülhet hengeres vagy Morse kúpos szárral, az átmérőt illetően 0,2 ... 100 mm tartományban (25 mm-nél nagyobb átmérőket felfúráshoz használnak).

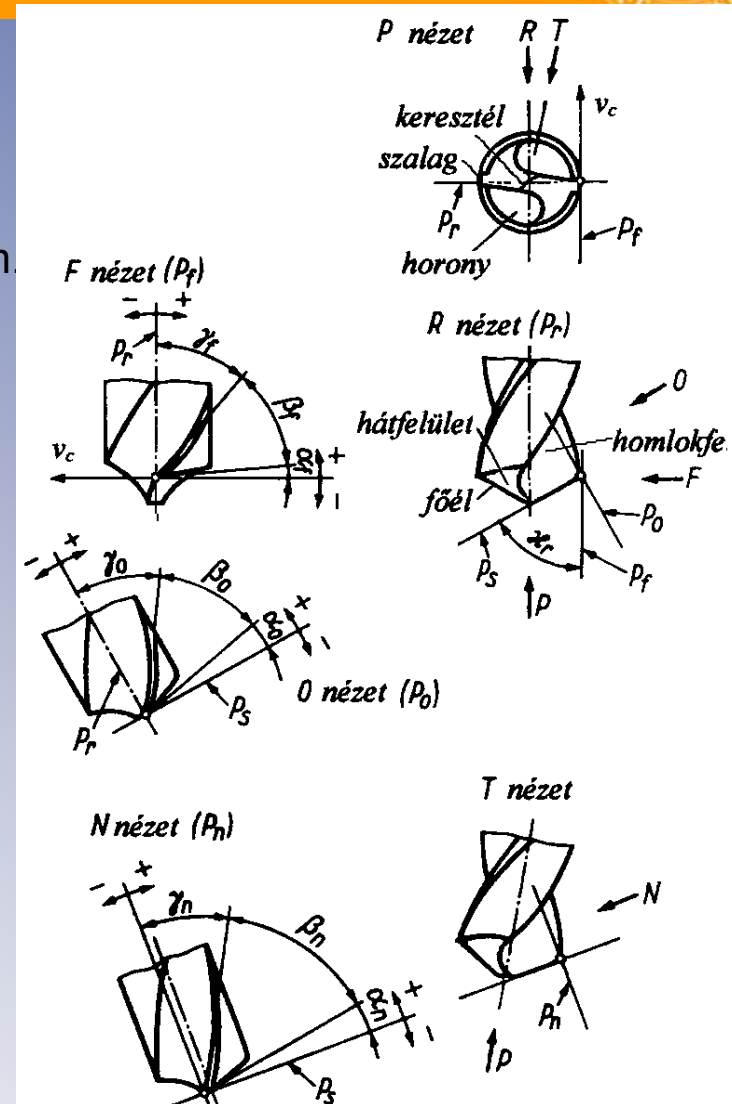
A két horony jelentősen gyengíti a keresztmetszetét, ezért merevsége kicsi. Emiatt a furat pontos helyzetének biztosítása érdekében csigafúróval történő fúrás előtt egy egészen csekély mélységű kezdőfuratot kell készíteni, vagy fúrókészülékben kell a fúrót megvezetni.

## Csigafúró kialakítása és fő részei, illetve élgeometriája

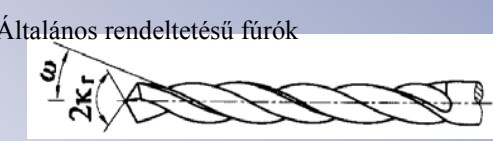
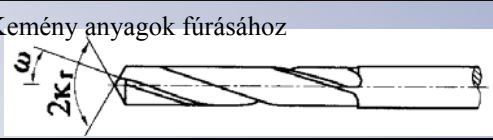
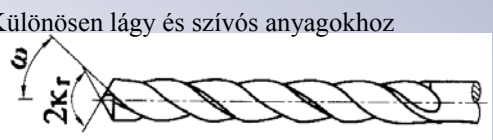
A csigafúró kétélű, összetett élgeometriájú szerszám.



A főéleket az ún. keresztél köti össze, melynek jelenléte kedvezőtlen a forgácsolás szempontjából, de a fúró szerkezeti kialakítása miatt elkerülhetetlen. A homlokszög a keresztél mentén negatív (kb.  $-60^\circ$ ), majd a főél megjelenésénél nulla, és az átmérő mentén növekedve éri el a horony ferdeségének ( $\omega$ ) értékét.

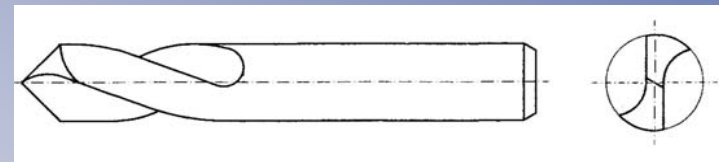
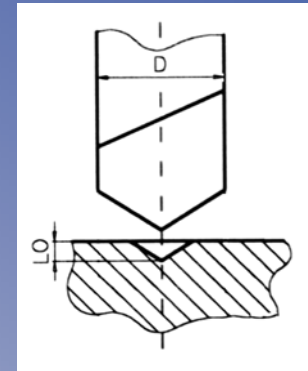


A csigafúrókat a horonyhajlásszög szerint N, H és W csoportba sorolják.

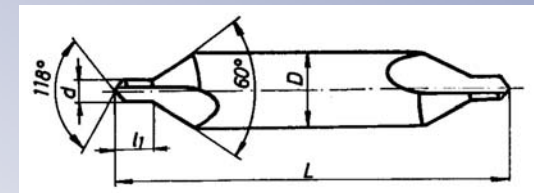
Fúró típus	Horonyferdeség $\omega = \gamma_f$	Csúcshög $2\kappa_r$	A fúrótípus alkalmazási területe
<b>N</b> Általános rendeltetésű fúrók 	18-30°	118-130°	Acél, acélöntvény, Al-ötvözetek 11% -nál több Si
<b>H</b> Kemény anyagok fúrásához 	10-15°	118°	Mg-ötvözetek, ausztenites acélok
<b>W</b> Különösen lágy és szívós anyagokhoz 	35-45°	140°	Réz, rézötvözetek, lágy műanyagok

Az említett kis merevség miatt csigafúrókkal legfeljebb IT12 méretpontosság és  $R_a=25-100 \mu\text{m}$  felületi érdesség valósítható meg. Problémamentes fúrás  $l = 5 \cdot d$  furatmélységig biztosított. Nagyobb furatmélységnél csökkentett forgácsoló paraméterek és gyakori fúrókiemelés szükséges, illetve speciális mélyfúrókat kell alkalmazni.

**Lapos fúró.** A legrégebbi típusú szerszámok, csak a szerszám vége van lelapolva, vagy egy rövid horony van beleköszörülve és azon van az élkialakítás. Ennek következtében rendkívül merev, de csak rövid furatok készítésére alkalmas. A korszerű változatát CNC megmunkáló központokon rendszeresen alkalmazták kezdőfurat készítésére, a furat pontos helyzetének biztosítása céljából.



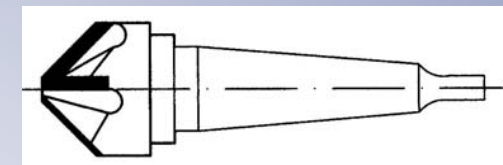
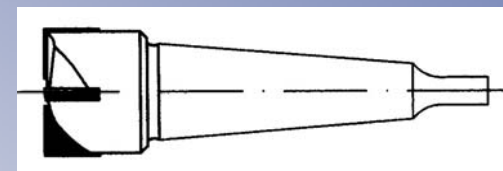
**Központfúró.** Tengelyvégekbe csúcsfészek készítésére használják. A központfúró dolgozó része, illetve a főél profilja a csúcsfészek profiljának megfelelően van kialakítva. A hengeres szár és a rövid befogás nagy merevséget biztosít és ezért a központfurat pontos helyzetű lesz.



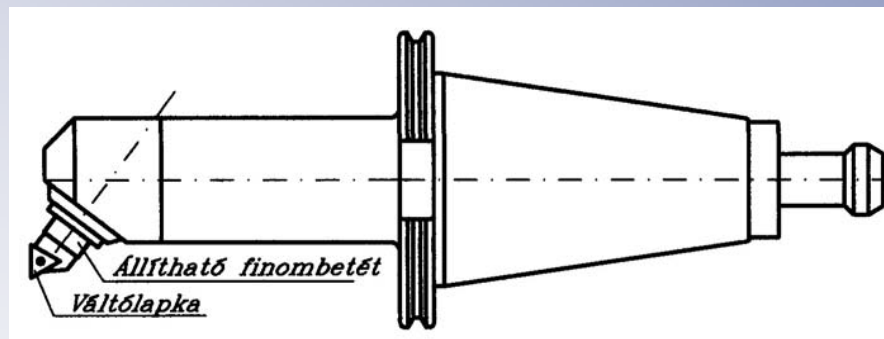
**Csigasüllyesztő (vagy süllyesztőfúró).** Furatok fölfúrásához használják. Kialakítása hasonló a csigafúróéhoz azzal a különbséggel, hogy három vagy négy főéle van és nincs keresztéle. A csigafúrónál stabilabb szerszám, az elérhető méretpontosság IT11-IT10, míg a felületi érdesség középértéke  $6,3 \geq Ra > 1,6 \mu\text{m}$  tartományban van.



**Süllyesztők.** A síksüllyesztők készülhetnek vezetőcsappal vagy vezetőcsap nélkül. A vezetőcsapos megoldás esetében a süllyesztőt a csap vezeti az előzően elkészült furatban. A vezetőcsap lehet fix vagy cserélhető. Készülhetnek gyorsacélból, de egyre gyakoribb a keményfémlapkás süllyesztők alkalmazása is. A kúpos süllyesztőket furatok élettörésére vagy kúpos fejű csavarok, szegecsek fészkének megmunkálására használják.



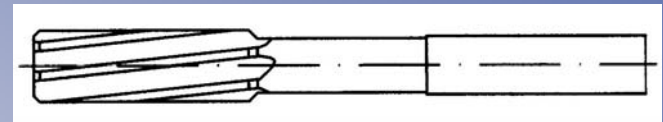
**A fúrórudak** több alkatrészből álló, szerelt szerszámok. Rendszerint 25 mm átmérőnél nagyobb furatok bővítésére és simító megmunkálására használják. A korszerű fúrórudakat legtöbbször állítható váltólapkás betéttel, moduláris rendszerben forgalmazzák. A simító megmunkálás mindig egyélű fúróruddal történik, a forgácsleválasztás folyamata megegyezik a furatesztergálással. Ennek ellenére téves a „kiesztergálás” elnevezés, mert amíg furatesztergálásnál az átmérőt a furatkés fogásvétel irányú állításával érjük el, addig fúrásnál az átmérő kizárólag a fúrórúd átmérőjétől függ. Az elérhető méretpontosság IT7-IT6. Nagyolásnál a termelékenység érdekében kétélű-, vagy egészen nagy furatok esetében háromélű fúrórudakat is használunk.





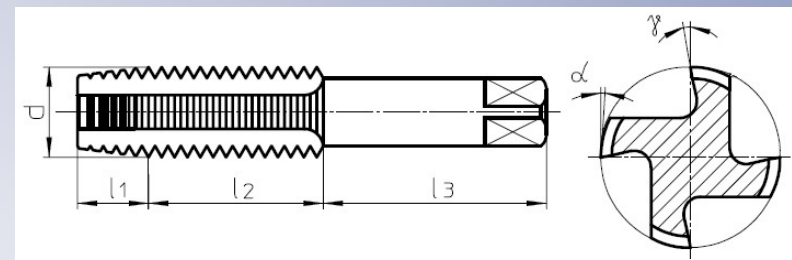
**A dörzsár** a furatok simító megmunkálására alkalmas több élű, kézi vagy gépi szerszám. Kivitel tekintetében készülhetnek befogó szárral (egy darabból), feltűzhető és állítható változatban, egyenes és csavart horonnyal. Az elérhető méretpontosság IT8-IT7, míg a felületi érdesség középértéke

$Ra \leq 1,6 \mu\text{m}$ .



**A menetfúró** a kis és közepes átmérőjű belsőmenetek kialakításának leggyakrabban használt szerszáma. A menetfúró tulajdonképpen csavar, amelyen hornyokkal forgácsoló éleket hoztak létre. A menetfúrók feloszthatók a készítendő menet típusa (métermenet, csőmenet stb.) és a felhasználási mód szerint (kézi és gépi).

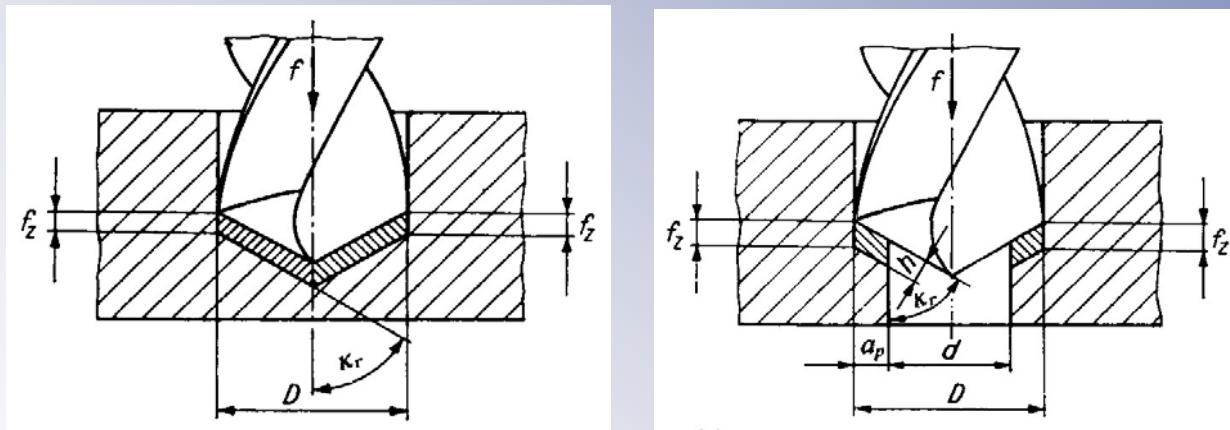
Egy menetfúró szerkezeti elemei a szerszámszár ( $l_3$ ) és a dolgozó rész. A dolgozó rész bekezdő- ( $l_1$ ) és szabályozó ( $l_2$ ) részekből áll.



## • A FORGÁCSOLÓERŐ ÉS TELJESÍTMÉNY

### A forgácsolóerő és nyomatéka csigafúróval történő fúrásnál

A forgácsolóerő meghatározásának az 1.5 pontban tárgyalt módja fúrásnál is alkalmazható, azaz a fajlagos forgácsolóerő és a forgács keresztmetszete alapján a forgácsolóerő meghatározható. A forgácskeresztmetszet telibe fúrás és fúróval történő fölfúrás esetére az ábrán látható.



4-10. ábra. Forgácskeresztmetszet

Telibe fúrás esetén a fogásmélység a fúró átmérőjének a fele:

$$a_p = \frac{D}{2}$$

A fogásmélység fölfúrás esetén:

$$a_p = \frac{D - d}{2}$$

Kétélű fúrónál az egy élre jutó előtolás a fordulatonkénti előtolás felét teszi ki:

$$f_z = \frac{f}{z} = \frac{f}{2}$$

A forgács vastagsága

$$h = f_z \cdot \sin \kappa_r = \frac{f}{2} \cdot \sin \kappa_r$$

A forgács szélessége

$$b = \frac{a_p}{\sin \kappa_r} = \frac{D - d}{2 \cdot \sin \kappa_r}$$

## Az egy élre ható forgácsolóerő

$$F_c = k_c \cdot A = k_c \cdot a_p \cdot f_z \cdot K_F \quad [\text{N}],$$

$$k_c = \frac{k_{c1.1}}{h^m}$$

ahol:

- $k_{c1.1}$  a fajlagos forgácsolóerő főértéke,
- $m$  kitevő, értékeik az 1.2 táblázatban találhatóak,
- $K_F = K_{FVB} \cdot K_{FM}$  az összegzett módosító tényező (ld. 1.5.3.1).  
Mivel fúrásnál a befolyásoló tényezők többsége rögzíthető (pl. a szerszám anyaga gyorsacél,  $\kappa_r=59^\circ$ ,  $\gamma \approx 20^\circ$ ,  $v \approx 25$  m/min), ezek összegzett hatása egynek vehető. Kivétel a kopástényező, amely  $K_{FVB}=1,25 \dots 1,4$  között vehető fel. Ezt azonban ki kell bővíteni a  $K_{FM}$  eljárást jellemző tényezővel:  $K_{FM}=1$  fúrás esetén, illetve  $K_{FM}=0,95$  fölfúrás esetén [6].

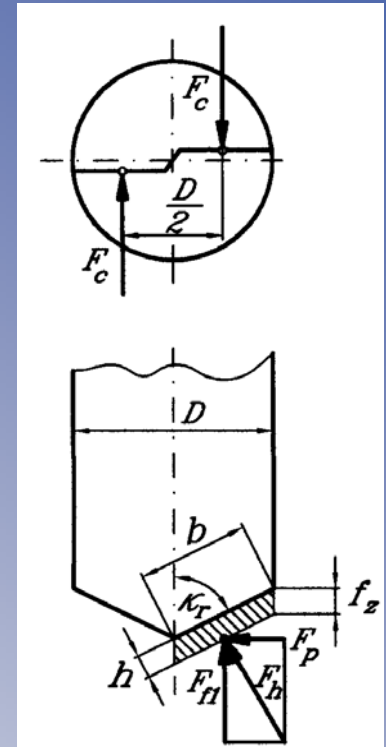
A forgácsoló erőre merőleges az  $F_h$  forgácsvastagság irányú (mélyítő) erő, amelyet előtolás irányú és passzív erőre bonthatunk. A forgácsvastagság irányú erőt a forgácsolóerő ismeretében, arányossági tényező segítségével határozhatjuk meg.

Condrons szerint  $F_h = (0,7 \dots 0,9) F_c \approx F_c$

Mindkét élet figyelembe véve az előtolás irányú erő:

$$F_f = 2 \cdot F_{f1} = 2 \cdot F_c \cdot \sin \kappa_r$$

Az  $F_f$  előtolás irányú erő a fúrót nyomásra és kihajlásra terheli, míg az  $F_p$  passzív erők a két élen közömbösítik egymást, és így elvileg a fúró keresztirányú terhelést (hajlítást) nem szenved.



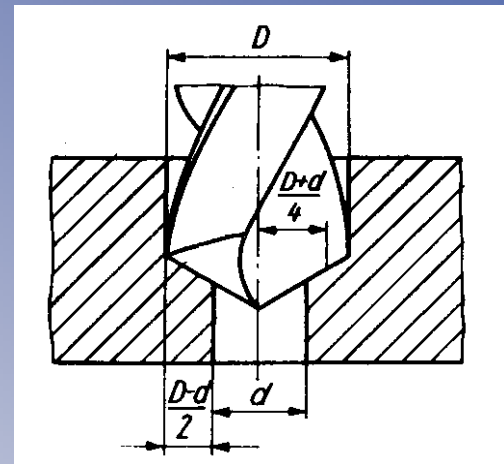
Az egy-egy él közepére koncentrálható  $F_c$  forgácsoló erők erőpárt alkotnak és csak csavaró igénybevételnek teszik ki a fúrót:

$$M = F_c \cdot \frac{D}{2} = k_c \cdot \frac{D^2 \cdot f}{8}$$

illetve fölfúrásnál (4-12. ábra):

$$M = F_c \cdot \frac{D+d}{2} = k_c \cdot \frac{(D^2 - d^2) \cdot f}{8}$$

A csigafúróval történő megmunkálás esetén is alkalmaznak tapasztalati összefüggéseket a nyomaték és az előtolás irányú erő meghatározásához:



– fúrás esetében  $M = C_M \cdot D^{w_M} \cdot f^{x_M}$

$F_f = C_F \cdot D^{w_F} \cdot f^{x_F}$

– fölfúrás esetében  $M = C_M \cdot D^{w_M} \cdot f^{x_M} \cdot a_p^{y_M}$

$F_f = C_F \cdot f^{x_F} \cdot a_p^{y_M}$

ahol  $C_M$ ,  $C_F$  nyomaték és erőállandó, valamint  $x_M$ ,  $y_M$ ,  $w_M$ ,  $x_F$ ,  $y_F$ ,  $w_F$  hatványkitevők. Értékeik néhány járatos anyag esetére a 4-1. táblázatban.

## A forgácsolóerő és nyomatéka süllyesztésnél

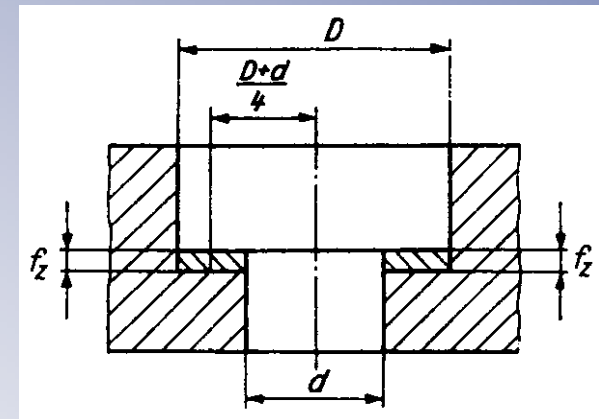
Süllyesztés esetén a forgácsolási viszonyok a fölfúráshoz hasonlóak, így a fölfúrásnál adott erőmeghatározás itt is alkalmazható azzal, hogy süllyesztésnél a szerszámnak mindig kettőnél több éle van.

Az egy élre eső előtolás  $f_z = \frac{f}{z}$ , ahol  $z$  az élek száma.

A  $k_c$  meghatározásánál figyelembe kell venni a forgácsvastagságot, amelyet a  $h = f_z \cdot \sin \kappa_r$  képlet segítségével határozunk meg. Síksüllyesztők esetében  $\kappa_r = 90^\circ$ , így itt  $h = f_z$ . Az eljárást jellemző tényező értéke  $K_{FM} = 1$ , a kopástényező pedig  $K_{FVB} = 1,3$  értékre vehető.

A forgácsolóerők által keletkező forgatónyomaték a 4-13. ábra szerint:

$$M = F_c \cdot z \frac{D + d}{4}$$



## A forgácsolóerő és nyomatéka dörzsölésnél

Dörzsölésnél a forgácsolóerő számítását nem végezhetjük a fajtálgos forgácsolóerő alapján, mert itt a forgácskeresztmetszet igen kicsi és ezért a súrlódásból eredő erők értéke jelentősen nagyobb, mint a tényleges forgácsleválasztásból származó erők. Ilyen számítás legtöbbször nem is szükséges, vagy ha mégis kell, akkor a forgácsolóerő adott esetre, a forgatónyomaték mérésével vagy a felvett teljesítményből számítható.



## A forgácsolóerő és nyomatéka menetfúrásnál

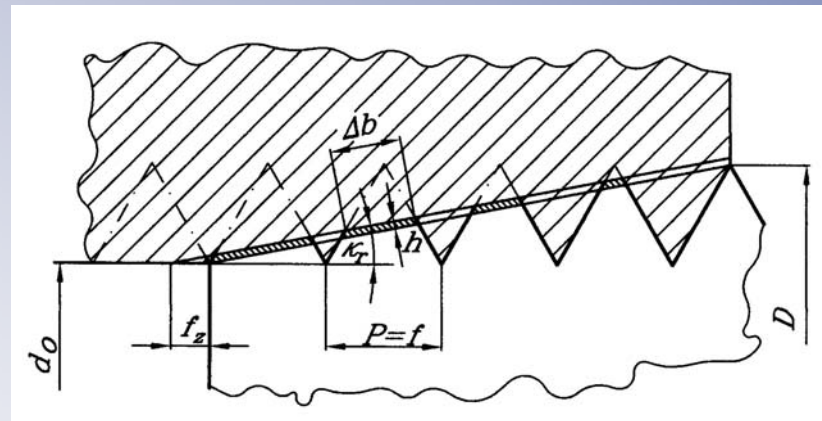
A forgácsolóerő menetfúrásnál is meghatározható a fajlagos forgácsolóerő alapján, ha figyelembe vesszük ennek az eljárásnak a sajátosságait. A menetfúró forgácsolási viszonyait nehéz pontosan modellezni, ezért némileg egyszerűsített modellt választunk, amely még használható eredményeket ad.

Gépi menetfúrásra, amikor a készítendő menet hossza nagyobb mint a menetfúró bekezdő szakasza, az ábrán látható modell alkalmazható. Az egy élen jelentkező forgácsolóerő:

$$F_c = k_c \cdot A_1 \cdot K_F$$

ahol:  $k_c = \frac{k_{c1.1}}{h^m}$  ;

- $k_{c1.1}$  és  $m$  értékei az 1.2 táblázatban találhatóak;



–  $A_1 = h \cdot b$  az egy élre eső forgácskeresztmetszet

$$h = f_z \cdot \sin \kappa_r = \frac{P}{z} \cdot \sin \kappa_r \quad \text{számított forgácsvastagság}$$

$P$  a menetemelkedés

$z$  az élek (élképző hornyok) száma

$$b = \frac{(D - d_o)}{4 \cdot \sin \kappa_r} \quad \text{az átlagos forgácsszélesség}$$

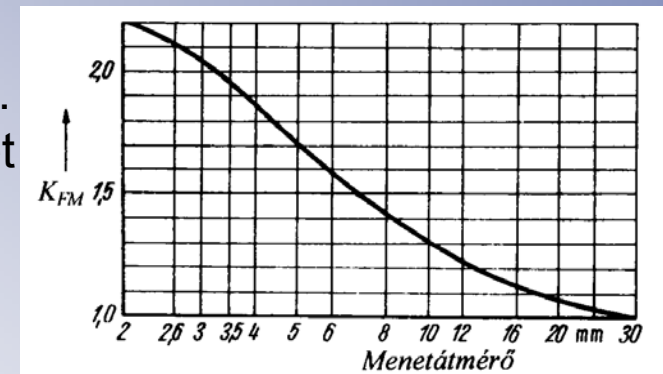
–  $K_F = K_{FVB} K_{FM}$  az összegzett módosító tényező

$K_{FVB} \approx 1,5$  a kopástényező

$K_{FM}$  az eljárást jellemző tényező.

Öntöttvas megmunkálásakor  $K_{FM} = 1,1$ .

Acél megmunkálás esetén  $K_{FM}$  értékét a diagram alapján kell meghatározni.



Ezekkel az élen jelentkező forgácsolóerőt meghatározó kifejezés:

$$F_c = k_c \cdot \frac{P}{4 \cdot z} \cdot (D - d_o) \cdot K_{FVB} \cdot K_{FM}$$

A menetfúráshoz szükséges forgatónyomaték:

$$M = z \cdot F_c \cdot \frac{D + d_o}{4}$$

### **A furatmegmunkáláshoz szükséges teljesítmény**

A forgatónyomaték és a fordulatszám ismeretében meghatározható a szükséges forgácsoló teljesítmény:

$$P_c = M \cdot \omega \quad [\text{KW}]$$

A fúrógép szükséges teljesítménye a belső veszteségek miatt ennél nagyobb. A gép hatásfokának szokásos értéke 0,75 és 0,9 között van.

## • A FORGÁCSOLÁSI ADATOK MEGHATÁROZÁSA

A forgácsolási adatok meghatározásának sorrendjében vannak bizonyos sajátosságok a többi forgácsolási módhoz képest.

### A fogásmélység meghatározása

Telibe fúrás esetén a fogásmélység a fúró átmérőjének a fele

$$a_p = \frac{D}{2}$$

A fogásmélység fölfúrás, süllyesztés és dörzsölés esetén az ezeket a műveleteket megelőző fúrás átmérő és a készítendő furatátmérő különbségének a fele

$$a_p = \frac{D - d}{2}$$

Fölfúrás két okból lehet indokolt:

(1) ha a furatátmérő nagyságából fakadóan adott gépen nem tudjuk egyszeri telibe fúrással adott átmérőre kifúrni a munkadarabot, vagy a furatátmérő 25 milliméternél nagyobb. Ilyenkor először kisebb fúrót alkalmazunk, melynek átmérője

$$d \approx 0,6 \cdot D.$$

(2) ha a furat méret- vagy helyzetpontosságát vagy felületminőségét nem tudnánk megvalósítani telibe fúrással. Ilyenkor a fölfúrás előtti előfurat átmérőjét úgy határozzuk meg, hogy a készméretből kivonjuk a ráhagyás értékét. A ráhagyások irányadó értékei a 4-2. táblázatban találhatóak. Ha a furat pontossága fölfúrással sem biztosítható, akkor előfúrás, fölfúrás, dörzsölés megmunkálási sorrendet kell alkalmazni. Ekkor értelemszerűen figyelembe kell venni a dörzsölési ráhagyás értékét is, azaz

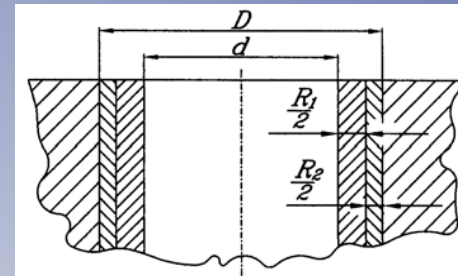
$$d \leq D - (R_1 + R_2)$$

ahol:

- $R_1$       ráhagyás fölfúrásra
- $R_2$       ráhagyás dörzsölésre.

#### 4-2. táblázat. Ráhagyások fölfúrásra és dörzsölésre

Furatátmérő [mm]	Fölfúrási ráhagyás $R_1$ [mm]	Dörzsölési ráhagyás $R_2$ [mm]
< 6	-	0,1
6...10	1,0	0,1
10...15	1,5	0,15
15...18	1,7	0,15
18...30	2,4	0,20
30...50	3,0	0,25
50...80	4,0	0,30
80...100	5,0	0,35



A felületi érdesség és méretpontosság érdekében esetenként a dörzsölést két lépésben, „nagyoló-” és finomító szakaszokban végezzük. Ilyenkor a finomító dörzsölésre néhány század millimétert (0,03...0,08) szokás hagyni.

## Az előtolás meghatározása

Az előtolás kiválasztásánál a szerszámgyártók által javasolt, vagy ennek hiányában tapasztalati értékeket kell választani (4-3. táblázat). Az így kiválasztott előtolás alapján ellenőrizni kell a fúró szilárdságát.

A csigafúró keresztmetszete viszonylag összetett, ezért az A. Avakov által javasolt egyszerűsítéseket használjuk, melyekkel az előtolás legnagyobb megengedett értéke közvetlenül is kifejezhető

$$f \leq \frac{8 \cdot D \cdot \sigma_{meg}}{42 \cdot k_c}$$

illetve, ha kitevős képletet használunk a nyomaték meghatározásához

$$f \leq \left( \frac{\sigma_{meg}}{42 \cdot C_M} \right)^{\frac{1}{x_M}} \cdot D^{\frac{3-w_M}{x_M}}$$

Megengedett normál feszültség gyorsacél fúrókhoz  $\sigma_{meg} = 300 \text{ N/mm}^2$ .

**Fúrásnál** is a lehetséges maximális előtolást kell alkalmazni, majd a gépteljesítmény, a gép kinematikai korlátai és a szerszám forgácsoló-képességének figyelembevételével kell a forgácsolósebességet, illetve a fúró fordulatszámát meghatározni.

**Süllyesztés.** Gyorsacél süllyesztőfúróval történő fölfúrásnál használhatók a 4-3. táblázatban javasolt forgácsolási adatok azzal, hogy az előtolásra ( $f$ ) adott értékek kb. 30%-al növelhetők.

Sík-, kúp- és vezetőcsapos süllyesztők esetében a 4-3. táblázatban adott forgácsolósebesség ( $v_c$ ) és előtolás ( $f$ ) értékek 0,6...0,7-szeresét lehet alkalmazni. Keményfém süllyesztők esetében a forgácsolási adatok a 4-5. táblázatban találhatóak.

**Dörzsölés** esetén az előtolást tapasztalati értékek alapján határozzuk meg. Ehhez a 4-6. és 4-7. táblázatok nyújtanak segítséget.

**Menetfúrásnál** az előtolás nagyságát a menetemelkedés határozza meg, a forgácsoló-sebesség javasolt értékeit pedig 4-11. táblázat tartalmazza.



## A forgácsoló-sebesség meghatározása

Fúrásnál a forgácsoló-sebesség alatt a szerszám kerületi sebességét értjük, annak a munkadarabbal kapcsolatban lévő legnagyobb átmérőjén. A forgácsoló-sebesség alapján számítható a szerszám-, illetve a főorsó fordulatszáma.

A gyakorlatban a forgácsoló-sebességet többnyire tapasztalati értékek, technológiai táblázatok alapján határozzuk meg. A szerszámgyártók is részletes táblázatok adnak a forgácsoló paraméterek kiválasztásához (4-3....4-7, 4-11. táblázatok).

A forgácsoló-sebesség meghatározásának korszerű módját az éltartam összefüggésen alapuló hatványkitevős képletek alkalmazása képezi. Ennek alakja fúrás esetén

$$v_c = \frac{C_v \cdot D^{w_v}}{T^m \cdot f^{x_v}} \cdot K_v$$

Fölfúrás esetében a forgácsoló-sebesség képlete annyiban különbözik, hogy itt az  $a_p$  fogásmélységnek is szerepelnie kell.

$$v_c = \frac{C_v \cdot D^{w_v}}{T^m \cdot f^{x_v} \cdot a_p^{y_v}} \cdot K_v$$

- $C_v, x_v, y_v, w_v, m$  állandó és kitevők (4-8. táblázat)
- $T [min]$  a szerszám éltartama (4-10. táblázat)
- $K_v$  furatmélység módosító tényező (4-9. táblázat)

Az éltartam, illetve a szerszám forgácsoló képessége alapján meghatározott forgácsoló-sebességet, illetve fordulatszámot minden esetben ellenőrizni kell a gép-teljesítmény szempontjából is.

$$P_m = \frac{M \cdot n}{\eta \cdot 955400}, \text{ ebből } n \leq \frac{P_m \cdot \eta \cdot 955400}{M}$$

Az így kapott érték alapján az első kisebb szabványos, az adott gépen megvalósítható fordulatszámot választjuk.

## • A GÉPI FŐIDŐ MEGHATÁROZÁSA

A forgácsoláshoz szükséges gépi főidő a forgácsoló paraméterek, a szerszám- és a furat méretei ismeretében határozható meg.

– a gépi főidő meghatározása fúrásnál és fölfúrásnál

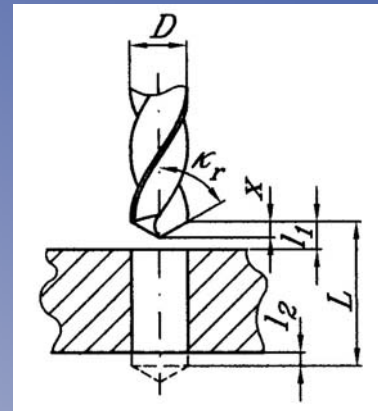
$$t_g = \frac{L}{v_f} = \frac{L}{n \cdot f}$$

ahol:

- $v_f = n \cdot f$  az előtolási sebesség
- $L = l + l_1 + l_2$  a szerszámút hossza.

A szerszámút meghatározása telibe fúrás esetén (4-16. ábra):

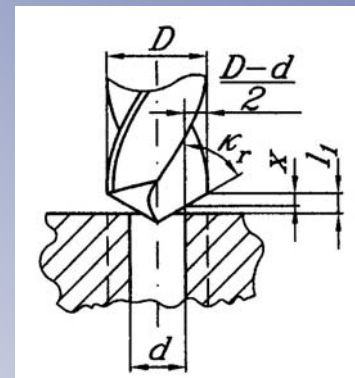
- $l$  a megmunkálás hossza
- $l_1 = x + 1 \dots 2$  mm, a szerszámrafutás hossza
- $x = \frac{D}{2 \cdot \operatorname{tg} \kappa_r}$ , acél és öntöttvas megmunkálásánál  
( $\kappa_r = 59^\circ$ )  $x \approx 0,3 \cdot D$
- $l_2 = 1 \dots 2$  mm a szerszámtúlfutás hossza. Zsákfurat esetében  $l_2 = 0$



A szerszámút meghatározása fölfúrás esetén (4-17. ábra):

különbség az  $x$  meghatározásában van

$$x = \frac{D - d}{2 \cdot \operatorname{tg} \kappa_r}$$



– a gépi főidő meghatározása süllyesztésnél és dörzsölésnél

A gépi főidő meghatározásához érvényes a fúrásnál felírt képlet. Síksüllyesztésnél a ráfutás hossza  $l_1=3$  mm; túlfutás nem szükséges, illetve  $l_2=0$ .

Dörzsölésnél a ráfutás és a túlfutás együttesen a szerszám átmérőjével egyezik meg:

$$l_1 + l_2 = D \quad , \text{ illetve } \quad L = l + D$$

Dörzsölésnél a szerszám kiemelése a munkamenet előtolási sebességével egyezik meg, ezért a főidővel megegyező mellékidővel kell számolni.