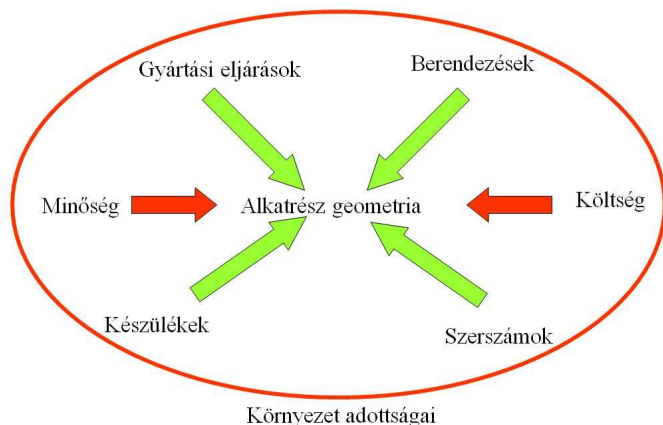


Anyag- és gyártásismeret II - LBt

2010.03.13. / 04.17.

Gyártástervezés feladata:

Megtervezni a konstruktőr által megtervezett termék gyártási folyamatát. A technológiai tervezés célja a gyártáshoz szükséges dokumentációk előállítás.



Előgyártmány: az alkatrészgyártási folyamat kiinduló darabja, amely alakjában és méretében általában eltér a készre munkált alkatrésztől. Lehetséges előgyártmány típusok: hengerelt, húzott, kovácsolt, öntött, hegesztett.



Húzott rúdból esztergált alkatrészek



Nyomásos öntéssel előállított alumínium alkatrész



Süllyesztékes kovácsolással előállított acél alkatrész



Lemezalkatrész

Művelet: a gyártási folyamat önmagában befejezettnek tekinthető, megszakítás nélkül végzett szakasza. A művelet a gyártási folyamat tervezési és szervezési egysége, amely több műveletelemből áll.

Forgácsolástechnológiában műveletnek nevezzük az egy gépen, egy felfogásban végrehajtott magmunkálások összességét.

Egy művelet lehet:

- forgácsoló műveletek

- hőkezelés
- mérés, ellenőrzés
- festés
- tisztítás
- stb.

Nagyoló forgácsolás: nagy mennyiségű ráhagyás termelékeny eltávolítása.

Simító forgácsolás: Célja a pontos méret beállítása, kevés forgács leválasztása történik.

Ráhagyás: A forgácsolás során leválasztott anyagmennyiség.

Műveletelem: a művelet különválasztható, külön elemezhető és tervezhető eleme.

Forgácsolástechnológiában az egy szerszámmal geometriailag és technológiailag összefüggő ráhagyási alakzat eltávolítását nevezzük műveletelemnek.

Készülék: a munkadarab helyzetének meghatározására és a megmunkálás során ennek a helyzetnek a megtartására szolgáló eszköz.

Forgácsolási paraméterek

v_c	forgácsolási sebesség	[m/min]
n	fordulatszám	[1/min]
a	fogásmélység	[mm]
f	előtolás	[mm/ford]
v_f	előtolási sebesség	[mm/min]
z	fogság	[-]
f_z	fogankénti előtolás	[mm/ford/fog]
d	munkadarab átmérő	[mm]
D_c	szerszámtátmérő	[mm]
a_e	fogásszélesség marásnál	[mm]
a_p	fogásmélység marásnál	[mm]
v_{gy}	gyorsjáratú előtoló sebesség	[mm/min]

Fontosabb képletek:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{d \cdot \Pi} \quad n = \frac{1000 \cdot v_c}{D_c \cdot \Pi}$$

$$v_f = n \cdot f \quad v_f = n \cdot f_z \cdot z$$

$$t = \frac{L}{v_f}$$

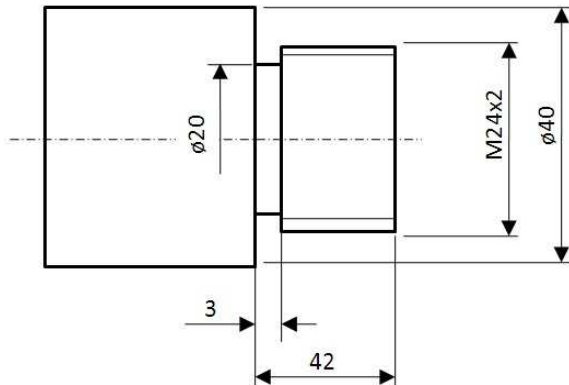
Műveleti idő elemei:

- főidő: forgácsot választunk le
- összekötő mozgások ideje
- szerszámváltás ideje
- munkadarab csere idő
- ellenőrzési idő

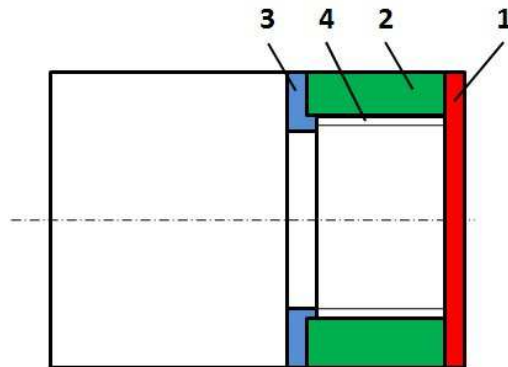
Előkészületi idő: a gyártási folyamat megkezdése előtt a felkészülésre fordított idő: pl. rajz tanulmányozása, technológiai dokumentum tanulmányozása, szerszámok összekészítése, bemérése, készülék felszerelése, beállítása stb. Egy széria gyártása esetén csak egyszer kell vele számolni.

I. példa – esztergálás művelettervezése hagyományos esztergagépre

Rajz



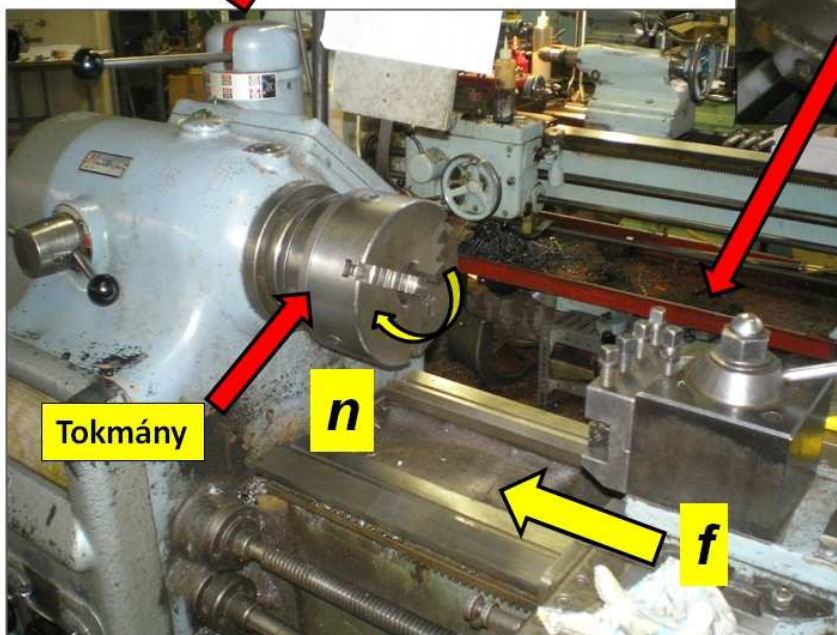
Leválasztási terv



Művelet elemek:

- 1) Oldalazó esztergálás
- 2) Hosszesztergálás
- 3) Beszúrás
- 4) Menetesztergálás

Szerszámgép: E400/1000 hagyományos eszterga



Beállítható fordulatszámok: 33,5 – 47,5 – 67 – 95 – 132 – 190 – 265 – 375 – 530 – 750 – 1060 – 1500

1) Oldalazó esztergálás

Kiinduló adatok:

$$v_c = 120 \text{ m/min}$$

$$a = 1,5 \text{ mm}$$

$$f = 0,3 \text{ mm/fordulat}$$

Számítások:

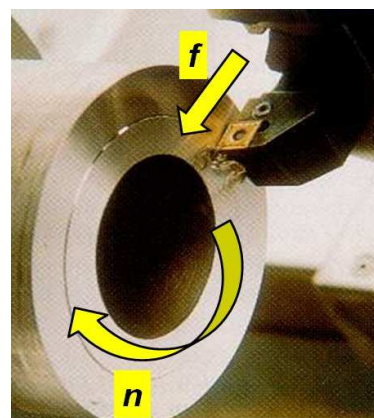
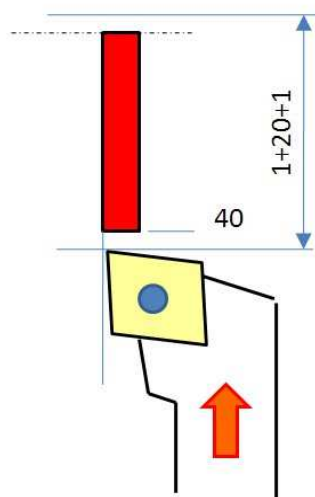
$$n_1 = \frac{1000 \cdot v_c}{d \cdot \Pi} = \frac{1000 \cdot 120}{40 \cdot \Pi}$$

$$n_1 = 954,9 \text{ 1/min}$$

A fordulatszám sorból választunk egy hozzá közel álló értéket:

$$n_1^* = 1060 \text{ 1/min}$$

$$t_1 = \frac{L}{n \cdot f} = \frac{1 + 20 + 1}{1060 \cdot 0,3} = 0,07 \text{ min}$$



Oldalazó esztergálás

Oldalazó esztergálás során a szerszám sugár irányban mozog. A munkaút számításánál a munkadarab átmérőjének felével számolunk, valamint 1-1 mm ráfutási és túlfutási utat biztosítunk. A ráfutási távolság nagyobb is lehet (1-5 mm).

2) Hosszesztergálás

Kiinduló adatok:

$$v_c = 120 \text{ m/min}$$

$$a = 2 \text{ mm}$$

$$f = 0,175 \text{ mm/fordulat}$$

Számítások:

$$n_2' = \frac{1000 \cdot v_c}{d \cdot \Pi} = \frac{1000 \cdot 120}{40 \cdot \Pi}$$

$$n_2' = 954,9 \text{ 1/min}$$

$$n_2'' = \frac{1000 \cdot v_c}{d \cdot \Pi} = \frac{1000 \cdot 120}{24 \cdot \Pi}$$

$$n_2'' = 1591,6 \text{ 1/min}$$

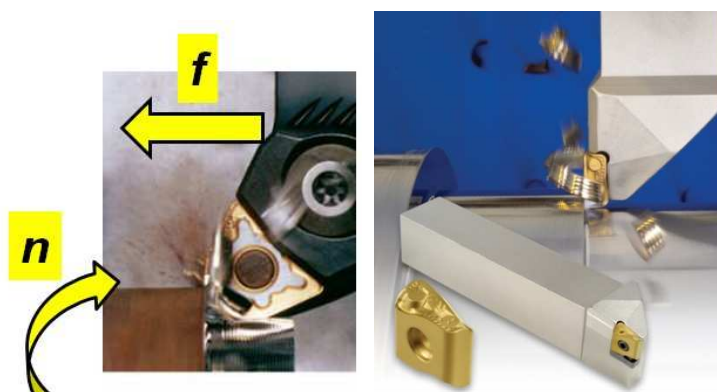
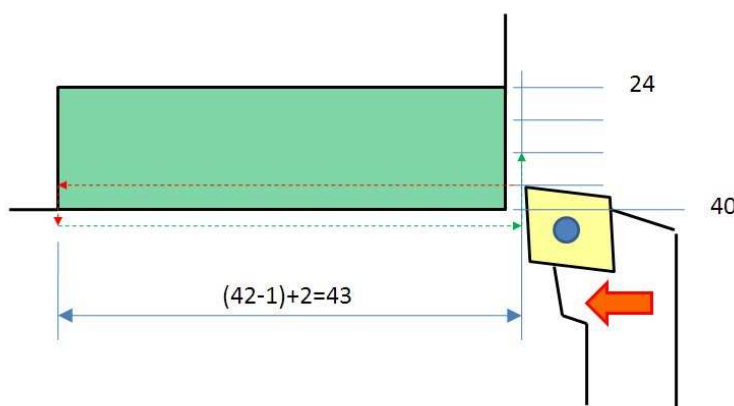
A fordulatszám sorból választunk egy hozzá közel álló értéket:

$$n_2^* = 1060 \text{ 1/min}$$

Fogások száma: i

$$i = \frac{R}{a} = \frac{40 - 24}{2} = 4$$

$$t_2 = \frac{L}{n \cdot f} \cdot i = \frac{43}{1060 \cdot 0,175} \cdot 4 = 0,93 \text{ min}$$



Hosszesztergálás

Hosszesztergálás során a szerszám a munkadarab tengelyével párhuzamosan mozog. Mivel a ráhagyás vastagsága (8 mm) nagyobb, mint a fogásmélység, ezért több fogásban végezzük a megmunkálást ($i=4$). A munkamenet után kiemeljük a szerszámot, visszaállunk a darag elejére és sugár irányba fogást veszünk. Mivel a váll után egy beszurás következik, a pontosabb méret biztosítása érdekében a beszurás felett fejezzük be a hosszesztergálást ($42-1 = 41 \text{ m}$). A darab elején 2 mm ráfutást biztosítunk (lehetséges értéke 1-5 mm közötti).

3) Beszúró esztergálás

Kiinduló adatok:

$$v_c = 85 \text{ m/min}$$

$$f = 0,05 \text{ mm/fordulat}$$

Számítások:

$$n_3' = \frac{1000 \cdot v_c}{d \cdot \Pi} = \frac{1000 \cdot 85}{40 \cdot \Pi}$$

$$n_3' = 676,4 \text{ 1/min}$$

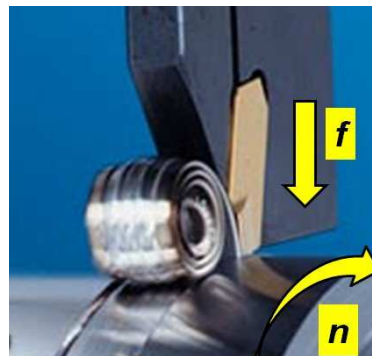
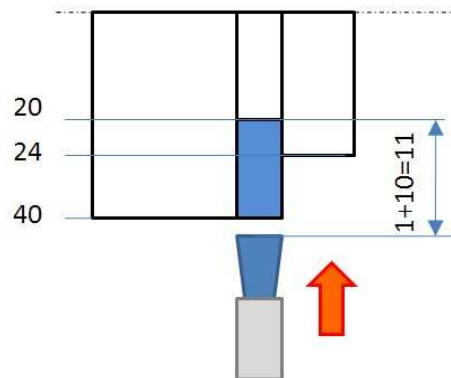
$$n_3'' = \frac{1000 \cdot v_c}{d \cdot \Pi} = \frac{1000 \cdot 85}{20 \cdot \Pi}$$

$$n_3'' = 1352,8 \text{ 1/min}$$

A fordulatszám sorból választunk egy hozzá közel álló értéket:

$$n_3^* = 750 \text{ 1/min}$$

$$t_3 = \frac{L}{n \cdot f} = \frac{11}{750 \cdot 0,05} = 0,3 \text{ min}$$



Beszúró esztergálás



Beszúrókés

Beszúrás során sugár irányú mozgást végez a szerszám és egy zárt hornyot alakít ki. A szerszám szélessége megegyezik a horony szélességével. Ha nagyon széles a beszúrás és nem találunk hozzá megfelelő szélességű beszúró kést, több fogásban készítjük el, az egyes fogások között 1-2 mm átfedést biztosítva.

4) Menet esztergálás

Kiinduló adatok:

$$v_c = 10 \text{ m/min}$$

$$f = p = 2 \text{ mm/fordulat}$$

$$i = 8 \div 15 = 10$$

Számítások:

$$n_4 = \frac{1000 \cdot v_c}{d \cdot \Pi} = \frac{1000 \cdot 10}{24 \cdot \Pi}$$

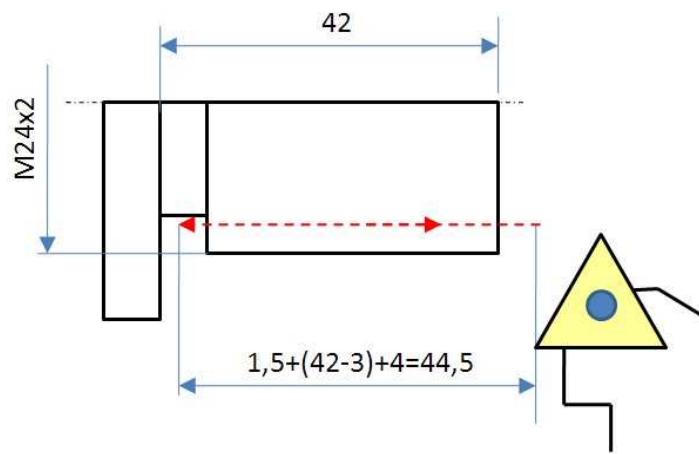
$$n_4 = 132 \text{ 1/min}$$

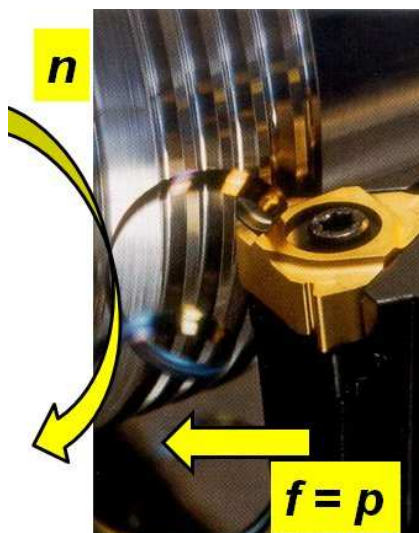
Bár a fordulatszám sorban ezt az értéket megtaláljuk, érdemes kisebb fordulatszámot választani, hogy a gépkezelőnek több ideje legyen forgásirányt váltani.

$$n_4^* = 67 \text{ 1/min}$$

$$t_4 = \frac{L}{n \cdot p} \cdot i = \frac{1,5 + (42 - 3) + 4}{67 \cdot 2} \cdot 10$$

$$t_4 = 3,32 \text{ min}$$

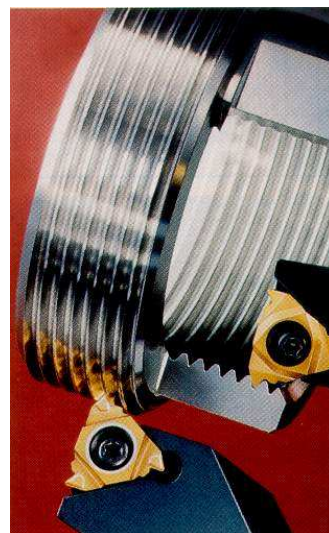




Menetesztorgálás



Lapkás menetkés



Külső és belső menetesztorgálás

- 1) Menetesztorgálás során a szerszám profilját rámásoljuk a munkadarabra, tehát a szerszám profiljának meg kell egyeznie a menet profiljával.
- 2) A második fontos jellemzője, hogy a fordulatonkénti előtolás megegyezik a menetemelkedéssel, mivel csak így haladhat végig a szerszám a menetárokban.
- 3) A menetesztorgálást csak több fogásban lehet végrehajtani, a fogások száma 8-15, nagyobb menetemelkedés esetén több fogást alkalmazunk.
- 4) Hagyományos esztorgagépen a fordulatszám nem lehet túl nagy, mivel a gépkezelőnek időt kell biztosítani a menet végén az irányváltásra. A példában a menetkifutás 3 mm széles, a menetemelkedés 2 mm, tehát maximum 1,5 munkadarab fordulat áll rendelkezésünkre. 67 1/min fordulatszám esetén ez maximum 1,35 s, 132 1/min esetén csak 0,68 s.
- 5) A menet elején legalább 2 menetemelkedésnyi ráfutást kell biztosítani az egyenletes menetemelkedés érdekében.

Eredmények összesítés

	t - főidő	t_m – összekötő mozgások ideje	t_{szcs} – szerszámcsere idő	Σ
1	0,07	0,5	0,5	1,07
2	0,93	0,5		1,43
3	0,3	0,5	0,5	1,3
4	3,32	4	0,5	7,82
Σ	4,62	5,5	1,5	11,62

+ munkadarab csere: 0,5 min

+ ellenőrzés: 0,5 min

Műveleti idő: 12,62 min, kerekítve 15 min.

Előkészületi idő: 15 min.

50 darabos széria gyártási ideje: $15 + 50 \cdot 15 = 765$ min = 12,75 óra

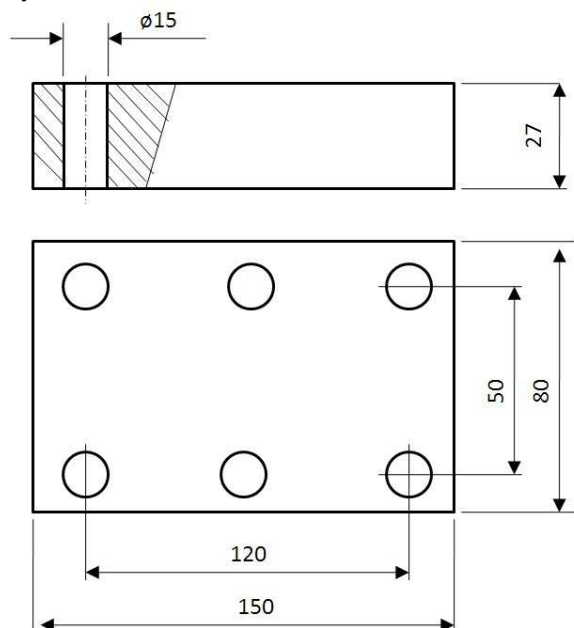
Árajánlat

Gépkezelő fizetése: 2.500 Ft/óra (minden járulékot figyelembe véve)
Gépköltség: 1.000 Ft/óra

Gyártási költség: $12,75 \cdot 3.500 = 44.625,-$
Vállalási ár: 50.000,- +ÁFA (anyag nélkül)

II. példa – marás művelettervezése NC megmunkálóközpontra

Rajz:



Műveletelemek:

- 1) Síkmarás
- 2) Központfúrás
- 3) Fúrás

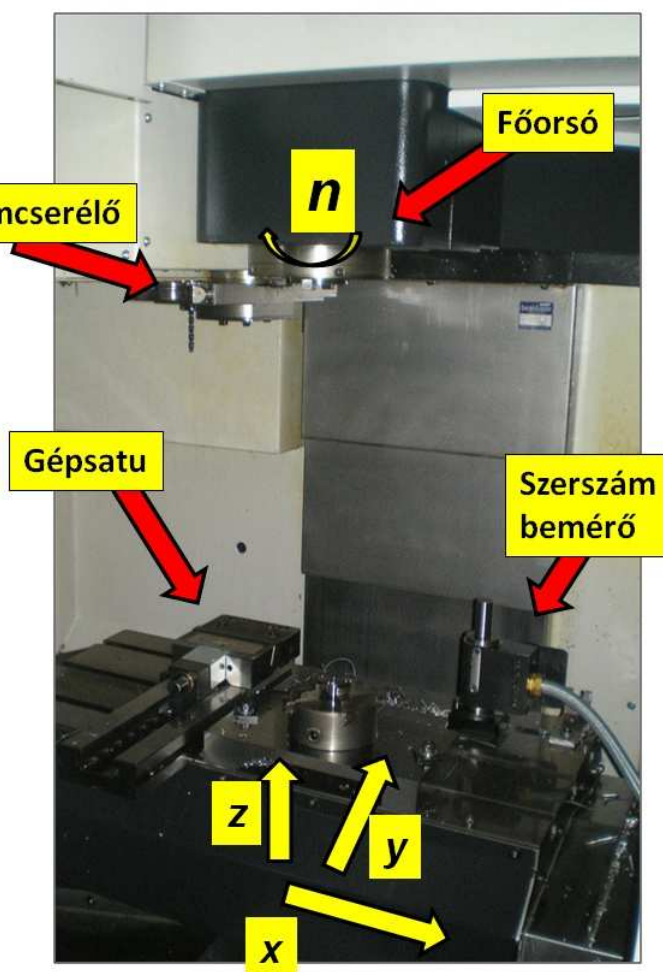
Szerszámgép: MAZAK A410-II NC megmunkálóközpont



MAZAK A410-II

Szármaró
szerszámtartóba
szerelve

Lapkás marófej



1) Síkmarás

Kiinduló adatok:

$$D_c = 63 \text{ mm}$$

$$z = 6$$

$$v_c = 245 \text{ m/min}$$

$$f_z = 0,15 \text{ mm/fordulat}$$

$$a = 2 \text{ mm}$$

Számítások:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot v_c}{D_c \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 245}{63 \cdot \pi} = 1238 \frac{1}{\text{min}}$$

A gépen tetszőleges fordulatszám beállítható, de célszerű kerekíteni a kapott értéket.

$$n_1 = 1250 \text{ 1/min}$$

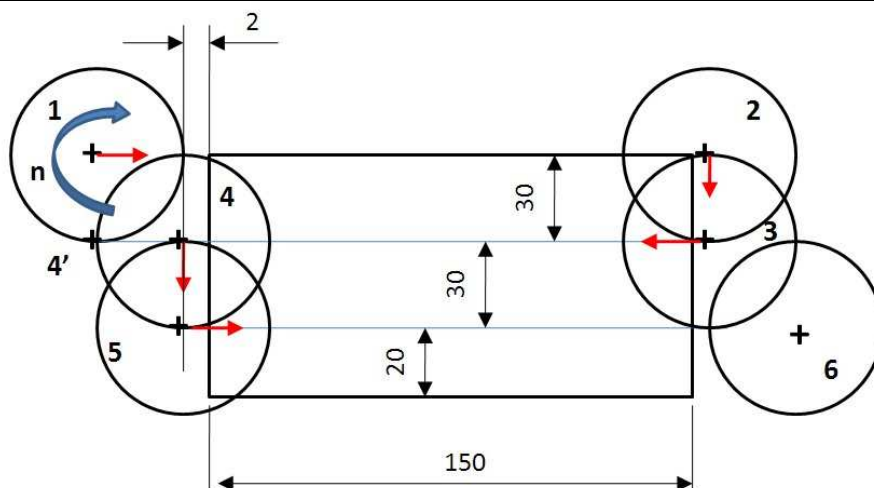
Síkmarás során a fogásszélesség (a_e) maximum a szerszámtérő fele lehet, esetünkben 31,5 mm. Figyelembe véve a darab szélességét három lépésben munkálható meg a felület. Az ábrán látható mozgásciklus esetén egyenirányú és ellenirányú marás váltakozik.

(Ha csak egyen irányú marást szeretnénk alkalmazni, akkor a 2. pontban kiemeljük a szerszámot és a darab felett gyorsmenetben megyünk a 4' pontba.)

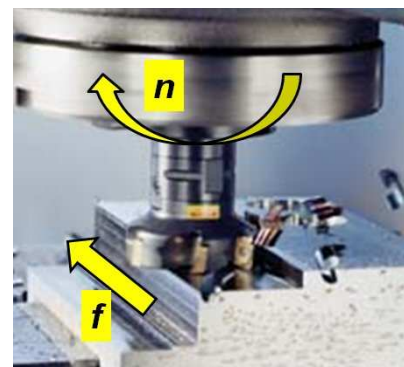
$$v_f = n \cdot f_z \cdot z = 1250 \cdot 0,15 \cdot 6 = 1125 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

$$t_1 = \frac{L}{v_f} = \frac{(31,5 + 2 + 150 + 2) + 30 + (2 + 150 + 2) + 30 + (2 + 150 + 2 + 31,5)}{1125}$$

$$t_1 = \frac{L}{v_f} = \frac{585}{1125} = 0,52 \text{ min}$$



(felülnézet)



Síkmarás

2) Központfúrás

Kiinduló adatok:

$$D_c = 4 \text{ mm}$$

$$v_c = 60 \text{ m/min}$$

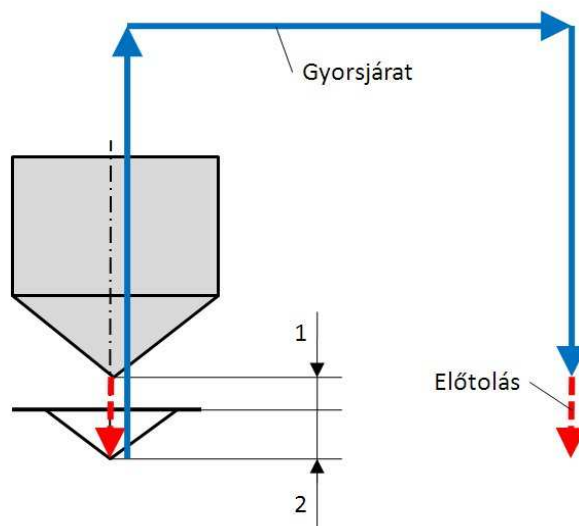
$$f = 0,05 \text{ mm/fordulat}$$

$$v_{gy} = 5.000 \text{ mm/min}$$

Számítások:

$$n_2 = \frac{1000 \cdot v_c}{D_c \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 60}{4 \cdot \pi} = 4775 \frac{1}{\text{min}}$$

$$v_{f2} = n \cdot f = 4775 \cdot 0,05 = 238 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$



Központfúrás során 1 mm ráfutási úttal 2 mm mély kúpos furatokat fúrunk a megfelelő pozíciókba, amely pontosabb furatok fúrását teszi lehetővé. Ez után kiemeljük a szerszámot és gyorsmenettel a következő pozícióba visszük. A gyorsjáratú kiemelés és pozicionálás úthossza furatonként 12+9=21 mm (10 mm-es szintre emeljük ki a szerszámot).

$$t_2 = \frac{L}{v_f} = \frac{(1+2) \cdot 6}{238} = \frac{18}{238} = 0,08 \text{ min}$$

$$t_{m2} = \frac{L_m}{v_{gy}} = \frac{6 \cdot 21 + 60 + 60 + 50 + 60 + 60}{5000} = \frac{416}{5000} = 0,09 \text{ min}$$



NC központfúrók

3) Fúrás

Kiinduló adatok:

$$D_c = 15 \text{ mm}$$

$$v_c = 90 \text{ m/min}$$

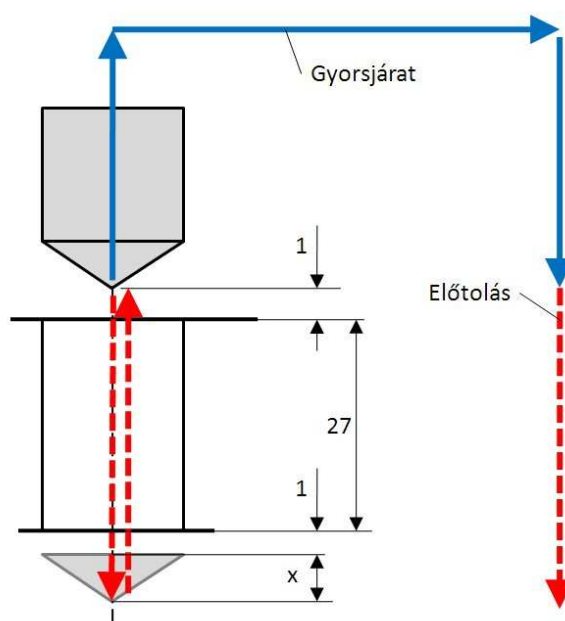
$$f = 0,08 \text{ mm/fordulat}$$

$$v_{gy} = 5.000 \text{ mm/min}$$

Számítások:

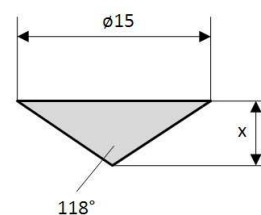
$$n_3 = \frac{1000 \cdot v_c}{D_c \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 90}{15 \cdot \pi} = 1910 \frac{1}{\text{min}}$$

$$v_{f3} = n \cdot f = 1910 \cdot 0,08 = 153 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$



1 mm ráfutással és 1 mm túlfutással fúrjuk ki a furatokat. A túlfutásnál továbbá figyelembe kell venni a fúró kúpos részének magasságát.

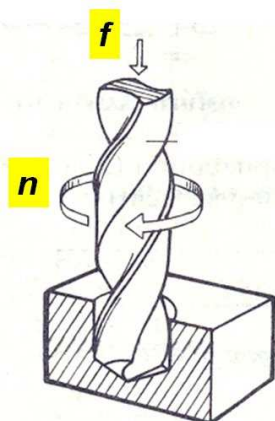
A furatok közti összekötő mozgások megegyeznek a központfuratok fúrásánál alkalmazottal. A gyorsjáratú kiemelés és pozicionálás úthossza furatonként 9+9=18 mm (10 mm-es szintre emeljük ki a szerszámot).



$$t_3 = \frac{L}{v_f} = \frac{(1+27+1+4,5) \cdot 6}{153} = \frac{201}{153} = 1,31 \text{ min}$$

$$t_{m3} = \frac{L_m}{v_{gy}} = \frac{6 \cdot 18 + 60 + 60 + 50 + 60 + 60}{5000} = \frac{416}{5000} = 0,08 \text{ min}$$

$$\begin{aligned} \tan \frac{118^\circ}{2} &= \frac{\frac{15}{2}}{x} = \frac{7,5}{x} \\ x &= \frac{7,5}{\tan 59^\circ} = 4,5 \text{ mm} \end{aligned}$$



Furat fúrása csigafúróval



Bevonatos csigafúrók

Eredmények összesítés

	t - főidő	t_m – összekötő mozgások ideje	t_{szcs} – szerszámcsere idő	Σ
1	0,52	0	0,1	0,62
2	0,08	0,09	0,1	0,18
3	0,31	0,08	0,1	0,49
Σ	0,91	0,17	0,3	1,38

+ munkadarab csere: 1,5 min

+ ellenőrzés: 1 min

Műveleti idő: 3,88 min, kerekítve 5 min.

Előkészületi idő: 30 min.

50 darabos széria gyártási ideje: $30 + 50 \cdot 5 = 280$ min = 4,7 óra**Árajánlat**

Gépkezelő fizetése: 3.500 Ft/óra (minden járulékot figyelembe véve)

Gépköltség: 8.000 Ft/óra

Programozás költsége: 2 óra * 10.000,- Ft/óra = 20.000,-

Gyártási költség: $4,7 \cdot 11.500 + 20.000 = 74.050,-$

Vállalási ár: 80.000,- + ÁFA (anyag nélkül)