



**DUNAÚJVÁROSI FŐISKOLA**

**Dr.t.n. FIRSTNER STEVAN**  
Főiskolai docens

**GYÁRTÁSTECHNOLÓGIA**  
(FORGÁCSOLÁS)

**DUNAÚJVÁROS**  
2008



## BEVEZETÉS

Ebben a jegyzetben tartalmazó tananyag, tartalmilag megegyezik a GYÁRTÁSTECHNOLÓGIA elnevezésű tantárgy, forgácsolásra vonatkozó részével.

A forgácsolási folyamatokról, magyar és világnyelveken is, igen sok irodalom található, hiszen hagyományos technológiáról van szó. Az említett irodalom egészét nézve, tartalmazza a programban foglalt anyagot, sőt többszörösen meghaladja azt.

Az újabb keletű, igen magas színvonalú (beszerezhető) kötelező irodalom-könyv (Dudás Illés Gépgyártás-technológia I. Miskolci Egyetemi Kiadó, Miskolc 2000.) nem tartalmazza az optimális technológiai eljárásokra vonatkozó adatokat. Ez érthető, hiszen a megemlített könyv tartalma, elsődlegesen az egyetemi oktatást szolgálja.

A technológiai folyamatokra vonatkozó tematikát (számítások, táblázati adatok, feladatok megoldása), az egyéb, főiskolai programban foglalt tartalmak mellett, ez a jegyzet tartalmazza, és így a kötelező irodalom kiegészítő anyagnak is tekinthető.

A jegyzetben, a tananyag ismertetése kiindulásként, a hallgató meglévő középiskolai (általános és szaktudások) alaptudásához alkalmazkodik, de egyidejűleg, (célkitűzésként) eleget tesz a főiskolai szintnek megfelelő tudáskritériumainak is.

### FŐBB CÉLKITŰZÉSEK

- a. A forgácsolási folyamatok természetének megismerése.
- b. A optimális technológiai adatok (gépen beállítható) számítása.
- c. Konkrét problémák megoldása empirikus és táblázati módszerekkel.

A tananyag, a tantárgyi programmal összhangban, a következő részeket tartalmazza:

### 1. ALAPISMERETEK.

Ez a rész a megmunkáló rendszer elemeit tanulmányozza. Külön kitér a forgácsolás struktúrájára, a forgácsképződésre, majd ezt követően tárgyalja a fő forgácsolási tényezőket, valamint a forgácsolás következményeit. Külön ismerteti a szerszámok tulajdonságait, majd alapismeretekkel szolgál a felhasznált dolgozó rész anyagairól, a hőjelenségekről, a szerszámkopásról, stb.

### 2. ALAPVETŐ FORGÁCSOLÁSI FOLYAMATOK

Az alapvető forgácsolási folyamatok közé soroljuk az esztergálást, gyalulást, fúrást, marást és a köszörülést. Mindegyik eljárás tanulmányozásakor be lesz mutatva a munkatér és annak jellemzői, a használt szerszámok egy része, a géptípusok, valamint a

technológiai adatokra vonatkozó számítások ( $a$ ,  $f$ ,  $n$ ,  $t_{fg}$ ). Az alapvető technológiai adatok számítása mellett, a teljesítmény és a termelékenység számítása is bemutatásra kerül.

### 3. EGYÉB, FORGÁCSOLÁSON ALAPULÓ FOLYAMATOK

Ebben a részben ismerheti meg a hallgató az üregelést, a fűrészelést, a menetmegmunkálást, a fogazást, valamint a ma még hagyományosnak nem nevezhető folyamatokat (különleges folyamatok). A különleges folyamatok közül, tájékoztató jelleggel lesznek illusztrálva a szikraforgácsolás, a koptatás, a szemcseszórás, a sugaras megmunkálások, a folyadékos folyamatok, az elektrokémiai folyamatok,...

### 4. AZ ELŐGYÁRTMÁNY

Az előgyártmány meghatározására irányuló alapvető számítási módszer (javasolt és táblázati adatok alapján) lesz bemutatva.

### 5. IDŐELEMZÉS

Az időelemzésre vonatkozó alapismereteket sajátíthatja el a hallgató, beleértve a darabidő és a sorozatidő számítási modelljét.

### 6. KÖLTSÉGELEMZÉS

A költségelemzés során, az önköltségek számítása szolgál alapul, de a végleges (számlázott) költségek számítási modellje is be lesz mutatva.

A tananyag tartalmazza mindazon adatokat (táblázatok), melyek használatával konkrét példákat lehet (numerikusan) megoldani.

Minden rész végén az anyagra jellemző kérdések is találhatóak. Ezek egyben parciális (ZH), vagy végleges vizsgakérdések.

A tananyag külön része a TANULÁSI ÚTMUTATÓ, mely egyrészt metodikai javaslatokat tartalmaz, másrészt konkrét példákkal szolgál.

DUNAÚJVÁROS, 2008. február

Dr.t.n. Firstner Stevan  
főiskolai docens

## ALKALMAZOTT JELÖLÉSEK

MEGJE- LÖLÉS	MÉRTÉK- EGYSÉG	ÉRTELMEZÉS
()M	/	Munkadarab
()S	/	Szerszám
A	[mm <sup>2</sup> ]	Normálmetszet felülete
a	[mm]	Fogásmélység
A <sub>1</sub>	[mm <sup>2</sup> ]	Végleges keresztmetszet felület
A <sub>i</sub> , B <sub>i</sub>	[Ft]	Számlázott ár állandó költségek
A <sub>k</sub>	[mm <sup>2</sup> ]	Forgácskitöltési tényező
A <sub>k</sub>	[Ft]	Készülékár
A <sub>o</sub>	[mm <sup>2</sup> ]	Kiinduló keresztmetszet felület
A <sub>r</sub>	[mm <sup>2</sup> ]	Igénybevett terület
A <sub>SZ</sub>	[Ft]	Szerszámár
b	[mm]	Fogásszélesség
C	[□m]	Sérült réteg vastagsága
c	/	A köszörülőkorong mértani jellemzője
C <sub>F</sub>	[N mm]	Fajlagos előtoló erő (fúrás)
C <sub>k</sub> , k <sub>c</sub>	[N/mm <sup>2</sup> ]	Fajlagos erő
C <sub>m</sub>	[N ]	Fajlagos nyomaték
c <sub>o</sub>	/	A szerszámszár mértani jellemzője
C <sub>v</sub> , C <sub>v</sub> "	[m/perc]	Fajlagos sebességek
D	[mm]	Átmérő (diaméter)
d <sub>1</sub>	/	A köszörülőkorong külső átmérője
D <sub>1</sub>	[mm]	Végleges átmérő
d <sub>2</sub>	/	A köszörülőkorong nyílásának átmérője
D <sub>c</sub>	[mm]	Köszörűátmérő
D <sub>o</sub>	[mm]	Kiinduló átmérő
D <sub>v</sub>	[mm]	Vezető-köszörűkorong átmérője
E	[N/mm <sup>2</sup> ]	Young rugalmassági tényező (modulus)
f	[mm/ford.]	Fordulatkénti előtolás
F	[N]	Erő
f <sub>i</sub>	[mm/fog.]	Fogankénti előtolás
F <sub>c</sub>	[N]	Fő forgácsolóerő
F <sub>f</sub>	[N]	Előtoló forgácsolóerő
F <sub>M</sub>	[N]	Munkadarabot terhelő erő

$F_p$	[N]	Behatóló forgácsolóerő
$F_s$	[N]	Szerszámot terhelő erő
$g$	$[m/s^2]$	Gravitációs együttható
$h$	[mm]	Forgácsvastagság
$H$	[mm]	Horonymagasság
HB	/	Brinnell keménység
HV	/	Vickers keménység
$i$	/	Fogások száma
$I$	$[mm^4]$	Axiális másodrendű nyomaték
$K$	/	Fájlagos erők korrekciós tényezői
$k$	/	Élettartamra vonatkozó kitevő
$K$	/	Gyalulási sebességarány
$kc_{1,1}$	$[N/mm^2]$	Fájlagos erő ( $a=1, b=1$ )
$K_{xxx..}$	[Ft]	Költségek
$l$	[mm]	Munkadarab hossza
$L$	[mm]	Munkadarab hossza
$l_n$	[mm]	Szerszámszár hossza
$n$	[ford./perc]	Fordulatszám
$v$	/	Biztonsági tényező
$n_c$	[ford./perc]	Köszörűkorong fordulatszáma (köszörülés)
$n_g$	[ford./perc]	Fordulatszám a gép teherbírása szerint
$n_k$	[k.l./perc]	Kettőslöketek száma
$n_s$	[darab/sor.]	Sorozatban legyártott termékek darabszám
$n_{sk}$	[darab/sor.]	Kritikus sorozatban legyártott termékek darabszám
$n_{sz}$	[ford./perc]	Fordulatszám a szerszám sebességbírása szerint
$n_w$	[ford./perc]	Munkadarab fordulatszáma (köszörülés)
$P$	[kW]	Gép beépített teljesítménye
$Q$	[kg/perc]	Forgácsolási termelékenység
$q$	$[kg/dm^3]$	Fájlagos tömeg
$q$	/	Sebességarány (köszörülés)
$r$	[mm]	Szerszámcsúcsrádiusz
$R$	$[\mu m]$	Tényleges érdesség
$R$	[mm]	Örökölt hibák összege
$R_a$	$[\mu m]$	Átlagos felületi érdesség
$R_g$	[%]	Gép járulékos költsége
$R_k$	[%]	Készülék járulékos költsége
$R_m$	$[N/mm^2]$	Szakítószilárdság
$R_{sz}$	[%]	Szerszám járulékos költsége
$r_{xxx..}$	[mm]	Örökölt hibák
$R_z$	$[\mu m]$	Maximális felületi érdesség
$\sigma_l$	$[N/mm^2]$	Főfeszültség
$\sigma_m$	$[N/mm^2]$	Megengedett normál feszültség
SZÁ	[Ft]	Számlázott ár
$T$	[perc]	Élettartam
$t_{fg}$	[perc]	Fő gépidő
$T_s$	[mm]	Simításra vonatkozó tűréstartomány

$t_{xxx..}$	[perc]	Részidők
$u$	[mm]	Alakváltozás
$u_c$	[mm]	A fő forgácsolóerő hatására létrejött alakváltozás
$u_f$	[mm]	A behatoló forgácsolóerő hatására létrejött alakváltozás
$u_p$	[mm]	Az előtoló forgácsolóerő hatására létrejött alakváltozás
$V$	[m/perc]	Forgácsolósebesség
$V_{60}$	[m/perc]	Hatvanperces élettartamra vonatkozó sebesség
$V_c$	[m/perc]	Fő forgácsolási sebesség
$V_c$	[m/sec.]	Köszörűkorong peremsebessége
$V_f$	[m/perc]	Előtoló forgácsolási sebesség
$V_f$	[m/perc]	Előtolósebesség
$V_L$	[m/perc]	Leválósebesség
$V_M$	[m/perc]	A munkadarab abszolút sebessége
$V_{ny}$	[m/perc]	Nyíróirányú sebesség
$V_p$	[m/perc]	Behatoló forgácsolási sebesség
$V_r$	[m/perc]	Hátramenet-sebesség
$V_s$	[m/perc]	A szerszám abszolút sebessége
$V_T$	[m/perc]	T-élettartamra vonatkozó sebesség
$V_v$	[m/sec]	Vezetőkorong sebessége
$V_w$	[m/perc]	Munkadarab sebessége (köszörülés)
$V_x, V_y, V_z$	[m/perc]	Forgácsoló sebesség összetevői
$W$	[Nmm]	Munka
$x, y$	/	Sebességet meghatározó kitevők
$x, y, z$	[mm]	Koordináták
$x_1, y_1$	/	Erőmeghatározó kitevők
$Z$	/	Fogaskerék fogainak száma
$z$	/	Marószerszám fogainak száma
$\alpha_0$	[o]	Hátszög
$\beta_0$	[o]	Ékszög
$\gamma_0$	[o]	Homlokszög
$\delta$	[mm]	Ráhagyás
$\Delta$	[mm]	Tényleges mérethiba
$\epsilon_k$		Erőmeghatározó kitevő
$\phi$	[o]	Írányvonal hajlásszöge
$\xi$	/	Sebesség-korrekciók
$\eta$		Kihasználási tényező (hatásfok)
$\varphi_0$	[o]	Fúrőszerszám csúcsszöge
$\lambda$	[o]	Terelőszög,
$\lambda$	/	Alakváltozási tényező
$\mu$	/	Munkadarab befogására vonatkozó al. v. tényező
$\mu$		Csúszási állandó
$\mu_0, x_0,$	/	Fúró peremsebességét meghatározó értékek
$v$	/	Biztonsági tényező
$\sigma_l$	[N/mm <sup>2</sup> ]	Főfeszültség
$\sigma_m$	[N/mm <sup>2</sup> ]	Megengedett normálfeszültség

# TARTALOMJEGYZÉK

<b>BEVEZETÉS</b> .....	<b>3</b>
<b>ALKALMAZOTT JELÖLÉSEK</b> .....	<b>5</b>
<b>TARTALOMJEGYZÉK</b> .....	<b>8</b>
1. ALAPISMERETEK .....	13
1.1. FORGÁCSOLÓ TECHNOLÓGIAI FOLYAMAT .....	13
1.1.1. A FORGÁCSKÉPZŐDÉS .....	14
1.1.2. A FORGÁCSOLÁS ALAPFELTÉTELEI .....	15
1.2. A FORGÁCSOLÁS FŐ TÉNYEZŐI .....	15
1.2.1. FORGÁCSOLÓSEBESSÉGEK .....	15
1.2.1.1. A FŐ FORGÁCSOLÓSEBESSÉG SZÁMÍTÁSA .....	17
o KATALÓGUSADATOK.....	17
o EMPIRIKUS MEGKÖZELÍTÉSEK.....	17
• KRONENBERG MÓDSZER.....	17
• WALICH MÓDSZER.....	19
1.2.1.2. A FORGÁCSOLÓSEBESSÉGEK LÉTREHOZÁSA .....	20
o A FOLYAMATOS MOZGÁSOK:.....	20
o PERIODIKUS (SZAKASZOS) MOZGÁSOK:.....	21
• SZABVÁNYOS FORDULATSZÁMOK .....	21
• SZABVÁNYOS ELŐTOLÁSOK .....	22
1.2.2. FORGÁCSOLÓERŐK.....	22
1.2.2.1. FORGÁCSOLÓERŐK SZÁMÍTÁSA .....	23
o EGYSZERŰSÍTETT MÓDSZER.....	23
• A MUNKADARAB SZAKÍTÓSZILÁRDSÁGA ALAPJÁN .....	24
• KORREKCIÓS ADATOK SZERINT: .....	24
o BŐVITETT MÓDSZER .....	26
o KRONENBERG MÓDSZER .....	26
1.3. A FORGÁCSOLÓSZERSZÁM JELLEMZŐI .....	27
1.3.1. A FORGÁCSOLÓSZERSZÁM RÉSZEI .....	27
1.3.1.1. A SZERSZÁM DOLGOZÓRÉSZE NEK JELLEMZŐI .....	28
o ALKALMAZOTT ANYAGOK.....	28
▪ SZERSZÁMACÉLOK.....	29
▪ GYORSACÉLOK .....	29
▪ KEMÉNYFÉMEK.....	29
▪ KERÁMIA.....	29
▪ BEVONATOK.....	29
▪ GYÉMÁNTOK.....	30
o A DOLGOZÓRÉSZ ÉLGEOMETRIÁJA .....	30
• SZERSZÁM KOORDINÁTA ÉLSZÖGRENDSZER .....	31
• ORTOGONÁL MEGHATÁROZÓ RENDSZER .....	31
• AZ ÉLSZÖGRENDSZER ÉLSZÖGEI.....	32
▪ STATIKUS ÉLSZÖGEK.....	32
▪ MŰKÖDŐ (DINAMIKUS) ÉLSZÖGEK .....	33
o CSÚCSSUGARAK ÉS SZERSZÁMSZÁR MÉRETEK.....	34
o KIVITELEZÉSI MÓDOK .....	35
• LAPKASZORÍTÓ ÉS FORGÁCSSTÖRŐ MEGOLDÁSOK.....	35
• FORRASZTÁSSAL FELERŐSÍTETT LAPKÁK.....	35
• KEMÉNYFÉM ÉS KERÁMIALAPKÁK .....	35
o DOLGOZÓRÉSZ MÓDOSÍTÁSAI .....	36
1.3.1.2. A SZERSZÁMSZÁR JELLEMZŐI.....	36
1.4. A FORGÁCSOLÁS KÖVETKEZMÉNYEI .....	37
1.4.1. FORGÁCSKÉPZŐDÉS .....	37
1.4.1.1. FORGÁCS-ALAKVÁLTOZÁSI TÉNYEZŐ .....	39
1.4.1.2. FORGÁCSALAKOK .....	40
1.4.2. ÉRDESSÉG.....	41

1.4.3.	HŐKÉPZŐDÉS.....	43
1.4.3.1.	HŐELOSLÁS.....	43
1.4.3.2.	A FORGÁCS ÉS A DOLGOZÓRÉSZ FELMELEGEDÉSE.....	44
1.4.3.3.	HŰTŐ - KENŐ FOLYADÉKOK.....	44
1.4.4.	SÉRÜLT RÉTEG.....	45
1.4.5.	SZERSZÁMKOPÁS.....	45
1.4.5.1.	KOPÁSKRITÉRIUMOK.....	46
	o MÉRETHIBA.....	46
	o ÉRDESSÉGNÖVEKEDÉS.....	46
	o DOLGOZÓRÉSZ KOPÁSMÉRETE.....	47
1.4.6.	A DOLGOZÓRÉSZ ÉLETTARTAMA (TAYLOR KÉPLET).....	47
	▪ KÉRDÉSEK.....	48
2.	ALAPVETŐ FORGÁCSOLÁSI FOLYAMATOK.....	50
2.1.	ESZTERGÁLÁS.....	50
2.1.1.	MUNKATÉR (BEFOGÁSI ÉS ERŐTERV).....	51
2.1.2.	GÉPEK (ESZTERGAPADOK).....	52
2.1.3.	SZERSZÁMOK.....	53
	o SZERSZÁMFUNKCIÓK.....	53
	o SZERSZÁMSZABVÁNYOK.....	54
	o SZERSZÁMFAJTÁK.....	53
2.1.4.	FOGÁSMÉLYSÉG.....	57
2.1.4.1.	PALÁSTESZTERGÁLÁS.....	57
	o $\delta_1$ ...NAGYOLÓ RÁHAGYÁSOK (PALÁSTESZTERGÁLÁS).....	57
	o $\delta_2$ ...SIMÍTÓ RÁHAGYÁSOK (PALÁSTESZTERGÁLÁS).....	57
	o $\delta_3$ ...KÖSZÖRÜLÉSI RÁHAGYÁSOK (PALÁSTKÖSZÖRÜLÉS).....	58
2.1.4.2.	HOMLOKESZTERGÁLÁS.....	58
	o $\delta_1$ ...NAGYOLÓ RÁHAGYÁSOK (HOMLOKESZTERGÁLÁS).....	58
	o $\delta_2$ ...SIMÍTÓ RÁHAGYÁSOK (HOMLOKESZTERGÁLÁS).....	58
	o $\delta_3$ ...KÖSZÖRÜLÉSI RÁHAGYÁSOK (HOMLOKKÖSZÖRÜLÉS).....	59
2.1.4.3.	ÜREGESZTERGÁLÁS: $\delta_1$ ...NAGYOLÓ $\approx 0,7\delta_1$ (PALÁSTESZTERGÁLÁS) $\delta_2$ ...SIMÍTÓ RÁHAGYÁSOK (ÜREGESZTERGÁLÁS).....	59
	o $\delta_3$ ...KÖSZÖRÜLÉSI RÁHAGYÁSOK (ÜREGESZTERGÁLÁS).....	59
2.1.5.	SEBESSÉGEK.....	60
	o HASZNÁLT ANYAGOK ÉS FŐ FORGÁCSOLÁSI SEBESSÉGEK.....	60
2.1.6.	ELŐTOLÁSSZÁMÍTÁS.....	61
2.1.6.1.	ELŐTOLÁSSZÁMÍTÁS a szerszám teherbírása szerint:.....	61
2.1.6.2.	ELŐTOLÁSSZÁMÍTÁS a MUNKADARAB ( $R_2$ ) IGÉNYELT FELÜLETI ÉRDESSÉGE SZERINT.....	63
2.1.6.3.	ELŐTOLÁSSZÁMÍTÁS a MEGENGEDETT ALAKVÁLTOZÁS szerint:.....	64
	• A ( $u$ ) NAGYOLÁSBÓL VISSZAMARADT ALAKVÁLTOZÁS.....	65
	▪ A FŐ FORGÁCSOLÓERŐ HATÁSÁRA LÉTREJÖTT ALAKVÁLTOZÁS.....	65
	▪ A KERESZTIRÁNYÚ - BEHATOLÓ FORGÁCSOLÓERŐ ÁLTAL LÉTREJÖTT ALAKVÁLTOZÁS.....	66
	▪ AZ ELŐTOLÓ FORGÁCSOLÓERŐ ÁLTAL LÉTREJÖTT ALAKVÁLTOZÁS.....	66
	• A NAGYOLÁSBÓL VISSZAMARADT ÉRDESSÉG.....	67
	• FŐ SIMÍTÓ FORGÁCSOLÓERŐ ( $F_{cs}$ ).....	67
	o MÉRVADÓ FORDULATONKÉNTI ELŐTOLÁSOK.....	68
	• NAGYOLÁS ESETÉN.....	68
	• SIMÍTÁS ESETÉN.....	68
2.1.7.	FORDULATSZÁM-SZÁMÍTÁS.....	68
2.1.7.1.	FORDULATSZÁM-SZÁMÍTÁS A SZERSZÁM SEBESSÉGBÍRÁSA SZERINT.....	69
2.1.7.2.	FORDULATSZÁM-SZÁMÍTÁS A SZERSZÁMGÉP TELJESÍTMÉNYE SZERINT.....	69
2.1.7.3.	MÉRVADÓ FORDULATSZÁM.....	69
2.1.8.	FŐ GÉPIDŐ.....	70
2.1.8.1.	PALÁSTESZTERGÁLÁS.....	70
2.1.8.2.	HOMLOKESZTERGÁLÁS.....	70
2.1.8.3.	FOGÁSOK SZÁMA.....	70
2.1.9.	HASZNÁLT TELJESÍTMÉNY.....	70
2.1.10.	FORGÁCSOLÁSI TERMELEKENYSÉG.....	71
	▪ KÉRDÉSEK.....	71

2.2.	<i>GYALULÁS</i> .....	72
2.2.1.	GÉP ÉS MUNKATÉR .....	72
2.2.2.	SZERSZÁMOK .....	73
2.2.3.	FOGÁSMÉLYSÉG .....	73
2.2.4.	SEBESSÉGEK .....	73
2.2.5.	ELŐTOLÁSSZÁMÍTÁS .....	74
2.2.6.	KETTŐSLÖKETEK SZÁMÍTÁSA .....	74
2.2.6.1.	KETTŐSLÖKET A SZERSZÁM SEBESSÉGBÍRÁSA SZERINT .....	75
2.2.6.2.	KETTŐSLÖKET-SZÁMÍTÁS A SZERSZÁMGÉP TELJESÍTMÉNYE SZERINT .....	75
2.2.6.3.	MÉRVADÓ KETTŐSLÖKETSZÁM .....	75
2.2.7.	FŐ GÉPIDŐ .....	75
o	FOGÁSOK SZÁMA .....	76
2.2.8.	HASZNÁLT TELJESÍTMÉNY .....	76
2.2.9.	FORGÁCSOLÁSI TERMELEKENYSÉG .....	76
▪	KÉRDÉSEK .....	76
2.3.	<i>FÚRÁS</i> .....	77
2.3.1.	MUNKATÉR .....	77
•	CSÚCSSZÖG .....	78
2.3.2.	GÉPEK .....	79
•	ASZTALI ÉS OSZLOP FÚRÓGÉP .....	79
•	KONZOLL FÚRÓGÉP ÉS FÚRÓKÖZPONT .....	79
2.3.3.	SZERSZÁMOK .....	80
2.3.4.	RÁHAGYÁSOK .....	80
2.3.5.	SEBESSÉGEK .....	81
2.3.6.	FORDULATONKÉNTI ELŐTOLÁSSZÁMÍTÁS .....	82
2.3.6.1.	ELŐTOLÁS MEGHATÁROZÁSA TAPASZTALATI ADATOK ALAPJÁN: .....	82
2.3.6.2.	ELŐTOLÁSSZÁMÍTÁS A SZERSZÁM TEHERBÍRÁSA ALAPJÁN: .....	83
2.3.6.3.	MÉRVADÓ FORDULATONKÉNTI ELŐTOLÁSOK .....	84
2.3.7.	FORDULATSZÁM-SZÁMÍTÁS .....	84
2.3.7.1.	FORDULATSZÁM-SZÁMÍTÁS A SZERSZÁM SEBESSÉGBÍRÁSA SZERINT .....	84
2.3.7.2.	FORDULATSZÁM-SZÁMÍTÁS A SZERSZÁMGÉP TELJESÍTMÉNYE SZERINT .....	85
2.3.7.3.	MÉRVADÓ FORDULATSZÁM .....	85
2.3.8.	FŐ GÉPIDŐ .....	85
2.3.9.	HASZNÁLT TELJESÍTMÉNY .....	85
2.3.10.	FORGÁCSOLÁSI TERMELEKENYSÉG .....	86
▪	KÉRDÉSEK .....	86
2.4.	<i>MARÁS</i> .....	87
2.4.1.	MUNKATÉR .....	87
2.4.2.	GÉPEK .....	89
2.4.2.1.	OSZTÓFEJEK .....	90
o	EGYETEMES OSZTÓFEJ .....	90
o	DIFFERENCIÁLIS OSZTÓFEJ .....	91
o	NC OSZTÓFEJEK .....	93
o	EGYÉB OSZTÓFEJEK (PRECÍZIÓS, HIDRAULIKUS, PNEUMATIKUS) .....	93
2.4.3.	SZERSZÁMOK .....	94
2.4.4.	FOGÁSMÉLYSÉGEK .....	95
2.4.5.	SEBESSÉGEK .....	95
2.4.5.1.	EMPIRIKUS MÓDSZER .....	95
2.4.5.2.	TÁBLÁZATI MÓDSZER .....	96
2.4.6.	FORGÁCSOLÓERŐ SZÁMÍTÁSA .....	96
2.4.6.1.	A FORGÁCSOLÓERŐ KÉPLETE SZIMMETRIKUS MARÁS ESETÉN .....	99
2.4.6.2.	A FORGÁCSOLÓERŐ KÉPLETE ASZIMMETRIKUS MARÁS ESETÉN .....	99
2.4.6.3.	A FORGÁCSOLÓERŐ KÉPLETE ELLENÍRÁNYÚ ÉS EGYENÍRÁNYÚ MARÁS ESETÉN .....	99
2.4.7.	ELŐTOLÁSSZÁMÍTÁS .....	100
2.4.7.1.	TÁJÉKOZTATÓ JELLEGŰ TÁBLÁZATI ADATOK szerint .....	100
2.4.7.2.	ELŐTOLÁS SZÁMÍTÁS A SZERSZÁM SZILÁRDSÁGA SZERINT .....	100
•	HOMLOKMARÁS ESETÉN: .....	101
•	PALÁSTMARÁS ESETÉN: .....	102
2.4.7.3.	ELŐTOLÁSSZÁMÍTÁS A FELÜLETI ÉRDESSÉG SZERINT .....	102
2.4.7.4.	MÉRVADÓ ELŐTOLÁS .....	102
2.4.8.	FORDULATSZÁM-SZÁMÍTÁS .....	103
2.4.8.1.	FORDULATSZÁM-SZÁMÍTÁS A SZERSZÁM SEBESSÉGBÍRÁSA SZERINT .....	103
2.4.8.2.	FORDULATSZÁM-SZÁMÍTÁS A SZERSZÁMGÉP TELJESÍTMÉNYE SZERINT .....	103
2.4.8.3.	MÉRVADÓ FORDULATSZÁM .....	103
2.4.9.	ELŐTOLÁS-SEBESSÉGÉNEK SZÁMÍTÁSA .....	104
2.4.10.	FŐ GÉPIDŐ .....	104
o	FOGÁSOK SZÁMA .....	104

2.4.11.	HASZNÁLT TELJESÍTMÉNY .....	104
2.4.12.	FORGÁCSOLÁSI TERMELEKENYSÉG .....	104
	▪ KÉRDÉSEK .....	105
2.5.	<b>KÖSZÖRÜLÉS</b> .....	<b>106</b>
2.5.1.	MUNKATÉR .....	106
2.5.2.	KÖSZÖRÜLÉSI MÓDSZEREK .....	107
2.5.3.	GÉPEK .....	108
2.5.4.	KÖSZÖRÜSZERSZÁMOK .....	109
	○ KORONG ALAPALAKOK .....	109
	• KIVITELEZÉSI PÉLDÁK .....	109
	○ KÖSZÖRŰKORONGOK STRUKTÚRÁJA .....	110
	• KÖTŐANYAGOK .....	110
	• SZEMCSEANYAGOK .....	110
	• SZEMCSEMÉRETEK .....	110
	• POROZITÁS .....	111
2.5.5.	SEBESSÉGEK .....	111
2.5.5.1.	SEBESSÉGSZÁMÍTÁS A KORONG SZILÁRDSÁGA SZERINT .....	111
2.5.5.2.	A SEBESSÉGEK TÁJÉKOZTATÓ TÁBLÁZATI HATÁRÉRTÉKEI .....	113
2.5.5.3.	A SEBESSÉGEK JAVASOLT TÁBLÁZATI ÉRTÉKEI .....	113
2.5.5.4.	KÖSZÖRŰK HASZNÁLATA (tájékoztató adatok) .....	114
2.5.5.5.	A SEBESSÉGEK JAVASOLT VISZONYAI .....	115
2.5.6.	FOGÁSMÉLYSÉGEK .....	115
2.5.7.	KÖSZÖRÜLÉSI ERŐK .....	115
	○ MARÁSON ALAPULÓ MÓDSZER .....	115
	○ EMPIRIKUS MÓDSZER .....	116
	○ MEGKÖZELÍTŐ ERŐVISZONYOK .....	116
2.5.8.	ELŐTOLÁSSZÁMÍTÁS .....	117
	TAPASZTALATI, TÁJÉKOZTATÓ JELLEGŰ ADATOK .....	117
1.1.1.1.	ELŐTOLÁSSZÁMÍTÁS A GÉP TEHERBÍRÁSA SZERINT .....	117
	○ CSÚCSKÖZTI ÉS SÍKKÖSZÖRÜLÉS .....	117
	○ FAZÉKKÖSZÖRÜLÉS .....	118
	○ CSÚCSNÉLKÜLI KÖSZÖRÜLÉS .....	118
1.1.2.	FORDULATSZÁM-SZÁMÍTÁS .....	118
1.1.2.1.	A KÖSZÖRŰKORONG FORDULATSZÁMA .....	118
	○ A KÖSZÖRŰKORONG FORDULATSZÁMA (A KORONG SZILÁRDSÁGA ALAPJÁN) .....	118
	○ A KÖSZÖRŰKORONG FORDULATSZÁMA (TÁBLÁZATI ADATOK ALAPJÁN) .....	118
1.1.2.2.	A MUNKADARAB FORDULATSZÁMA .....	119
	○ A MUNKADARAB FORDULATSZÁMA (A KÖSZÖRÜLÉS FORMÁJA SZERINT) .....	119
	• KÖR ALAKÚ MEGMUNKÁLÁS .....	119
	• SÍKALAKÚ MEGMUNKÁLÁS .....	119
1.1.2.3.	A VEZETŐKORONG FORDULATSZÁMA (CSÚCSNÉLKÜLI-KÖSZÖRÜLÉS) .....	119
1.1.3.	FŐ GÉPIDŐ .....	120
1.1.3.1.	KÖRKÖSZÖRÜLÉS .....	120
1.1.3.2.	SÍKKÖSZÖRÜLÉS .....	120
1.1.3.3.	FAZÉKKÖSZÖRÜLÉS .....	120
1.1.4.	HASZNÁLT TELJESÍTMÉNY .....	121
1.1.4.1.	KÖRKÖSZÖRÜLÉS .....	121
1.1.4.2.	SÍKKÖSZÖRÜLÉS .....	121
1.1.4.3.	FAZÉKKÖSZÖRÜLÉS .....	121
1.1.5.	FORGÁCSOLÁSI TERMELEKENYSÉG .....	121
	○ KÖRKÖSZÖRÜLÉS .....	121
	○ SÍKKÖSZÖRÜLÉS .....	121
	○ FAZÉKKÖSZÖRÜLÉS .....	121
	▪ KÉRDÉSEK .....	122
2.	<b>EGYÉB, FORGÁCSOLÁSON ALAPULÓ ELJÁRÁSOK</b> .....	<b>123</b>
2.1.	<b>FŰRÉSZELEÉS</b> .....	<b>123</b>
2.1.1.	FŰRÉSZELEÉSI MÓDOK .....	123
2.1.2.	GÉPEK .....	124
2.1.2.1.	FORGÁCSOLÓSEBESSÉGEK .....	125
2.2.	<b>ÜREGELÉS</b> .....	<b>126</b>
2.2.1.	MUNKATÉR .....	126
2.2.2.	GÉPEK .....	127
2.2.2.1.	A HORONY MÉRETSZÁMÍTÁSA .....	128
	○ FORGÁCSOLÁSI SEBESSÉGEK .....	128
	○ FORGÁCSOLÁSI ERŐ .....	129
2.3.	<b>MENETFORGÁCSOLÁS</b> .....	<b>129</b>

2.3.1.1.	ESZTERGÁLÁSI FOLYAMATOK.....	129
2.3.1.2.	MARÁSI FOLYAMATOK.....	130
2.3.1.3.	KÉZI MENETMEGMUNKÁLÁS.....	130
2.3.1.4.	SZERSZÁMOK.....	130
2.4.	<i>FOGASKEREK FORGÁCSOLÁSI ELJÁRÁSAI.....</i>	<i>131</i>
	▪ KÉRDÉSEK.....	133
3.	KÜLÖNLEGES FORGÁCSOLÁSI FOLYAMATOK.....	134
3.1.	<i>SZIKRAFORGÁCSOLÁS.....</i>	<i>134</i>
3.1.1.	GÉPEK.....	134
3.2.	<i>KOPIATÓCSISZOLÁS.....</i>	<i>135</i>
3.3.	<i>SZEMCSESZÓRÁS.....</i>	<i>135</i>
3.3.1.	GÉPEK.....	136
3.4.	<i>SUGARAS FOLYAMATOK.....</i>	<i>136</i>
3.4.1.	GÉPEK.....	137
3.5.	<i>EKEKTROKÉMIAI ÉS EGYÉB FOLYAMATOK (FELSOROLÁS).....</i>	<i>138</i>
	▪ KÉRDÉSEK.....	138
4.	ELŐGYÁRTMÁNY.....	139
	▪ KÉRDÉSEK.....	142
5.	A NORMAIDŐ ELEMZÉSE.....	143
	▪ KÉRDÉSEK.....	145
6.	KÖLTSÉGSZÁMÍTÁS.....	146
	○ $K_{\bar{o}}$ ...Előállítási önköltség.....	146
	• $K_A$ ...ANYAGKÖLTSÉGEK.....	147
	• $K_b$ ...bérköltség.....	147
	• $K_r$ ...rezsiköltség.....	147
	• $K_g$ ... Gépköltség.....	147
	• $K_k$ ...készülék költsége.....	148
	• $K_{sz}$ ...szerszámköltség.....	148
	○ $K_M$ ...Belső működtetési költségek.....	148
	○ $K_P$ ...Piacköltségek.....	149
	○ $K_A$ ...Állami (ÁFA) költségek.....	149
6.1.	<i>KRITIKUS SOROZAT.....</i>	<i>149</i>
	▪ KÉRDÉSEK.....	150
<b>FELHASZNÁLT IRODALOM, ÉS (WWW) CÍMEK.....</b>		<b>151</b>
<b>TÁRGYSZAVAK JEGYZÉKE.....</b>		<b>153</b>

## 1. ALAPISMERETEK

### 1.1. FORGÁCSOLÓ TECHNOLÓGIAI FOLYAMAT

A technológiai folyamatok során a munkadarab tulajdonságai (méretek, alakok, a struktúra, mechanikai tulajdonságok, vegyi összetétel, felületi érdesség, stb.) megváltoznak.

A technológiák nagy csoportját az anyagleválasztáson alapuló folyamatok képezik. Ezek közül a forgácsolás egy igen jelentős csoportot képvisel, hiszen a megmunkálások nagy hányadát adja.

A forgácsolási eljárás megmunkáló (**MKGS**) rendszere.

A forgácsolási folyamat megvalósítására a következő fő műszaki tényezők jellemzők:

**M**.....az a munkadarab, melynek méretei és felületi érdességei a forgácsolás során meg fognak változni.

**K**.....a munkadarab és az alkalmazott szerszám befogására, és megfelelő megvezetésére használt eszköz.

**G**.....az a szerszám gép, mely megvalósítja a munkadarab és a szerszám közötti relatív mozgást.

**S**.....az alkalmazott szerszám.

**I**.....kézi, vagy automatikus irányítás.

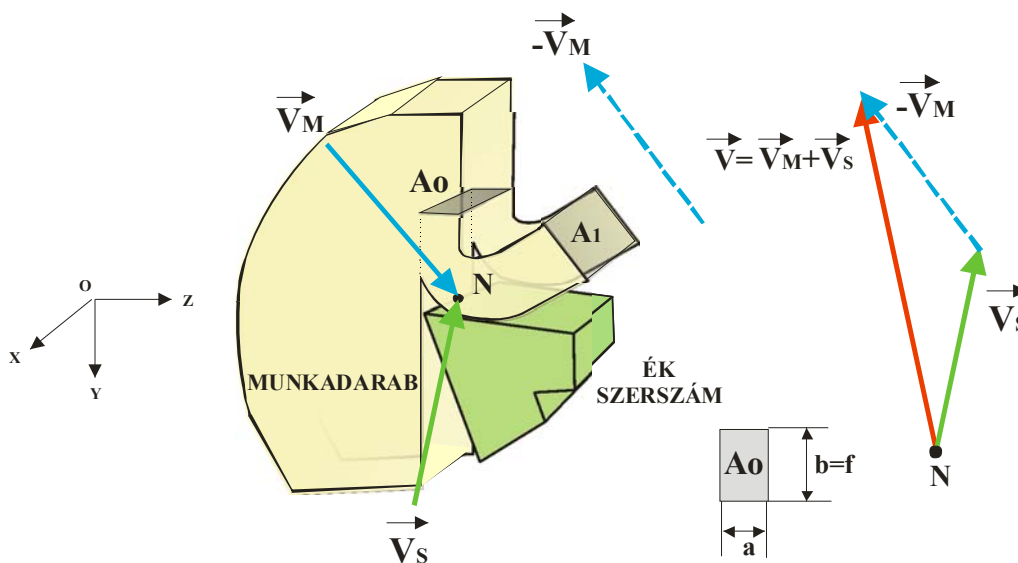
<b>M</b>	<b>K</b>	<b>G</b>	<b>S</b>	<b>I</b>
MUNKADARAB	KÉSZÜLÉK	SZERSZÁMGÉP	SZERSZÁM	IRÁNYÍTÁS

### 1.1.1. A FORGÁCSKÉPZŐDÉS

A felhasználó szempontjából a ( $G$ ) szerszám gép képezi a nyugvó testet, melyhez hozzárendelhető egy  $(x,y,z)$  derékszögű koordináta rendszer. A szerszám gép a saját mechanikájától függően létrehozza a ( $M$ ) munkadarab és a ( $S$ ) szerszám mozgásait.

Általánosítva, (egy adott időpontban), a munkadarab és a szerszám dolgozórésze ( $ék$ ) valamennyi pontjában, egyértelműen meg lehet határozni az  $(x,y,z)$  koordináta rendszerhez viszonyított abszolút ( $V_M, V_S$ ) sebességeket. Eszerint, egy tetszőlegesen kiválasztott ( $N$ ) érintkező pontban, a megfelelő abszolút sebességek a következők (1.1. ábra):

*Az alkalmazott sebességek mértékegysége  $V$  [m/perc]. Kivételesen, köszörülésnél a korong peremsebesség mértékegység  $V_c$  [m/sec], a marásnál pedig az előtolósebesség  $V_f$  [mm/perc] mértékegység van alkalmazva.*



1.1. ábra

A munkadarab abszolút sebessége:

$$\vec{V}_M = f(x, y, z) \quad (1.1.)$$

A szerszám abszolút sebessége:

$$\vec{V}_S = f(x, y, z) \quad (1.2.)$$

*A további elemzés során csak a munkadarab és a szerszám érintkezésének környezetét mutatjuk be (1.1. ábra).*

Ha a két test térbeli mozgásai egy meghatározott munkatérben megegyeznek, akkor az egyik test behatol a másikba. Az érintkezés következményeként belső erők jönnek létre. Az akció-

reakció elv alapján, a létrejött erők hatásai (intenzitás) a munkadarabra ( $F_M$ ) és a szerszámra ( $F_S$ ) megegyeznek. Az erők irányai megegyeznek, az irányítások pedig ellenkezőek (1.3. ábra).

$$\vec{F}_S [N] = -\vec{F}_M = |\vec{F}| \quad (1.3.)$$

A belső erők, a munkadarabban és a szerszámokban feszültségeket idéznek elő, az utóbbiak pedig rugalmas és képlékeny alakváltozásokat hoznak létre.

*A forgácsolóerők mértékegysége kivétel nélkül  $F [N]$ .*

A belső erők eloszlása az érintkező felületen nem egyenletes, ezért a további tanulmányozás során, a *szilárdságtan* egyik hipotézise alapján, az erők koncentrikus erőkként lesznek kezelve (megtartva azok intenzitását, valamint az érintkező felületen való elhelyezést).

A gyakorlatban, a szerszám anyagának mechanikai tulajdonságai jóval meghaladják a megfelelő munkadarab tulajdonságait, így az alakváltozások nagyobbak lesznek a munkadarabon, mint a szerszámon.

## 1.1.2. A FORGÁCSOLÁS ALAPFELTÉTELEI

Ha a munkadarabban létrejövő  $(\sigma_1)_M$  főfeszültség meghaladja a szakítószilárdság  $(R_m)_M$  értékét, az ékben létrejövő  $(\sigma_1)_S$  főfeszültség pedig nem haladja meg a megengedett szakítószilárdságot  $(\sigma_m)_S$ , az ék éle előtt repedés keletkezik, és a munkadarab anyagának egy része leválik (**FORGÁCS KELETKEZIK**).

$$\begin{array}{l} (\sigma_1)_M \geq (R_m)_M \\ (\sigma_1)_S \leq (\sigma_m)_S \end{array} \quad (1.4.)$$

A gyakorlatban a szerszám dolgozó részének (ék) keménysége  $(3 \div 5)$  - ször nagyobb a munkadarab keménységénél.

$$HV_{ék} \approx (3 \div 5) \cdot HV_M \quad (1.5.)$$

Természetesen, a szerszám dolgozó része (ék) is sérüléseket szenved, de azok aránylag kisméretűek és az él kopását idézik elő.

## 1.2. A FORGÁCSOLÁS FŐ TÉNYEZŐI

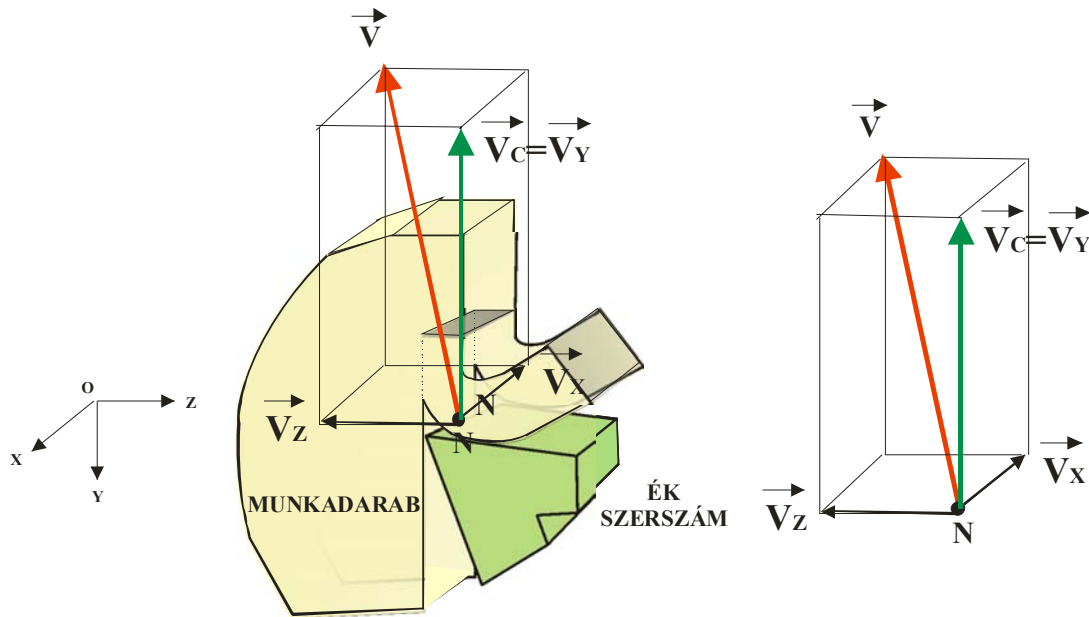
### 1.2.1. FORGÁCSOLÓ-SEBESSÉGEK

A munkadarab és a szerszám érintkezése során egy ( $A_o$ ) felület jön létre (1.1. ábra). Ennek a felületnek valamennyi pontja egyidejűleg tartozik a munkadarabhoz és a szerszámmal.

Szakmai megfontolásból, a szerszámélen fekvő érintkező pontok a legmegfelelőbbek a további elemzésre, hiszen az esedékes mérési hozzáférhetőség adott.

A szerszámélen fekvő érintkező pontok közül, egy ( $N$ ) pontban a munkadarab és a szerszám ( $\vec{V}_M, \vec{V}_S$ ) abszolút sebességei működnek (1.1. ábra).

Ha egy tetszőleges pillanatban az egész rendszerhez hozzárendelünk egy ( $-V_M$ ) sebességet, melynek intenzitása és iránya megegyezik az ( $N$ ) pontban működő ( $V_M$ ) sebességgel, de irányítása ellenkező:



1.2. ábra

Akkor a munkadarabhoz tartozó ( $N$ ) pontnak a sebessége (1.1. ábra):

$$\vec{V}_M' = \vec{V}_M - \vec{V}_M = 0 \quad (1.6.)$$

A szerszámhoz tartozó ( $N$ ) pontnak a sebessége pedig:

$$\vec{V}_S' = \vec{V}_S - \vec{V}_M = \vec{V} \quad (1.7.)$$

Az így meghatározott ( $\vec{V}$ ) sebességvektor, a munkadarab és a szerszám közötti RELATÍV sebességet képezi és **FORGÁCSOLÓSEBESSÉG** - nek nevezik.

$$\boxed{\vec{V} \text{ [m/perc]} = \text{FORGÁCSOLÓSEBESSÉG}} \quad (1.8.)$$

A szerszám gép adta relatív mozgásszabadságok irányában elvégezzük a ( $\vec{V}$ ) forgácsolósebesség felbontását:

$$\vec{V} = \vec{V}_X + \vec{V}_X + \vec{V}_Y = \vec{V}_C + (\vec{V}_X + \vec{V}_Y) \quad (1.9.)$$

A sebesség összetevői (komponensei) közül a legnagyobb intenzitását **FŐ FORGÁCSOLÁSI SEBESSÉG** - nek nevezzük. A másik két összetevő **KISEGÍTŐ** (előtoló – behatoló - keresztirányú) jellegű.

$$\vec{V}_c \text{ [m/perc]} = \text{FŐ FORGÁCSOLÓSEBESSÉG} \quad (1.10.)$$

A gyakorlatban a kisegítő sebességek egy, de inkább két nagyságrenddel kisebbek a fő forgácsolási sebességnél, ezért a használt irodalomban a következő megközelítést alkalmazzák:

$$\vec{V} \cong \vec{V}_c \quad (1.11.)$$

*Az utóbbi eljárás érvényes abban az esetben is, ha a hozzárendelt sebesség megegyezik az (N) pontban működő ( $V_s$ ) sebességgel. Ebben az esetben a munkadarab relatív sebessége lenne meghatározva, mely intenzitásban és irányban megegyezik a ( $\vec{V}$ ) sebességgel, csak az irányítása ellentétes.*

### 1.2.1.1. A FŐ FORGÁCSOLÓSEBESSÉG SZÁMITÁSA

*A forgácsolósebesség mindig a munkadarab és a szerszám anyagainak tulajdonságaitól függ.*

A fő forgácsoló-sebességet kétféleképpen lehet meghatározni:

#### ○ KATALÓGUSADATOK

Szerszámgyártók használati (javasolt) adataiból (termékkatalógusok). Ezekben a katalógusokban, a javasolt (maximális) FORGÁCSOLÓ-SEBESSÉGEK találhatóak, a megmunkálendő munkadarab és a használt szerszám függvényében. Ha külön nincsenek feltüntetve, a táblázati adatok gyorsacélra és ( $T=60$ ) hatvan perces élettartamra vonatkoznak ( $V_c=V_{60}$ ).

Konkrét forgácsolási eljárások esetében a javasolt sebességek értékei táblázatokba vannak foglalva (esztergálás, marás, fúrás,...), és a munkadarab anyagától és a szerszám dolgozórésszékének anyagától függnék.

#### ○ EMPIRIKUS MEGKÖZELÍTÉSEK

Az empirikus megközelítések nagyszámú kísérlet alapján jöttek létre. Itt csak néhány példára utalunk.

#### • KRONENBERG MÓDSZER

A KRONENBERG módszer szerint, a ( $T=60$  perc) – es élettartamra,  $45^\circ$  – os ( $\kappa_r$ ) szerszámfeél elhelyezésszögére és gyorsacélra vonatkozó ( $V_{60}$ ) forgácsolási sebességet meghatározó képlet a következő:

$$V_{60} \left[ \frac{m}{perc} \right] = \frac{C_v}{\varepsilon_v \sqrt{A}}$$

Értelmezés:

$A=A_o$  [mm<sup>2</sup>] .. a forgács kiinduló normálmetszete

$C_V$  [m/perc]....fajlagos forgácsolási sebesség (1.1. táblázat)

$\epsilon_V$  .....kísérleti adatok (1.1. táblázat)

1.1. táblázat

SZERSZÁM		GYORSACÉL	
MUNKADARAB		$\epsilon_V$	$C_V$
RÉZ		1,65	112
BRONZ		2,23	80
ACÉLÖNTVÉNY		2,75	28,7
ACÉLOK	500 N/mm <sup>2</sup>	2,4	50
	Rm=500- 600 N/mm <sup>2</sup>		35
	Rm=600- 800 N/mm <sup>2</sup>		20
ÖNTÖTTVAS-PUHA		3,6	42
ÖNTÖTTVAS-KÖZEPES			26
ÖNTÖTTVAS-KEMÉNY			15

Egyéb doldozórész-anyagok és ( $\kappa_r$ ) szerszámfőél elhelyezésszög esetében, ( $\xi_k \cdot \xi_m$ ) korrekciós tényezők alkalmazásával kel meghatározni a megfelelő ( $V_{60}$ ) forgácsolási sebességet:

$$V_{60} \left[ \frac{m}{perc} \right] = V_{60} \cdot \xi_k \cdot \xi_m \quad (1.12.)$$

Értelmezés:

$\xi_{\kappa}$ .....főél-elhelyezkedésszögtől függő módosító tényező. (1.2. táblázat)

$\xi_m$ .....alkalmazott szerszámél-anyag függő módosító tényező (1.3. táblázat)

1.2. táblázat

FŐÉL-ELHELYEZKEDÉSI SZÖG	$\kappa$	20	30	40	50	60	70	80	90
MÓDOSÍTÓ TÉNYEZŐ	$\xi_{\kappa}$	1,27	1,17	1,05	0,95	0,86	0,79	0,75	0,74

1.3. táblázat

MUNKADARAB ANYAGA	$\xi_m$		
	SZERSZÁMACÉL	GYORSACÉL	KEMÉNYFÉM
ACEL	0,25	1	4...8
ÖNTÖTTVAS	0,3	1	5 és több

- **WALICH MÓDSZER**

A WALICH módszer szerint, a (T=60 perc) – es élettartamra, és gyorsacélra vonatkozó ( $V_{60}'$ ) forgácsolási sebességet meghatározó képlet a következő:

A képlet gyorsacélra vonatkozik. Ez a módszer pontosabb a KRONENBERG módszernél, mivel nem csak a forgács normálmetszetének ( $A$ ) felületével, hanem a felületi ( $a$ ,  $b$ ) eloszlásával is számít. A ( $C_v$ ,  $a$ ,  $b$ ) értékek a munkadarab-anyag és az alkalmazott szerszámanyag függvényei (1.4. táblázat).

$$V_{60}' \left[ \frac{m}{\text{perc}} \right] = \frac{C_v}{a^x \cdot b^y} \quad (1.13.)$$

1.4. táblázat

MUNKADARAB	$R_m$ (N/mm <sup>2</sup> )	HB	GYORSACÉL					
			NAGYOLÁS			SIMÍTÁS		
			$C_v$	$x$	$y$	$C_v$	$x$	$y$
ACÉLOK	450		55,6	0,26	0,66	85,9	0,18	0,26
	600		36,1	0,26	0,66	55,8	0,18	0,26
	700		28,6	0,26	0,66	44,3	0,18	0,26
SZÜRKE ÖNTVÉNY		160	26	0,16	0,38			
BRONZ	30 - 40		66	0,4	0,6	85,1	0,4	0,4
ALUMINIUM		80 - 100	182	0,4	0,6	235	0,4	0,4

### FORGÁCSOLÁSI SEBESSÉGGORREKCIÓ

Ha az alkalmazott szerszámél dolgozó részének anyaga nem gyorsacél, akkor a ( $V_{60}'$ ) forgácsoló sebességet korrigálni kell. A korrekció a (1.5.-ös) táblázatban összefoglalt ( $\Delta V$ ), tájékoztató jellegű módosító tényezőkkel történik.

$$V_{60}' \left[ \frac{m}{\text{perc}} \right] = V_{60}' \cdot \Delta V \quad (1.14.)$$

1.5. táblázat

ΔV - FAJLAGOS SEBESSEGKORREKCIÓ			
SZERSZÁM DOLGOZÓRÉSZÉNEK ANYAGA			
MUNKADARAB	GYORSACÉL	KEMÉNYFÉM	KERÁMIA
ACÉLOK	1	6	14
ÖNTÖTTVAS	0.7	4.2	9.8
Cu, Cu ÖTVÖZET	1.8	10	25
Al ÖTVÖZETEK	4	24	56

Értelmezés:

$a$  [mm] ..... a forgács kiinduló normálmetszetének magassága

$b$  [mm] ..... a forgács kiinduló normálmetszetének szélessége

CV [m/perc]..... fajlagos forgácsolási sebesség

$x,y$ .....kísérleti adatok (1.4. táblázat)

$\Delta V$ ..... forgácsolási sebességmódosító tényező (1.5. táblázat)

### 1.2.1.2. A FORGÁCSOLÓ-SEBESSÉGEK LÉTREHOZÁSA

A relatív FORGÁCSOLÓ-SEBESSÉGEK, a munkadarab és a szerszám abszolút sebességeiből határozhatók meg. A forgácsolási folyamatoktól függően, a megfelelő szerszámgepeken a mozgások folyamatosak vagy periodikusak lehetnek, ezen belül pedig forgó (rotációk) és egyenes vonalúakra (transzlációk) csoportosíthatók:

#### ○ A FOLYAMATOS MOZGÁSOK:

$n$  [ford./perc] a percnkénti fordulatszám (esztergálás, fúrás, marás, köszörülés). A gépeken a fordulatszámokat meghatározott értékekre lehet beállítani. A fordulatszámok értékei szabványosítva vannak (1.6. táblázat).

A percnkénti fordulatszám értékváltoztatás folyamatosan is létrehozható (ez különösen az CNC gépekre vonatkozik). Ilyen megoldás esetén a forgácsolósebesség állandó - függetlenül a munkadarab átmérőjétől (a technológiai folyamat optimizálható), vagy igényszerűen külön nem szabványos értékeket lehet alkalmazni.

$V_f$  [mm/perc] előtolási sebesség (marás, fazékköszörülés).

$f$  [mm/ford] fordulatonkénti előtolás (esztergálás, fúrás, külső és belső hengerköszörülés). A fordulatonkénti előtolás értékei szabványosítva vannak (1.7. táblázat).

## o PERIODIKUS (SZAKASZOS) MOZGÁSOK:

$n_k$  [kl./perc ] percenkénti kettőslöketek (gyalulás, síkköszörülés, fűrészelés). A szabványos értékek megegyeznek a percenkénti fordulatszámokra vonatkozó értékekkel (1.6. táblázat) (az eredetük azonos).

$f$  [mm/kl.] kettőslöketenkénti oldalirányú elmozdulás (gyalulás, síkköszörülés) A szabványos értékek megegyeznek a fordulatonkénti előtolásra (1.7. táblázat) vonatkozó értékekkel.

$f_1$  [mm/fog] fogankénti előtolás (marás). Az értékeket ki kell számítani, vagy a gyártó által adott adatokat kell használni.

## • SZABVÁNYOS FORDULATSZÁMOK

1.6. táblázat

ALAPSOR								
R20	R20/2	R20/3			R20/4		R20/6	
$\varphi=1,12$	$\varphi=1,4$	$\varphi=1,4$			$\varphi=1,6$		$\varphi=2$	
100								
112	112	11,2				112	11,2	
125			125					
140	140	16		1400	140			1400
160								
180	180		180			180		180
200				2000				
224	224	22,4			224		22,4	
250			250					
280	280			2800		280		2800
315		31,5						
355	355		355		355			355
400				4000				
450	450	45				450	45	
500			500					
560	560			5600	560			5600
630		63						
710	710		710			710		710
800				8000				
900	900	90			900		90	
1000			1000					

A (1.6. és 1.7.) táblázatok, a szabványos fordulatszámok, valamint a szabványos előtolások, kötelezően alkalmazandó értékeit tartalmazzák.

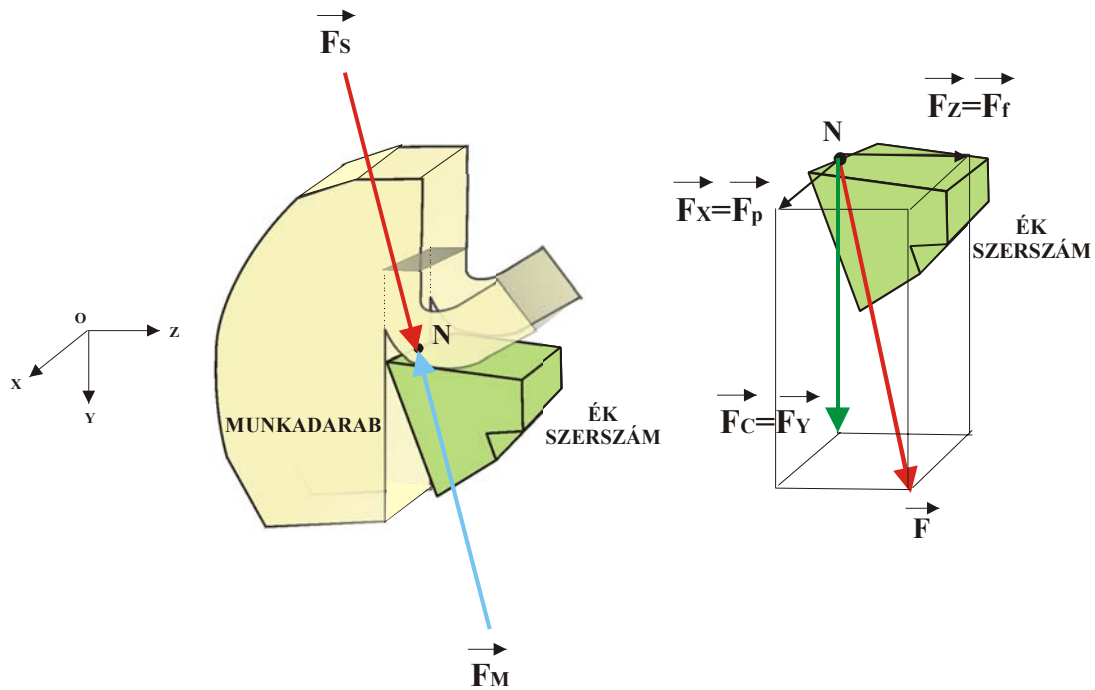
Ha a számítások során meghatározott értékek nem egyeznek meg a szabványos értékek egyikével, alkalmazni kell az első kisebb szabványos értéket. Kivételesen, ha a számított érték kevesebb mint 5% - kal kisebb a legközelebbi nagyobb szabványos értéknél, a nagyobb számot lehet alkalmazni.

- SZABVÁNYOS ELŐTOLÁSOK

1.7. táblázat

ALAPSOR							
R20	R10	R20/3		R5	R10/3		
$\varphi=1,12$	$\varphi=1,25$	$\varphi=1,4$		$\varphi=1,6$	$\varphi=2$		
1	1		1		1		1
1,12				11,2			
1,25	1,25	0,125				0,125	
1,4			1,4				
1,6	1,6			16	1,6		16
1,8		0,18					
2	2		2				2
2,24				22,4			
2,5	2,5	0,25			2,5	0,25	
2,8			2,8				
3,15	3,15			31,5			31,5
3,55		0,355					
4	4		4				4
4,5				45			
5	5	0,5				0,5	
5,6			5,6				
6,3	6,3			63	6,3		63
7,1		7,1					
8	8		8				8
9				90			
10	10				10		

## 1.2.2. FORGÁCSOLÓERŐK



1.3. ábra

A forgácsolóerő elsődlegesen a **munkadarab anyagának tulajdonságaitól függ.**

Az ( $A$ ) érintkező felületen erők működnek (1.3. ábra). Az előző magyarázat szerint, ezeket az erőket összpontosított erőknek tekinthetjük, és hatáspontnak a tetszőlegesen megválasztott ( $N$ ) pontot lehet tekinteni.

A gyakorlatban a hatáspontot úgy kell meghatározni (kiválasztani), hogy a kapott számítási eredmények a lehető legnagyobb műszaki biztonságot eredményezzék.

Mivel a sebességek elemzésekor a szerszámot használtuk relatív mozgó testként, célszerű az erők elemzése esetében is megfigyelni a szerszámra ható eredő erőt:

$$\vec{F}_s = \vec{F} \quad (1.15.)$$

A szerszám gép adta relatív mozgásszabadságok irányában elvégezzük a ( $\vec{F}$ ) forgácsolóerő felbontását:

$$\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y + \vec{F}_z = \vec{F}_c + (\vec{F}_y + \vec{F}_z) \quad (1.16.)$$

Az összetevő erők közül a legnagyobb intenzitásút **FŐ FORGÁCSOLÓERŐ** – nek nevezzük. A másik két összetevő **KISEGÍTŐ** (előtoló – behatoló - keresztirányú) jellegű.

$$F_c [N] = \text{FŐ FORGÁCSOLÓERŐ} \quad (1.17.)$$

A gyakorlatban a kisegítő erők kisebbek a fő forgácsolóerőnél, ezért a használt irodalomban esetenként (esztergálás, gyalulás) a következő megközelítést alkalmazzák:

$$\vec{F}_c : \vec{F}_p : \vec{F}_f \approx 5 : 2 : 1 \quad (1.18.)$$

⇓

$$F_p = 0,4 \cdot F_c$$

$$F_f = 0,2 \cdot F_c$$

A forgácsolóerőket több empirikus módszer segítségével (tapasztalati módszerek) lehet meghatározni:

### 1.2.2.1. FORGÁCSOLÓERŐK SZÁMÍTÁSA

#### ○ EGYSZERŰSÍTETT MÓDSZER

$$F_c [N] = k_c \cdot A \quad (1.19.)$$

Értelmezés:

$A=A_o$  [mm<sup>2</sup>]...a forgács kiinduló normálmetszete

$k_C$  [N/mm<sup>2</sup>]...fajlagos forgácsolóerő

A ( $k_C$ ) fajlagos forgácsolóerőt többféleképpen lehet meghatározni:

- **A MUNKADARAB SZAKÍTÓSZILÁRDSÁGA ALAPJÁN**

$$k_C \approx c \cdot R_m \quad (1.20.)$$

$$c=4 - 6$$

- **KORREKCIÓS ADATOK SZERINT:**

A ( $k_C$ ) fajlagos forgácsolóerőt pontosítani lehet a forgácsolási folyamatot befolyásoló tényezők igénybevételével (1.8. táblázat, 22.÷26.függvények).

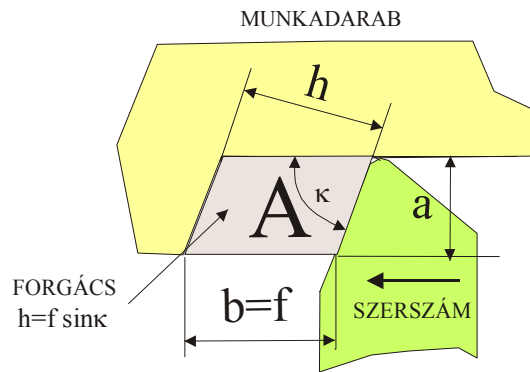
1.8. táblázat

ANYAG	z	$k_{C1.1}$ N/mm <sup>2</sup>	ANYAG	z	$k_{C1.1}$ N/mm <sup>2</sup>
S235JR	0.34	1610	34CrNiMo6	0.2	1725
E360	0.3	1960	42CrMo4	0.24	1950
C15	0.28	1590	50CrV4	0.25	1885
C35	0.29	1570	55NiCrMoV6	0.24	1795
C45E (Ck45)	0.25	1765	X5NiCrTi26 15	0.27	1975
15CrMo5	0.23	1755	GG-25	0.26	1140
15CrNi6	0.24	1580	Meehanite	0.26	1245
16MnCr5	0.27	1680	GS-45	0.17	1570
18CrNi6	0.24	1710	GS-52	0.17	1750
20MnCr5	0.25	1580	G-AlSi	0.27	450
30CrNiMo8	0.22	1695	G-AlMg5	0.16	445
34CrMo4	0.23	1760	GK-MgAl9	0.34	235

$$k_C = k_{c1.1} \cdot h^{-z} \cdot K_\gamma \cdot K_V \cdot K_k \cdot K_s \cdot K_a \quad (1.21.)$$

$$k_{c1.1} = f(R_m, \sigma_m, H_B)$$

$$z = f(R_m, \sigma_m, H_B)$$



1.4. ábra

Értelmezés:

$k_{C 1.1}$  [N/mm<sup>2</sup>]..... (a=1 mm b=1 mm) fajlagos forgácsolóerő (1.8. táblázat)  
derékszögű négyzögre vonatkozik

$\kappa$ . [°]..... szerszámfőél elhelyezésszöge

$h$  [mm]..... a forgács vastagsága (1.4. ábra)

$a$  [mm]..... fogásmélység

$b=f$  [mm]..... forgácsszélesség - előtolás

Befolyásoló tényezők:

Homlokszög-korrekción

$$K_{\gamma} = 1 - \frac{1,5 \cdot \gamma - a}{100} \quad (1.22)$$

Sebességkorrekción

$$K_v = \left( \frac{100}{V_c} \right)^{0,1} \quad (1.23)$$

Homlokkopás-korrekción

$$K_k = 1 + b \quad (1.24)$$

$b$ -(1.19. táblázat)

Szerszámkorrekción

$$K_s = 1,2(\text{gyosacél}) \dots\dots 0,9(\text{ker ámia}) \quad (1.25)$$

## Felületkorrekció

$$K_a = \begin{pmatrix} 1(\text{külső}) \\ 1,05 \frac{l}{D}(\text{belső}) \\ 1,05(\text{sík}) \end{pmatrix} \quad (1.26)$$

## o BŐVITETT MÓDSZER

$$F_c [N] = A \cdot \frac{C_K}{\varepsilon_K \sqrt{A}} \quad (1.27.)$$

Értelmezés:

$C_K$  [ N/mm<sup>2</sup> ] fajlagos forgácsolóerő (1.9. táblázat)

$\varepsilon_K$ .....(1.9. táblázat)

$A=A_o$  [ mm<sup>2</sup> ]..... a forgács kiinduló normálmetszete

1.9. táblázat

MUNKADARAB	$C_k$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\varepsilon_k$
ACÉLOK	1900	8,1
ROZSDAMENTES ACÉL	2410	10,4
ACÉLÖNTVÉNY	1760	6,7
SZÜRKE ÖNTÖTTVAS	955	7,4
BRONZ	800	4
SÁRGARÉZ	700	6,8
ALUMÍNIUM	1100	8

## o KRONENBERG MÓDSZER

$$F_c [N] = C_K \cdot a^{x_1} \cdot b^{y_1} \quad (1.28.)$$

Értelmezés:

$C_K$  [ N/mm<sup>2</sup> ] .....fajlagos forgácsolóerő (1.10. táblázat)

$a$  [mm]..... a forgács kiinduló normálmetszetének magassága

$b$  [mm]..... a forgács kiinduló normálmetszetének szélessége

$x_1, y_1$ .....(1.10. táblázat)

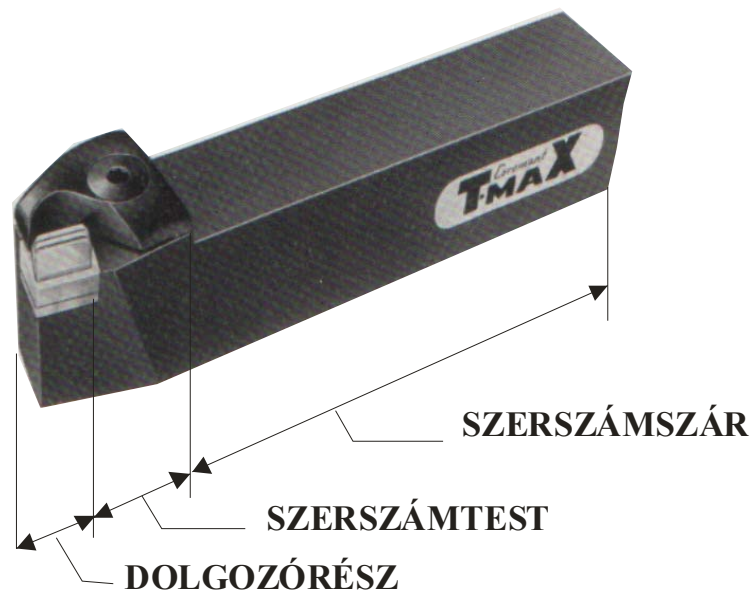
1.10. táblázat

MUNKADARAB	$R_m$ (N/mm <sup>2</sup> )	HB	$C_k$	$x_1$	$y_1$
ÖTVÖZETLEN ACÉLOK	450		1570	1	0,78
	600		1710	1	0,78
ÖTVÖZÖTT ACÉL	700		1840	1	0,78
	450		1720	1	0,78
	500		1780	1	0,78
ÖNTÖTTVAS		140	960	1	0,73
		180	1100	1	0,73
		200	1170	1	0,73
BRONZ	200-300		800	1	0,73
	300-380		1000	1	0,73
SÁRGARÉZ	220-360		700	1	0,78
	360-480		850	1	0,78
ALUMÍNIUM		60-80	400	1	0,8
		80-100	600	1	0,8

### 1.3. A FORGÁCSOLÓSZERSZÁM JELLEMZŐI

#### 1.3.1. A FORGÁCSOLÓSZERSZÁM RÉSZEI

A forgácsolószerszámok részeinek kialakítása a megmunkáló folyamatoktól függ. A szerszámok alkotó elemei a következők (1.5. ábra):



1.5. ábra

### 1.3.1.1. A SZERSZÁM DOLGOZÓRÉSZÉNEK JELLEMZŐI

A szerszám dolgozó részének fő jellemzői a következők:

- Az alkalmazott anyagok
- A dolgozó rész élgeometriája
- A szerszámcsúcs mérete

#### o ALKALMAZOTT ANYAGOK

A következő (1.11.) táblázatban, a körszerű anyagok egy részének tájékoztató jellegű adatai vannak bemutatva. A gyártók a pontos összetételeket, felhasználási tulajdonságokat, külön termékkatalógusokban foglalják össze, és az árú szállításakor mellékelik.

1.11. táblázat

TÁJÉKOZTATÓ ADATOK									
ANYAG		MEGJELÖLÉS	SZABVÁNY	VEGYI ÖSSZETÉTEL	KEMÉNYSÉG		MAXIMÁLIS HASZNÁLATI HŐMÉRSÉKLET °C	ALKALMAZÁS (MEGMUNKÁLÁS)	
CSOPORT	ÖSSZETEVŐK				HRC	HV			
SZERSZÁMACÉL	ÖTVOZÉTTLEN	S	MSZ 4352+72	C=0,6÷1,5...Cr=0,25÷1,7 5...Si=0,5...Ni=1,5...V=0,1÷0,2...Mo=0,3÷1...	63÷65		200÷250	Kézi szerszámok, kis forgácsolási sebességek	
	GYENGÉN ÖTVOZÓTT	W, K							
GYORSACÉL		13202	MSZ 4352+72	C=0,75÷1,3...W=1,5÷1,8 ... Mo=1÷9...V=1,2÷3,8... Co=4,8÷10	62÷70		550 - ig	Nagyteljesítményű forgácsoló szerszámok	
		13207							
		13243							
		13355							
KEMÉNYFÉM		P (KÉK)...P10÷P50	MSZ ISO 513	WC, Ti, C, Co	50÷88		1000 - ig	Acél és acélötvözetek	
		M (SÁRGA)...M10÷P40						Temperöntvények, szürkeöntvény	
		K (VÖRÖS)...K01÷K40						Temperöntvények, szürkeöntvény, edzett acélok, Al, Cu, műanyagok	
	CERMET							TiN, TiC, AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1500÷1750
KERÁMIA	OXID	CA (FEHÉR)	MSZ ISO 1832	AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	92÷96	1500÷2500	800 - ig	Szürkeöntvény, edzett acélok nagyoló és simító megmunkálás	
	VEGYES	CM (FEKETE)		AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , TiC, TiN, WC	92÷97	1600÷2500	800 - ig	Edzett acélok, öntöttvas nagy vágósebességgel való megmunkálás	
	NEM OXID	BN, CBN KÖBOS - KRISTÁLYOS BÓRNITRID					3000÷3500	2000 - ig	Edzett acélok, gyorsacélok, hőállóacélok megmunkálása, köszörlű helyettesítése
		CN SZILICIUM NITRID			Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>		1300 ÷ 1660	1200 - ig	Szürkeöntvények nagyoló esztergálása nagy vágósebességekkel
BEVONATOK	EGY VAGY TÖBB RÉTEGŰ	CC		TiN, TiCN, TiAlN		1600÷1800	800 - ig	Acél, acélöntvények, szürkeöntvény megmunkálása	
GYÉMÁNT	POLIKRISZTÁLYOS GYÉMÁNT				MOS 12	4000÷5000	600 - ig	Nem acél (kő, üveg, gumi, grafit, műanyagok, Al, Cu, keményfémek) megmunkálása	
	GYÉMÁNT				MOS 12	4000÷5000	600 - ig		

Az alkalmazott anyagok a következő csoportokra lehet osztani:

### ▪ SZERSZÁMACÉLOK

A szerszámacélok két csoportra oszthatók:

- Ötvözetlen szerszámacélok.

A korszerű termelési folyamatokban ritkán találkozunk velük, mivel a megengedett forgácsolási sebességek, és a maximális dolgozóréz-hőmérsékletek nem teszik lehetővé a gazdaságos termelést (250<sup>0</sup> C, 50 m/perc). Ezek az anyagok alkalmazhatók időként egyedi gyártáskor és a karbantartásban.

- Ötvözött szerszámacélok

Az ötvözött acélokra is (kisebb mértékben) érvényesek az ötvözetlen acélokra vonatkozó jellemzők, azzal, hogy a (Cr, Si, Mn, Ni, V, W, Co, Mo) ötvöző összetevők növelik az anyagok forgácsolási sebességtűrését és a maximális dolgozóréz-hőmérsékleteket.

### ▪ GYORSACÉLOK.

A gyorsacélokat, nagyteljesítményű, forgácsolásra alkalmas anyagoknak lehet tekinteni. A szerszám dolgozó része elbírja az (550÷650)<sup>0</sup> C hőmérsékletet és 100 (m/perc) – es forgácsolási sebességeket. A vegyi összetételek a gyártóktól függenek.

### ▪ KEMÉNYFÉMEK.

A keményfémek olyan ötvözetek, melyek a magas olvadáspontú karbidoknak (TaC, TiC, WC,..), és Co, mint kötőfémeknek köszönhetik a forgácsolásra alkalmas tulajdonságaikat. Külön ki kell emelni az 1000<sup>0</sup>C fokos dolgozó hőmérsékletet, és egyes anyagok megmunkálására használható 1500 (m/perc) – es forgácsolási sebességet. Keményfémekkel leggyakrabban nehéz megmunkálásoknál találkozhatunk (kemény öntvények, edzett acélok, stb.).

### ▪ KERÁMIA.

A kerámia anyagok karbidokból (TiC, TaC, WC,..), nitridekből (SiN<sub>4</sub>, TiN,..) és oxidokból (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub>,..) tevődnek össze. A dolgozóhőmérséklet elérheti az 1200<sup>0</sup>C fokot, a forgácsolósebesség pedig megközelítheti a 2000 (m/perc) – es értéket. Ezeknek az anyagoknak a legfőbb felhasználási területe a simító megmunkálás, mely esetenként helyettesítheti a köszörülést is. A kerámia anyagok felhasználása egyéb megmunkálásoknál is várható, mivel a fejlesztések e téren igen intenzíven folynak.

### ▪ BEVONATOK.

A bevonatokat gyorsacéloknál, valamint keményfémeknél és a kerámiánál alkalmazzák. Ezek az anyagok magas szilárdságúak, és az alapanyag sebességbírását esetenként megduplázzák. A bevonatok vastagsága 5÷12 μm, az alkalmazott anyagok pedig (TiN, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiC, CrN,

TiNAl, MoS<sub>2</sub>). A dolgozó tulajdonságok függvényében, a bevonatok lehetnek egy vagy többretegűek.

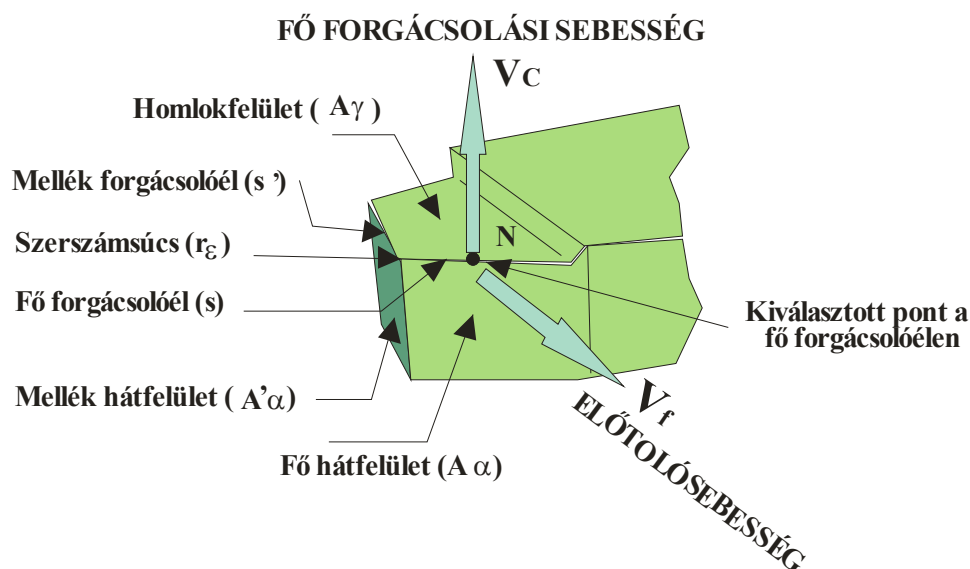
### ▪ GYÉMÁNTOK.

A gyémántok a szerszámtechnikában mint polikristályos gyémántok vagy természetes, illetve műgyémántok kerülnek felhasználásra. A legkeményebb természetes ásvány felhasználási területe az üveg, a kő, a gumi, a színesfémek, a grafit és hasonló anyagok megmunkálása (forgácsolása).

### ○ A DOLGOZÓRÉSZ ÉLGEOMETRIÁJA

Az dolgozórész élgeometriáját (élszögrendszer) az ISO 3002/1, ISO 3002/2, és a MSZ 19600 szabványok foglalják össze.

A dolgozórészt forgácsolólapok és forgácsolóélek alkotják, ezeknek az elhelyezkedése, a megfelelő jelölések és az elnevezések a (1.6. ábra) illusztrálja.



1.6 ábra

A dolgozórészen lévő élszöveget három egymásra merőleges síkok alkotják. E síkok elrendezése háromféleképpen lehetséges. Mind a három esetben a ( $P_r$ ) alapsík merőleges a ( $V_c$ ) forgácsolóirányra és egyidejűleg párhuzamos a ( $V_f$ ) előtolóiránnyal.



A síkok elhelyezéseket, a megfelelő jelöléseket és az elnevezéseket a (1.8. ábra) illusztrálja.

### • AZ ÉLSZÖGRENDSZER ÉLSZÖGEI

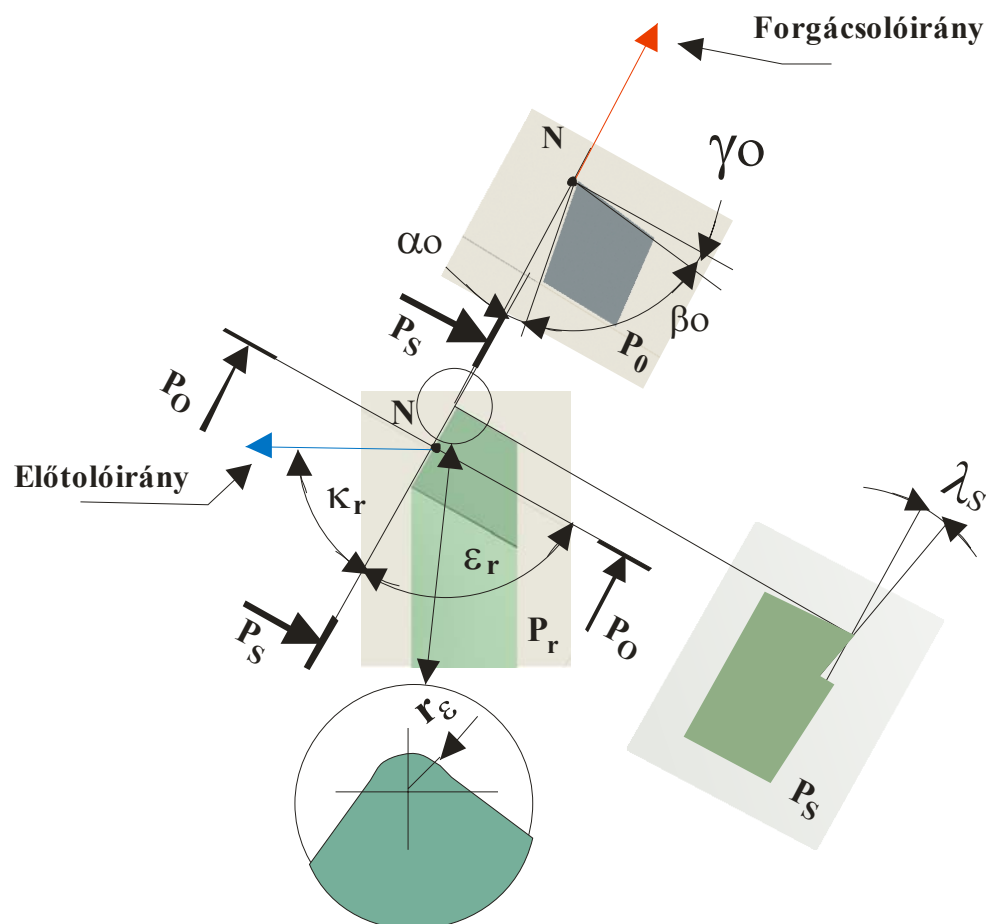
Az élszögrendszer jellege lehet statikus és mozgó:

#### ▪ STATIKUS ÉLSZÖGEK

Ez az élszög megállapítási mód feltételezi, hogy a munkadarab és a szerszám dolgozórése között nincs előtoló mozgás.

Az így meghatározott szögek alkalmasak a szerszám gyártásánál, élezésekre és ellenőrzésekre (a műszaki táblázatok általában ezeket a szögeket tartalmazzák). A szögeket a ( $P_0$ ) ortogonálisíokban, és a ( $P_s$ ) élsíkban értelmezzük.

A ( $P_0$ ) ortogonálisíokban és a ( $P_s$ ) élsíkban lévő szögek jelölése a (1.9. ábra) szemlélteti:



1.9. ábra

Értelmezések:

$\gamma_o$ .....ortogonál homlokszög (1.12. táblázat)

$\alpha_o$ .....ortogonál hátszög (1.12. táblázat)

$\beta_o$ ..... ortogonál ékszög

$\kappa_r$ ..... szerszámfőél elhelyezésszöge

$\varepsilon_r$ .....szerszámcsúcshöszög

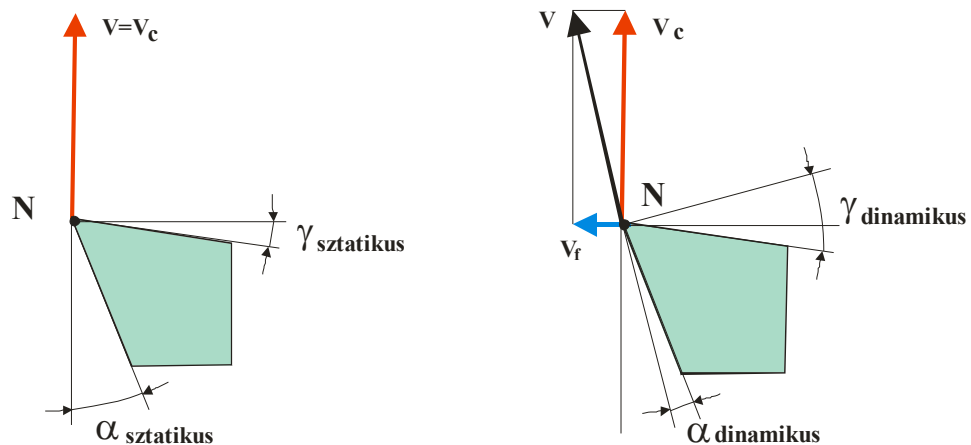
$\lambda_s$ .....terelőszög (+- 5°)

$r_\varepsilon \approx r$ .....szerszámcsúcshöszög (1.12. táblázat)

### ▪ MŰKÖDŐ (DINAMIKUS) ÉLSZÖGEK

Ha a szerszám és a munkadarab között relatív mozgás jön létre (megmunkálás közben), a ( $P_f$ ) feltételezet munkasíkjában az előtoló sebesség ( $V_f$ ) és a főforgácsolási sebesség ( $V_c$ ) alkotják az eredő ( $V$ ) forgácsolási sebességet. A forgácsolási sebesség iránya megváltozik, úgy, hogy az ( $\alpha$ ) hátszög csökken, a ( $\gamma$ ) homlokszög pedig megnövekszik (1.10. ábra). Ezek a változások csak akkor számottevőek (például, kihathatnak a forgácsképződésre) ha az előtolósebesség és a főforgácsolási sebesség aránya meghaladja az egy százalékot.

A bemutatott ábrán a szögek jelölése a ( $P_f$ ) feltételezet munkasíkjára vonatkoznak.



1.10. ábra

A technológia folyamatra a ( $\gamma_o$ ) homlokszögnek van a legnagyobb hatása. Elsősorban a forgács leválasztását befolyásolja. Ha a homlokszög növekszik a forgácsolóerők csökkennek, a forgács viszont folyamatos (szalag formájú) lesz, ami megmunkálási szempontból nem megfelelő. Ha a homlokszög csökken, a forgács darabos lesz, ami megmunkálási szempontból jó, de a forgácsdarabolás következményeként vibrációk jelentkezhetnek, és a forgácsolóerők növekednek.

A ( $\alpha_0$ ) hátszög mindig nagyobb kell, hogy legyen nullánál. Ha ezen feltételnek nem teszünk eleget, a hátfelület intenzív kopásnak lesz kitéve, és a szerszám dolgozórészének élettartama fokozatosan csökken, a felületi minőség pedig romlik.

A ( $\beta_0$ ) ékszög, a ( $\gamma_0$ ) homlokszög és a ( $\alpha_0$ ) hátszög függvénye, mivel összegezve  $90^\circ$  tesznek ki. A ( $\gamma_0$ ) és az ( $\alpha_0$ ) növekedésével az ékszög csökken, ellenkező esetben pedig növekszik. Az említettek szerint a szerszám dolgozórésze gyöngül vagy erősödik.

A (1.12. táblázat) tájékoztató jellegű, homlok- és hátszög-értékeket tartalmaz:

1.12. táblázat

MUNKADARAB	R <sub>m</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	SZERSZÁMANYAG					
		GYORSACÉL		KEMÉNYFÉM		KERÁMIA	
		$\alpha_0$	$\gamma_0$	$\alpha_0$	$\gamma_0$	$\alpha_0$	$\gamma_0$
SZERKEZETI ACÉL	300 - 500	8	10	5	10	5 ÷ 8	-5 ÷ 12
	500 - 800	8	10	5	6	6 ÷ 8	-5 ÷ 12
	800 - 1500	8	6	5	6	7 ÷ 8	-5 ÷ 12
ÖNTÖTTVAS	HB 250	8	0	5	0	5 ÷ 8	-5 ÷ 0
Cu, ÖTVÖZETEK		8	0	5	6	5 ÷ 7	0 ÷ 6
Al ÖTVÖZETEK		12	30	8	20	5 ÷ 7	0 ÷ 6
Mg, ÖTVÖZETEK		8	20	10	20		
TERMOPLASZTOK		8	0	5	0		
DUROPLASZTOK		8	5	8	0		

## o CSÚCSSUGARAK ÉS SZERSZÁMSZÁR MÉRETEK

A szerszámszár normálmetszetének méretei és az alkalmazott anyag tulajdonságai, közvetlenül kihatnak a technológiai adatok értékeire (előtolások, fogásmélységek). Jobb minőség és nagyobb normálmetszet, nagyobb előtolás és fogásmélység alkalmazását teszi lehetővé.

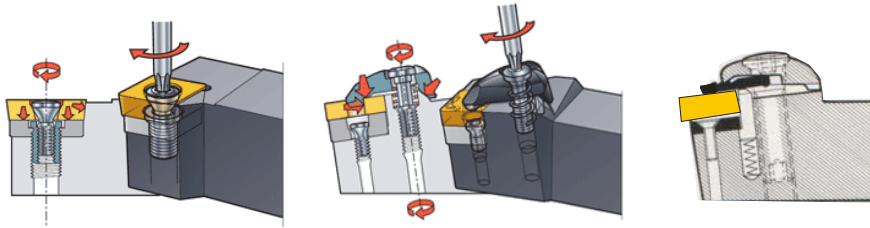
A (1.13. táblázat) a szerszámszár szabványos keresztmetszeteit és a csúcsgár javasolt értékeit tartalmazza:

1.13. táblázat

MEGMUNKÁLÁS	SZERSZÁMANYAG	SZERSZÁMSZÁRAKNAK KERESZTMETSZETEI								
		6x6	8x8	10x10	10x16	12x20	16x25	20x32	25x45	32x50
					12x12	16x16	20x20	25x25	32x32	40x40
NAGYOLÓ	GYORSACÉL	0,5	0,5	0,5	0,5÷1	0,5÷1				
SÍMITÓ		0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	1,5	1,5
NAGYOLÓ	KEMÉNYFÉM	1	1	1	1,5	1,5	1,5	2	2	
SÍMITÓ		1,5	1,5	1,5	2	2	2	3	3	
BESZÚRÁSOK	r=0,2 - 0,5		Φ=8-20 → r=0,6	Φ=25-32 → r=1						

## ○ KIVITELEZÉSI MÓDOK

### • LAPKASZORÍTÓ ÉS FORGÁCSTÖRŐ MEGOLDÁSOK



1.11. ábra

### • FORRASZTÁSSAL FELERŐSÍTETT LAPKÁK



1.12. ábra

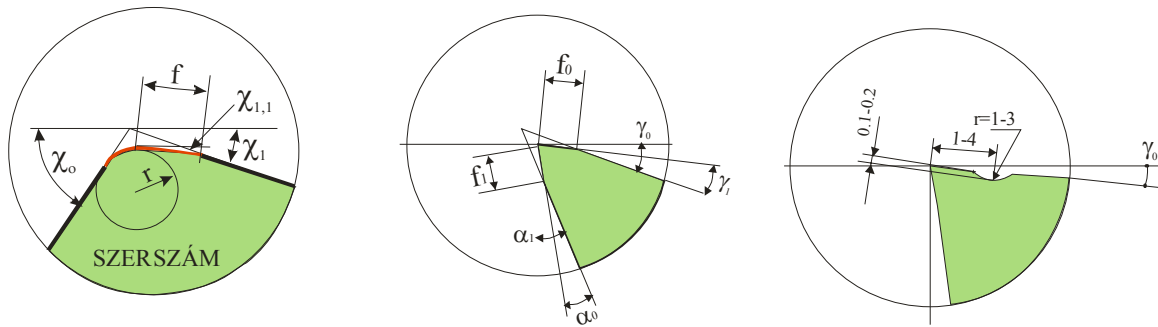
### • KEMÉNYFÉM ÉS KERÁMIALAPKÁK



1.13. ábra

## o DOLGOZÓRÉSZ MÓDOSÍTÁSAI

A módosítások a felületi érdesség csökkentését, a szerszám dolgozó részének erősítését, és a forgácsolást szolgálják (1.14. ábra).



1.6. ábrák

### 1.3.1.2. A SZERSZÁMSZÁR JELLEMZŐI

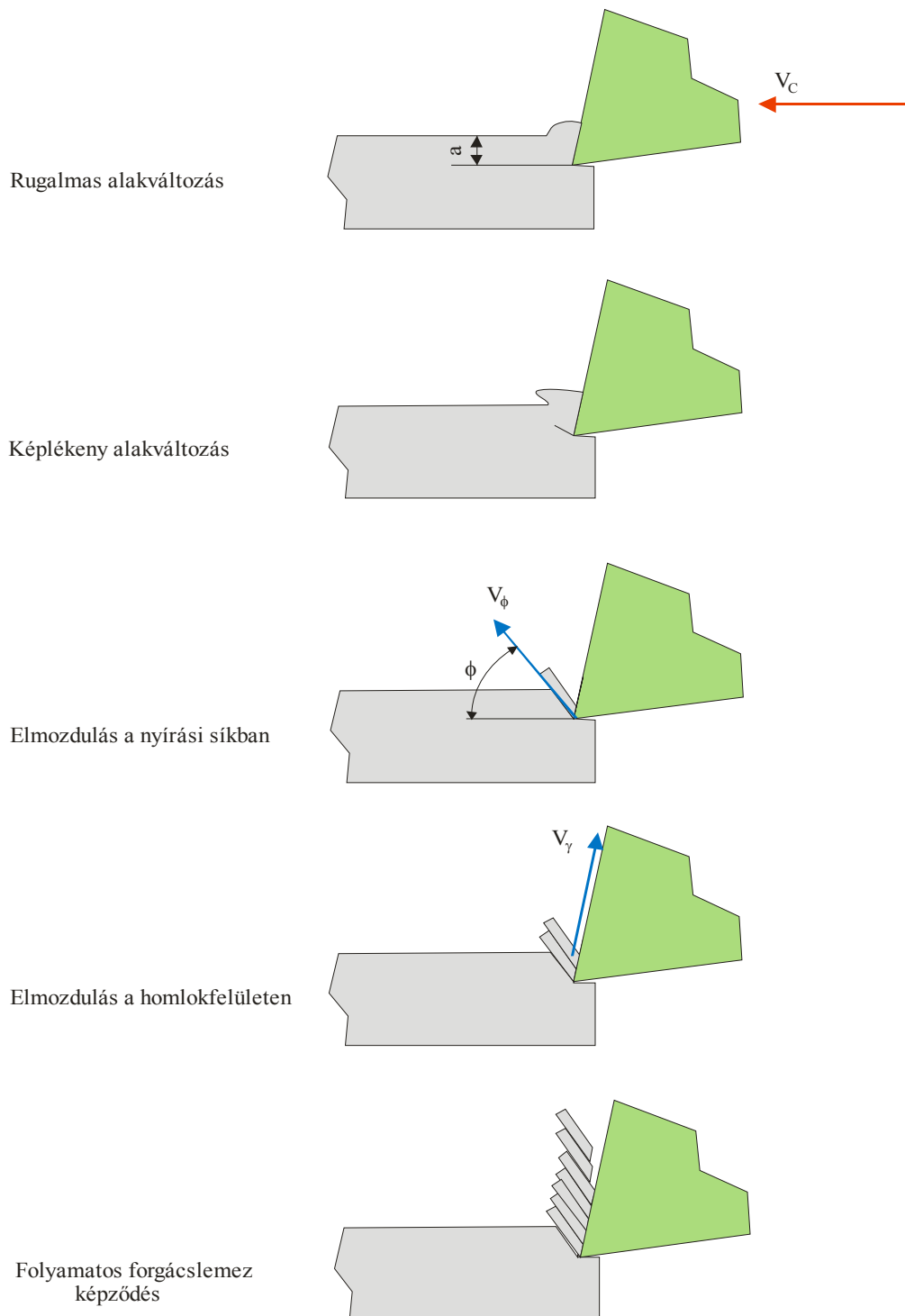
A szerszámszár anyagaira vonatkozó adatok (szabványok, szakítószilárdság, megengedett normálfeszültség) a (1.14.) táblázatban adottak.

1.14. táblázat

SZERSZÁM- CSOPORT	TÁJÉKOZTATÓ ADATOK		
	HASZNÁLHATÓ SZERSZÁMSZÁRANYAG	SZAKÍTÓ- SZILÁRDSÁG	MEGENGEDETT NORM. FESZÜLTÉG
		$R_m$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_m$ (N/mm <sup>2</sup> )
ESZTERGÁLÓ	10.060	570÷710	200
GYALULÓ	11.170	750÷900	220
MARÓ	16.511	1000÷1200	300
FÚRÓ	12.067	1500÷2000	350
SÜLYESZTŐ	10.060	570÷710	200
DÖRZS	12.067	1500÷2000	300

## 1.4. A FORGÁCSOLÁS KÖVETKEZMÉNYEI

### 1.4.1. FORGÁCSKÉPZŐDÉS



1.15. ábra

A forgácsképződés természete az (1.1.1.) részben volt tárgyalva. Ezen a helyen (1.15. ábra) a forgácsképződés egyes, egymáskövető szakaszai vannak bemutatva. Meg kell említeni, hogy

ez a bemutatás csak a tényleges folyamatnak egy egyszerűsített modellje, és a némi szemléltető funkció mellett, az elméleti modellezést, és az ezt követő elemzéseket szolgálja.

Értelmezés:

$\Phi$ [ $^{\circ}$ ].....nyírási sík hajlásszöge

$V_C$ [m/perc]....fő forgácsolósebesség

$V_{\gamma}$ [m/perc]....leválási sebesség

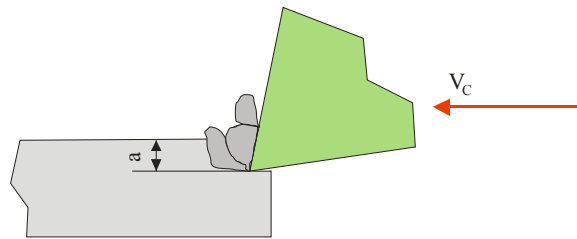
$V_{\phi}$ [m/perc]...nyíróirányú sebesség

$A_o$ [ $mm^2$ ]..... a forgács normálmetszetének felülete (alakváltozás előtt)

$A_l$ [ $mm^2$ ]..... a forgács normálmetszetének felülete alakváltozást követően

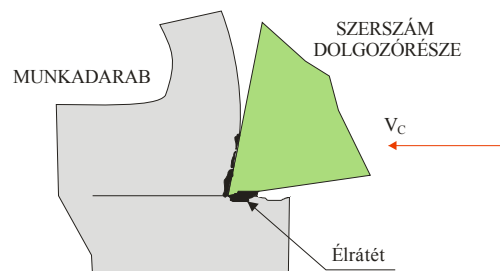
$a$  [mm].....fogásmélység

Rideg munkadarabok megmunkálása során a homloksík előtt a leválasztott réteg (1.16. ábra) töredezik (nincsenek forgácslemezek), és ezáltal nem lehet definiálni a nyírási síkot. Ilyen anyagoknál a ( $\gamma_o$ ) homlokszög értéke megközelíti a nullát, de alkalmanként negatív is lehet (1.12. –tes táblázat).



1.16.

Ez a forgácsképződési folyamat állandó kísérőjének lehet tekinteni az úgynevezett *Keményforgácsolás* esetében, amikor edzett felületek megmunkálása történik, alap esztergálási eljárással. Ebben az anyagban nem lesz külön tárgyalva, de megemlítésként az eljárásban alkalmazott szerszámok leginkább különféle, ennek a feladatnak megfelelő kerámiák, a fogásmélység és az előtolás értékei egy nagyságrenddel kisebbek a hagyományosnak tekinthető esztergáláshoz viszonyítva.

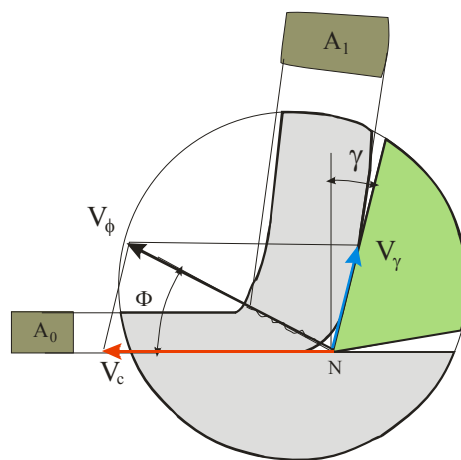


1.17. ábra

A forgácsképzésnek egyik nemkívánatos, de bekövetkezhető jelensége az ÉLRÁTÉT képződés (1.17. ábra). Az él rátét képződés összefügg a munkadarab és a szerszám dolgozórézének anyagtulajdonságaival, az élgeometriával, a termikus jelenségekkel, hűtő és kenő anyagokkal, de nincsen egyértelműen megmagyarázva. A probléma megoldása, a forgácsolási sebesség változtatásával szokott sikerrel járni.

#### 1.4.1.1. FORGÁCS-ALAKVÁLTOZÁSI TÉNYEZŐ

A forgácsolás során a kiinduló ( $A_0$ ) keresztmetszet, az alakváltozások miatt ( $A_1$ )-re növekszik (1.18. ábra). Az alakváltozás belső feszültségeket hoz létre. Ha az utóbbiak meghaladják a munkadarab szakítószilárdságát ( $R_m$ ), akkor repedések - törések jönnek létre. Ez a jelenség egy ( $\Phi$ ) szögben (irányvonal hajlásszöge) fekvő síkban történik.



1.18. ábra

Értelmezés:

$\Phi$ [°].....nyírási sík hajlásszöge

$V_c$ [m/perc]....fő forgácsolósebesség

$V_\gamma$ [m/perc]....leválási sebesség

$V_\phi$ [m/perc]...nyíróirányú sebesség

$A_0$ [mm<sup>2</sup>]..... a forgács normálmetszetének felülete (alakváltozás előtt)

$A_1$ [mm<sup>2</sup>]..... a forgács normálmetszetének felülete alakváltozást követően

Definíció szerint a *FORGÁCSOLÁS ALAKVÁLTOZÁSI TÉNYEZŐJE*

$$\lambda \approx \frac{A_1}{A_0} = \frac{\cos(\phi - \gamma_0)}{\sin \phi} = \frac{\cos(\gamma_0)}{\operatorname{tg} \phi} + \sin \gamma_0 \quad (1.29.)$$

Az előző egyenletből az irányvonal hajlásszög-függvénye:

$$\phi = \operatorname{arctg} \left( \frac{\cos(\gamma_0)}{\lambda - \sin \gamma_0} \right) \quad (1.30.)$$

Mivel a térfogat nem változik, az (1.29.) arányból következik:

$$\frac{V_L}{V_C} = \frac{\sin \phi}{\cos(\phi - \gamma_0)} = \frac{1}{\lambda} \quad (1.31.)$$

Tapasztalati adatok szerint:

$$5 \geq \lambda \geq 2$$

$$\phi \approx \frac{k + \gamma_0 - 10}{2} (^{\circ}) \quad \begin{array}{ll} k = 75^{\circ} & (\text{acél}) \\ k = 47^{\circ} & (\text{rész}) \end{array} \quad (1.32.)$$

Az előző elemzésből látható, hogy a ( $\phi$ ) hajlásszög csökken, ha a ( $\gamma_0$ ) homlokszög csökken. Egyidejűleg a ( $\lambda$ ) forgács alakváltozási tényezője növekszik. Mivel a ( $\lambda$ ) forgács alakváltozási tényezője arányos az alakváltozással (1.29. képlet), arra lehet következtetni, hogy a forgácsban működő feszültségek változása fordított arányban van a ( $\phi$ ) hajlásszög értékének változásával.

#### 1.4.1.2. FORGÁCSALAKOK

- Az anyagválasztás során a forgácsban létrejövő feszültségek nem csak deformációt, hanem töredezéseket is okoznak. Ez a jelenség kihat a forgács formájára. A forgácsforma viszont jelentősen kihat a munkafolyamat zökkenőmentes végrehajtására.
- Ha a forgács szalag alakú, fennáll a veszély, hogy a munkatérben marad, a munkadarab felületén sérüléseket okoz (növeli az érdességet), de előidézhet szerszámtörést is. Az említettek miatt, a technológiai adatokat és a szerszám dolgozó részének méreteit (formáját) úgy kell megválasztani, hogy ne jöhessen létre szalag alakú forgács. Ha a technológiai adatok betartása során mégis szalag alakú forgács jelentkezne, akkor forgácsolót kell alkalmazni (a szerszám dolgozó részének megfelelő kialakítással, mely a forgács törését a forgácseltávolítás irányának hirtelen változtatásával hozza létre).
- Ha a forgács aprószemcsés, a csúszófelületek alá kerülhet, a kezelő személyzetnél pedig bőrsérüléseket okozhat, ezért ezt a forgácsfajtát is

kerülni kell. A forgácsforma változtatását a homlokszög változtatásával lehet elérni.

A darabos ( $5 \div 25$  mm) forgács a megfelelő forgácsforma. Ezt a forgácsot könnyen lehet kezelni. Az eltávolítása a munkatérből könnyű és biztonságos, a hűtő folyadékból szűrők segítségével könnyű az eltávolítása.

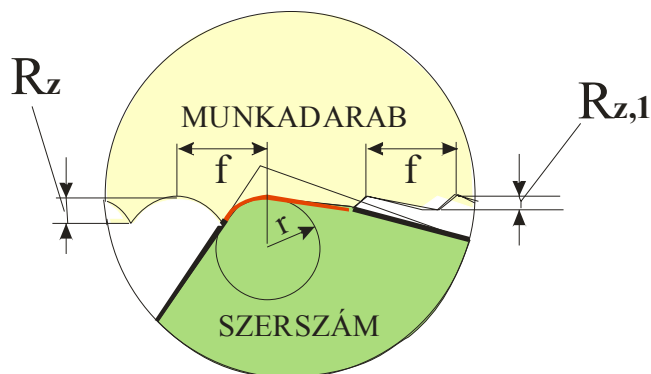
A (1.15. táblázat) egyes forgácsalakok használati minősítését mutatja:

1.15. táblázat

FORGÁCSALAK		TÉRKITÖLTÉSI TÉNYEZŐ	HASZNÁLATI MINŐSÍTÉS
ALAPALAK	VÁLTOZAT	$A_k$	
SZALAG	ÖSSZEFONÓDOTT	$\geq 90$	KEDVEZŐTLEN
	CSÓALAKÚ	$\geq 90$	
	LAPOS	$\geq 50$	
DARABOS	CSAVAR	$\geq 25$	HASZNÁLHATÓ
	SPIRÁL	$\geq 10$	
	TÖREDEZETT	$\geq 3$	
APRÓ - SZEMCSÉS		$\geq 2$	KEDVEZŐTLEN

## 1.4.2. ÉRDESSÉG

Az legfontosabb következmények közé tartozik az ( $R_z$ ) felületi érdesség. Ahogy azt az 1.19. ábra mutatja, az érdesség a szerszám dolgozó része ( $r$ ) hegycsúcsának kialakításától és az alkalmazott ( $f$ ) előtolástól függ.



1.19. ábra

1.16. táblázat

GYÁRTÁSI ELJÁRÁS		ÉRDESSÉGI OSZTÁLY															
		N01	N0	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14
FŐ CSOPORT	MEGNEVEZÉS	ÁLTALÁNOS ÉRDESSÉG							Ra (µm)								
		0,006	0,012	0,025	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	3,2	6,3	12,5	25	50	100	200
		? EGYENETLENSÉGMAGASSÁG							Rz (µm)								
		0,02	0,04	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	3,2	6,3	12,5	25	50	100	200	350	...
ÖNT.	Öntés homokformában																
	Öntés héjformában																
	Öntés kokillában																
ALAKÍTÁS	Kovácsolás																
	Hengerlés																
	Húzás																
	Sajtolás																
	Dombornyomás																
	Idomhengerlés																
LEVÁLASZTÁS	Vágás																
	Hosszesztergálás																
	Síkesztergálás																
	Beszűrő esztergálás																
	Gyalulás																
	Vésés																
	Hántolás																
	Fúrás																
	Simító fúrás																
	Súlyesztés																
	Dörzsölés																
	Palástmarás																
	Homlokmarás																
	Marás tárcsával																
	Üregelés																
	Reszelés																
	Külső hengeres köszörülés																
	Hengeres sikköszörülés																
	Hengeres beszűrő köszörülés																
	Síkköszörülés korongpaláttal																
	Síkköszörülés koronghomlokkal																
	Polírozás																
	Görgözés																
	Hosszülökötű honolás																
	Rövidlökötű honolás																
	Palást leppelés																
	Sík leppelés																
	Szuperfinis																
	Rezgő leppelés																
	Homokfűvás																
	Tisztítás dobban																
	Lángvágás																
Lézeres vágás																	

A (1.16. táblázat) egyes forgácsolási folyamatra jellegzetes ( $Ra$ ) átlagos érdességi, valamint az ( $N$ ) érdesség tartományokat tartalmazza. A forgácsolási folyamat megválasztásakor (nagyolás, simítás), a tartományok közepétől számítva a nagyobb értékek felé haladva, nagyolást alkalmazunk, a tartományok közepétől számítva a kisebb értékek felé haladva viszont simítást.

Ha a hegycsúcs csak ( $r$ ) rádiusból van kiképezve (ami a leggyakoribb eset), akkor arra kell törekedni, hogy a lehető legnagyobb értéket alkalmazzuk. A rádiusz mérete a munkadarabon lévő átmérőváltozások kivitelezésétől függ. Ha például az átmenet  $r=2$  mm – es, akkor a szerszám dolgozó részének hegycsúcsrádiusza is csak eddig a mértékig mehet el. Felületi érdességcsökkentés a hegycsúcs különleges kialakításával érhető el. (1.15. ábra)

A megmunkálási folyamatok függvényében a funkcionális kapcsolatok eltérők, ezért a megfelelő forgácsolási folyamatoknál (esztergálás, gyalulás, marás,) lesznek pontosan meghatározva.

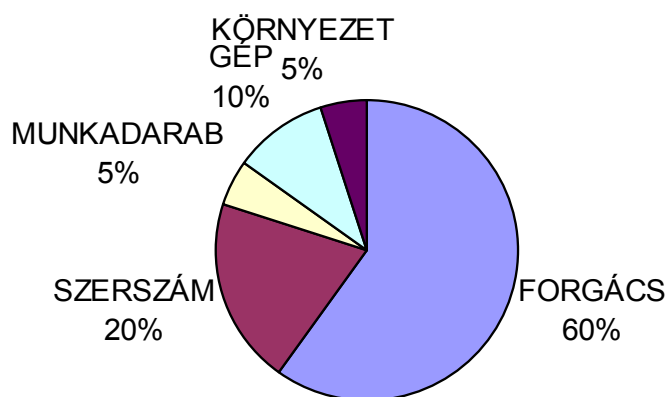
### 1.4.3. HŐKÉPZŐDÉS

A forgácsolás során elhasznált energia hőenergiaként jelentkezik. A hőenergia hőmérsékletemelkedést idéz elő az MKGS rendszer minden összetevőjében.

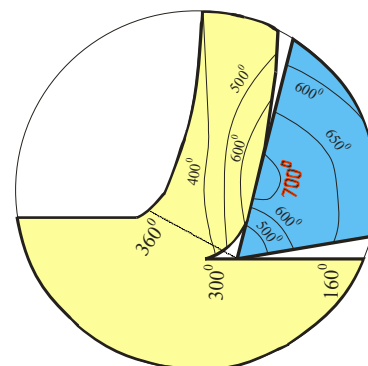
#### 1.4.3.1. HŐELOSLÁS

A forgácsolás során jelentkező hőenergia eloszlása nem egyenletes. Az (1.20. ábra) megközelítő eloszlási arányokra utal.

Az ábrán bemutatott hőeloszlás tájékoztató jellegű, hiszen a hőeloszlást befolyásolja a munkadarab tömege, a szerszám és a készülék kapcsolata, a gép szerkezeti kialakítása, a hűtő – kenő eszköz összetétele és a hűtő – kenő folyadék mennyisége.



1.20. ábra



1.21. ábra

### 1.4.3.2. A FORGÁCS ÉS A DOLGOZÓRÉSZ FELMELEGEDÉSE

Az (1.21. ábra) csak a forgács és a szerszám dolgozórésze hőmérsékleti eloszlásának jellegére utal. A maximális hőmérséklet a használt szerszám anyagának hőtűrésétől és az alkalmazott technológiai értékektől ( $a, f, n,$ ) függ. Fontos tény, hogy a maximális hőmérséklet nem a dolgozórész élén, hanem a homloksíkon jön létre.

A hőmérséklet növekedése a szerszám dolgozórészének mechanikai tulajdonságait rontja, strukturális elváltozásokat hozva létre, könnyíti a kopási folyamatokat, tehát érezhetően nagy hatással van a szerszámél élettartamára, a felületi érdességre, valamint a munkadarab pontosságára.

### 1.4.3.3. HŰTŐ - KENŐ FOLYADÉKOK

A hűtő-kenő folyadékok alkalmazása a következő célkitűzéseknek kell, hogy eleget tegyen:

- A munkadarab és a szerszám dolgozórészének hűtése.
- A felületi érdesség csökkentése.
- A szerszám dolgozórésze kopássebességének csökkentése.
- A hőhatások okán létrejövő alakváltozások csökkentése.
- A megmunkáló rendszer általános terhelésének csökkentése.

Sajnos a szerszám dolgozórésze csúcsának közelébe, ahol a felmelegedés a legszámottevőbb, a hűtő-kenő folyadék nem jut el, úgy hogy e helyeken csak közvetett hatást lehet észlelni.

A következő (1.17.) táblázat néhány tájékoztató jellegű felhasználási adatot tartalmaz.

1.17. táblázat

MUNKADARAB	MEGMUNKÁLÁSI FOLYAMAT					
	NAGY. ESZTERGÁLÁS	SIM. ESZTERGÁLÁS	FÚRÁS	MENETVÁGÁS	MARÁS	KÖSZÖRÜLÉS
SZERKEZETI ACÉL	5% emulzió	10% emulzió	5% emulzió	5% emulzió	5% emulzió	1÷2 % emulzió
ÖTVÖZÖTT ACÉL	10% emulzió	10% emulzió	20% emulzió	5% emulzió	10% emulzió	1÷2 % emulzió
ÖNTÖTTVAS	SZÁRAZON	5% emulzió, VAGY SZÁRAZON	5% emulzió, VAGY SZÁRAZON	5% emulzió, VAGY PETRÓLEUM	SZÁRAZON	1÷3 % emulzió
AI ÖTVÖZETEK	10% emulzió, VAGY PETRÓLEUM	OLAJAK	5% emulzió, OLAJ, VAGY PETRÓLEUM	5% emulzió, VAGY PETRÓLEUM	10% emulzió, VAGY SZÁRAZON	1÷2 % emulzió

A gyakorlatban a hűtő-kenő folyadékokat két csoportra lehet osztani:

1. Víz alapú folyadékok (emulziók). Az emulziók, olajból, vízből és emulgátorból (szappan) tevődnek össze. A (%) százalék megjelölés az emulzió olajtartalmára vonatkozik.
2. Olaj alapú folyadékok (repceolaj, ásványolaj, petróleum,..).

## 1.4.4. SÉRÜLT RÉTEG

1.18. táblázat

MEGMUNKÁLÁS	SÉRÜLTRÉTEG VASTAGSÁGA
	C [ $\mu\text{m}$ ]
KOVÁCSOLÁS	500
HENGERLÉS	300
ESZTERGÁLÁS-NAGYOLÁS	40÷80
ESZTERGÁLÁS-SIMÍTÁS	30÷40
GYALULÁS-NAGYOLÁS	40÷50
GYALULÁS-SIMÍTÁS	25÷40
FÚRÁS	50÷60
DÖRZS-NAGYOLÁS	25÷30
DÖRZS-SIMÍTÁS	10÷20
MARÁS-NAGYOLÁS	40÷60
MARÁS-SIMÍTÁS	25÷40
PALÁSTKÖSZÖRÜLÉS	15÷25
FURATKÖSZÖRÜLÉS	20÷30
SÍKKÖSZÖRÜLÉS	15÷25

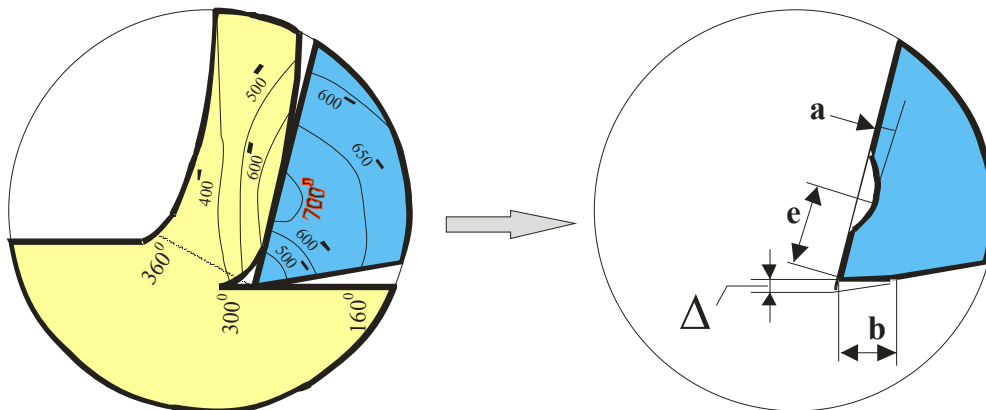
Az (1.18. táblázat) egyes megmunkáló folyamatokra jellemző (C) rétegsérülések vastagságát tartalmazza.

A megmunkálás során, az anyag leválásakor apró repedések keletkeznek, a magas hőmérséklet következtében pedig lokális strukturális elváltozások jönnek létre. Ezek egy (sérült) réteget képeznek, melyet egy következő megmunkálási fogással el kell távolítani.

## 1.4.5. SZERSZÁMKOPÁS

A forgácsképzés során a szerszám dolgozórése kopásnak van kitéve. A kopás következményeként a dolgozóréssz mértani változást szenved. A változások a csúcs közelében észlelhetők (1.22. ábra), és kihatnak a dolgozóréssz hossz méreteire és szögeire. Valamennyi változás kihat a munkadarab felületi minőségére (érdesség) és annak méreteire (méréthibák).

A forgácsolási folyamat során (legnagyobb mértékben) a szerszám dolgozórése biztosítja a munkadarab pontos méreteit, és az elvárt felületi minőséget. A szerszám dolgozórése kikopottnak (tompultnak) minősül és szerszámcserét vagy élesítést kell eszközölni, ha a kopások mértéke és jellege következményeként a méréthibák és a felületi érdesség eléri (de még nem haladják meg) a (műhelyrajzon feltüntetett) megengedett értékeket.



1.22. ábra

### 1.4.5.1. KOPÁSKRITÉRIUMOK

A gyakorlatban a szerszám dolgozó részét kikopottnak kell tekinteni, ha a következő kritériumok közül bármelyik bekövetkezik.

#### o MÉRETHIBA

A szerszám dolgozó részének csúcskopása miatt, a munkadarab mérete kopás közben folyamatosan növekszik. Ez a növekedés nem haladhatja meg a műhelyrajzon megadott ( $T_d$ ) tűréstartomány értékét (sőt, biztonsági okokból annak harmadát!).

Síkmegmunkálások esetében (gyalulás, marás)

$$\Delta \leq \frac{1}{3} T_d \quad (1.33.)$$

Körmegmunkálások esetében (esztergálás, fúrás,..)

$$\Delta \leq \frac{1}{6} T_d \quad (1.34.)$$

#### o ÉRDESSÉGNÖVEKEDÉS

A szerszám dolgozó része hátfelületének kopása miatt a hátszög nullára csökken, így erőteljes súrlódás és a forgácsolóerő növekedése következik be. Az említett jelenségekre csikorgás, felületi minőségromlás, valamint vibrációk jellemzők, és az érdesség növekedésével lehet őket kimutatni. A kapott ( $R$ ) érdesség nem haladhatja meg a műhelyrajzon megadott ( $R_z$ ) értéket:

$$R \leq R_z$$

(1.35.)

### o DOLGOZÓRÉSZ KOPÁSMÉRETE

Az (1.19. táblázat) egyes megmunkálások kopási övének szélességét (kopásméretét) mutatja (az adatok itt is csak tájékoztató jellegűek):

1.19. táblázat

MEGMUNKÁLÓ FOLYAMAT	MUNKADARAB ANYAGA	b (mm)
NAGYOLÓ ESZTERGÁLÁS (keményfémme)	MINDEN ANYAG	0,6÷0,8
NAGYOLÓ ESZTERGÁLÁS (cserélhető lapkával)	MINDEN ANYAG	0,8÷1
ESZTERGÁLÁS NAGY FORGÁCSKERESZTMETSZETTEL	MINDEN ANYAG	0,8
NAGYOLÓ PALÁSTMARÁS	ÖNTÖTTVAS	0,2÷0,3
NAGYOLÓ HOMLOKMARÁS	ACÉLOK	0,6÷0,8
GYALULÁS	MINDEN ANYAG	0,8
SIMÍTO FOLYAMATOK	MINDEN ANYAG	0,1÷0,2

### 1.4.6. A DOLGOZÓRÉSZ ÉLETTARTAMA (TAYLOR KÉPLET)

A két élesítés (tompulás) között eltelt időt (megszakítás nélküli forgácsolás közben) a DOLGOZÓRÉSZ ÉLETTARTAMÁNAK nevezzük, mértékegysége a perc.

Az élettartam igen fontos technológiai adat, hiszen ettől az időtől függ az élesítések, vagy a szerszámcsere szám, ami idővesztést jelent és kihat az önköltségekre.

A probléma megoldása Taylor – hoz kötődik, aki igen nagyszámú mérés alapján, a következő összefüggést állította fel:

$$V \cdot T^{\left(\frac{1}{k}\right)} = C_V$$

(1.36.)

Értelmezés:

$T$  [perc].....élettartam

$C_V$  [perc].....fajlagos idő

$V$  [m/perc].... forgácsolósebesség

$k$ .....anyagtól függő kitevő (1.21. táblázat)

Ugyanazon anyagok (munkadarab, szerszámanyag) esetében, de két különböző ( $V_1$ ,  $V_2$ ) forgácsolási sebesség esetén, két különböző ( $T_1$ ,  $T_2$ ) élettartammal kell számolni:

$$V_1 \cdot T_1^{\left(\frac{1}{k}\right)} = C_V$$

$$V_2 \cdot T_2^{\left(\frac{1}{k}\right)} = C_V$$

Ha az utóbbi egyenleteket elosztjuk egymással, a végső TAYLOR - egyenletet kapjuk:

$$\frac{V_1}{V_2} \left( \frac{T_1}{T_2} \right)^{\left(\frac{1}{k}\right)} = 1 \quad (1.37.)$$

A ( $k$ ) kitevő meghatározására a következő (1.20.) táblázat alkalmas

1.20. táblázat

MUNKADARABANYAG	SZERSZÁMANYAG	k (ÁTLAG)
ACÉLOK	KERÁMIA	-3,5
	KEMÉNYFÉM	-4
	GYORSACÉL	-7
ACÉLÖNTVÉNY	KERÁMIA	-3,5
	KEMÉNYFÉM	-4
	GYORSACÉL	-7
RÉZALAPU ÖTVÖZETEK	KEMÉNYFÉM	-3,5
NAGYOLÓ PALÁSTMARÁS	KEMÉNYFÉM	-3
KÖNNYŰFÉMEK	KEMÉNYFÉM	-2,5

#### ▪ KÉRDÉSEK

- Mi a forgácsoló folyamat kinematikai jellemzője?
- Mi a forgácsolás alapfeltétele?
- Melyek a forgácsolás fő tényezői?
- Melyek a forgácsolósebesség meghatározásának módszerei?
- Melyek a forgácsolóerők meghatározásának módszerei?
- Melyek a forgácsolószerszám részei?
- Mik a szerszám dolgozó részének jellemzői?

- A szerszám dolgozó részének anyagai?
- Melyek a szerszám dolgozó részének mértani jellemzői?
- Mire hatnak a szerszám dolgozó részének módosításai?
- Melyek a forgácsolás alapkövetkezményei?
- Mitől függ a felületi érdesség?
- Melyek a hőeloszlás fő jellemzői?
- Melyek a hűtő – kenő folyadék tulajdonságai?
- Mik a szerszám dolgozó része kopásának következményei?
- Milyen kopáskritériumokat ismer?
- Mit nevezünk a szerszám dolgozó része élettartamának?
- Milyen számításokra lehet alkalmazni a TAYLOR - tételt?

## 2. ALAPVETŐ FORGÁCSOLÁSI FOLYAMATOK

Az alapvető forgácsolási folyamatok a következők:

- Esztergálás
- Gyalulás
- Fúrás
- Marás

### 2.1. ESZTERGÁLÁS

Az esztergálási folyamat technológiai adatai a következők:

**a** [mm].....fogásmélység.

**f** [mm/ford.].....fordulatonkénti előtolás.

**n** (ford./perc ]...fordulatszám.

Az esztergálási munkatér mértani adatai a következők:

**D<sub>0</sub>** [mm] .....mégmunkálás előtti átmérő.

**D<sub>1</sub>** [mm] .....mégmunkálást követő átmérő.

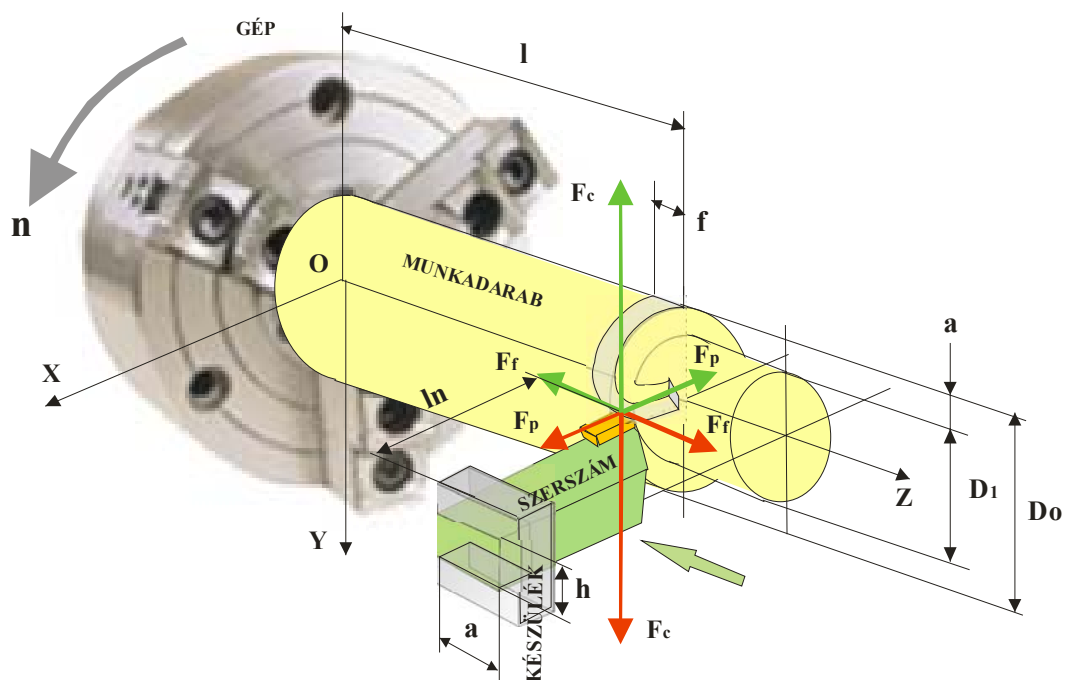
**l<sub>n</sub>** (mm).....szerszámszár hossza.

**b** [mm] ..... szerszámszár szélessége.

**h** [mm] ..... szerszámszár magassága.

**l** [mm] .....munkadarab hossza.

### 2.1.1. MUNKATÉR (BEFOGÁSI ÉS ERŐTERV)

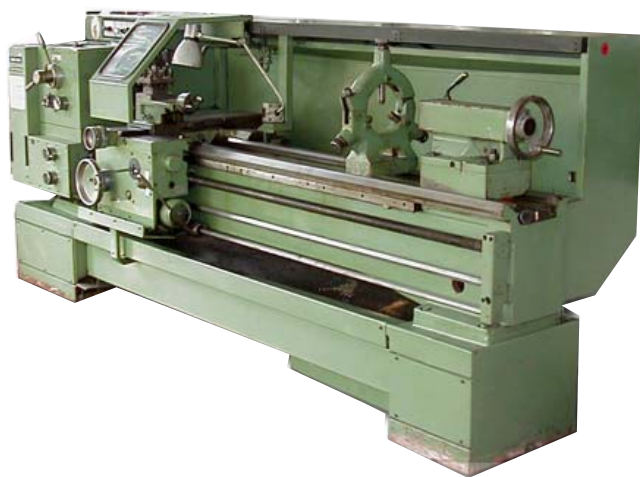


2.1. ábra



2.2. ábra

### 2.1.2. GÉPEK (ESZTERGAPADOK)



EGYETEMES (UNIVERZÁLIS)  
*[TOS TRENCIN SUI 50]*



REVOLVER  
*[KNUTH PRECIZION HRD42P]*



CNC  
*[CICLONE FB-1440]*



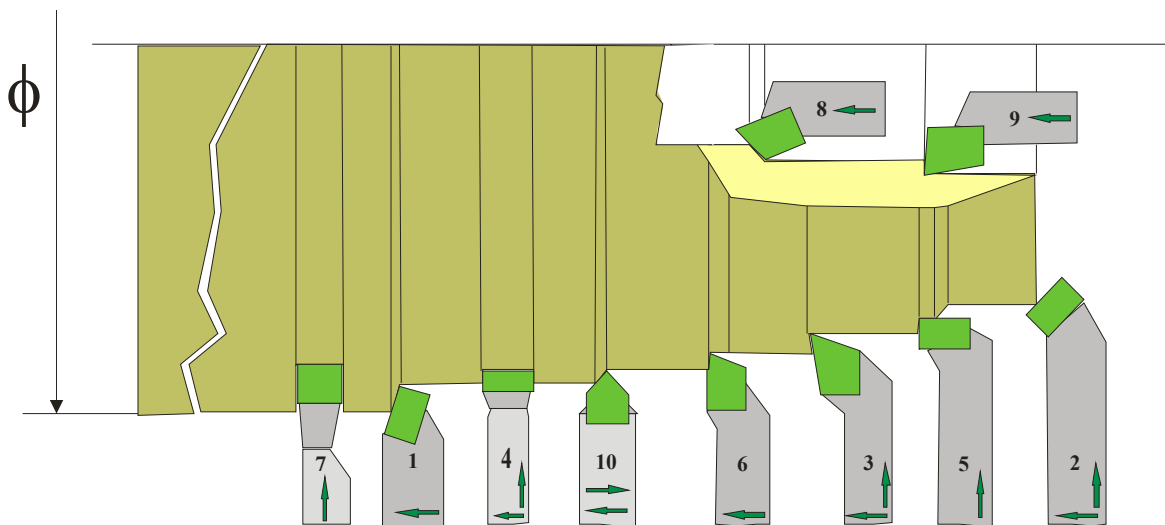
KARUSZEL  
*[TOSHULIN SKIQ 25]*

2.3. ábra

### 2.1.3. SZERSZÁMOK

A szerszámfunkciók, a szerszámok alakjai és méretei szabványokba vannak foglalva. A szerszámfunkciókat a (2.4. ábra), a megfelelő méreteket pedig a (2.1.1., 2.1.2., 2.1.3., 2.1.4.) táblázatokban találhatók. Meg kell említeni, hogy egyes gyártók, külön (a gyártott szerszámokra jellemző méreteket használnak, melyek nem szabványosak minden konkrét esetben.

#### ○ SZERSZÁMFUNKCIÓK



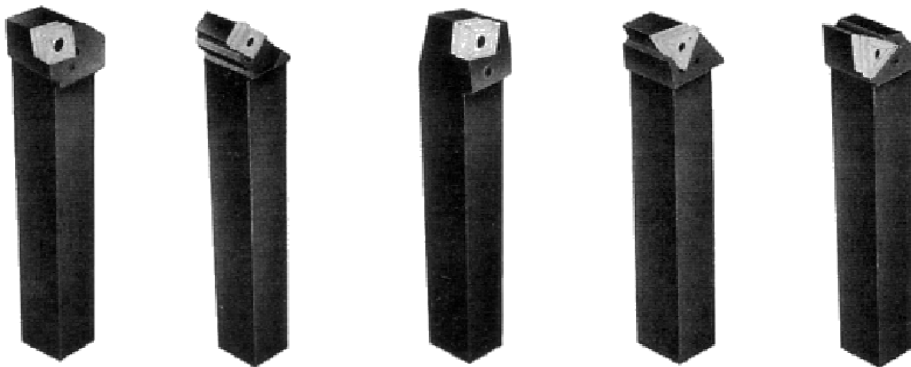
2.4. ábra

#### ○ SZERSZÁMFAJTÁK

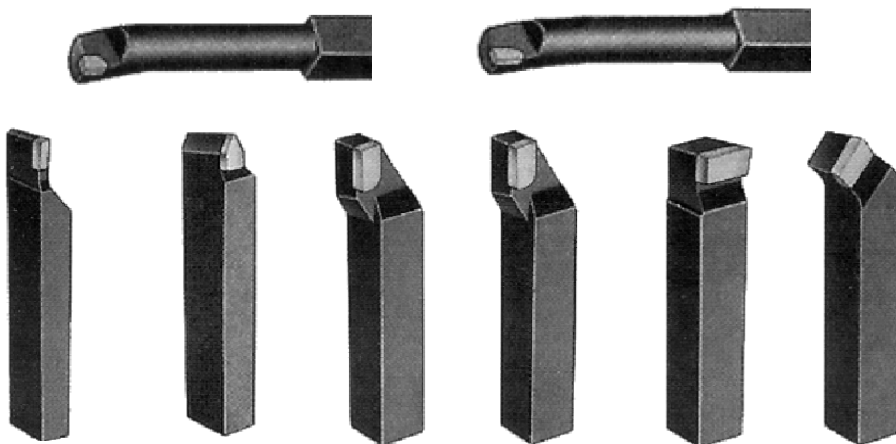
##### SZERSZÁMTARTÓK



## VÁLTÓÉLŰ SZERSZÁMOK



## FORRASZTOTTÉLŰ SZERSZÁMOK



2.5. ábra

## o SZERSZÁMSZABVÁNYOK

2.1.1. táblázat

SZERSZÁMSZÁM	FORGÁCSOLÓ-SZERSZÁM	SZABVÁNY		
		ISO	MSZ	
			KEMÉNYFÉM	GYORSACÉL
1	EGYENES	1	1901	1287
2	HAJLÍTOTT	2	1902	1288
3	SAROK	3	1908	
4	SZÉLES	4	1909	
5	HOMLOKÉLŰ	5	1903	1289
6	OLDALÉLŰ	6	1904	1290
7	SZŪRÓ	7	1910	1294
8	ÁTMENŐFURAT	8	1912	1286
9	ZSÁKFURAT	9	1913	1297
10	HEGYES		1905	1291
11	BESZŪRÓ			1299
12	HAJLÍTOTT		1906	1292

• SZERSZÁM-CSÚCSSUGARAK AJÁNLOTT MÉRETEI

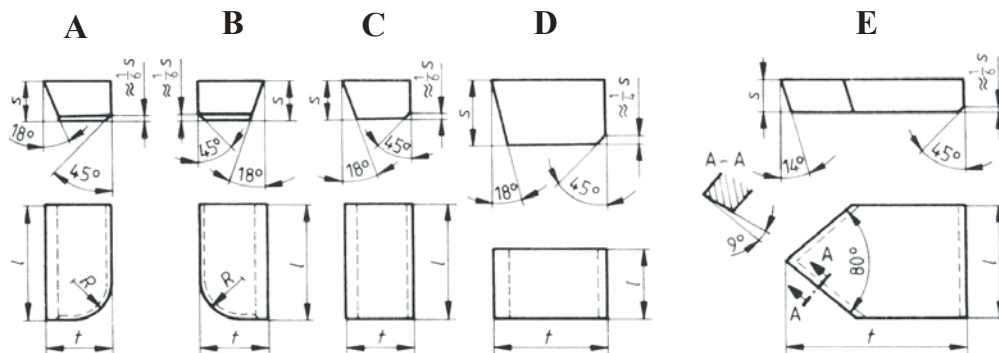
2.2.2. táblázat

MEGMUNKÁLÁS	SZERSZÁMANYAG	SZERSZÁMSZÁRAKNAK KERESZTMETSZETEI								
		6x6	8x8	10x10	10x16 12x12	12x20 16x16	16x25 20x20	20x32 25x25	25x45 32x32	32x50 40x40
NAGYOLÓ	GYORSACÉL	0,5	0,5	0,5	0,5÷1	0,5÷1				
SÍMÍTÓ		0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	1,5	1,5
NAGYOLÓ	KEMÉNYFÉM	1	1	1	1,5	1,5	1,5	2	2	
SÍMÍTÓ		1,5	1,5	1,5	2	2	2	3	3	
BESZÚRÁSOK	$r=0,2 - 0,5$		$\Phi=8-20 \rightarrow r=0,6$		$\Phi=25-32 \rightarrow r=1$					

• FORRASZTOTT KEMÉNYFÉM-LAPKÁS SZERSZÁMSZÁRAK ALAKJAI ÉS KERESZTMETSZETEI

2.3.3. táblázat

## ALAKOK



## MÉRETEK

KÉSTÍPUS	(h x b x l) [ mm ] / ALAK				szélesség x magasság x forgácsolóéhhossz				
ISO 1 DIN4971	10 x 10 x 8 /A	12 x 12 x 10 /A	16 x 16 x 12 /A	20 x 20 x 16 /A	25 x 25 x 10 /A	32 x 32 x 25 /A	40 x 40 x 32 /A	50 x 50 x 40 /A	
ISO 3 DIN4978	16 x 10 x 8 /A	20 x 12 x 10 /A	25 x 16 x 12 /A	32 x 20 x 16 /A	40 x 25 x 20 /A	50 x 32 x 25 /A			
ISO 5 DIN4977	20 x 20 x 16 /B	25 x 25 x 0 /B	32 x 32 x 25 /B	40 x 40 x 32 /B	50 x 50 x 40 /B				
ISO 6 DIN4980	10 x 10 x 8 /A	12 x 12 x 10 /A	16 x 16 x 12 /A	20 x 20 x 16 /A	25 x 25 x 10 /A	32 x 32 x 25 /A	40 x 40 x 32 /A	50 x 50 x 40 /A	
ISO 7 DIN4981	12 x 08 x 3 /D	16 x 10 x 4 /D	20 x 12 x 5 /D	25 x 16 x 6 /D	32 x 20 x 8 /D	40 x 25 x 10 /D	50 x 32 x 12 /D		

• VÁLTÓLAPKÁK JELÖLÉSI RENDSZERE (MSZ ISO 1832)

2.4.4. táblázat

LAPKAJELÖLÉS  
XXXX XXXXXX XX

PÉLDA:  
MSZ ISO 1832  
LNAW 1608 DN

<b>Betűjel</b> Romboid A csúcsszög 85° B csúcsszög 82° K csúcsszög 55° Rombusz C csúcsszög 80° D csúcsszög 55° E csúcsszög 75° M csúcsszög 86° V csúcsszög 35° Nyolcszög O csúcsszög 135° Hatszög H csúcsszög 120° Ötszög P csúcsszög 108° Négyyszög L csúcsszög 90° Négyzet S csúcsszög 90° Háromszög T csúcsszög 60° W csúcsszög 80° Kerek R —	<b>Alak</b> 	<b>A forgácstörő hornyot és a felerősítő furatot jelző betűk</b> 	<b>A főforgácsolóél elhelyezési szöge</b> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>A</td> <td>D</td> <td>E</td> <td>F</td> <td>P</td> </tr> <tr> <td><math>\chi_r</math></td> <td>45°</td> <td>60°</td> <td>75°</td> <td>85°</td> <td>90°</td> </tr> </table>		A	D	E	F	P	$\chi_r$	45°	60°	75°	85°	90°																												
			A	D	E	F	P																																				
$\chi_r$	45°	60°	75°	85°	90°																																						
<b>Az <math>\alpha_0</math> hátszög betűjele</b> A $\hat{=}$ 3°    F $\hat{=}$ 25° B $\hat{=}$ 5°    G $\hat{=}$ 30° C $\hat{=}$ 7°    N $\hat{=}$ 0° D $\hat{=}$ 15°    P $\hat{=}$ 11° E $\hat{=}$ 20°    O különleges adatok		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Furat</th> <th colspan="3">Forgácstörő horny</th> </tr> <tr> <th></th> <th>nincs</th> <th>egy oldalon</th> <th>két oldalon</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nincs</td> <td>N</td> <td>R</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>Van</td> <td>A</td> <td>M</td> <td>G</td> </tr> <tr> <td>Egy oldalon, súlylyesztett 40°...60°</td> <td>W</td> <td>T</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Két oldalon, súlylyesztett 40°...60°</td> <td>Q</td> <td></td> <td>U</td> </tr> <tr> <td>Egy oldalon, súlylyesztett 70°...90°</td> <td>B</td> <td>H</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Két oldalon, súlylyesztett 70°...90°</td> <td>C</td> <td></td> <td>J</td> </tr> </tbody> </table>	Furat	Forgácstörő horny				nincs	egy oldalon	két oldalon	Nincs	N	R	F	Van	A	M	G	Egy oldalon, súlylyesztett 40°...60°	W	T		Két oldalon, súlylyesztett 40°...60°	Q		U	Egy oldalon, súlylyesztett 70°...90°	B	H		Két oldalon, súlylyesztett 70°...90°	C		J	<b>A csúcsletörés hátszöge, <math>\alpha'_0</math></b> A betűjelek és a hozzájuk rendelt szögek ugyanazok, mint a hátszögek. <p>Az előtolás iránya</p> <p>② csúcsletörés      ③ letörés                  ④ főforgácsolóél    ① mellékforgácsolóél</p>								
Furat	Forgácstörő horny																																										
	nincs	egy oldalon	két oldalon																																								
Nincs	N	R	F																																								
Van	A	M	G																																								
Egy oldalon, súlylyesztett 40°...60°	W	T																																									
Két oldalon, súlylyesztett 40°...60°	Q		U																																								
Egy oldalon, súlylyesztett 70°...90°	B	H																																									
Két oldalon, súlylyesztett 70°...90°	C		J																																								
<b>Lapkaméret</b> A forgácsolóél hossza mm-ben. A tizedesvessző utáni számjegyeket elhagyjuk. Egy számjegyből álló méret elé nullát teszünk. Egyenlőtlen oldalú lapkáknál a főforgácsolóél hosszát adjuk meg. Kerek forgácsolólapkáknál az átmérőt adjuk meg.		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Betűjel</th> <th>Vastagság, s, mm</th> <th>Mérőméret, m, mm</th> <th>Beirható kör, d, mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td rowspan="3">0,025</td> <td rowspan="2">0,005</td> <td>0,025</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>0,013</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>0,025</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td rowspan="2">0,025</td> <td rowspan="2">0,013</td> <td>0,013</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>0,025</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>0,05...0,13</td> <td>0,025</td> <td>0,025</td> </tr> <tr> <td>J</td> <td rowspan="3">0,025</td> <td>0,005</td> <td rowspan="3">0,05...0,15</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>0,013</td> </tr> <tr> <td>L</td> <td>0,025</td> </tr> <tr> <td>M</td> <td>0,05...0,13</td> <td rowspan="2">0,08...0,20</td> <td rowspan="2">0,05...0,15</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>0,025</td> </tr> <tr> <td>U</td> <td>0,13</td> <td>0,13...0,38</td> <td>0,08...0,25</td> </tr> </tbody> </table>		Betűjel	Vastagság, s, mm	Mérőméret, m, mm	Beirható kör, d, mm	A	0,025	0,005	0,025	F	0,013	C	0,025	H	0,025	0,013	0,013	E	0,025	G	0,05...0,13	0,025	0,025	J	0,025	0,005	0,05...0,15	K	0,013	L	0,025	M	0,05...0,13	0,08...0,20	0,05...0,15	N	0,025	U	0,13	0,13...0,38	0,08...0,25
Betűjel	Vastagság, s, mm	Mérőméret, m, mm	Beirható kör, d, mm																																								
A	0,025	0,005	0,025																																								
F			0,013																																								
C		0,025																																									
H	0,025	0,013	0,013																																								
E			0,025																																								
G	0,05...0,13	0,025	0,025																																								
J	0,025	0,005	0,05...0,15																																								
K		0,013																																									
L		0,025																																									
M	0,05...0,13	0,08...0,20	0,05...0,15																																								
N	0,025																																										
U	0,13	0,13...0,38	0,08...0,25																																								
<b>Lapkavastagság</b> A lapka vastagsága mm-ben. A tizedesvessző utáni számjegyeket elhagyjuk. Egy számjegyből álló méret elé nullát teszünk.		<b>Csúcssugar</b> A csúcssugar mm-ben megadott értékének tízszerese. Egy számjegyből álló adat elé nullát teszünk.																																									
<b>Tűrésosztály</b> Az s lapkavastagság, a beirható kör d átmérője, az m mérőméret mm-ben megadott $\pm$ megengedett eltéréseihez rendelt betűjel adja meg.		<p>Forgácsolólapka csúcsletöréssel</p>																																									

## 2.1.4. FOGÁSMÉLYSÉG

### 2.1.4.1. PALÁSTESZTERGÁLÁS

A technológiai adatok közül, a fogásmélységet alapértéknek tekintjük. A nagyság meghatározása az (5. rész) előgyártmány ráhagyásainak figyelembe vételével, vagy tapasztalati (javasolt) táblázati értékek felhasználásával történik. Palástszerű megmunkálások esetén a ( $\delta$ ) adatok átmérőkre érvényesek, így az ( $a$ ) fogásmélység a következő:

$$a = \frac{\delta}{2} \quad (2.1.)$$

#### ○ $\delta_1$ ...NAGYOLÓ RÁHAGYÁSOK (PALÁSTESZTERGÁLÁS)

2.5. táblázat

MUNKADARABANYAG	$\delta_1=2a$ [mm]
SZÜRKEÖNTVÉNY	1÷6
EGYÉB ÖNTVÉNYEK	1÷5
SZABAD KOVÁCSOLÁS	1,5÷3
ÖTVÖZÖTT ACÉL	2,5÷3,5
KOVÁCSOLÁS SZERSZÁMBAN	0,5÷1,5
HENGERELT SZELVÉNYEK	0,5÷1

#### ○ $\delta_2$ ...SIMÍTO RÁHAGYÁSOK (PALÁSTESZTERGÁLÁS)

2.6. táblázat

D [mm]	10	10÷18	18÷30	30÷50	50÷80	80÷120	120÷180	180÷260	260÷360	360÷500
L [mm] ↓	$\delta_2$									
100	0,7	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,1	1,2	1,3	1,5
100÷250	0,8	0,8	0,9	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
250÷400	0,8	0,9	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
400÷630	0,9	1	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7
630÷1000	*	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,9
1000÷1600	*	*	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1
1600÷2500	*	*	*	1,9	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5

○  $\delta_3$  ...KÖSZÖRÜLÉSI RÁHAGYÁSOK (PALÁSTKÖSZÖRÜLÉS)

2.7. táblázat

D [mm]	10	10÷18	18÷30	30÷50	50÷80	80÷120	120÷180	180÷260	260÷360	360÷500
L [mm] ↓	$\delta_3$									
100	0,2-0,3	0,2-0,3	0,2-0,3	0,2-0,3	0,3-0,4	0,3-0,4	0,3-0,4	0,4	0,5	0,5
100÷250	0,2-0,3	0,2-0,3	0,3	0,3-0,4	0,3-0,4	0,3-0,4	0,3-0,4	0,5	0,5	0,5-0,6
250÷400	0,2-0,3	0,3	0,3-0,4	0,3-0,4	0,3-0,4	0,3-0,4	0,4-0,5	0,5	0,5	0,6
400÷630	0,3-0,4	0,3-0,4	0,3-0,4	0,3-0,4	0,4-0,5	0,4-0,5	0,4-0,5	0,4-0,6	0,6	0,6
630÷1000	*	0,3-0,4	0,3-0,4	0,4-0,5	0,4-0,5	0,4-0,5	0,4-0,6	0,6	0,6-0,7	0,7
1000÷1600	*	*	*	0,6	0,6-0,7	0,6-0,7	0,7	0,7-0,8	0,7-0,8	0,8
1600÷2500	*	*	*	0,7	0,7-0,8	0,8	0,8	0,8-0,9	0,9	0,9

2.1.4.2. HOMLOKESZTERGÁLÁS

Ebben az esetben a ráhagyás táblázati értékei megegyeznek a fogásmélységgel:

$$a = \delta$$

(2.2.)

○  $\delta_1$  ...NAGYOLÓ RÁHAGYÁSOK (HOMLOKESZTERGÁLÁS)

2.8. táblázat

MUNKADARAB HOSSZA [mm] ↓	ÁTMÉRŐ				
	÷18	18 - 50	50 - 120	120 - 260	260-...
÷18	0,9	1	1,1	*	*
18 - 50	1,1	1,2	1,3	1,5	*
50 - 120	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9
120 - 260	1,8	1,9	2	2,1	2,3
260 - 500	2,4	2,5	2,6	2,7	2,9
500-	2,7	2,8	2,9	3	3,2

○  $\delta_2$  ...SIMÍTO RÁHAGYÁSOK (HOMLOKESZTERGÁLÁS)

2.9. táblázat

MUNKADARAB HOSSZA [mm]	ÁTMÉRŐ				
	÷18	18 - 50	50 - 120	120 - 260	260-...
÷18	0,6	0,7	0,8	*	*
18 - 50	0,7	0,8	0,9	0,9	*
50 - 120	0,9	0,9	1	1	1,1
120 - 260	1	1,1	1,1	1,2	1,3
260 - 500	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5
500-	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6

o  $\delta_3$  ...KÖSZÖRÜLÉSI RÁHAGYÁSOK (HOMLOKKÖSZÖRÜLÉS)

2.10. táblázat

MUNKADARAB HOSSZA [mm]	ÁTMÉRŐ				
	÷18	18 - 50	50 - 120	120 - 260	260-.....
÷18	0,3	0,3	0,3	*	*
18 - 50	0,3	0,3	0,4	0,4	*
50 - 120	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6
120 - 260	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6
260 - 500	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7
500-	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8

2.1.4.3. ÜREGESZTERGÁLÁS:  $\delta_1$  ...NAGYOLÓ

$\approx 0,7\delta_1$  (PALÁSTESZTERGÁLÁS)

$\delta_2$  ...SIMÍTÓ RÁHAGYÁSOK (ÜREGESZTERGÁLÁS)

2.11. táblázat

NYÍLÁS ÁTMÉRŐ [mm] ↓	I MUNKADARAB HOSSZ					
	÷63	63÷100	100÷160	160÷250	250÷400	400÷360
10	0,9	*	*	*	*	*
10÷18	1	1	*	*	*	*
18÷30	1,1	1,1	1,1	*	*	*
30÷50	1,1	1,2	1,2	1,2	*	*
50÷80	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	*
80÷120	1,3	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6
120÷180	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7
180÷260	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8
260÷360	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9

o  $\delta_3$  ...KÖSZÖRÜLÉSI RÁHAGYÁSOK (ÜREGESZTERGÁLÁS)

2.12. táblázat

NYÍLÁSÁTMÉRŐ [mm] ↓	[I] MUNKADARABHOSSZ					
	÷63	63÷100	100÷160	160÷250	250÷400	400÷360
10	0,9	*	*	*	*	*
10÷18	1	1	*	*	*	*
18÷30	1,1	1,1	1,1	*	*	*
30÷50	1,1	1,2	1,2	1,2	*	*
50÷80	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	*
80÷120	1,3	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6
120÷180	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7
180÷260	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8
260÷360	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9

## 2.1.5. SEBESSÉGEK

Az elméleti számítás, (1.13.) a WALICH és (1.12.) a KRONENBERG féle módszer szerint lehetséges. A (2.10.) táblázat, (esztergálásra vonatkozó) tájékoztató jellegű adatokat tartalmaz.

### o HASZNÁLT ANYAGOK ÉS FŐ FORGÁCSOLÁSI SEBESSÉGEK

2.13. táblázat

FORGÁCSOLÓ SEBESSÉG (esztergálás) $V_{C60}$						
SZERSZÁMANYAG						
MUNKADARAB	GYORSACÉL		KEMÉNYFÉM		KERÁMIA	
	NAGYOLÁS	SIMÍTÁS	NAGYOLÁS	SIMÍTÁS	NAGYOLÁS	SIMÍTÁS
ACELOK	10÷60	30÷80	60÷400	200÷500	200÷800	300÷1200
ÖNTÖTTVAS	7÷45	20÷50	40÷250	140÷350	140÷560	200÷800
Cu, Cu ötvözetek	18÷100	50÷150	100÷700	300÷900	320÷1400	500÷1600
Al ötvözetek	40÷240	120÷320	240÷1200	800÷1500	800÷1600	800÷1800

Mivel a sebességek ( $T_1=60$  perc) hatvanperces élettartamra vonatkoznak, át kell őket számítani a tetszőleges ( $T$ ) élettartamra.

Egy meghatározott ( $T$ ) élettartamra:

$$T_1 = 60 \quad V_1 = V_{60,gyártó} \quad V_2 = V_C \quad T_2 = T \quad (2.3.)$$

A (1.37.) Taylor-egyenlet a sebesség és az élettartam következő viszonyaira utal :

$$\frac{V_1}{V_2} \left( \frac{T_1}{T_2} \right)^{\left( \frac{1}{k} \right)} = 1 \quad (2.4.)$$

Helyettesítsük be a (2.4.) egyenletbe a (2.3.) adatokat:

⇓

$$\frac{V_{60,gyártó}}{V_C} \left( \frac{60}{T} \right)^{\left( \frac{1}{k} \right)} = 1 \quad \Rightarrow V_C = V_{60,gyártó} \cdot \left( \frac{60}{T} \right)^{\left( \frac{1}{k} \right)} \quad (2.5.)$$

A szerszám sebességbírását, a szerszámgyártó adataiból, vagy a (1.13.) WALICH megközelítő módszer alapján határozzuk meg:

$$V_{60,gyártó} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{sz,60}}{1000} \leq \frac{C_V}{a^x \cdot f^y} \quad (2.6.)$$

Behelyettesítve a (2.6.) egyenletet a (2.5.) egyenletbe, ( $T_I=60$  perc) a hatvanperces élettartamra vonatkozó forgácsolási sebesség képletét kapjuk:

$$V_C \left[ \frac{m}{perc} \right] = V_{60,gyártó} \cdot \left( \frac{60}{T} \right)^{\left( \frac{1}{k} \right)} = \frac{C_V}{a^x \cdot f^y} \cdot \left( \frac{60}{T} \right)^{\left( \frac{1}{k} \right)} \quad (2.7.)$$

## 2.1.6. ELŐTOLÁSSZÁMÍTÁS

Az előtolás értékét három kritérium szerint kell számítani:

- A szerszám teherbírása szerint
- A munkadarab igényelt felületi érdessége szerint.
- A munkadarab megengedett alakváltozása szerint.

### 2.1.6.1. ELŐTOLÁSSZÁMÍTÁS A SZERSZÁM TEHERBÍRÁSA SZERINT:

A szerszámot a fő forgácsolóerő három összetevője terheli. Az erők térbeli elrendezése, valamint a szerszám mértani jellemzői a (2.1.) ábrán láthatók. Ezek megközelítő arányai:

$$\vec{F}_c : \vec{F}_p : \vec{F}_f \approx 5 : 2 : 1$$

↓

$$\begin{aligned} F_p &= 0,4 \cdot F_c \\ F_f &= 0,2 \cdot F_c \end{aligned}$$

(2.8.)

A (2.1.) ábra szerint, a szerszámszár összetett feszültségi igénybevételnek van kitéve. Ha a szerszámot hosszú rúdnak tekintjük, valamennyi feszültség normálfeszültség jellegű lesz.

$$\begin{aligned}\sigma_z &= \frac{M_z}{W_z} = \frac{F_c \cdot l_n - F_p \cdot \frac{h}{2}}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2} \\ \sigma_y &= \frac{M_y}{W_y} = \frac{F_f \cdot l_n}{\frac{1}{6} \cdot h \cdot b^2} \\ \sigma_c &= \frac{F_p}{A} = \frac{F_p}{b \cdot h}\end{aligned}\quad (2.9.)$$

Ezek a feszültségek az (x) tengely irányában hatnak, tehát össze lehet őket adni ( $\sigma_R$  - eredő feszültség):

$$\sigma_R = \frac{F_c \cdot l_n - 0,4 \cdot F_c \cdot \frac{h}{2}}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2} + \frac{0,2 \cdot F_c \cdot l_n}{\frac{1}{6} \cdot h \cdot b^2} + \frac{0,2 \cdot F_c}{b \cdot h}\quad (2.10.)$$

Ezt követően, használjuk a következő rövidítéseket:

$$\begin{aligned}\frac{h}{l} &= e & \frac{l_n}{h} &= g \\ \frac{6 \cdot g + 1,2 \cdot e \cdot g - 0,8}{b^2 \cdot e} &= c_0\end{aligned}\quad (2.11.)$$

A (2.8. és 2.11.) rövidítéseket használva, a (2.10.) egyenlet a következő formát veszi fel:

$$\begin{aligned}\sigma_R &= \frac{F_c \cdot l_n - 0,4 \cdot F_c \cdot \frac{h}{2}}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2} + \frac{0,2 \cdot F_c \cdot l_n}{\frac{1}{6} \cdot h \cdot b^2} + \frac{0,2 \cdot F_c}{b \cdot h} \\ &\Downarrow \\ \sigma_R &= F_c \cdot \frac{6 \cdot g + 1,2 \cdot e \cdot g - 0,8}{b^2 \cdot e} = F_c \cdot c_0\end{aligned}$$

$$F_c = \frac{\sigma_R}{c_0} \Rightarrow \sigma_R = F_c \cdot c_0\quad (2.12.)$$

Az előző egyenletnél, az erőt meghatározó (1.28.) bővített módszert alkalmazzuk:

$$F_c = C_K \cdot a^{x_1} \cdot f^{y_1}\quad (2.13.)$$

Eszerint:

$$\sigma_R = C_K \cdot a^{x_1} \cdot f^{y_1} \cdot c_0\quad (2.14.)$$

A szerszám biztonságos működtetésének szilárdsági feltétele:

$$\sigma_R \leq \frac{R_m}{\nu} \quad (2.15.)$$

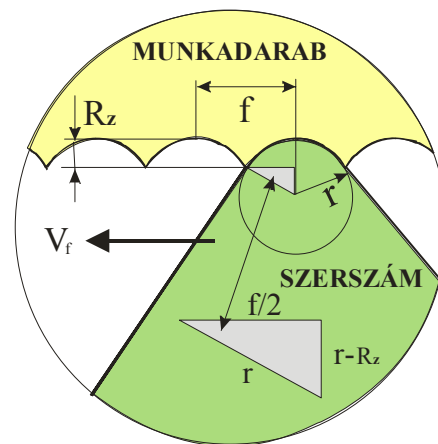
A (2.14. és 2.15.) egyenletek bal oldalai megegyeznek, tehát:

$$C_K \cdot a^{x_1} \cdot f^{y_1} \cdot c_0 \leq \frac{R_m}{\nu} \quad (2.16.)$$

A (2.16.) egyenletből, a szerszámszár teherbírása szerinti, fordulatonkénti előtolást határozzuk meg:

$$f' \left[ \frac{\text{mm}}{\text{ford.}} \right] \leq \sqrt[3]{\frac{R_m}{c_0 \cdot C_K \cdot a^{x_1} \cdot \nu}} \quad (2.17.)$$

### 2.1.6.2. ELÓTOLÁSSZÁMÍTÁS A MUNKADARAB ( $R_z$ ) IGÉNYELT FELÜLETI ÉRDESSÉGE SZERINT



2.6. ábra

A (2.6.) ábra szerint, a megjelölt derékszögű háromszögből (Püthagorasz-tétele alapján):

$$\left( \frac{f''}{2} \right)^2 + (r - R_z)^2 = r^2 \quad (2.18.)$$

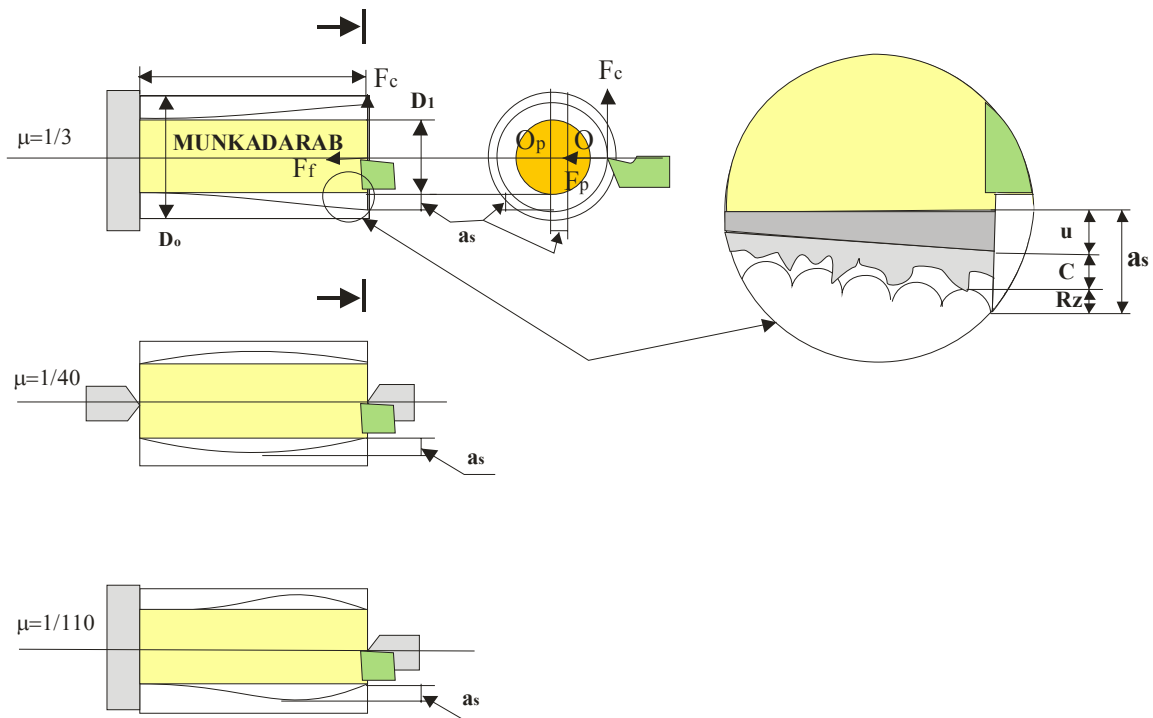
A (2.18.) egyenletet felbontjuk:

$$\left( \frac{f''}{2} \right)^2 + r^2 - 2 \cdot r \cdot R_z + R_z^2 = r^2 \quad R_z^2 \approx 0$$

⇓

$$f'' \left[ \frac{\text{mm}}{\text{ford.}} \right] \leq \sqrt{8 \cdot r \cdot R_z} \quad (2.19.)$$

### 2.1.6.3. ELŐTOLÁSSZÁMÍTÁS A MEGENGEDETT ALAKVÁLTOZÁS SZERINT:



2.7. ábra

Az ( $u_s$ ) megengedett alakváltozás, az utolsó forgácsolási (simító) fogásra vonatkozik. A megengedett alakváltozás értékét a műhelyrajzon feltüntetett, megengedett ( $T_t$ ) – tűréstartomány szerint határozzuk meg.

Tapasztalat alapján:

$$u_s \leq \frac{1}{6} T_t \quad (2.20.)$$

A (2.7.) ábrán, szematikusan, fel vannak tüntetve a nagyolásból (előző megmunkálás) visszamaradt rétegek, melyeket a simítás során el kell távolítani. Ezeknek a rétegeknek az összege képezi a simító megmunkálás minimális fogásmélységét:

$$a_s \geq (u + R_z + C)_{NAGYOLÓ} \quad (2.21.)$$

Ebből arra lehet következtetni, hogy a táblázati értékek akkor alkalmazhatók, ha nagyobbak:

$$\frac{\delta_2}{2} \geq a_s \quad (2.22.)$$

Értelmezés:

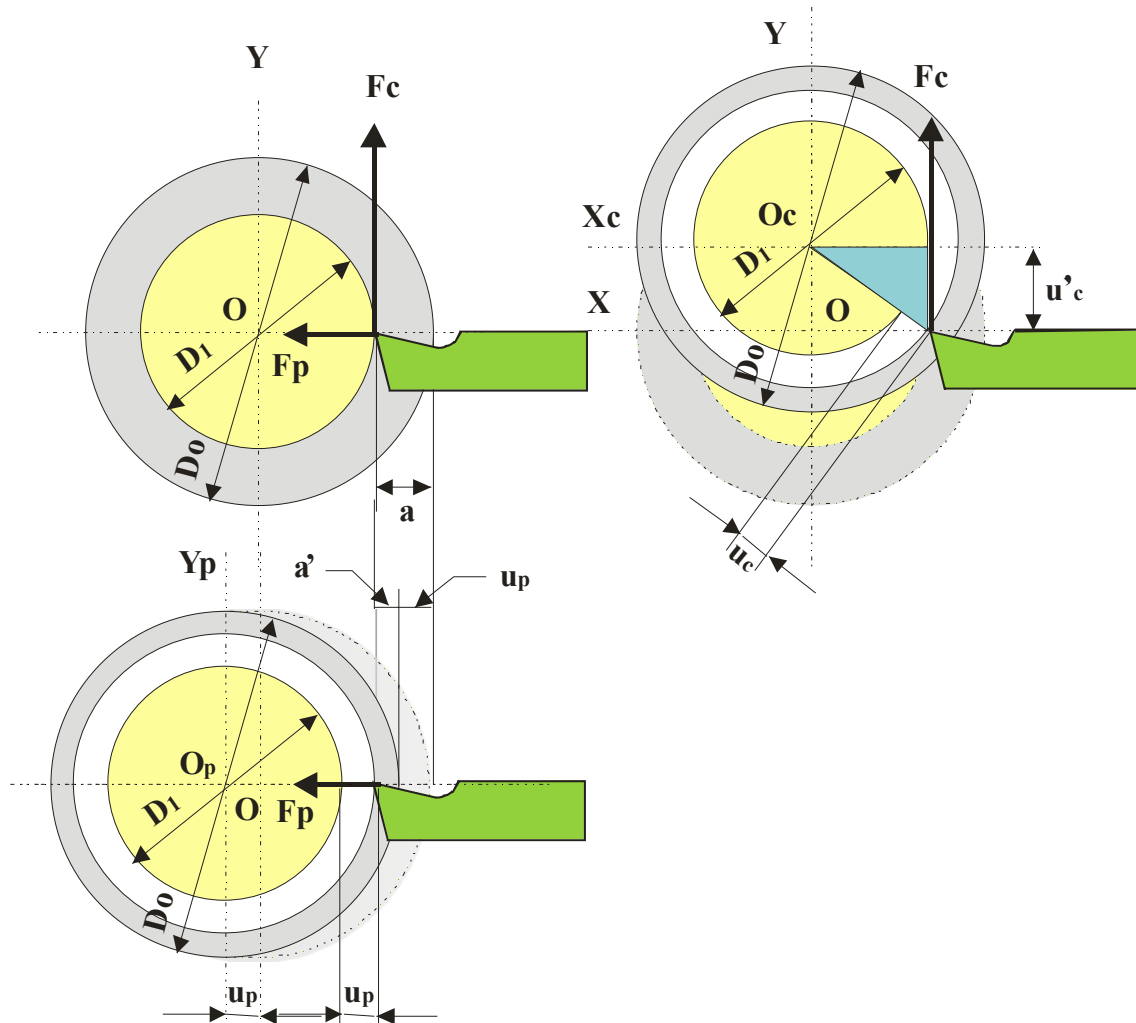
$u$  [mm] .....nagyolásból visszamaradt alakváltozás

$R_z$  [mm] .... nagyolásból visszamaradt érdesség (1.16. táblázat)

$C$  [µm] ..... nagyolásból visszamaradt sérült réteg (1.18. táblázat)

- A ( $u$ ) NAGYOLÁSBÓL VISSZAMARADT ALAKVÁLTOZÁS
  - A FŐ FORGÁCSOLÓERŐ HATÁSÁRA LÉTREJÖTT ALAKVÁLTOZÁS

A (2.8.) ábrán, a megjelölt derékszögű háromszögből (Püthagorasz-tétel) :



2.8. ábra

$$\left(\frac{D_1}{2}\right)^2 + (u_c')^2 = \left(\frac{D_1}{2} + u_c\right)^2$$

⇓

$$(u_c')^2 = D_1 \cdot u_c + u_c^2 \quad (2.23)$$

Az ( $F_C$ ) fő forgácsolóerő által létrejött ( $u_c$ ) radiális alakváltozás négyzetét (másodfokú kis érték), figyelmen kívül lehet hagyni) - (2.10. ábra - jobb)

$$u_c^2 \approx 0$$

Ekkor a (2.24.) egyenletből, a  $(u_c)$  radiális alakváltozás:

$$u_c = \frac{(u_c)^2}{D_1} \Rightarrow 0 \quad (2.24.)$$

A  $(u_c)^2$  másodfokú kis érték és a reális  $(D_1)$  nagy érték hányadosa, technológiai szempontból tekintve, elhanyagolható.

### ▪ A KERESZTIRÁNYÚ - BEHATOLÓ FORGÁCSOLÓERŐ ÁLTAL LÉTREJÖTT ALAKVÁLTOZÁS

Az  $(F_p)$  radiális (keresztirányú) forgácsolóerő által létrejött  $(u_p)$  radiális alakváltozás (kihat az átmérő értékére)-(2.8. ábra - alul)

$$u_p = \mu \cdot \frac{F_{p \text{ nagy.}} \cdot l^3}{E \cdot I} \quad (2.25.)$$

A  $(\mu)$  mértani jellemző, és a munkadarab befogásától függ. A különböző befogásoknak megfelelő értékeket a (2.7.) ábra bal oldala mutatja.

Ha felhasználjuk az (1.18.) megközelítő erőarányt

$$u_p = \mu \cdot \frac{0,4 F_{c \text{ nagy.}} \cdot l^3}{E \cdot I} \quad (2.26.)$$

### ▪ AZ ELŐTOLÓ FORGÁCSOLÓERŐ ÁLTAL LÉTREJÖTT ALAKVÁLTOZÁS

Az  $(F_f)$  előtoló forgácsolóerő által létrejött  $(u_f)$  alakváltozás (az érték minimális, és nem hat ki az átmérőre – hosszirányú) - (2.8. ábra)

$$u_f = 0 \quad (2.27.)$$

A nagyolásból visszamaradó (2.24., 2.25., 2.27.) értékek összege, a radiális alakváltozást eredményezi:

$$u = u_f + u_c + u_p \quad (2.28.)$$

⇓

$$u [mm] \approx \mu \cdot \frac{0,4 \cdot F_{c \text{ nagy.}} \cdot l^3}{E \cdot I} \quad (2.29.)$$

- **A NAGYOLÁSBÓL VISSZAMARADT ÉRDESSÉG**

$$R_z [mm] = \frac{f_{nagyoló}^2}{8 \cdot r_{nagyoló}} \quad (2.30.)$$

A kapott (nagyolásból visszamaradt (2.29. és 2.30.)) értékeket behelyettesítjük az (2.21.) egyenletbe, és megkapjuk a simításra vonatkozó legkisebb fogásmélységet:

$$a_s = (u + R_z + C)_{NAGYOLÓ} = \mu \cdot \frac{0,4 \cdot F_{c_{nagy.}} \cdot l^3}{E \cdot I} + R_z + C \quad (2.31.)$$

- **FŐ SIMÍTÓ FORGÁCSOLÓERŐ ( $F_{cs}$ )**

A (1.28.) képletet használva:

$$F_{cs} = C_K \cdot a_s^{x_1} \cdot f^{m \cdot y_1} \quad (2.32.)$$

A (2.8.) ábrán látható, hogy a keresztirányú alakváltozás során a fogásmélység csökken, és egyensúlyi állapotban eléri az ( $a_s'$ ) értéket, mely a (2.33.) forgácsolóerő számításakor mérvadó:

$$a_s' = a_s - u_{ps} = a_s - u_s \quad (2.33.)$$

A (2.33.) ( $a_s'$ ) értéket behelyettesítjük a (2.32.) egyenletbe:

$$F_{cs} = C_K \cdot (a_s - u_s)^{x_1} \cdot f^{m \cdot y_1} \quad (2.34.)$$

A simító eljárás során létrejött radiális alakváltozások nem haladhatják meg a simításnál előírt túréstartomány hatodát (tapasztalati adat) ( $\frac{1}{6} T_s$ ):

$$u_s \leq \frac{1}{6} T_s \quad (2.35.)$$

A (2.29.) egyenlet alapján, a simítás során létrejött keresztirányú alakváltozás:

$$u_s \approx \mu \cdot \frac{0,4 \cdot F_{cs} \cdot l^3}{E \cdot I} \quad (2.36.)$$

Az előző egyenletbe behelyettesítjük az ( $F_{cs}$ ) simításra vonatkozó fő simító forgácsolóerőt (2.34.), és alkalmazzuk a (2.35.) feltételt:

$$\begin{aligned}
 u_s &\approx \mu \cdot \frac{0,4 \cdot F_{cs} \cdot l^3}{E \cdot I} = \mu \cdot \frac{0,4 \cdot C_K \cdot (a_s - u_s)^{x_1} \cdot f^{m \cdot y_1} \cdot l^3}{E \cdot I} \\
 &= \mu \cdot \frac{0,4 \cdot C_K \cdot \left(a_s - \frac{1}{6} T_s\right)^{x_1} \cdot f^{m \cdot y_1} \cdot l^3}{E \cdot I} \leq \frac{1}{6} T_s
 \end{aligned}
 \tag{2.37.}$$

A (2.37.) egyenletből kifejezzük az ( $f'''$ ) megengedett, simításra vonatkozó fordulatonkénti előtolás értékét:

$$f''' \left[ \frac{mm}{ford.} \right] = \sqrt[3]{\frac{T_s \cdot E \cdot I}{\mu \cdot 2,4 \cdot C_K \cdot \left(a_s - \frac{1}{6} T_s\right)^{x_1} \cdot l^3}}
 \tag{2.38.}$$

## o MÉRVADÓ FORDULATONKÉNTI ELŐTOLÁSOK

A kiszámított értékek közül, a kisebb a mérvadó. A mérvadó érték meghatározását követően, az (1.7.) táblázatból ki kell választani a legközelebbi kisebb, szabványos előtolást, (vagy a rendelkezésre álló gépen található – beállítható kisebb előtolást).

### • NAGYOLÁS ESETÉN

Nagyolás esetén mérvadók a (2.17. és 2.19.) szerszám teherbírása és a felületi érdesség szerint számított értékek:

$$f \left[ \frac{mm}{ford.} \right] = \min(f', f'') \Rightarrow GÉP
 \tag{2.39.}$$

### • SIMÍTÁS ESETÉN

Simítás esetén, mérvadók a (2.19. és 2.38.) felületi érdesség, és a végleges tűrstartomány szerint számított értékek:

$$f \left[ \frac{mm}{ford.} \right] = \min(f'', f''') \Rightarrow GÉP
 \tag{2.40.}$$

## 2.1.7. FORDULATSZÁM-SZÁMÍTÁS

A fordulatszámokat a következő két kritérium szerint lehet számítani:

- A használt szerszám sebességbírása szerint.
- Az alkalmazott gép teherbírása szerint.

### 2.1.7.1. FORDULATSZÁM-SZÁMÍTÁS A SZERSZÁM SEBESSÉGBÍRÁSA SZERINT

A szerszám sebességbírását, a szerszámgyártó adataiból, vagy a WALICH megközelítő módszer alapján számított, tetszőleges ( $T$ ) élettartamra határozzuk meg, az (1.13., 1.37.) egyenletek alapján.:

$$V_C = V_{60,gyártó} \cdot \left(\frac{60}{T}\right)^{\left(\frac{1}{k}\right)} = \frac{C_V}{a^x \cdot f^y} \cdot \left(\frac{60}{T}\right)^{\left(\frac{1}{k}\right)} \leq \frac{D \cdot \pi \cdot n_{sz,T}}{1000} \quad (2.41.)$$

A (2.41.) egyenletből, az alkalmazott szerszám sebességbírása és a meghatározott élettartamnak megfelelő ( $n_{sz,T}$ ) fordulatszámra vonatkozó képletet kapjuk:

$$n_{sz,T} \left[ \frac{\text{ford.}}{\text{perc}} \right] = n_{sz} \leq \frac{320 \cdot C_V}{D \cdot a^x \cdot f^y} \cdot \left(\frac{60}{T}\right)^{\left(\frac{1}{k}\right)} = \frac{320}{D} \cdot V_{60} \left(\frac{60}{T}\right)^{\left(\frac{1}{k}\right)} \quad (2.42.)$$

### 2.1.7.2. FORDULATSZÁM-SZÁMÍTÁS A SZERSZÁMGÉP TELJESÍTMÉNYE SZERINT

A gép teljesítménye, a motor névleges teljesítményének és a hatásfok értékének a szorzata: ( $P_{motor} \cdot \eta_m$ ):

$$P_{motor} \cdot \eta_m \geq \frac{F_C \cdot V_C}{60 \cdot 1000} = \frac{(C_K \cdot a^{x_1} \cdot f^{y_1}) \cdot \frac{D \cdot \pi \cdot n_g}{1000}}{60 \cdot 1000} \quad (2.43.)$$

$$n_g \left[ \frac{\text{ford.}}{\text{perc}} \right] \leq \frac{P_{motor} \cdot \eta_m \cdot 10^7 \cdot 1,95}{C_K \cdot a^{x_1} \cdot f^{y_1} \cdot D} \quad (2.44.)$$

A (2.43.) egyenletből, az alkalmazott gép, ( $n_g$ ) fordulatszámára vonatkozó képletét kapjuk:

### 2.1.7.3. MÉRVADÓ FORDULATSZÁM

A kiszámított értékek közül, a kisebb a mérvadó. A mérvadó érték meghatározását követően, az (1.6.) táblázatból ki kell választani a legközelebbi kisebb szabványos fordulatszámot, (vagy a rendelkezésre álló gépen található – beállítható kisebb értéket).

$$n \left[ \frac{\text{ford.}}{\text{perc}} \right] = \min(n_{sz}, n_g) \Rightarrow GÉP \quad (2.45.)$$

## 2.1.8. FŐ GÉPIDŐ

### 2.1.8.1. PALÁSTESZTERGÁLÁS

$$t_{fg} [perc] = i \cdot \frac{L}{n \cdot f} \quad (2.46.)$$

$L$  [mm] .....mégmunkáló BRUTTÓ hossz

$i$ .....fogások száma

$n$ [ford./perc].....alkalmazott fordulatszám.

$F$  [mm/ford.]..... alkalmazott előtolás.

### 2.1.8.2. HOMLOKESZTERGÁLÁS

$$t_{fg} [perc] = i \cdot \frac{D_{max} - D_{min}}{2 \cdot n \cdot f_{radiális}} \quad (2.47.)$$

### 2.1.8.3. FOGÁSOK SZÁMA

$$i = \frac{D_{max} - D_{min}}{2 \cdot a} \quad (2.48.)$$

*Az első nagyobb egész számot kell alkalmazni*

## 2.1.9. HASZNÁLT TELJESÍTMÉNY

A számítás során ügyelni kell a mértékegységek homogenitására.

$$P = F_C \cdot V_C = C_K \cdot a^{x_1} \cdot f^{y_1} \cdot \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000 \cdot 60} \cdot \frac{1}{1000}$$

⇓

$$P = \frac{C_K \cdot a^{x_1} \cdot f^{y_1} \cdot D \cdot n}{\eta_m \cdot 10^7 \cdot 1,95} \quad [kW] \quad (2.49.)$$

### 2.1.10. FORGÁCSOLÁSI TERMELÉKENYSÉG

$$Q = f \cdot a \cdot V_c \cdot q = \frac{f}{100} \cdot \frac{a}{100} \cdot \frac{D \cdot \pi \cdot n}{100} \cdot q \quad g \left[ \frac{kg}{dm^3} \right] \quad (2.50)$$

⇓

$$Q = \frac{f \cdot a \cdot D \cdot \pi \cdot n}{10^6} \cdot q \quad \left[ \frac{kg}{perc} \right] \quad (2.51.)$$

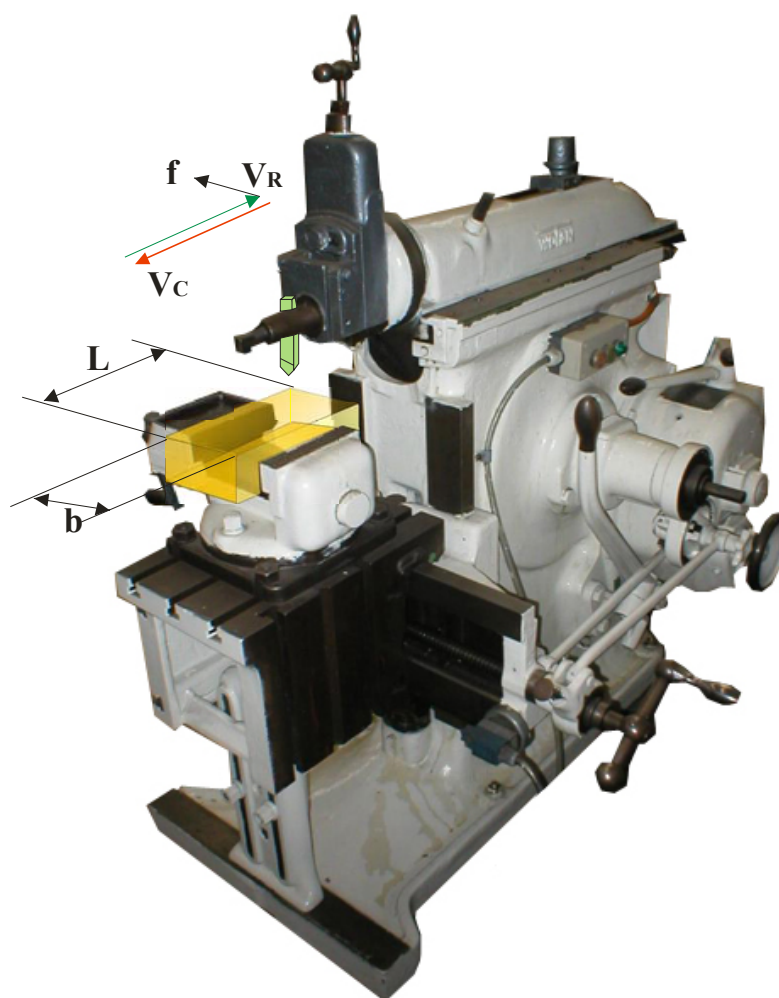
#### ▪ KÉRDÉSEK

- Melyek az esztergáló munkatér technológiai jellemzői?
- Melyek az esztergáló munkatér mértani jellemzői?
- Nevezze meg az esztergáló gépek alap csoportjait!
- Melyek az esztergáló szerszám részei?
- Melyek az esztergáló szerszám alapvető kialakítási formái?
- Hogy határozzák meg, táblázati módszerrel a fogásmélységet?
- Milyen sebességtartományokban működtetik a dolgozó rész anyagait?
- Melyek az előtolásszámítások használt kritériumok?
- Előtolásszámítás a szerszám teherbírása szerint.
- Előtolásszámítás a munkadarab előírt felületi érdessége szerint.
- Előtolásszámítás a munkadarab megengedett alakváltozása szerint.
- Mérvadó előtolás meghatározása.
- Melyek a fordulatszámok számítására használt kritériumok?
- Fordulatszám-számítás a szerszám sebességbírása szerint.
- Fordulatszám-számítás a szerszám gép teljesítménye szerint.
- Mérvadó fordulatszám meghatározása.
- A fő gépidő számítása.
- A fogások számának meghatározása.
- Használt gépteljesítmény számítása.
- A forgácsolás termelékenységének számítása.

## 2.2. GYALULÁS

A gyalulást egy végtelenül nagy átmérőjű munkadarab esztergálásának lehet tekinteni. Ezért a technológiai adatok számítására vonatkozó elmélet egészében megegyezik az esztergálásnál használtakkal. Kivételt csak a fogásmélység és a forgácsolási sebesség meghatározása képez.

### 2.2.1. GÉP ÉS MUNKATÉR



[TOS HM45]

2.9. ábra

A gyalulási folyamat technológiai adatai a következők:

- $a$  [mm] .....fogásmélység.
- $f$  [ mm/k.lök.] ...kettőslöketenkénti előtolás.
- $n_k$  [ k.lök./perc ]...percenkénti kettőslöketszám .

A gyalulási munkatér mértani adatai a következők:

- $l_n$  [mm] .....készár hossza.
- $b$  [mm] .....készár szélessége.
- $h$  [mm] .....készár magassága.
- $L$  [mm] .....munkadarab hossza.

### 2.2.2. SZERSZÁMOK

A szerszámok alap-kivitelezési formái megegyeznek az esztergálásnál alkalmazottakkal (külső nagyoló megmunkálásra alkalmazott formákkal).

### 2.2.3. FOGÁSMÉLYSÉG

A gyalulásnál alkalmazott ( $a$ ) fogásmélységeket az esztergálásnál megismert táblázatokból lehet kiválasztani, azzal a különbséggel, hogy a teljes ( $\delta_{esztergáló}$ ) értéket használjuk, mivel a forgácsolás csak a munkadarab egyik oldalán történik:

$$a = \delta_{esztergáló} \quad (2.52.)$$

### 2.2.4. SEBESSÉGEK

A ( $V_c$ ) fő forgácsolási sebességet az esztergálásnál használt értékek alapján határozzuk meg, de mivel a szerszámot befogó készülék mozgása a megmunkálási folyamat stabilitását rontja, a ténylegesen alkalmazott értékeket némileg csökkentjük:

$$V_c \left[ \frac{m}{perc} \right] \cong (0,5 \div 0,7) V_{c,ESZTERGÁLÓ} \quad (2.53.)$$

A gyalulás, a szerszám szakaszos egyenes vonalú mozgásából jön létre (kettőslöketek). A szerszám gép tulajdonságától függően, a mozgások sebességei nem egyeznek meg, vagyis a következő sebességeket különböztethetjük meg:

A sebességek összefüggését a következő ( $K$ ) sebességarány adja:

$$K = \frac{V_r}{V_c} \quad (2.54.)$$

Értelmezés:

$V_c$  [ m/min ] ...forgácsolósebesség

$V_r$  [ m/min ] .....hátramenet sebessége

Az egy ciklusra (kettőslöketre) szükséges idő a ( $t_c$ ) forgácsolás és a ( $t_r$ ) hátramenet idejéből tevődik össze:

$$t = t_c + t_r = \frac{L}{V_c} + \frac{L}{V_r} = \frac{1}{n_K} \Rightarrow \frac{L}{V_c} \left( 1 + \frac{V_c}{V_r} \right) = \frac{1}{n_K} \quad (2.55)$$

Behelyettesítve a (2.54.) ( $K$ ) sebességarányt, meghatározható a ( $V_c$ ) forgácsolósebesség, a szerszám járata ( $L$ ), a sebességarány ( $K$ ), és a kettőslöketszám ( $n_K$ ) függvényében:

$$V_c \left[ \frac{m}{perc} \right] = \frac{L}{1000} \cdot n_K \cdot \left( \frac{K+1}{K} \right) \quad (2.56)$$

## 2.2.5. ELŐTOLÁSSZÁMÍTÁS

Az ( $f$ ) ELŐTOLÁSSZÁMÍTÁS megegyezik az esztergálásnál alkalmazott eljárással (a simításnál figyelmen kívül hagyható az alakváltozásokra vonatkozó ( $f'''$ ) érték, hiszen a gyalulás során a munkadarab nem deformálódik.

**NAGYOLÁS ESETÉN**

**SIMÍTÁS ESETÉN**

$$f \left[ \frac{mm}{k.lök.} \right] = \min(f', f'') \Rightarrow GÉP$$

$$f \left[ \frac{mm}{k.lök.} \right] = \min(f'') \Rightarrow GÉP \quad (2.57.)$$

## 2.2.6. KETTŐSLÖKETEK SZÁMÍTÁSA

A ciklusok számát kettőslöketek formájában számítjuk, mivel a szerszámgépeken is ily módon lehet elvégezni a beállításokat.

A kettőslöketek számát a következő két kritérium szerint lehet számítani:

- A használt szerszám sebességbírása szerint.
- Az alkalmazott gép teherbírása szerint.

### 2.2.6.1. KETTŐSLÖKET A SZERSZÁM SEBESSÉGBÍRÁSA SZERINT

A szerszám sebességbírását, a szerszámgyártó adataiból, vagy a (1.13.) WALICH megközelítő módszer alapján határozzuk meg:

$$V_C \approx \frac{C_v}{a^x \cdot f^y} = \frac{L}{1000} \cdot n_{Ksz} \cdot \left( \frac{K+1}{K} \right)$$

Az előbbi egyenletből meghatározható a kettőslöketek száma

$$n_{Ksz} \left[ \frac{k.lök.}{perc} \right] \leq \frac{1000 \cdot K \cdot C_v}{L \cdot (K+1) \cdot a^x \cdot f^y} \quad (2.58.)$$

### 2.2.6.2. KETTŐSLÖKET-SZÁMÍTÁS A SZERSZÁMGÉP TELJESÍTMÉNYE SZERINT

A gép teljesítménye, a motor névleges teljesítményének és a határfok értékének a szorzata: ( $P_{motor} \cdot \eta_M$ ):

$$P \cdot \eta_M = \frac{F_C \cdot V_C}{60 \cdot 1000} = \frac{(C_K \cdot a^{x_1} \cdot f^{y_1}) \cdot \frac{L}{1000} \cdot n_{Kg} \cdot \left( \frac{K+1}{K} \right)}{60 \cdot 1000} \quad (2.59.)$$

$$n_{Kg} \left[ \frac{k.lök.}{perc} \right] = \frac{6 \cdot 10^7 \cdot P \cdot \eta_M \cdot K}{C_K \cdot a^{x_1} \cdot f^{y_1} \cdot L \cdot (K+1)} \quad (2.60.)$$

### 2.2.6.3. MÉRVADÓ KETTŐSLÖKETSZÁM

A kiszámított értékek közül, a kisebb a mérvadó. A mérvadó érték meghatározását követően, az (1.6.) táblázatból ki kell választani a legközelebbi kisebb szabványos kettőslöketszámot (fordulatszámot), (vagy a rendelkezésre álló gépén található – beállítható kisebb értéket).

$$n_K \left[ \frac{k.lök.}{perc} \right] = \min(n_{Ksz}, n_{Kg}) \Rightarrow GÉP \quad (2.61.)$$

### 2.2.7. FŐ GÉPIDŐ

$$t_{fg} [perc] = i \cdot \frac{B}{n_K \cdot f} \quad (2.62.)$$

Értelmezés:

$B$  [mm].....munkadarab szélessége.

$n_K$  [ford./k.lök.] .....kettőslöketszám

$f$  [ mm/k.lök.].....előtolás

### o FOGÁSOK SZÁMA

*Az első nagyobb egész számot kell alkalmazni*

$$i = \frac{RÉTEG}{a} \quad (2.63.)$$

### 2.2.8. HASZNÁLT TELJESÍTMÉNY

$$P = F_C \cdot V_C = C_K \cdot a^{x_1} \cdot f^{y_1} \cdot \frac{L \cdot (K+1) \cdot n}{6 \cdot 1000 \cdot 1000 \cdot \eta_M \cdot K} \quad (2.64)$$

⇓

$$P = \frac{L \cdot (K+1) \cdot n}{6 \cdot 10^7 \cdot \eta_M \cdot K} \quad [kW] \quad (2.65.)$$

### 2.2.9. FORGÁCSOLÁSI TERMELÉKENYSÉG

$$Q = f \cdot a \cdot V \cdot q_C = \frac{f}{100} \cdot \frac{a}{100} \cdot \frac{L \cdot n_{kg} \cdot \left(\frac{K+1}{K}\right)}{100} \cdot q \quad g \left[ \frac{kg}{dm^3} \right] \quad (2.66)$$

⇓

$$Q \left[ \frac{kg}{dm^3} \right] = \frac{f \cdot a \cdot L \cdot n_{kg} \cdot (K+1)}{K \cdot 10^6} \cdot q \quad (2.67.)$$

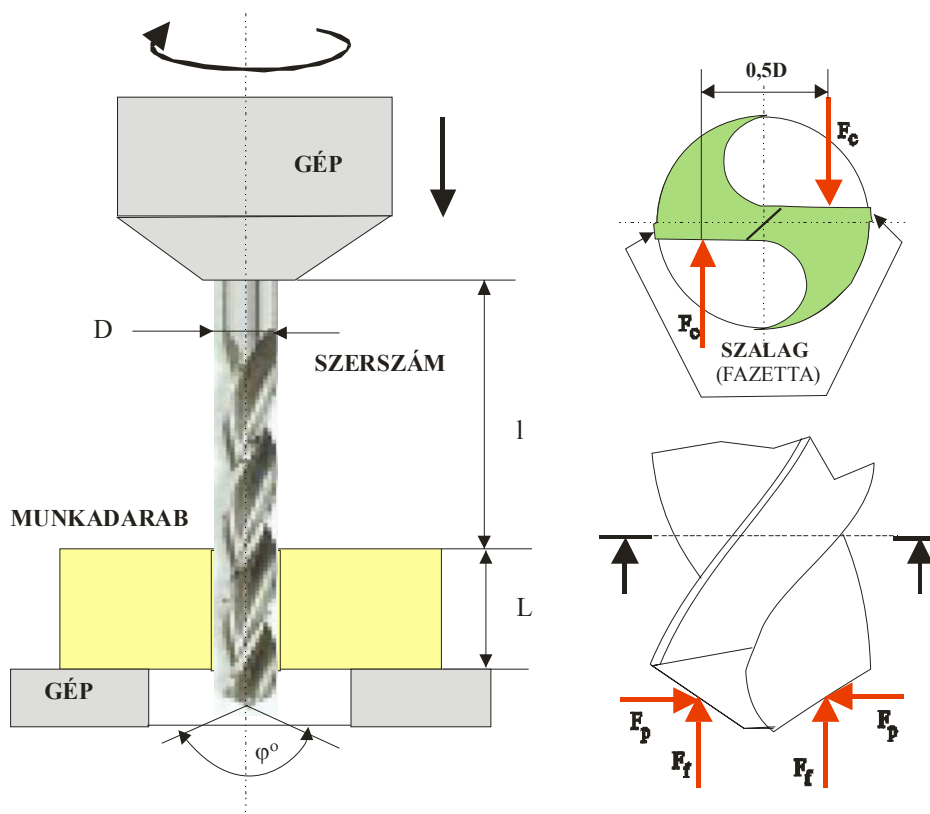
#### ▪ KÉRDÉSEK

- Mi a gyalulás technológiai alapja?
- Mely táblázati adatokat kell használni a technológiai adatok meghatározásakor?
- Mi a kettőslöketszám?
- Milyen sebességeket alkalmaznak a gyalulási folyamat során?
- Melyek a fő gépidő összetevői?

## 2.3. FÚRÁS

A fúrást, mint forgácsolási eljárást, egy belső, két dolgozórésszel felszerelt szerszámmal történő esztergálásnak lehet tekinteni. A különbség a fúrószerszám mértani (dolgozóréssze szögeinek) jellemzőiből adódik.

### 2.3.1. MUNKATÉR



2.10. ábra

Az fúrási folyamat technológiai adatai a következők:

**a** [mm].....fogásmélység.

**f** mm/ford.) .....fordulatonkénti előtolás.

**n** [ford./perc]....fordulatszám.

A fúrási munkatér mértani adatai a következők:

**D<sub>0</sub>** [mm].....megmunkálás-előtti átmérő.

**D<sub>1</sub>** [mm].....megmunkálást követő átmérő.

**l** [mm].....szerszámszár (szabad) hossza.

**φ<sup>o</sup>** .....szerszám csúcsszöge.

**l** [mm] .....munkadarab hossza.

- **CSÚCSSZÖG**

A fúroszerszám csúcsszögének, egyes munkadarabtól függő értékeit a következő (2.11.) táblázat tartalmazza:

2.14. táblázat

MUNKADARAB	R <sub>m</sub> [ N/mm <sup>2</sup> ]	HB	φ <sup>o</sup>
ÖTVÖZETLEN ACÉLOK	450		116
	550		116
ÖTVÖZÖTT ACÉL	650		118
	750		120
	850		125
ÖNTÖTTVAS		170	125
		190	125
		210	125
BRONZ		100-140	135
ALUM. ÖTV.			140

## 2.3.2. GÉPEK

- ASZTALI ÉS OSZLOP FÚRÓGÉP

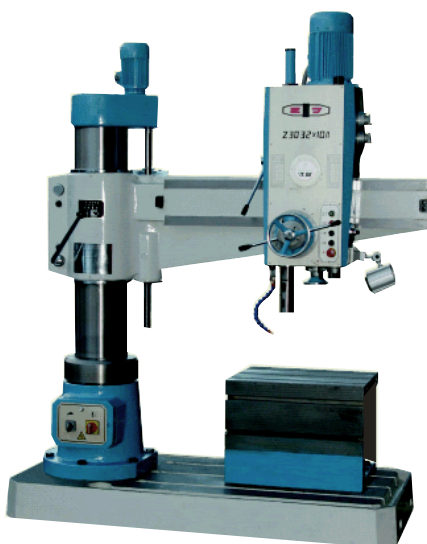


*[MAC PROMAC 210A]*



*[F.MOSEER XC40HY]*

- KONZOLL FÚRÓGÉP ÉS FÚRÓKÖZPONT



*[F.MOSER Z3032 x 10/1]*



*[KNUTH CNC DRILL PRESS B090]*

2.11. ábrák

### 2.3.3. SZERSZÁMOK



2.12. ábra

### 2.3.4. RÁHAGYÁSOK

$$a = \frac{\delta}{2}$$

(2.68.)

A ráhagyások megegyeznek a fogásmélységgel (nem lehet több fogással fúrni egy fúróval)

A következő (2.12. táblázat), hagyományos csigafúrókra érvényes ráhagyásokat tartalmaz:

2.15. táblázat

NYÍLÁSÁTMÉ	NAGYOLO $\delta_1$	SIMÍTÓ $\delta_2$	DÖRZS $\delta_3$
6	*	*	0,03
6÷10	*	*	0,04
10 ÷15	1,5	0,15	0,04
15÷18	1,7	0,15	0,04
18÷30	2,4	0,20	0,05
30÷50	3,0	0,25	0,06
50÷80	4,0	0,30	0,08
80÷100	*	0,35	0,09

### 2.3.5. SEBESSÉGEK

Fúrásnál a FORGÁCSOLÓSEBESSÉGEK-et leginkább a szerszámgyártó javasolja, de ha ilyen adatokkal nem rendelkezünk, empirikus megoldásokhoz kell folyamodnunk.

Empirikus, megközelítő módszer:

$$V_c \left[ \frac{m}{perc} \right] \approx \frac{C_v \cdot D^{x_0} \cdot \mu_0}{T^m \cdot f^{y_0}} \quad (2.69.)$$

A (2.69.) képletben használandó koefficienseket a (2.13. és 2.14.) táblázatokból lehet meghatározni.

2.16. táblázat

MUNKADARAB	$R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ]	HB	$C_v$	$x_0$	$y_0$	$m$
ÖTVÖZETLEN ACÉL	450		11,1	0,4	0,5	0,2
	550		9,3	0,4	0,5	0,2
	650		8	0,4	0,5	0,2
	750		7,1	0,4	0,5	0,2
ÖTVÖZÖTT ACÉL	650		6,3	0,4	0,5	0,2
	750		5,6	0,4	0,5	0,2
	850		5	0,4	0,5	0,2
	950		4,5	0,4	0,5	0,2
ÖNTÖTTVAS		170	14,4	0,25	0,4	0,125
		190	12,2	0,25	0,4	0,125
		210	10,5	0,25	0,4	0,125
BRONZ		100-140	23,4	0,25	0,55	0,125
ALUMÍNIUM	300		48,6	0,25	0,55	0,12

2.17. táblázat

<b>l/D</b> l-fűrő aktív hossza D -átmérő	<b><math>\mu_0</math></b>
2,5	1
3÷4	0,9-0,8
4÷5	0,8-0,7
5÷6	0,7-0,65
6÷8	0,65-0,6
8÷10	0,6-0,5

### 2.3.6. FORDULATONKÉNTI ELŐTOLÁSSZÁMÍTÁS

A fordulatszámok számítását a következő kritériumok alapján határozzuk meg:

- Tapasztalati (táblázati) adatok szerint.
- A fúrószerszám teherbírása szerint

#### 2.3.6.1. ELŐTOLÁS MEGHATÁROZÁSA TAPASZTALATI ADATOK ALAPJÁN:

A (2.15.) táblázati adatok hagyományos csigafűrők ( $f'$ ) előtolásaira vonatkoznak.

$$f' \left[ \frac{\text{mm}}{\text{ford.}} \right]$$

(2.70.)

2.18. táblázat

<b>ANYAG</b>	<b>Rm</b> [N/mm <sup>2</sup> ]	<b>ÁTMÉRŐ</b>	<b>SEBESSÉG</b> Vc [m/min]	<b>ELŐTOLÁS</b> f [mm/ford.]
ACÉL	500 ig	1÷10	25÷35	0,05÷0,18
	500 ig	10÷25	35÷45	0,18÷0,25
	500÷700	1÷10	25÷30	0,05÷0,18
	500÷700	10÷25	24÷40	0,18÷0,25
	800÷900	1÷10	15÷28	0,03÷0,12
	800÷900	10÷25	15÷28	0,12÷0,25
ÖNTÖTTVAS	200 ig	1÷10	20÷35	0,025÷0,27
	200 ig	10÷25	20÷35	0,27÷0,45
	200 ÷....	1÷10	15÷25	0,01÷0,17
	200 ÷....	10÷25	15÷25	0,17÷0,3

### 2.3.6.2. ELŐTOLÁSSZÁMÍTÁS A SZERSZÁM TEHERBÍRÁSA ALAPJÁN:

A fúrószerszámot terhelő torziós (csavaró) nyomaték (empirikus megközelítés)

$$M_t [N \cdot mm] = C_m \cdot D^X \cdot f^Y \quad (2.71.)$$

A fúrószerszámot terhelő axiális erő (empirikus megközelítés)

$$F_f [N] = C_F \cdot D^{X_1} \cdot f^{Y_1} \quad (2.72.)$$

A (2.71. és 2.72.) képletekben használt koefficiensok és kitevők értékei, a (2.16.) táblázatban vannak összefoglalva.

2.19. táblázat

MUNKADARAB	$R_m$ (N/mm <sup>2</sup> )	HB	$C_m$	$C_F$	X	$X_1$	Y	$Y_1$
ÖTVÖZETLEN ACÉLOK	450		240	570	2	1	0,8	0,9
	550		275	660				
	650		310	760				
	750		345	840				
ÖTVÖZÖTT ACÉL	650		345	840	2	1	0,8	0,9
	750		380	940				
	850		420	1030				
ÖNTÖTVAS		170	215	580	1,9	1	0,8	0,8
		190	235	625				
		210	250	665				
BRONZ, AI		100-140	122	315	1,6	1	0,7	0,7

A fúrószerszámot terhelő csavaró igénybevétel által létrejött tangenciális feszültségnek nem szabad meghaladnia a megengedett nyíró feszültség értékét ( $R_m$  – szakítószilárdság, ( $\nu$ ) biztonsági tényező):

$$\tau \left[ \frac{N}{mm^2} \right] = \frac{M_t}{W_o} \leq \frac{R_m}{\nu \cdot 1,4} \quad (2.73.)$$

A (2.73.) egyenletbe behelyettesítjük a torziós nyomaték értékét (2.71.), és a keresztmetszeti tényező megközelítő ( $W_o \approx \frac{D^3}{30}$ ) képletét:

$$\frac{C_m \cdot D^X \cdot f^{ny}}{D^3} \leq \frac{R_m}{v \cdot 1,4} \quad (2.74.)$$

Majd kifejezzük az ELŐTOLÁS SZÁMÍTÁSÁRA vonatkozó (2.75.) képletet:

$$f^n \left[ \frac{mm}{ford.} \right] \leq \sqrt[y]{\frac{R_m \cdot D^{3-X}}{v \cdot 42 \cdot C_m}} \quad (2.75.)$$

### 2.3.6.3. MÉRVADÓ FORDULATONKÉNTI ELŐTOLÁSOK

A kiszámított értékek közül a kisebb a mérvadó. A mérvadó érték meghatározását követően, az (1.7.) táblázatból ki kell választanunk a legközelebbi kisebb szabványos előtolást, (vagy a rendelkezésre álló gépen található – beállítható kisebb előtolást).

$$f \left[ \frac{mm}{ford.} \right] = \min(f', f'') \Rightarrow GÉP \quad (2.76.)$$

### 2.3.7. FORDULATSZÁM-SZÁMÍTÁS

A fordulatszámokat a következő két kritérium szerint lehet meghatározni:

- A használt szerszám sebességbírása alapján.
- Az alkalmazott gép teherbírása alapján.

#### 2.3.7.1. FORDULATSZÁM-SZÁMÍTÁS A SZERSZÁM SEBESSÉGBÍRÁSA SZERINT

A szerszám sebességbírását, a szerszámgyártó adataiból, vagy a (2.69.) rendelkezésre álló megközelítő módszerek alapján határozhatjuk meg, így például :

$$V_C \approx \frac{C_v \cdot D^{X_0} \cdot \mu_0}{T^m \cdot f^{y_0}} \geq \frac{D \cdot \pi \cdot n_{sz}}{1000} \quad (2.77.)$$

A (2.77.) egyenletből, az alkalmazott szerszám sebességbírását és a meghatározott élettartamnak megfelelő ( $n_{sz}$ ) fordulatszám képletét kapjuk:

$$n_{sz} \left[ \frac{ford.}{perc} \right] \leq \frac{320 \cdot C_v \cdot \mu_0}{T^m \cdot f^{y_0} \cdot D^{(1-X_0)}} \quad (2.78.)$$

### 2.3.7.2. FORDULATSZÁM- SZÁMÍTÁS A SZERSZÁMGÉP TELJESÍTMÉNYE SZERINT

A gép teljesítménye, a motor névleges teljesítményének és a hatásfok értékének szorzata: ( $P \cdot \eta_m$ ):

Alkalmazva a (2.71.) empirikus képletet és a szögsebesség képletét, ügyelve időközben a mértékegységekre:

$$P \cdot \eta_m \geq M_t \cdot \omega = \left[ (C_m \cdot D^X \cdot f^Y) \cdot \frac{1}{1000} (2\pi \cdot n_g) \cdot \frac{1}{60} \right] \cdot \frac{1}{1000} \quad [\text{kW}] \quad (2.79.)$$

A (2.79.) egyenletből, az alkalmazott gép ( $n_g$ ) fordulatszámára vonatkozó képletet kapjuk:

$$n_g \left[ \frac{\text{ford.}}{\text{perc}} \right] \leq \frac{3 \cdot 10^7 \cdot P \cdot \eta_m}{\pi \cdot C_m \cdot D^X \cdot f^Y} \quad (2.80.)$$

### 2.3.7.3. MÉRVADÓ FORDULATSZÁM

A kiszámított értékek közül, a kisebb a mérvadó. A mérvadó érték meghatározását követően, az (1.6.) táblázatból ki kell választanunk a legközelebbi kisebb szabványos fordulatszámot, (vagy a rendelkezésre álló gépen található – beállítható kisebb értéket).

$$n \left[ \frac{\text{ford.}}{\text{perc}} \right] = \min(n_{sz}, n_g) \Rightarrow GÉP \quad (2.81.)$$

### 2.3.8. FŐ GÉPIDŐ

A furat hosszát (furatmélységet) korigálni kell egy bizonyos értékkel (pl. 5 mm), mivel a fűrót nem lehet közvetlenül a felületről indítani. Eszerint a képletben szereplő megmunkált hossz: ( $L_{brutto} = L_{netto} + 5$ )

$$t_{fg} [\text{perc}] = \frac{L_{brutto}}{f \cdot n} \quad (2.82.)$$

### 2.3.9. HASZNÁLT TELJESÍTMÉNY

A (2.79.) képletből kiindulva:

$$P [\text{kW}] = \frac{\pi \cdot n \cdot C_m \cdot D^X \cdot f^Y}{\eta_m \cdot 3 \cdot 10^7} \quad (2.83.)$$

### 2.3.10. FORGÁCSOLÁSI TERMELÉKENYSÉG

Alapul a már meghatározott (2.50.) képletet használjuk, hiszen a fűrés, mint azt mondtuk, két szerszámmal végzett esztergálásnak felel meg.

$$Q = f \cdot a \cdot V_c \cdot q = \frac{f}{100} \cdot \frac{a}{100} \cdot \frac{D \cdot \pi \cdot n}{100} \cdot q \quad q \left[ \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \right] \quad (2.84.)$$

⇓

$$Q \left[ \frac{\text{kg}}{\text{perc}} \right] = \frac{f \cdot a \cdot D \cdot \pi \cdot n}{10^6} \cdot q \quad (2.85.)$$

#### ▪ KÉRDÉSEK

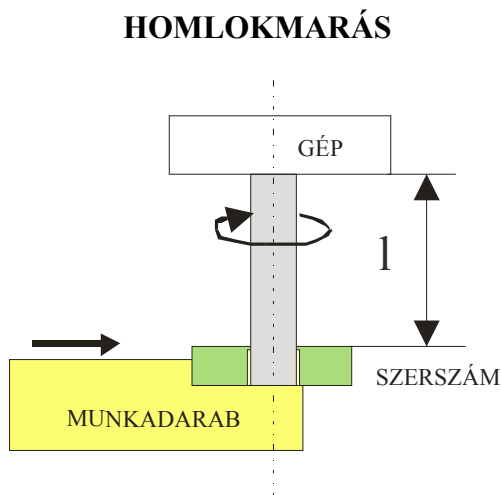
- Mi tekinthető a fűrő forgácsolási eljárás alapjának?
- Mi szerint lehet felosztani a fűrőgépek típusait?
- Mi szerint lehet meghatározni az alkalmazott előtolásokat?
- Előtolásszámítás a szerszám teherbírása szerint.
- Mi szerint lehet meghatározni az alkalmazott fordulatszámokat?
- Fordulatszám-számítás a szerszám sebességbírása szerint.
- Fordulatszám-számítás a gép teljesítménye szerint.

## 2.4. MARÁS

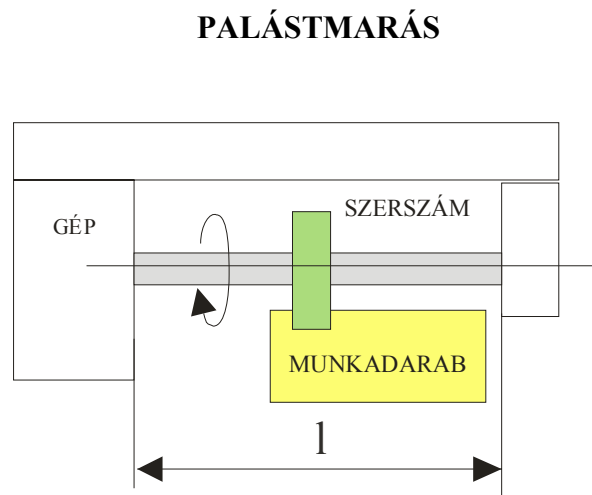
### 2.4.1. MUNKATÉR

A szerszám befogása kétféleképpen lehetséges:

- A szerszámtengely merőleges a munkadarab megmunkált felületére (*HOMLOKMARÁS*).
- A szerszámtengely párhuzamos a munkadarab megmunkált felületével (*PALÁSTMARÁS*).



2.13. ábra



2.14. ábra

A marási folyamat technológiai adatai a következők:

$a$  [mm].....fogásmélység.

$f_1$  [ mm/fog.] ..... fogankénti előtolás.

$V_f$  [ mm/min ] .....előtolás sebessége.

$n$  [ ford./perc ]....fordulatszám.

A marási munkatér mértani adatai a következők:

$D$  [mm].....szerszámátmérő.

$L$  [mm].....munkadarab hossza.

**a** [mm].....fogásmélység.

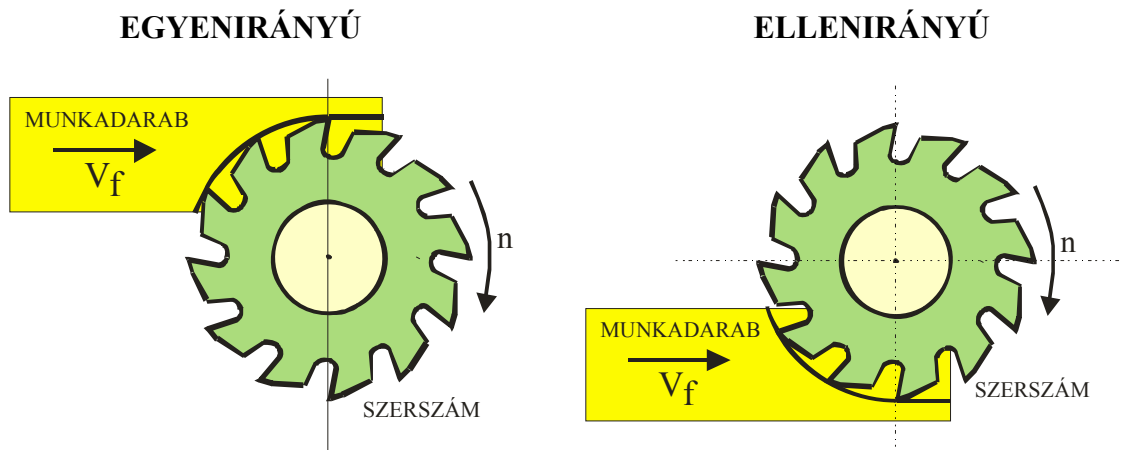
**b** [mm].....mégmunkált szélesség.

**z**.....fogszám.

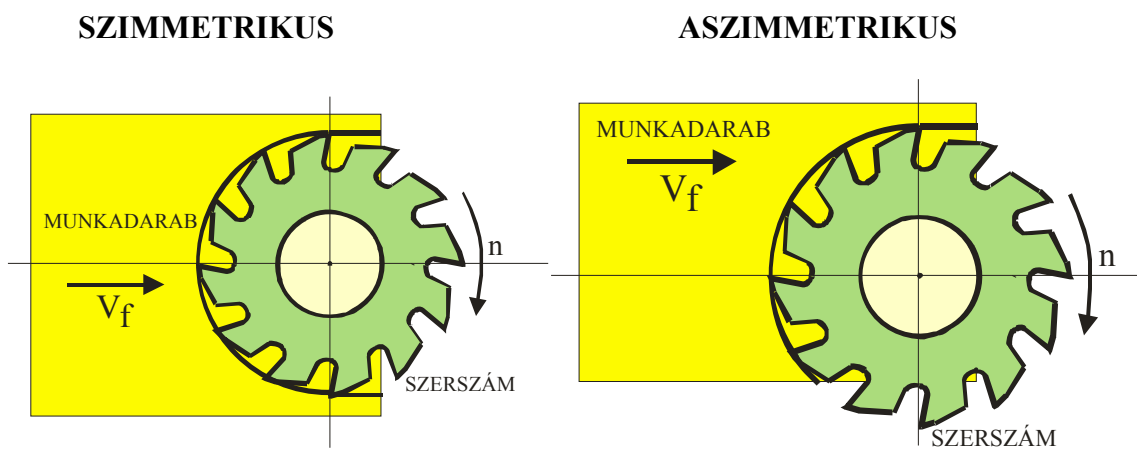
$\epsilon^0$  .....a szerszám dolgozórésszének emelkedése.

A szerszám és a munkadarab közötti relatív mozgást az érintkezési pontokban jelentkező abszolút sebességek szerint lehet felosztani:

- Ha a munkadarab és a szerszám kerületi sebességei irányításban megegyeznek, akkor az ilyen eljárást *EGYENIRÁNYÚ* marásnak nevezzük.
- Ha viszont a munkadarab és a szerszám kerületi sebességei irányításban ellenkezők, akkor *ELLENIRÁNYÚ* marásról beszélünk.



A szerszám és a munkadarab közötti fedés szerint szimmetrikus és aszimmetrikus marást lehet megkülönböztetni.



2.15. ábra

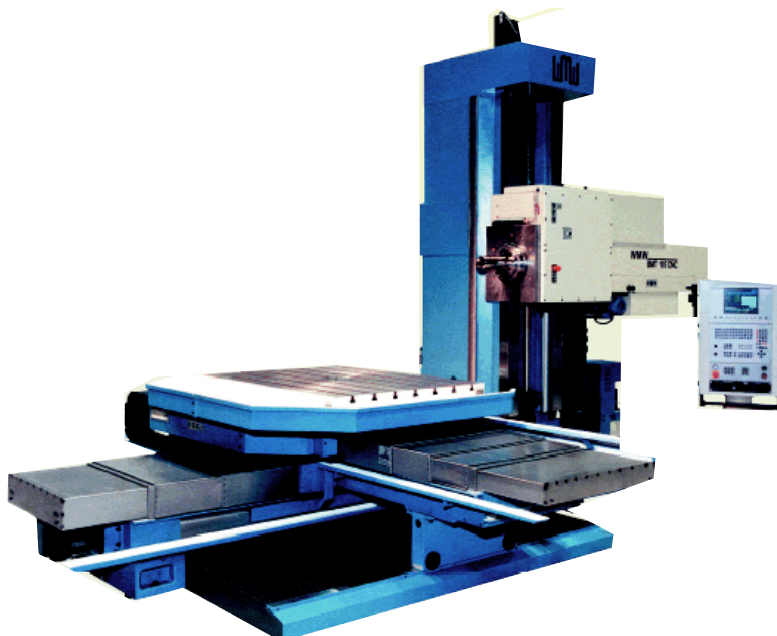
## 2.4.2. GÉPEK



EGYETES SZERSZÁMMARÓGÉP  
[*FERNOST-F.MOSER ZX 6350 C*]



CNC MARÓGÉP  
[*KNUTH-TST UWF 12 CNC*]

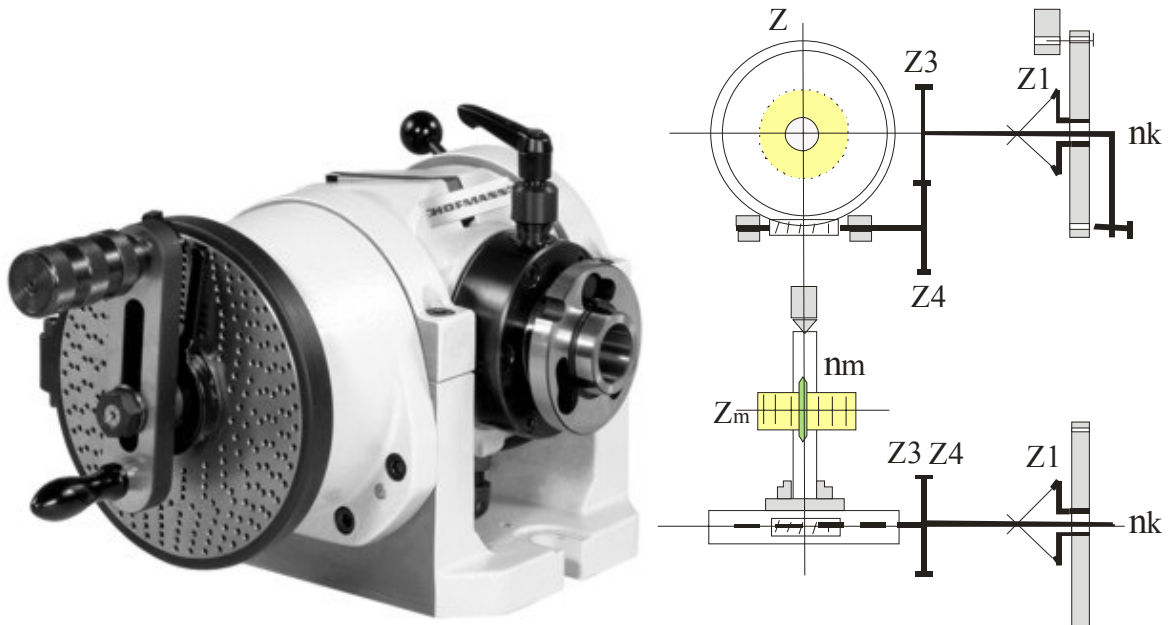


CNC FURÓ-MARÓGÉP  
[*WMW BMT 105 CNC*]

2.16. ábrák

### 2.4.2.1. OSZTÓFEJEK

#### ○ EGYETEMES OSZTÓFEJ



[HOFMAN *hth-tit*]

2.17. ábra

#### ÉRTELMEZÉSEK:

$n_k$  .....hajtókar fordulatszáma

$n_m$  .....munkadarab fordulatszáma

$n_L$  .....lyukkoszorús tárcsa elosztása (gyártótól függ- 16 ÷49....)

$Z$  .....csigakerék fogazatszáma

$Z_m$  .....munkadarab felosztásszáma

$Z1 ÷ Z8$  .....fogaskerék fogszáma.

A munkadarab fordulatszáma:

$$n_m = \frac{1}{Z_m}$$

(2.86.)

A meghajtó kar és a munkadarab fordulatának számaránya:

$$n_k \cdot Z_3 = n_m \cdot Z \cdot 1 \cdot Z_4 \quad Z = 40,60,80$$

$$n_k = \left( \frac{Z_4}{Z_3} \right) \cdot \frac{Z}{Z_m} \quad (2.87.)$$

### o DIFFERENCIÁLIS OSZTÓFEJ

Ha az osztások száma,  $Z_m = (17,37,127,\dots)$  - csak eggyel vagy önmagukkal oszthatók (prímszám), akkor az egytetemes osztófejjel nem lehet egészszámú ( $n_k = \left( \frac{Z_4}{Z_3} \right) \cdot \frac{Z}{Z_m}$ ) karfordulatszámot kapni. Ilyen esetekben szükségesek a differenciális osztófejek.

Értelmezések:

$Z_m$  ..... munkadarab osztásszáma.

$Z'_m$  ..... a munkadarab ( $Z_m$ ) osztásától számított legközelebbi osztás, mely megvalósítható egytetemes osztófejjel.

$n'_k$  ..... a ( $Z'_m$ ) osztásnak megfelelő hajtókar-fordulatszám.

$n''_k$  ..... a ( $Z_m - Z'_m$ ) differenciának megfelelő hajtókar-fordulatszám.

A hajtókar összetett fordulatszáma:

$$n_k = n'_k + n''_k \quad (2.88.)$$

A direkt hajtókar fordulatszáma a (2.87.) képlet szerint:

$$n'_k = \left( \frac{Z_4}{Z_3} \right) \cdot \frac{Z}{Z'_m} \quad (2.89.)$$

A differenciál hajtókar fordulatszáma a (2.18.) ábra szerint:

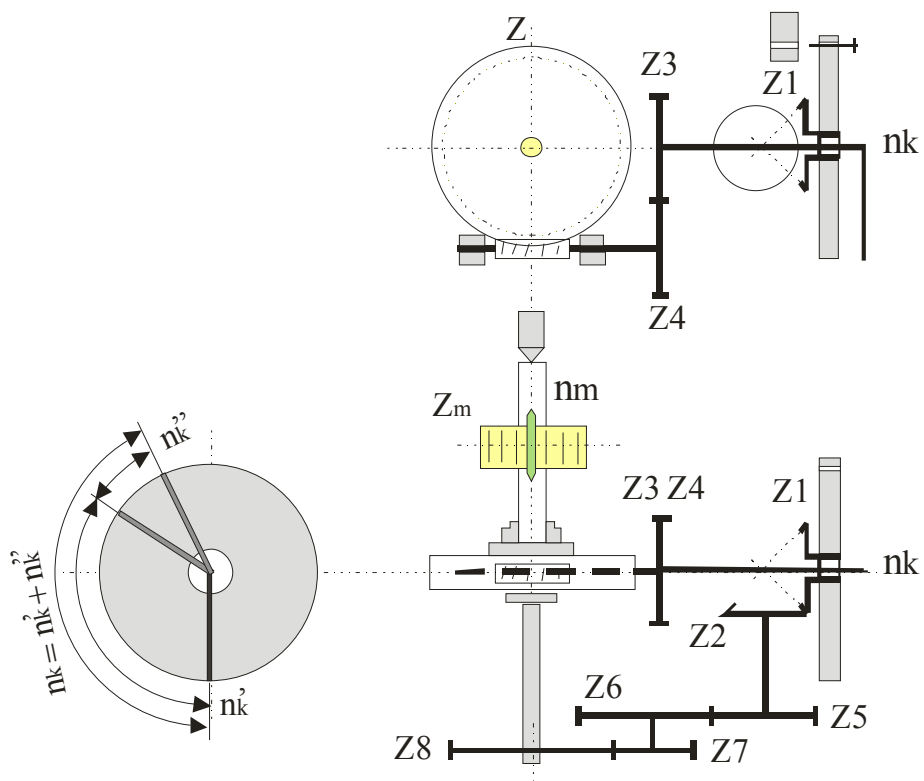
$$n''_k = n_m \cdot \frac{Z_8}{Z_7} \cdot \frac{Z_6}{Z_5} \cdot \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{1}{Z_m} \cdot K \quad (2.90.)$$

Behelyettesítve a (2.89. és 2.90.) egyenleteket a (2.88.) egyenletbe:

$$n_k = \left( \frac{Z_4}{Z_3} \right) \cdot \frac{Z}{Z'_m} + \frac{1}{Z_m} \cdot K = \left( \frac{Z_4}{Z_3} \right) \cdot \frac{Z}{Z_m} \quad (2.91.)$$



[HOFMAN DIFERENCIAL Luth]



2.18. ábra

Az előző (2.91.) képletből, meghatározható a fogaskerekek áttétele, illetve a fogaskerekek fogszáma:

$$K = Z \cdot \frac{(Z'_m - Z_m)}{Z'_m} = \left( \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} \right) \cdot \frac{Z_8}{Z_7} \cdot \frac{Z_6}{Z_5} \quad (2.92.)$$

A zárójelben lévő arány leggyakrabban (1) – egyet tesz ki. Ebben az esetben:

$$Z \cdot \frac{(Z'_m - Z_m)}{Z'_m} = \frac{Z_8}{Z_7} \cdot \frac{Z_6}{Z_5} \quad (2.93.)$$

### o NC OSZTÓFEJEK

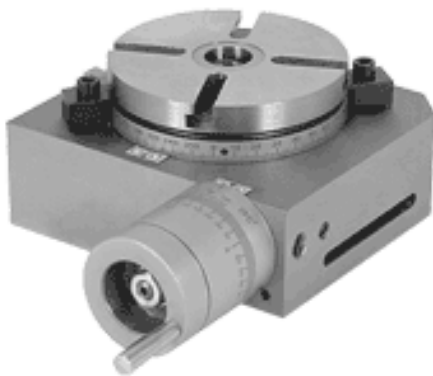


*[TANI 80]*



*[HOFMAN RS/NC-160/160Z]*

### o EGYÉB OSZTÓFEJEK (PRECÍZIÓS, HIDRAULIKUS, PNEUMATIKUS)



*[ROTVERK]*



*[HR-DIVITEC CAD 470]*

2.19. ábra

### 2.4.3. SZERSZÁMOK



2.20. ábra

## 2.4.4. FOGÁSMÉLYSÉGEK

A fogásmélységek megegyeznek a (2.17.) táblázatban adott ráhagyások értékeivel:

$$a = \delta \quad (2.94.)$$

2.20. táblázat

MUNKADARA B VASTAGSÁG	SZÉLESSÉG < 200					SZÉLESSÉG > 200				
	HOSSZ									
	100 ig	100÷250	250÷400	400÷630	630÷1000	100 ig	100÷250	250÷400	400÷600	630÷1000
$\delta_1$ nagyolás										
18	1,9	2,4	*	*	*	2,2	2,7	*	*	*
18 - 30	1,9	2,5	3,0	*	*	2,2	2,7	3,2	*	*
30 - 50	2,0	2,5	3,1	3,9	*	2,2	2,8	3,3	4,1	*
>50	2,1	2,6	3,2	4,0	5,3	2,4	2,9	3,4	4,2	5,6
$\delta_2$ simítás										
18	1,0	1,1	*	*	*	1,2	1,3	*	*	*
18 - 30	1,0	1,1	1,2	*	*	1,2	1,3	1,4	*	*
30 - 50	1,1	1,2	1,3	1,4	*	1,3	1,4	1,5	1,6	*
>50	1,1	1,2	1,3	1,4	1,8	1,3	1,4	1,5	1,6	1,9
$\delta_3$ köszörülés										
18	0,3	0,4	*	*	*	0,3	0,4	*	*	*
18 - 30	0,3	0,4	0,4	*	*	0,4	0,4	0,5	*	*
30 - 50	0,4	0,4	0,5	0,6	*	0,4	0,4	0,5	0,6	*
>50	0,4	0,5	0,6	0,6	0,8	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8

## 2.4.5. SEBESSÉGEK

Az alkalmazott forgácsolási sebességeket két módszerrel határozzuk meg:

- Empirikus módszerrel.
- Tájékoztató jellegű táblázati adatok szerint

### 2.4.5.1. EMPIRIKUS MÓDSZER

$$V_c \left[ \frac{m}{perc} \right] \approx \frac{C_v \cdot D^j}{T^m \cdot a^X \cdot b^q \cdot z^u \cdot \varepsilon^w \cdot f_1^y} \quad (2.95.)$$

A koeficiensek és a megfelelő kitevők a (2.18.) táblázatban találhatóak.

2.21. táblázat

MUNKADARAB	$R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ]	HB	$C_v$	m	x	y	q	u	w	i
ÖTVÖZETLEN ACÉLOK	450		61,5	0,3	0,27	0,3	0,1	0,1	0	0,5
	500		64	0,3	0,27	0,3	0,1	0,1	0	0,5
	600		74,5	0,3	0,27	0,3	0,1	0,1	0	0,5
	700		66	0,3	0,27	0,3	0,1	0,1	0	0,5
ÖNTÖTTVAS		150	50	0,33	0,46	0,58	0,3	0,32	0	0,72
		200	37,5	0,33	0,46	0,58	0,3	0,32	0	0,72
		230	30	0,33	0,46	0,58	0,3	0,32	0	0,72

#### 2.4.5.2. TÁBLÁZATI MÓDSZER

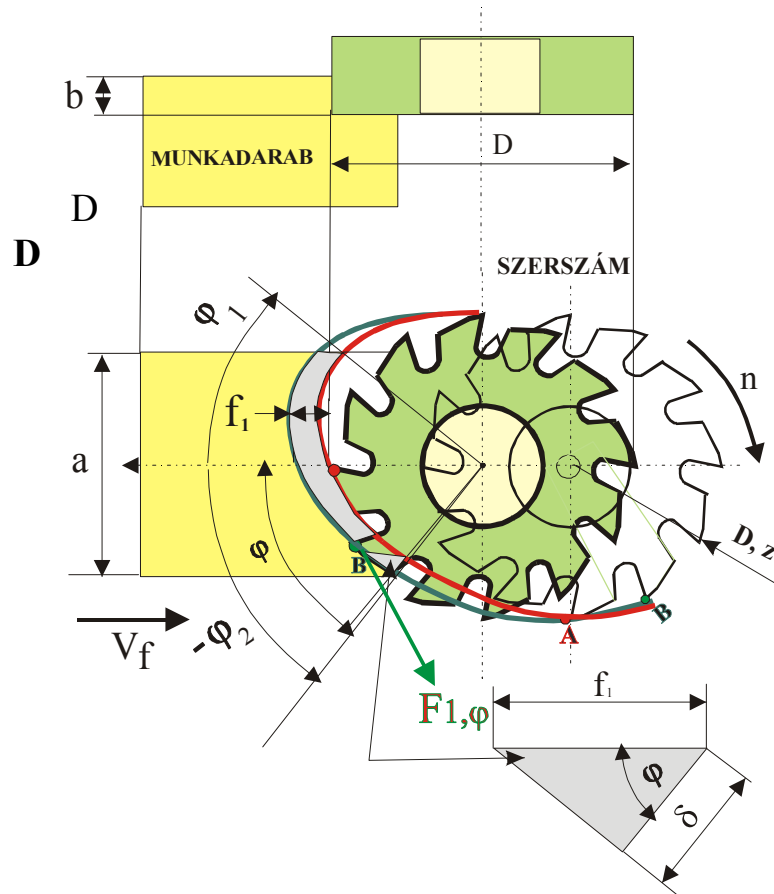
Tájékoztató jellegű táblázati adatok:

2.22. táblázat

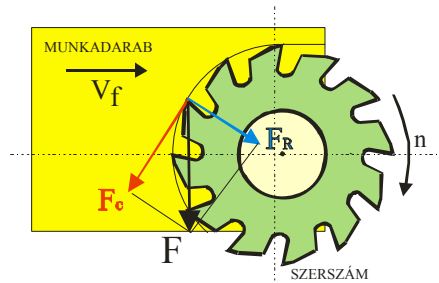
FORGÁCSOLÓSEBESSÉG (marás) $V_{C60}$						
SZERSZÁMANYAG						
MUNKADARAB	GYORSACÉL		KEMÉNYFÉM		KERÁMIA	
	NAGYOLÁS	SIMÍTÁS	NAGYOLÁS	SIMÍTÁS	NAGYOLÁS	SIMÍTÁS
ACÉLOK	8÷15	12÷20	30÷80	60÷130	100÷400	200÷400
ÖNTÖTTVAS	8÷15	12÷20	50÷80	80÷100	140÷560	200÷600
Cu, Cu ötvözetek	20÷25	30÷50	90÷120	120÷300	320÷500	500÷1000
Al ötvözetek	200 ig	700 ig	450 ig	700 ig	1000 ig	1500 ig

#### 2.4.6. FORGÁCSOLÓERŐK SZÁMÍTÁSA

A forgácsolóerőkre vonatkozó számításokat az általános marási modell (2.21. és 2.22.) ábra szerint szokásos elvégezni, használva a munkatérre érvényes jelöléseket.



2.21. ábra



2.22. ábra

a. Egy fogra esedékes fő forgácsolóerő:

$$F_{1,\varphi} = A_\varphi \cdot K_s = b \cdot f_1 \cdot \cos \varphi \cdot K_s = b \cdot \left( \frac{V_f}{n \cdot z} \right) \cdot \cos \varphi \cdot K_s = F_{1,\varphi} \quad (2.96.)$$

b. Egy fogra esedékes munka:

$$W_1 = \int_{-\varphi_2}^{\varphi_1} F_{1,\varphi} \cdot \frac{D}{2} \cdot d\varphi = \int_{-\varphi_2}^{\varphi_1} b \cdot \left( \frac{V_f}{n \cdot z} \right) \cdot \cos \varphi \cdot K_s \cdot \frac{D}{2} \cdot d\varphi \quad (2.97.)$$

⇓

$$W_1 = b \cdot \left( \frac{V_f}{n \cdot z} \right) \cdot \frac{D}{2} \cdot K_S \cdot \int_{-\varphi_2}^{\varphi_1} \cos \varphi \cdot d\varphi \quad (2.98.)$$

⇓

$$W_1 = b \cdot \left( \frac{V_f}{n \cdot z} \right) \cdot \frac{D}{2} \cdot K_S \cdot (\sin \varphi_1 + \sin \varphi_2) \quad (2.99.)$$

c. A marásban résztvevő fogak másodpercenként elvégzett munka (**TELJESÍTMÉNY**):  
 $P \cdot \eta_m = W_1 \cdot [\text{marásban résztvevő fogag másodpercenként}]$

$$P \cdot \eta_m = W_1 \cdot \frac{n \cdot z}{60} = b \cdot \left( \frac{V_f}{n \cdot z} \right) \cdot \frac{D}{2} \cdot K_S \cdot (\sin \varphi_1 + \sin \varphi_2) \cdot \frac{n \cdot z}{60} \quad \left[ \frac{N \cdot m}{\text{sec}} \right] \quad (2.100.)$$

⇓

$$P = b \cdot V_f \cdot \frac{D}{2 \cdot 60} \cdot (\sin \varphi_1 + \sin \varphi_2) \cdot K_S \quad (2.101.)$$

d. A teljesítmény kifejezve a peremerő (forgácsolóerő) és a forgácsolóerő által:

$$P \cdot \eta_m = \frac{F_C \cdot V_C}{60} \cdot 1000 \quad \left[ \frac{N \cdot m}{\text{sec}} \right] \quad (2.102.)$$

Kiegyenlítve a (2.101. és 2.102.) egyenleteket - jobb oldalait, a peremerő (forgácsolóerő) jelentkezik mint ismeretlen:

$$\frac{b \cdot V_f \cdot D \cdot (\sin \varphi_1 + \sin \varphi_2)}{2 \cdot 60} \cdot K_S = \frac{F_C \cdot V_C}{60} \cdot 1000 \quad (2.103.)$$

Az előző egyenletből kifejezzük a forgácsolóerőt

$$F_C [N] = \frac{V_f}{V_C} \cdot \frac{b \cdot D}{2000} \cdot (\sin \varphi_1 + \sin \varphi_2) \cdot K_S \quad (2.104.)$$

A fajlagos forgácsolóerőértéke CRONENBERG szerint:

$$K_S = \frac{C}{f_1^X} \quad \text{vagy} \quad K_S \approx k_c \quad (2.105.)$$

2.23. táblázat

MUNKADARAB	C	X
ACÉLOK	9,25 HB <sup>0,545</sup>	0,26
ÖNTÖTTVAS	1,92 HB <sup>0,76</sup>	

Egyéb anyagok esetében (analitikus számítások során), használhatók az erők meghatározásánál alkalmazott ( $k_{cl-1}$ ) legnagyobb értéke (1.8. táblázat).

#### 2.4.6.1. A FORGÁCSOLÓERŐ KÉPLETE SZIMMETRIKUS MARÁS ESETÉN

Szimmetrikus marás esetén, a befogó szögek megegyeznek, értékük ( $\frac{\pi}{2}$ )

$$\varphi_1 = \frac{\pi}{2} \quad \varphi_2 = \frac{\pi}{2}$$

Behelyettesítve az előző értékeket a (2.104.) egyenletbe, a szimmetrikus marás esetére vonatkozó, forgácsolóerő képlete számítható:

$$F_C [N] = \frac{V_f}{V_C} \cdot \frac{b \cdot D}{1000} \cdot K_S \quad (2.106.)$$

#### 2.4.6.2. A FORGÁCSOLÓERŐ KÉPLETE ASZIMMETRIKUS MARÁS ESETÉN

Aszimmetrikus marás esetén, a forgácsolóerő képlete, megegyezik a (2.104.) alapképlettel:

$$F_C [N] = \frac{V_f}{V_C} \cdot \frac{b \cdot D}{2000} \cdot (\sin \varphi_1 + \sin \varphi_2) \cdot K_S \quad (2.107.)$$

#### 2.4.6.3. A FORGÁCSOLÓERŐ KÉPLETE ELLENÍRÁNYÚ ÉS EGYENÍRÁNYÚ MARÁS ESETÉN

A befogószögek értéke (2.21.) ábra szerint:

$$\begin{aligned} \varphi_1 &= 0 \\ \sin \varphi_2 &= 1 - \frac{2a}{D} \end{aligned} \quad (2.108)$$

Az előző értékeket behelyettesítjük a (2.99.) képletbe:

$$\begin{aligned} F_C &= F_{C(\varphi_1=0, \varphi_2=\frac{\pi}{2})} - F_{C(\varphi_1=0, \varphi_2)} = \frac{V_f}{V_C} \cdot \frac{b \cdot D}{2000} \cdot (1 - \sin \varphi_2) \cdot K_S \\ &= \frac{V_f}{V_C} \cdot \frac{b \cdot D}{2000} \cdot \left( 1 - \left( 1 - \frac{2a}{D} \right) \right) \cdot K_S \end{aligned} \quad (2.109.)$$

Ezt követően, ki lehet fejezni a forgácsolóerő képletét ELLENÍRÁNYÚ ÉS EGYENÍRÁNYÚ MARÁS ESETÉN

$$F_c [N] = \frac{V_f}{V_c} \cdot \frac{a \cdot b}{1000} \cdot K_s \quad (2.110.)$$

## 2.4.7. ELŐTOLÁSSZÁMITÁS

Az alkalmazott előtolásokat két módszer szerint lehet (szokásos) meghatározni:

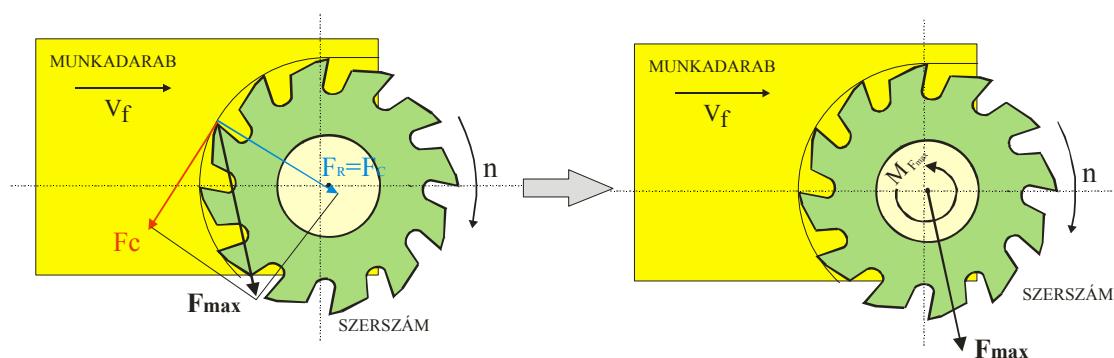
- Tájékoztató táblázati adatok
- A szerszám alakváltozása szerint.

### 2.4.7.1. TÁJÉKOZTATÓ JELLEGŰ TÁBLÁZATI ADATOK SZERINT

2.24. táblázat

FORGANKÉNTI ELŐTOLÁS $f_i$ [mm/fog.]				
MARÓ				
MUNKADARAB	PALÁSTMARÓ, HOMLOKMARÓ $D \geq 40$		HOMLOKMARÓ $D \leq 40$	
	NAGYOLÁS	SIMÍTÁS	NAGYOLÁS	SIMÍTÁS
ACELOK	0,1÷0,2	0,05÷0,1	0,04÷0,06	0,05÷0,08
ÖNTÖTTVAS	0,1÷0,16	0,1÷0,25	0,04÷0,07	0,06÷1
Cu- ÖTVOZETEK	0,16÷0,2	0,2÷0,3	0,0÷0,08	0,012÷0,8
Al- ÖTVOZETEK	0,1÷0,16	0,16÷0,2	0,05÷0,08	0,012÷0,1

### 2.4.7.2. ELŐTOLÁS SZÁMÍTÁS A SZERSZÁM SZILÁRDSÁGA SZERINT



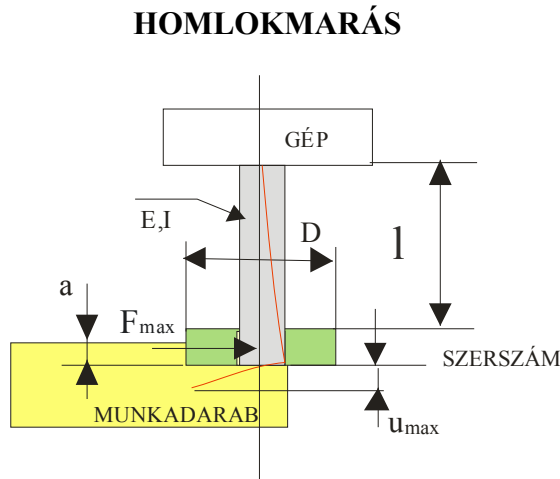
2.23. ábra

A szerszám dolgozóperemén működő erőket redukáljuk a szerszámszár tengelyére (2.23. ábra). A redukció eredményeként egy erő ( $F_{max}$ ) és egy nyomaték ( $M$ ) jön létre. Mivel hosszú

rudakról van szó, mérnöki megfontolásból, elegendő a maximális erő idézte hajlító igénybevételt venni a számítás alapjaként.

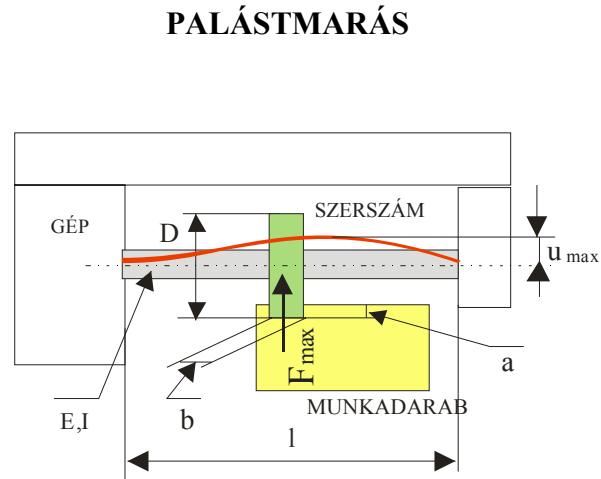
A hajlító igénybevétel következménye a szerszámszár alakváltozása. A marógép munkaterének kialakítása függvényében, a szerszámszár alakváltozását külön kel számolni homlokmarás, és külön palástmarás esetében:

A megfelelő alakváltozások a következők:



2.24. ábra

$$u_{\max} = \frac{F_{\max} \cdot l^2 \cdot D}{4 \cdot E \cdot I} \quad (2.111.)$$



2.25. ábra

$$u_{\max} = \frac{F_{\max} \cdot l^3}{100 \cdot E \cdot I} \quad (2.112.)$$

A szerszámtengely legnagyobb megengedett alakváltozása nem szabad, hogy meghaladja a műhelyrajzon feltüntetett (megadott) tűréstartomány egy hatodát:

$$u_{\max} \leq \frac{1}{6} \cdot T \quad (2.113.)$$

A legnagyobb redukált terhelés (abban az esetben jöhet létre, ha a radiális erő értéke eléri a perem forgácsolóerő értékét (2.22. ábra):

$$F_{\max} = \sqrt{F_c^2 + F_R^2} = \sqrt{F_c^2 + F_c^2} = \sqrt{2} \cdot F_c$$

$$\boxed{F_{\max} = \sqrt{2} \cdot F_c} \quad (2.114.)$$

- HOMLOKMARÁS ESETÉN:**

A (2.111.) egyenletbe behelyettesítjük a (2.14.) értékeket, és alkalmazzuk a (2.13.) feltételt:

$$u_{\max} \leq \frac{F_{\max} \cdot l^2 \cdot D}{E \cdot I \cdot 4} = \frac{\sqrt{2} \cdot F_c \cdot l^2 \cdot D}{E \cdot I \cdot 4} = \frac{\sqrt{2} \cdot \left( \frac{f_1^l \cdot n \cdot z}{D \cdot \pi \cdot n} \right) \cdot \frac{a \cdot b}{1000} \cdot K_s \cdot l^2 \cdot D}{E \cdot I \cdot 4} \leq \frac{1}{6} \cdot T$$

Az előző képletből meghatározzuk a homlokmarásra vonatkozó *FOGANKÉNTI* előtolást:

$$f_1' \left[ \frac{mm}{fog} \right] \approx \frac{1,49 \cdot E \cdot I \cdot T}{z \cdot a \cdot b \cdot K_S \cdot l^2} \quad (2.115.)$$

- **PALÁSTMARÁS ESETÉN:**

A (2.112.) egyenletbe behelyettesítjük a (2.14.) értékeket, és alkalmazzuk a (2.13.) feltételt:

$$u_{\max} \leq \frac{F_{\max} \cdot l^3}{E \cdot I \cdot 100} = \frac{\sqrt{2} \cdot F_C \cdot l^3}{E \cdot I \cdot 100} = \frac{\sqrt{2} \cdot \left( \frac{f_1' \cdot n \cdot z}{\left( \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000} \right)} \cdot \frac{a \cdot b}{1000} \cdot K_S \cdot l^3 \right)}{E \cdot I \cdot 100} \leq \frac{1}{6} \cdot T \quad (2.116)$$

Az előző képletből meghatározzuk a palástmarásra vonatkozó *FOGANKÉNTI* előtolást:

$$f_1' \left[ \frac{mm}{fog} \right] \approx \frac{37 \cdot D \cdot E \cdot I \cdot T}{z \cdot a \cdot b \cdot K_S \cdot l^3} \quad (2.117.)$$

### 2.4.7.3. ELŐTOLÁSSZÁMÍTÁS A FELÜLETI ÉRDESSÉG SZERINT

Alapul az (2.19.) esztergálásnál használt előtolási képlet szolgál.

$$f_1'' \leq \sqrt{8 \cdot r \cdot R_z}$$

Mértanilag az esztergálószerszám dolgozórése csúc sugarának megfelel a marószerszám átmérőjének a fele, így az előző képletből meghatározhatjuk a felületi érdességre vonatkozó *FOGANKÉNTI* előtolást:

$$f_1'' \left[ \frac{mm}{fog} \right] \leq \frac{2 \cdot \sqrt{D \cdot R_z}}{z} \quad (2.118.)$$

### 2.4.7.4. MÉRVADÓ ELŐTOLÁS

A mérvadó érték a két számított érték közül a kisebbik:

$$f_1 \left[ \frac{mm}{fog} \right] = \min(f_1', f_1'') \quad (2.119.)$$

## 2.4.8. FORDULATSZÁM-SZÁMÍTÁS

A fordulatszámokat a következő két kritérium szerint lehet meghatározni:

- A használt szerszám sebességbírása szerint.
- Az alkalmazott gép teherbírása szerint.

### 2.4.8.1. FORDULATSZÁM-SZÁMÍTÁS A SZERSZÁM SEBESSÉGBÍRÁSA SZERINT

A szerszám sebességbírását, a szerszámgyártó adataiból (2.19. táblázat), vagy a (2.95.) megközelítő módszer alapján határozhatjuk meg:

$$V_C \approx \frac{C_V \cdot D^i}{T^m \cdot a^X \cdot b^q \cdot z^u \cdot \varepsilon^w \cdot f_1^y} = \frac{D \cdot \pi \cdot n_{sz}}{1000} \quad (2.120.)$$

Fejtsük ki az előző képletből a szerszám sebességbírására vonatkozó fordulatszámot:

$$n_{sz} \left[ \frac{\text{ford.}}{\text{perc}} \right] \leq \frac{C_V \cdot D^i \cdot 1000}{T^m \cdot a^X \cdot b^q \cdot z^u \cdot \varepsilon^w \cdot f_1^y \cdot D \cdot \pi} \quad (2.121.)$$

### 2.4.8.2. FORDULATSZÁM-SZÁMÍTÁS A SZERSZÁMGÉP TELJESÍTMÉNYE SZERINT

Használjuk a teljesítményre vonatkozó függvényt és helyettesítsük be a forgácsolóerőt meghatározó (2.110.) képletet, ügyelve a mértékegységek homogenitására:

$$P \cdot \eta_m \cdot 10^3 \cdot 60 = F_C \cdot V_C = \frac{V_f \cdot a \cdot k}{V_C \cdot 1000} \cdot K_S \cdot V_C = \frac{f_1 \cdot n_g \cdot z \cdot a \cdot b}{1000} \cdot K_S \quad (2.122.)$$

Az előző képletből kifejezhetjük a szerszámgépre vonatkozó fordulatszám képletét:

$$n_g \left[ \frac{\text{ford.}}{\text{perc}} \right] = \frac{6 \cdot 10^7 \cdot P \cdot \eta_m}{f_1 \cdot a \cdot b \cdot z \cdot K_S} \quad (2.123.)$$

### 2.4.8.3. MÉRVADÓ FORDULATSZÁM

A mérvadó érték a  $(n_{sz}, n_g)$  két számított érték közül a kisebbik. Mivel a gépen beállítandó értékről van szó, a mérvadó értéket a megfelelő szabványos fordulatszámokra vonatkozó (1.6.) táblázatból kell kikeresni:

$$n \left[ \frac{\text{ford.}}{\text{perc}} \right] = \min(n_{sz}, n_g) \Rightarrow GÉP \quad (2.124.)$$

### 2.4.9. ELŐTOLÁS-SEBESSÉGÉNEK SZÁMÍTÁSA

Mivel gépen beállítandó értékről van szó, a mérvadó értéket a gépen rendelkezésünkre álló értékek közül válasszuk ki, mint az első kisebb értéket.

$$V_f \left[ \frac{\text{mm}}{\text{perc}} \right] = f_1 \cdot n \cdot z \Rightarrow \text{GÉP} \quad (2.125.)$$

### 2.4.10. FŐ GÉPIDŐ

A fő gépidő számításakor ügyelnünk kell a marószerszám méretéből adódó megmunkált hossz bruttó értékére ( $L_{\text{brutto}}$ ).

$$t_{fg} [\text{perc}] = i \cdot \frac{L_{\text{brutto}}}{V_f} = i \cdot \frac{L_{\text{brutto}}}{f_1 \cdot z \cdot n} \quad (2.126.)$$

#### o FOGÁSOK SZÁMA

$$i = \frac{\Delta h}{a} \cdot \frac{b}{D} \quad (2.127.)$$

### 2.4.11. HASZNÁLT TELJESÍTMÉNY

Használjuk a (2.123.) egyenletet, és ügyeljünk a mértékegységek homogenitására:

$$P[\text{kW}] = \frac{f_1}{6 \cdot 10^7} \cdot z \cdot n \cdot a \cdot b \cdot K_s \quad (2.128.)$$

### 2.4.12. FORGÁCSOLÁSI TERMELÉKENYSÉG

$$Q \left[ \frac{\text{kg}}{\text{perc}} \right] = a \cdot b \cdot V_f \cdot q = \frac{a}{100} \cdot \frac{b}{100} \cdot \frac{f_1 \cdot z \cdot n}{100} \cdot q \quad g \left[ \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \right]$$

↓

$$Q \left[ \frac{\text{kg}}{\text{perc}} \right] = \frac{a \cdot b \cdot f_1 \cdot z \cdot n}{10^6} \cdot q \quad (2.129.)$$

**▪ KÉRDÉSEK**

- Melyek a szerszám és a munkadarab mozgásából adódó különbségek?
- Melyek a homlokmarás és a palástmarás tulajdonságai?
- Az egyetemes osztófej tulajdonságai és számítása.
- Differenciális osztófej számítása.
- Fő forgácsolóerő számítása.
- Előtolásszámítás a szerszám szilárdága szerint.
- Előtolásszámítás a felületi érdesség szerint.
- Fordulatszám számítása a szerszám sebességbírása szerint.
- Fordulatszám-számítás a gép teljesítménye szerint.
- Fő gépidő számítása.
- Forgácsoló teljesítményszámítása.
- Forgácsolási termelékenység.

## 2.5. KÖSZÖRÜLÉS

### 2.5.1. MUNKATÉR

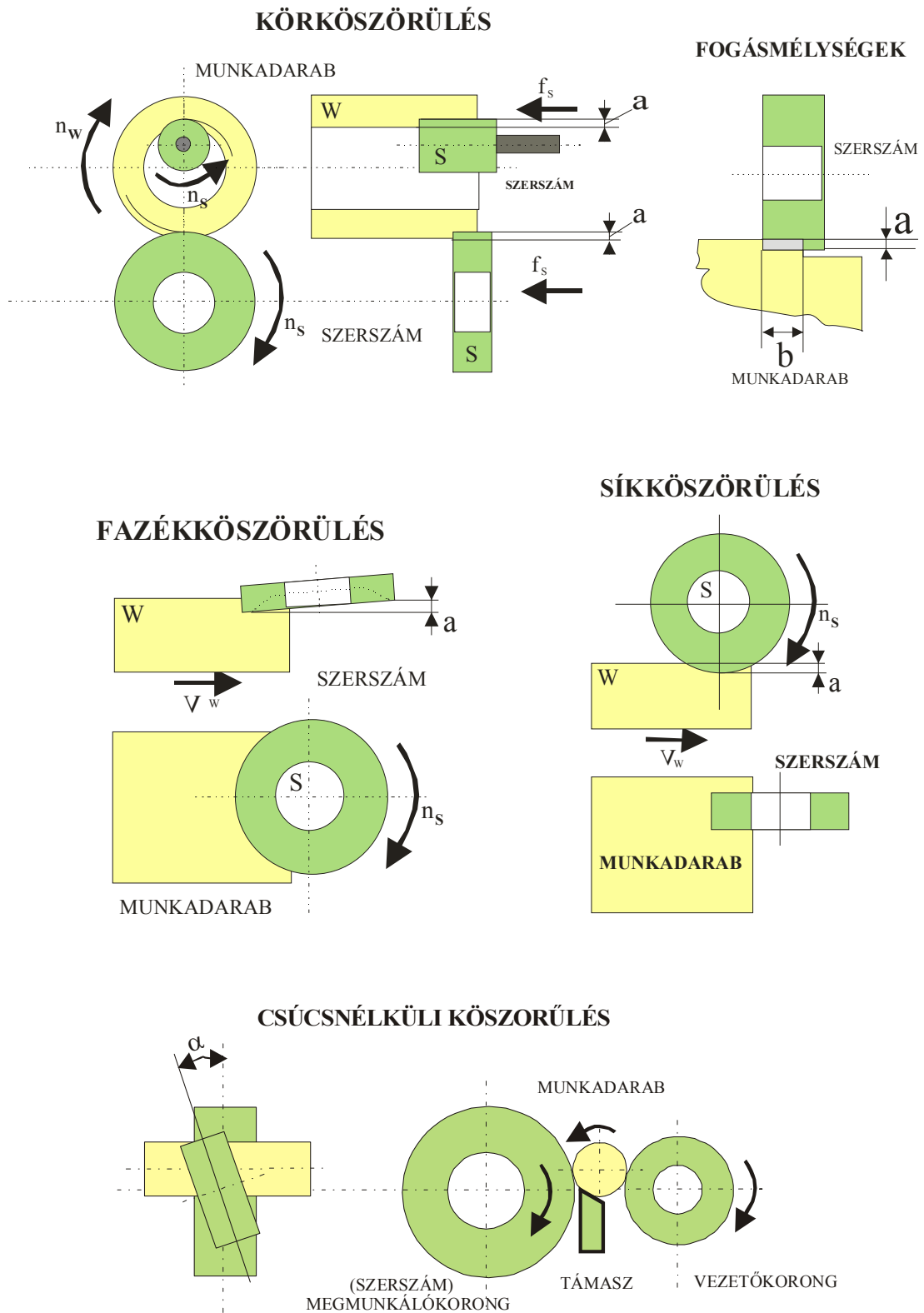
A köszörülés technológiai adatai a következők:

- $a$  [ mm ] .....fogásmélység.
- $f, b$  [ mm/k.lök. ] .....előtolás.
- $n_k$  [ k.lök./perc ] .....percenkénti kettőslöketek száma.
- $n_c$  [ ford./perc ] .....korong fordulatszáma.
- $n_v$  [ ford./perc ] .....vezetőkorong fordulatszáma.
- $n_w$  [ ford./perc ] .....munkadarab fordulatszáma.
- $V_w$  [ mm/perc ] .....a munkadarab előtolási sebessége.
- $V_v$  [ mm/perc ] ..... vezetőkorong kerületi sebessége.

A köszörülési munkatér mértani adatai a következők:

- $D_1$  [ mm ] .....korongátmérő.
- $D_2$  [ mm ] .....korongnyílás átmérője.
- $D_v$  [ mm ] .....vezetőkorong átmérője.
- $B$  [ mm ] ..... munkadarab szélessége.
- $L$  [ mm ] .....munkadarab hossza.

## 2.5.2. KÖSZÖRÜLÉSI MÓDSZEREK



2.26. ábra

### 2.5.3. GÉPEK



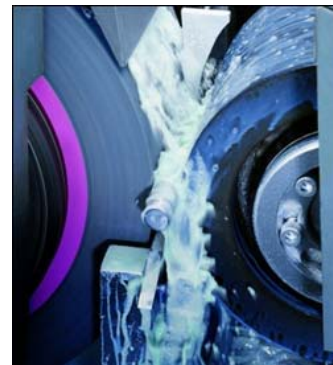
HAGYOMÁNYOS KÖRKÖSZÖRŰ  
[RIBON RUR-H800]



CNC KÖRKÖSZÖRŰ  
[REINECKER RS 500 CNC]



SÍKKÖSZÖRŰ  
[ELB SW 10VA I]



CSÚCSNÉLKÜLI KÖSZÖRÜLÉS  
[LHE részlet]



Szuperfiniselő  
[LOSER supperfinisch]

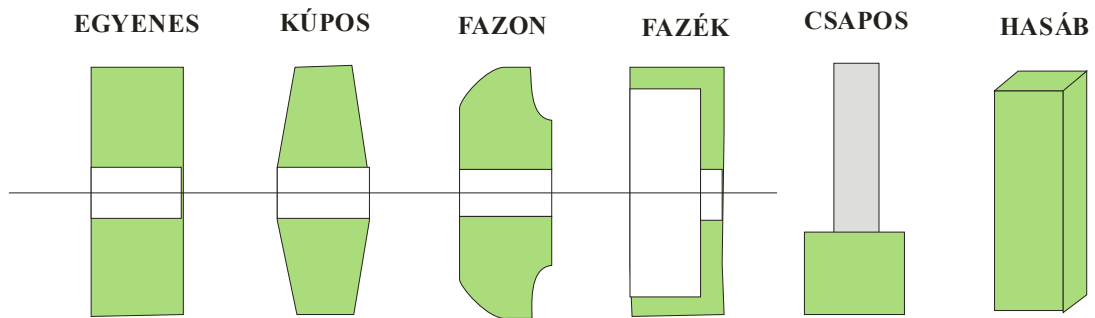


Kézi köszörű  
[MAC 230]

2.27. ábrák

## 2.5.4. KÖSZÖRŰSZERSZÁMOK

### o KORONG ALAPALAKOK



2.28. ábra

### • KIVITELEZÉSI PÉLDÁK



2.29. ábra

## o KÖSZÖRŰKORONGOK STRUKTÚRÁJA

A köszőrűk jellemzői a következők:

### • KÖTŐANYAGOK

2.25. táblázat

KÖTŐANYAG	JELÖLÉS
KERÁMIA (KAOLIN, KVARC)	V
SZILIKÁT (VÍZÜVEG)	S
GUMI	R
GUMI + ERŐSÍTÉS ÜVEGSZÁLAKKAL	RF
MŰGYANTA	B
MŰGYANTA+ERŐSÍTÉS ÜVEGSZÁLAKKAL	BF
MAGNEZIT (MAGN. KLORID)	Mg
FÉM (Cu,Al,Sb,Fe - ÖTVÖZETEK)	M

### • SZEMCSEANYAGOK

2.26. táblázat

CSISZOLÓANYAG (SZEMCSE)	ÖSSZETÉTEL	JELÖLÉS
ALUMINIUM OXID (KORUND)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	A,B
SZILICIUMKARBID	SiC	C
BÓRKARBID	B <sub>4</sub> C	BC
KÖBOS BÓRNITRID	CBN	CBN
POLIKRISTÁLYOS MŰGYÉMÁNT		D

### • SZEMCSEMÉRETEK

A szemcsék méreteit kétféleképpen lehet meghatározni:

- Szemcsék legnagyobb mérete szerint (Európában nem honos).
- Szemcsék méretszáma szerint.

$$\text{MÉRETSZÁM} = \frac{\text{NYÍLÁSSZÁM}}{25,4 \text{ mm} - \text{es szitán}} \quad (2.130.)$$

A (2.24.) táblázatban a szemcsefinomság tartományai vannak feltüntetve.

2.27. táblázat

KÖSZÖRŰSZEMCSÉZET	
TARTOMÁNY	SZEMCSE/25,4 mm
GOROMBA	8÷24
KÖZEPES	30÷60
FINOM	70÷220
POROK	240÷800

- **POROZITÁS**

$$P[\%] = \frac{V_{SZ} \cdot V_K \cdot V_{\dot{U}}}{V_{SZ} \cdot V_K} \cdot 100 \quad (2.131.)$$

Értelmezés:

$V_{SZ}$  [mm<sup>3</sup>]....a szemcsék térfogata

$V_K$  [mm<sup>3</sup>]....a kötőanyag térfogata

$V_{\dot{U}}$  [mm<sup>3</sup>]....az üregek térfogata

A (2.25.) táblázatban a porozitás tartományai vannak feltüntetve.

2.28. táblázat

KÖSZÖRŰPOROZITÁS	
TARTOMÁNY	P [%]
IGEN TOMOR	1÷2
TOMOR	3÷4
KÖZEPES	5÷8
NYITOTT	9÷14
IGEN NYITOTT	14 fölött

## 2.5.5. SEBESSÉGEK

### 2.5.5.1. SEBESSÉGSZÁMÍTÁS A KORONG SZILÁRDSÁGA SZERINT

A számítás abból a megfontolásból indul ki, hogy működés közben nem szabad meghaladni a tárcsa megengedett szakítószilárdságát.

A tárcsa húzó igénybevétele a következő:

$$\sigma_c \left[ \frac{N}{mm^2} \right] = C \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot V_c^2 \cdot 100 \quad (2.132.)$$

$$C \approx 0.825 \left[ 1 + \frac{0.212}{\left( \frac{d_2}{d_1} \right)^2} \right]$$

Az előző egyenletből meghatározható a köszörűtárcsa megengedett kerületi sebessége.

$$V_c \left[ \frac{m}{sec.} \right] \leq \sqrt{\frac{\sigma_c \cdot g}{100 \cdot C \cdot \gamma}} \quad (2.133.)$$

Ajánlatos ellenőrizni a kerületi (perem) sebességekre (és fordulatszámokra) vonatkozó gyártói ajánlott adatokat is, és azokat okvetlenül betartani.

A munkadarabra vonatkozó sebességeket táblázati (megközelítő) adatok alapján lehet kiválasztani (2.26., 2.27., 2.29. táblázatok), vagy a következő (2.134.) arányból kiszámítani:

$$V_w \left[ \frac{m}{perc} \right] \approx \frac{V_c \left[ \frac{m}{sec.} \right]}{65 \div 150} \quad (2.134.)$$

Értelmezés:

$\sigma_c$  [ N/mm<sup>2</sup> ] .....a korong kötőanyagának megengedett szakítószilárdsága.

C.....a korongra jellemző mértani jellemző.

$d_1$  [ mm ] .....a korong külső átmérője.

$d_2$  [ mm ] .....a korong nyílásának mérete.

$\gamma$  [ kg/dm<sup>2</sup> ] .....a korong fajlagos tömege.

$V_c$  [ m/sec ].....a korong kerületi (perem) sebessége.

$V_w$  [ mm/perc ] .....a munkadarab sebessége.

$g$  [ m/sec<sup>2</sup> ] .....gravitációs állandó.

### 2.5.5.2. A SEBESSÉGEK TÁJÉKOZTATÓ TÁBLÁZATI HATÁRÉRTÉKEI

2.29. táblázat

	NORMÁL	NAGY	ULTRA
$V_c$ [m/s]	30	50-80	100-300
$V_w$ [m/perc]	$\approx 60V_c/(60-100)$		

### 2.5.5.3. A SEBESSÉGEK JAVASOLT TÁBLÁZATI ÉRTÉKEI

2.30. táblázat

MUNKADARAB	MEGMUNKÁLÁS	FORGÁCSOLÁSI SEBESSÉG	
		KÖSZÖRŰKORONG $V_c$ [m/s]	MUNKADARAB $V_w$ [m/perc]
ACÉL ÉS ACÉLÖNTVÉNY	HENGER	30÷35	12÷18
	FURAT	25	18-24
	SÍK	30	15-35
ÖNTÖTTVAS	HENGER	20	14÷18
	FURAT	18÷20	20÷25
	SÍK	18÷20	10÷35
KEMÉNYFÉM	HENGER	18÷25	18÷16
	FURAT	18÷20	18÷16
	SÍK	18÷20	18÷16
RÉZÖTVÖZETEK	HENGER	30	18÷21
	FURAT ÉS SÍK	30	21÷27
ALUMÍNIUM- ÖTVÖZETEK	HENGER	20÷35	20÷40
	FURAT	20÷35	30÷40
	SÍK	20÷35	15÷40

## 2.5.5.4. KÖSZÖRŰK HASZNÁLATA (TÁJÉKOZTATÓ ADATOK)

2.31. táblázat

MUNKADARAB	KÖSZÖRŰLÉSI FOLYAMAT	CSISZOLÓ-ANYAG	SZEMCSÉZET	KEMÉNYSÉG
ALUMÍNIUM	ÉLEK MEGMUNKÁLÁSA	SiC	20÷30	O÷Q
	KÖRMEGMUNKÁLÁS		36÷80	I÷Q
	SÍKMEGMUNKÁLÁS		20÷24	H÷I
SZALAGFŰRÉSZ	ÉLESÍTÉS	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	46÷80	O÷Q
KÖRFŰRÉSZ	ÉLESÍTÉS	Al <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	46÷81	P÷R
FŰRÓK	KÉZI ÉLESÍTÉS	Al <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	50÷70	L÷M
	GÉPI ÉLESÍTÉS	Al <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	50÷71	O÷P
BRONZ	ÉLEK MEGMUNKÁLÁSA	SiC	25÷60	J÷L
	KÖRMEGMUNKÁLÁS		40÷80	J÷K
	SÍKMEGMUNKÁLÁS		20÷40	J÷K
ESZTERGÁLÓ ÉS GYALULÓ KÉSEK	KÉZI ÉLESÍTÉS	Al <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	40÷60	K÷L
	GÉPI ÉLESÍTÉS	Al <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	16÷36	K÷M
MARÓK	GÉPI ÉLESÍTÉS	Al <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	46÷80	I÷M
KÜLSŐ MENETEK	GÉPI ÉLESÍTÉS	Al <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	120÷260	I÷L
BELSŐ MENETEK	GÉPI ÉLESÍTÉS	Al <sub>2</sub> O <sub>9</sub>	80÷140	M÷O
ÖNTÖTTVAS	ÉLEK MEGMUNKÁLÁSA	SiC	12÷20	Q÷S
	KÖRMEGMUNKÁLÁS		24÷60	L÷N
TEMPERÖNTVÉNY	SÍKMEGMUNKÁLÁS	SiC	24÷40	I÷L
ACÉLÖNTVÉNY	KÖRMEGMUNKÁLÁS	Al <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	24÷36	L÷M
	SÍKMEGMUNKÁLÁS	Al <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	24÷36	K÷M
KEMÉNYFÉMEK	NAGYOLÁS	SiC	36÷46	J÷K
	SIMÍTÁS	SiC	80÷180	H÷J
SÁRGARÉZ	KÖRMEGMUNKÁLÁS	SiC	60÷80	K÷L
	SÍKMEGMUNKÁLÁS	SiC	50÷60	H
	SIMÍTÁS	SiC	120÷161	L÷K
MESZING	KÉZI MEGMUNKÁLÁS	SiC	20÷40	O÷P
	KÖRMEGMUNKÁLÁS	SiC	24÷60	I÷L
	SÍK MEGMUNKÁLÁS	SiC	20÷40	I÷K
ÜREGELŐK	ÉLESÍTÉS	Al <sub>2</sub> O <sub>9</sub>	50÷70	K÷N
DÖRZSÁRAKK	ÉLESÍTÉS	Al <sub>2</sub> O <sub>10</sub>	40÷80	I÷S
FOGASKEREKEK	PROFIL MEGMUNKÁLÁS	Al <sub>2</sub> O <sub>11</sub>	46÷80	K÷N
PUHA ACÉL	KÖRMEGMUNKÁLÁS	Al <sub>2</sub> O <sub>12</sub>	24÷30	M÷N
	SÍKMEGMUNKÁLÁS	Al <sub>2</sub> O <sub>13</sub>	24÷30	K÷M
EDZETT ACÉL	KÖRMEGMUNKÁLÁS	Al <sub>2</sub> O <sub>14</sub>	40÷60	J÷M
	SÍKMEGMUNKÁLÁS	Al <sub>2</sub> O <sub>15</sub>	16÷60	G÷I

### 2.5.5.5. A SEBESSÉGEK JAVASOLT VISZONYAI

2.32. táblázat

SEBESSÉGVISZONY IRÁNYÉRTÉKEI $q=V_c/V_w$				
KÖSZÖRŰ				
MUNKADARAB	PALÁST	SÍK	FAZÉK	CSÚCSNÉLKÜLI
ACÉLOK	80÷120	50÷80	50	125
ÖNTÖTTVAS	60÷100	40÷60	40	80
Cu-ÖTVÖZETEK	50÷80	30÷50	30	50
Al-ÖTVÖZETEK	30÷50	20÷30	20	45

### 2.5.6. FOGÁSMÉLYSÉGEK

A megfelelő fogásmélységeket a megelőző megmunkálási folyamatoknál alkalmazott táblázatokban lehet megtalálni (2.4., 2.7., 2.9., 2.17., táblázatok)

### 2.5.7. KÖSZÖRÜLÉSI ERŐK

#### o MARÁSON ALAPULÓ MÓDSZER

Ez a módszer azon a feltételezésen alapszik, hogy a köszörülés elméletileg megfelel a marásnak. A különbség a szerszám dolgozórésszének kialakításában és az alkalmazott méretegységekben van.

A marásnál a dolgozóréssz rendezett élű szerszámként van kiépítve (ismerjük az élek számát és azok mértani jellemzőit). A köszörűkorongoknál a dolgozó élek száma nincs pontosan meghatározva (csak felbecsült értékekkel rendelkezünk), és az élek mértani jellemzői sem ismertek.

Az említettekből arra lehet következtetni, hogy a számítások csak tájékoztató értékeket eredményezhetnek. Ezt a hozzáállást követve, azokat a képleteket, melyeket a maráselmélet bemutatása során használtunk, a köszörülésnél is lehet alkalmazni, csak ügyelni kell az alkalmazott mértékegységekre. A lehetséges hibák kiküszöbölése érdekében, a következő táblázatban összehasonlítjuk a két eljárásnál használt mértékegységeket, majd ezek felhasználásával alakítjuk ki a köszörülésre vonatkozó képleteket.

2.33. táblázat

MARÁS		KÖSZÖRÜLÉS		HELYETTESÍTÉS	
Vf	m/perc	Vw	mm/perc	Vw 1000	mm/perc
Vc		Vc		Vc 60	m/sec
b		ac=f		f	mm/ford.
Ksm		Ksm		Ksm	N/mm <sup>2</sup>

Az utóbbi táblázat alapján a FORGÁCSOLÓSEBESSÉGEKre vonatkozó képletek a következőképpen alakulnak:

$$\begin{array}{ccc}
 \text{MARÁS} & & \text{KÖSZÖRÜLÉS} \\
 F_c = \frac{V_w}{V_c} \cdot \frac{a \cdot b \cdot K_{sm}}{1000} \quad (N) & \Rightarrow & F_c = \frac{(V_w \cdot 1000)}{V_c \cdot 60} \cdot \frac{a \cdot f \cdot K_{sm}}{1000} \quad (N)
 \end{array}$$

↓

$$F_c [N] = \frac{1}{60} \cdot \frac{V_w}{V_c} \cdot a \cdot f \cdot K_{sm} \quad (2.135.)$$

#### ○ EMPIRIKUS MÓDSZER

$$F_c [N] \approx 2140 \cdot \sqrt[6]{HB} \cdot A_m^{0,65} \quad (2.136.)$$

Értelmezés:

*HB* ..... Brinell keménység

*A<sub>m</sub>* ..... forgácskeresztmetszet középértéke

#### ○ MEGKÖZELÍTŐ ERŐVISZONYOK

2.34. táblázat

FOGÁSMÉLYSÉG <b>a</b> [mm]	<b>F<sub>R</sub>/F<sub>c</sub></b>				
	FOGÁSSZÉLESSÉG <b>b</b> [mm]				
	6	7,5	9,5	11,8	15,2
0,01	1,5	1,68	1,65	1,84	1,42
0,02	1,46	1,44	1,65	1,98	2,12
0,03	1,82	2,02	2,08	2,18	
0,04	2,08	2,03			
0,05	1,97				

A peremerő és a keresztirányú (radiális) erők viszonyainak megközelítő értékei a (2.31.) táblázatban találhatóak.

## 2.5.8. ELŐTOLÁSSZÁMÍTÁS

### TAPASZTALATI, TÁJÉKOZTATÓ JELLEGŰ ADATOK

2.35. táblázat

KÖSZÖRÜLÉS MÓDSZER	MEGMUNKÁLÁS	ELŐTOLÁS $f=b$ [mm/cikl.]	
		AXIÁLIS	RADIÁLIS
KÜLSŐ KÖR	NAGYOLÓ	$(0,25\div 0,6)B$	$0,02\div 0,05$
	SIMÍTÓ	$(0,1\div 0,2)B$	$0,005\div 0,01$
BELSŐ KÖR	NAGYOLÓ	$(0,4\div 0,7)B$	$0,005\div 0,02$
	SIMÍTÓ	$(0,25\div 0,4)B$	$0,0025\div 0,01$
KERESZTIRÁNYÚ KÖR	NAGYOLÓ	/	$0,0025\div 0,075$
	SIMÍTÓ	/	$0,005\div 0,02$
CSÚCSNÉLKÜLI	NAGYOLÓ	$\approx D_v \pi \operatorname{tg} \alpha \eta$	$0,002\div 0,2$
	SIMÍTÓ	$\approx D_v \pi \operatorname{tg} \alpha \eta$	$0,02\div 0,05$

### 1.1.1.1. ELŐTOLÁSSZÁMÍTÁS A GÉP TEHERBÍRÁSA SZERINT

#### o CSÚCSKÖZTI ÉS SÍKKÖSZÖRÜLÉS

A következő képletben a (2.135.) egyenletre lesz szükségünk a forgácsolóerő behelyettesítése során.

$$P \cdot \eta_m \geq \frac{F_c \cdot V_c}{1000} = \left( \frac{1}{60} \cdot \frac{V_w}{V_c} \cdot \frac{a \cdot f \cdot K_s}{1000} \right) \cdot V_c \quad (2.137.)$$

⇓

$$f \left[ \frac{\text{mm}}{\text{ford.w}} \right] = b \leq 6 \cdot 10^4 \frac{P \cdot \eta_m}{V_w \cdot a \cdot K_s} \quad (2.138.)$$

## o FAZÉKKÖSZÖRÜLÉS

Fazékköszörülés esetén, a legnehezebb feltételek mellett az ( $a$ ) fogásmélységet fel kell cserélni a korong ( $D_C$ ) átmérőjével.

$$f \left[ \frac{\text{mm}}{\text{ford.w}} \right] = b \leq 6 \cdot 10^4 \frac{P \cdot \eta_m}{V_w \cdot D_C \cdot K_s} \quad (2.139.)$$

## o CSÚCSNÉLKÜLI KÖSZÖRÜLÉS

$$f \left[ \frac{\text{mm}}{\text{ford.D}_V} \right] = b \leq D_V \cdot \pi \cdot \sin \alpha \cdot \mu \quad (2.140.)$$

Értelmezés:

$b$ [mm] .....vezető korong szélesség

$D_V$ [mm]..... vezető korong átmérő

$\mu$  .....a vezetőkorong és a munkadarab közt ható csúszási koefficiens,  
(0,9 ÷ 0,98).

$\alpha$  [°].....vezető korong szögelfordítása

## 1.1.2. FORDULATSZÁM-SZÁMÍTÁS

### 1.1.2.1. A KÖSZÖRŰKORONG FORDULATSZÁMA

#### o A KÖSZÖRŰKORONG FORDULATSZÁMA (A KORONG SZILÁRDSÁGA ALAPJÁN)

Számítási alapként a (2.134.) képletet használjuk.

$$V_C \leq \sqrt{\frac{\sigma_c \cdot g}{10^2 \cdot C \cdot \gamma}} = \frac{D_C \cdot \pi \cdot n_C}{1000 \cdot 60} \quad (2.141.)$$

$$n_C \left[ \frac{\text{ford.}}{\text{perc}} \right] \leq 6 \cdot 10^4 \cdot \sqrt{\frac{\sigma_c \cdot g}{C \cdot \gamma}} \cdot \frac{1}{D_C \cdot \pi} \quad (2.142.)$$

#### o A KÖSZÖRŰKORONG FORDULATSZÁMA (TÁBLÁZATI ADATOK ALAPJÁN)

A sebességet meghatározó képletből kiindulva:

$$V_C = \frac{D_C \cdot \pi \cdot n_C}{1000 \cdot 60} \quad (2.143.)$$

$$n_C \left[ \frac{\text{ford.}}{\text{perc}} \right] = \frac{6 \cdot 10^4 \cdot V_C}{D_C \cdot \pi} \quad (2.144.)$$

### 1.1.2.2. A MUNKADARAB FORDULATSZÁMA

#### ○ A MUNKADARAB FORDULATSZÁMA (A KÖSZÖRÜLÉS FORMÁJA SZERINT)

##### • KÖR ALAKÚ MEGMUNKÁLÁS

A körmozgás képletéből kiindulva:

$$V_W = \frac{D_W \cdot \pi \cdot n_W}{1000} \quad (2.145.)$$

⇓

$$n_W \left[ \frac{\text{ford.}}{\text{perc}} \right] = \frac{10^3 \cdot V_W}{D_W \cdot \pi} \quad (2.146.)$$

##### • SÍKALAKÚ MEGMUNKÁLÁS

A síkalakú megmunkálás esetén a mozgások megfelelnek a gyalulásnál alkalmazott számítás által kapott (2.55.) képletnek – köszörülés esetében a főmozgást a munkadarab végzi, így az egyenletben a ( $V_W$ ) jelölést alkalmazzuk:

$$\frac{1}{n_{kw}} = \frac{2 \cdot L}{1000 \cdot V_W} \quad (2.147.)$$

⇓

$$n_{kw} \left[ \frac{\text{ford.}}{\text{perc}} \right] = 500 \cdot \frac{V_W}{L} \quad (2.148.)$$

### 1.1.2.3. A VEZETŐKORONG FORDULATSZÁMA (CSÚCSNÉLKÜLI-KÖSZÖRÜLÉS)

$$V_V = \frac{D_V \cdot \pi \cdot n_V}{1000 \cdot 60 \cdot \mu \cdot \cos \alpha} \quad \left[ V_V = 10 \div 80 \quad \left[ \frac{m}{\text{min.}} \right] \right] \quad (2.149.)$$

⇓

$$n_v \left[ \frac{\text{ford.}}{\text{perc}} \right] = 6 \cdot 10^4 \cdot \mu \cdot \cos \alpha \cdot \frac{V_v}{D_v \cdot \pi} \quad (2.150.)$$

Értelmezés:

$V_v$  [ m/sec. ] .....vezetőkorong peremsebessége.

$D_v$  [ mm ] .....vezetőkorong átmérője.

$n_v$  [ ford./perc].....vezetőkorong fordulatszáma.

$\mu$  .....a vezetőkorong és a munkadarab közt ható csúszási koefficiens,  
(0,9 ÷ 0,98).

### 1.1.3. FŐ GÉPIDŐ

#### 1.1.3.1. KÖRKÖSZÖRÜLÉS

Megfelel az esztergálásnál használt (2.46.) képletnek:

$$t_{fg} = i \cdot \frac{L_{brutto}}{n_c \cdot f} \quad (2.151.)$$

#### 1.1.3.2. SÍKKÖSZÖRÜLÉS

Megfelel a gyalulásnál használt (2.62.) képletnek:

$$t_{fg} = i \cdot \frac{B_{brutto}}{n_k \cdot f} \quad (2.152.)$$

#### 1.1.3.3. FAZÉKKÖSZÖRÜLÉS

Megfelel az marásnál használt (2.126.) képletnek:

$$t_{fg} = i \cdot \frac{L_{brutto}}{n_c \cdot f} \quad (2.153.)$$

Értelmezés:

$t_{fg}$  [perc].....fő gépidő

$L_{brutto}$ [mm].....a megmunkált hossz adalékokkal összértéke

$L_{netto}$ [mm].....a megmunkált hossz

$i$ .....fogások száma

### 1.1.4. HASZNÁLT TELJESÍTMÉNY

A teljesítményt a dinamikából ismert képlet alapján lehet leírni, mint a sebesség és az erő szorzatát:

#### 1.1.4.1. KÖRKÖSZÖRÜLÉS

$$P[kW] = \left( \frac{D_w \cdot \pi \cdot n_w}{6 \cdot 10^7} \right) \cdot (a \cdot b \cdot K_s) \quad (2.154.)$$

#### 1.1.4.2. SÍKKÖSZÖRÜLÉS

$$P[kW] = \left( \frac{V_w}{6 \cdot 10^7} \right) \cdot (a \cdot b \cdot K_s) \quad (2.155.)$$

#### 1.1.4.3. FAZÉKKÖSZÖRÜLÉS

$$P[kW] = \left( \frac{V_w}{6 \cdot 10^7} \right) \cdot (a \cdot b \cdot K_s) \quad (2.156.)$$

### 1.1.5. FORGÁCSOLÁSI TERMELÉKENYSÉG

#### ○ KÖRKÖSZÖRÜLÉS

$$Q \left[ \frac{kg}{perc} \right] = \frac{a \cdot b \cdot V_w}{10^6} \cdot q \quad (2.157.)$$

#### ○ SÍKKÖSZÖRÜLÉS

$$Q \left[ \frac{kg}{perc} \right] = \frac{a \cdot b \cdot V_w}{10^6} \cdot q \quad (2.158.)$$

#### ○ FAZÉKKÖSZÖRÜLÉS

$$Q \left[ \frac{kg}{perc} \right] = \frac{a \cdot b \cdot V_w}{10^6} \cdot q \quad (2.159.)$$

**▪ KÉRDÉSEK**

- Köszörelési módok.
- Csúcsnélküli köszörelés.
- A köszörelü felépítése (összetevök).
- Szemcsék keménysége.
- Szemcsék anyaga.
- Szemcsék mérete.
- Kötőanyagok.
- Üregek meghatározása.
- Elötölásszámítás
- Fordulatszám-számítás.
- Fő gépidőszámítás.
- Teljesítményszámítás.
- Termelékenységyszámítás.

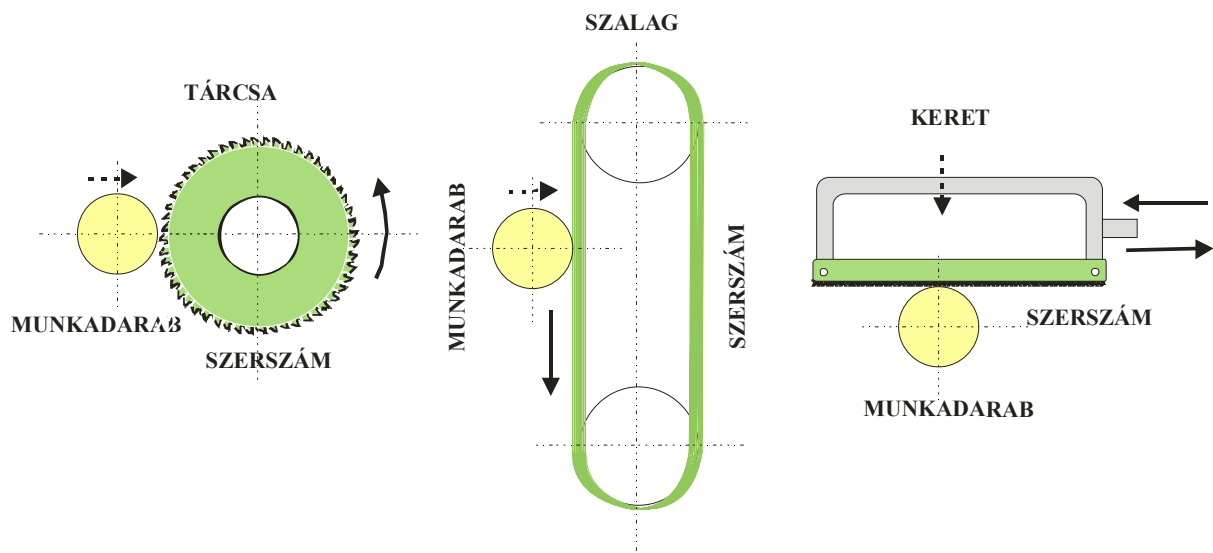
## 2. EGYÉB, FORGÁCSOLÁSON ALAPULÓ ELJÁRÁSOK

Egyéb, forgácsoláson alapuló eljárások a következők:

- Fűrészelés.
- Üregelés (vésés).
- Menetforgácsolás.
- Fogaskerekek forgácsolási eljárásai.

### 2.1. FŰRÉSZELEÉS

#### 2.1.1. FŰRÉSZELEÉSI MÓDOK



2.1. ábra

## 2.1.2. GÉPEK



SZERSZÁM SZALAGFŰRÉSZ  
*[PROMAC SW-350V]*



DARABOLÓ SZALAGFŰRÉSZ  
*[F.MOSER G 5018 WA]*



KÉZI DARABOLÓ FŰRÉSZEK  
*[KNUTH TS 250]*



*[KNUTH AKS 350]*

2.2. ábra

## 2.1.2.1. FORGÁCSOLÓSEBESSÉGEK

2.1. táblázat

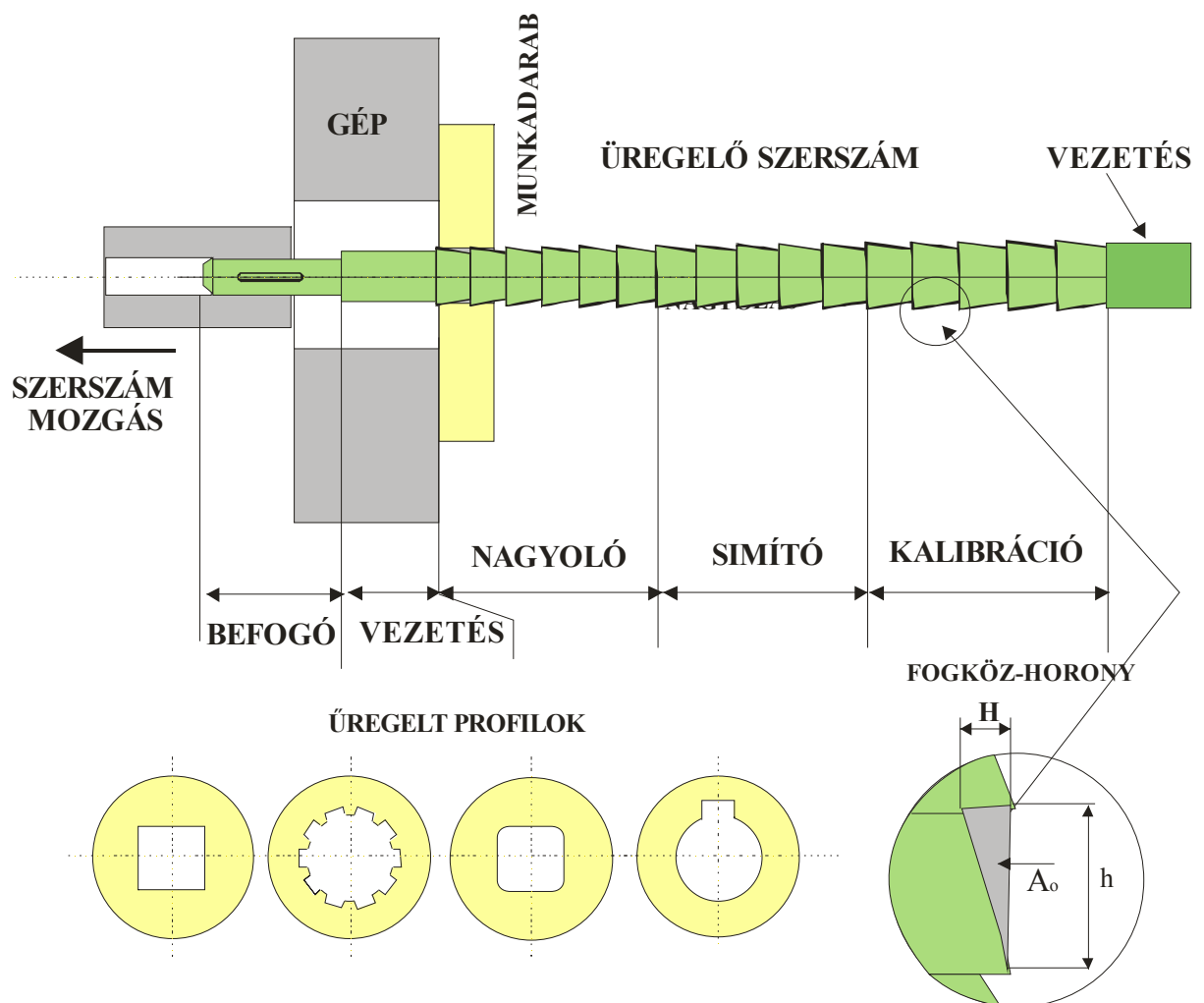
MUNKADARAB	$R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$V_c$ (m/min) -TÁRCSAFŰRÉSZ		
		FOGAK TÁVOLSÁGA [ mm ]		
		1÷5	÷10	7.5÷14
ÖTVÖZETLEN ACÉLOK	500	80÷100	70÷80	40÷50
	500÷700	70÷90	60÷70	3÷40
	700÷900	50÷60	40÷50	20÷30
	900÷1100	30÷40	25÷40	15÷20
ÖTVÖZÖTT ACÉLOK	650	30÷40	25÷40	15÷20
	750			
	850			
	950			

2.2. táblázat

MUNKADARAB	$R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$V_c$ [ mm/perc ] SZALAGFŰRÉSZ	FOGAK SZÁMA/cm
ÖTVÖZETLEN ACÉLOK	500	40÷45	2÷4
	500÷700	30÷49	3÷5
	700÷900	20÷30	5÷7
	900÷1100	.8÷10	7÷9
ÖTVÖZÖTT ACÉLOK	650	8÷10	7÷9
	750		
	850		
	950		

## 2.2. ÜREGELÉS

### 2.2.1. MUNKATÉR



#### A SZERSZÁMOK DOLGOZÓRÉSZEI



2.3. ábra

## 2.2.2. GÉPEK



VÍZSZINTES  
*[BMS CRUISER-120]*



MERŐLEGES  
*[BMS CRUISER-120]*

2.4. ábra

### 2.2.2.1. A HORONY MÉRETSZÁMÍTÁSA

Megközelítő horonyfelület:

$$A_0 = \frac{H^2 \cdot \pi}{4} \quad (2.160.)$$

Forgács által elfoglalt felület:

$$A_r = A_k \cdot L \cdot h \quad (2.161.)$$

A biztonsági feltétel:

$$A_0 > A_r \Rightarrow \frac{H^2 \cdot \pi}{4} > A_k \cdot L \cdot h \quad (2.162.)$$

Az előző egyenletből kiszámítható a horony biztonságos magassága:

$$H \geq 2 \cdot \sqrt{\frac{1}{\pi} \cdot A_k \cdot L \cdot h} \quad (2.164.)$$

Értelmezés:

L [ mm ] ....üregelt munkadarab hossza

H [ mm ] .....forgácsvastagság

$A_k$ .....forgácskitöltési tényező

A [ mm<sup>2</sup> ] ....munkában lévő dolgozórések által létrehozott forgács keresztmetszete.

## o FORGÁCSOLÁSI SEBESSÉGEK

2.3. táblázat

MUNKADARAB	ÜREGELŐ FORGÁCSOLÁSI SEBESSÉG [ m/perc ]	
	BELSO	KÜLSO
ACÉL, ACÉLÖNTVÉNY	3	6÷10
ÖTVÖZÖTT ACÉL	2	6÷8
ÖNTÖTTVAS	3	6÷10
BRONZ, S. RÉZ	2	10÷12
KÖNNYŰFÉMEK	14 ig	12÷16

## o FORGÁCSOLÁSI ERŐ

Az egyszerűsített módszer az (1.19.) egyenlet szerint:

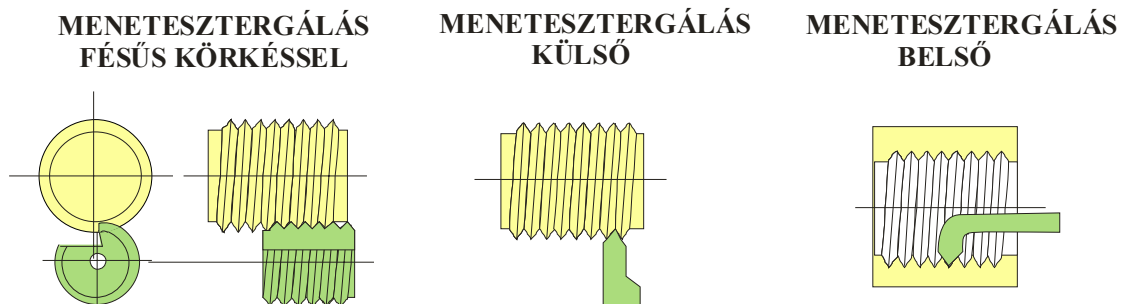
$$F_c [N] = k_s \cdot A \quad (2.2.)$$

2.4. táblázat

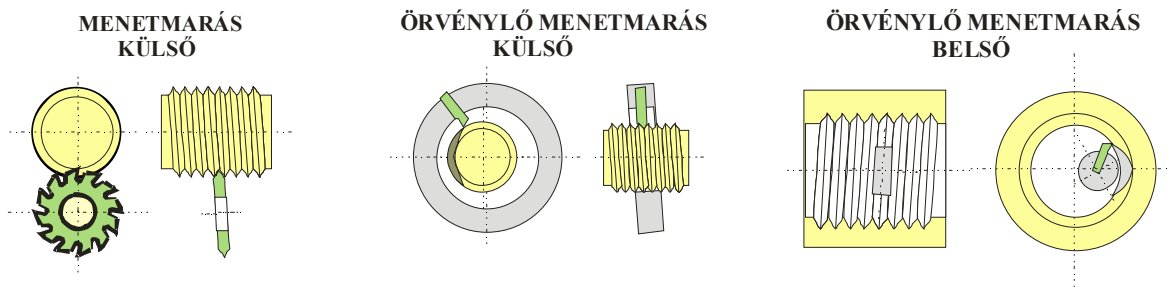
MUNKADARAB	ÜREGELŐ FAJLAGOS FORGÁCSOLÓERŐ $k_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]
ACÉL, ACÉLÖNTVÉNY	60÷100
ÖTVÖZÖTT ACÉL	110÷170
ÖNTÖTTVAS	60÷100
BRONZ, S. RÉZ	75÷120
KÖNNYŰFÉMEK	75÷100

## 2.3. MENETFORGÁCSOLÁS

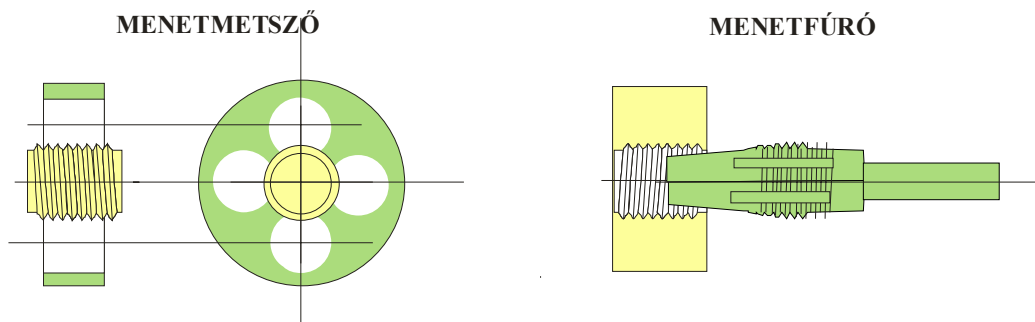
### 2.3.1.1. ESZTERGÁLÁSI FOLYAMATOK



### 2.3.1.2. MARÁSI FOLYAMATOK



### 2.3.1.3. KÉZI MENETMEGMUNKÁLÁS



2.5. ábra

### 2.3.1.4. SZERSZÁMOK



2.6. ábra

## 2.4. FOGASKEREKEK FORGÁCSOLÁSI ELJÁRÁSAI

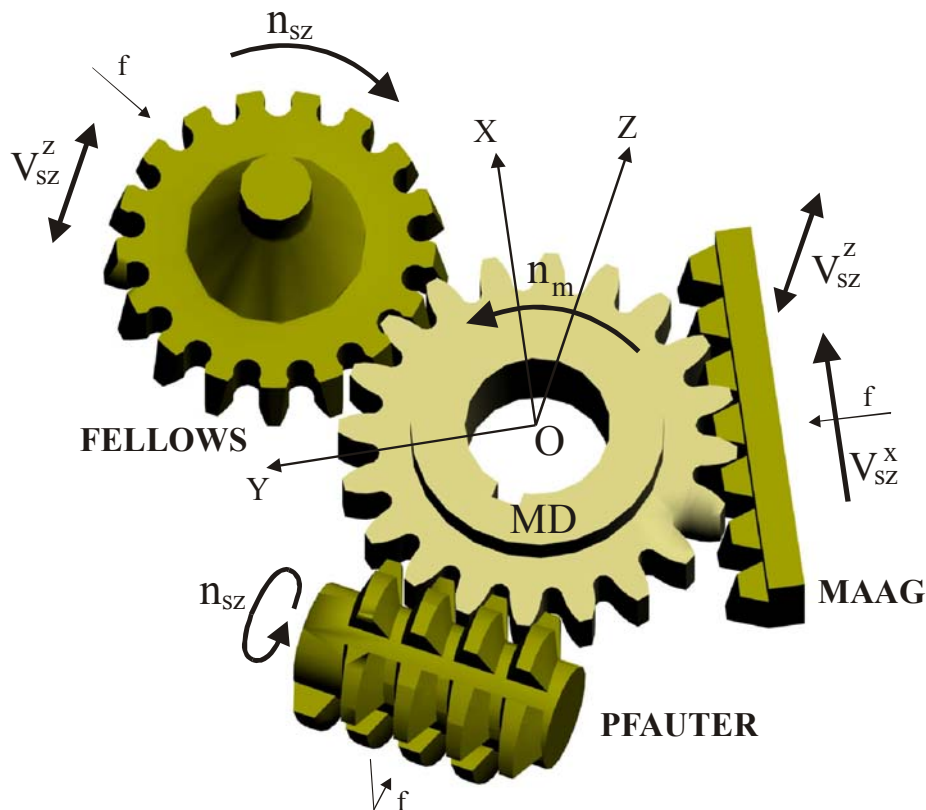
A fogaskerekek megmunkálási módjai két csoportra oszthatók:

- **Egyetemes szerszámgépekkel forgácsolt fogaskerekek** (marás, gyalulás). Ezek a folyamatok, nem a legpontosabbak, mivel egy modulra tervezett szerszámmal, a közeli modulú fogazásokat is le lehet gyártani.
- **Relatív gördülésen alapuló eljárások.** Ezek az eljárások (MAAG, FELLOWS, PFAUTER, GLIZON, KLINGELNBERG, ..) pontos evolvenst reprodukálnak. Felelős gépegységekben (váltók, nagy fordulatszámú áttételek, stb.) kivétel nélkül, csak az utóbbi módszerekkel forgácsolt fogazásokat szabad használni.

A fogazás kialakítását követően, köszörülést alkalmaznak a felületi érdesség csökkentésére (felületfinomítás). A eljárások, kinematikai szempontból, megegyeznek az alapvető forgácsolási módszereknél alkalmazott megoldásokkal.

### 2.4.1.1. RELATÍV GÖRDÜLÉSI MÓDSZEREK

A relatív gördülésen alapuló módszerek alkalmazásánál lefejtő szerszámokat használnak. A (3.4.) ábrán a három legismertebb módszer látható (MAAG, FELLOWS, PFAUTER).



2.7. ábra

### 2.4.1.2. CNC-GÉPEK



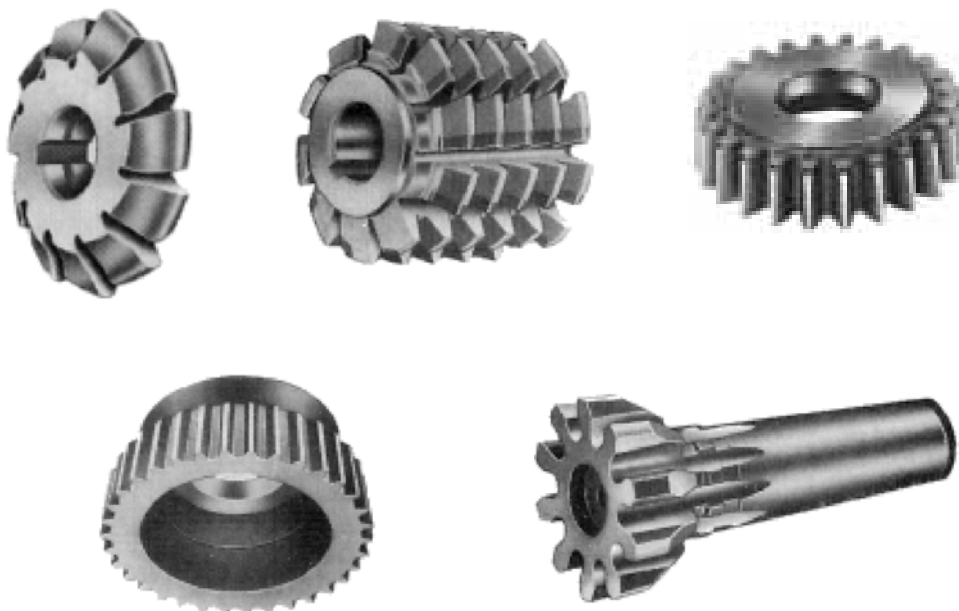
*[K. MACH KA200E]*



*[PHOENIX II]*

2.8. ábra

### 2.4.1.3. SZERSZÁMOK



2.9. ábra

**▪ KÉRDÉSEK**

- Milyen fűrészelési módozatokat ismer?
- Mi az üregelés elvégzésének feltétele?
- Melyek az üregelő szerszám fő részei?
- Milyen menet-megmunkálási módszereket ismer?
- Melyek a fogaskerék alapvető megmunkálási módszerei?

### 3. KÜLÖNLEGES FORGÁCSOLÁSI FOLYAMATOK

Különleges forgácsolási folyamatoknak nevezzük azokat a technológiai eljárásokat, melyek során anyagleválasztás történik (forgács képződik), de mégsem vezethetők vissza közvetlenül az alapvető eljárásokra. Ezek az utóbbi ötven évben fejlődtek olyan színre, hogy ma már mint operatív technológiák vannak alkalmazva a gépgyártásban.

#### 3.1. SZIKRAFORGÁCSOLÁS

##### 3.1.1. GÉPEK



3.1. ábra

Ebbe a csoportba soroljuk a szikraforgácsolást, a koptató csiszolást, a szemcseszórást, a sugaras folyamatokat, az elektrokémiai eljárásokat, stb....

A szikraforgácsolási eljárás műszaki összetevői a munkadarab, az elektróda (szerszám) és a dielektrikum (közeg – folyadék) (4.1. ábra).

A munkadarabot és a szerszámot, mint pólusokat, feszültség alá helyezik (100 ÷ 250 V). A munkadarab és a szerszám közeledése során szikra keletkezik. A szikrakisülés lokális felmelegedést és a munkadarab (kisebb részben a szerszám) olvadását, valamint az anyagrészecskék leválását eredményezi (forgácsolás jön létre).

A forgács eltávolítása, részben öntisztítással történik, részben pedig a dielektrikum állandó keringetése által (az áramoltatott dielektrikumból szűrők segítségével választják ki a forgácsszemcséket). A biztonságos forgácseltávolítást az elektróda szakaszos ráközelítése illetve eltávolítása is biztosítja. Az utóbbi funkciót huzalos berendezéseknél, a huzal folyamatos mozgatása biztosítja.

### **3.2. KOPTATÓCSISZOLÁS**

A koptatás által végzett csiszolásnak két legelterjedtebb változata a:

- FORGÓDOBOS ELJÁRÁS és a
- VIBRÁCIÓS ELJÁRÁS

A munkadarabok, (leginkább kisméretű példányok) egymáshoz viszonyítva relatív mozgást végeznek. Ezt a mozgást egy kis fordulatszámmal mozgó dobbal, vagy elektromágneses vibrátorral lehet létrehozni. A folyamat intenzitását csiszolótestekkel is fokozhatjuk. A levált szemcsék mechanikus úton kihullanak a doból. A dobot folyékony közegben (víz) működtetve, biztosítani tudjuk a levált részecskék (forgács) eltávolítását. Az említett folyamatok lebonyolíthatósága nagyban függ a munkadarab formájától és anyagától, így a legmegfelelőbb megoldást csak kísérletek segítségével tudjuk meghatározni.

### **3.3. SZEMCSESZÓRÁS**

Az eljárás alapja a munkadarab szemcsékkel (homok-, fémszemcsék,..) történő ütköztetése. Az ütköztetés következményeként jön létre az anyag leválása (forgácsolás). A szemcsék áramlását (mozgatását) folyékony közeggel (sűrített levegő, víz), vagy forgó keménygumi anyagú lapátokkal biztosítják.

Az eljárást felületi finomításra, tisztításra (festés előtti eljárás) használják.

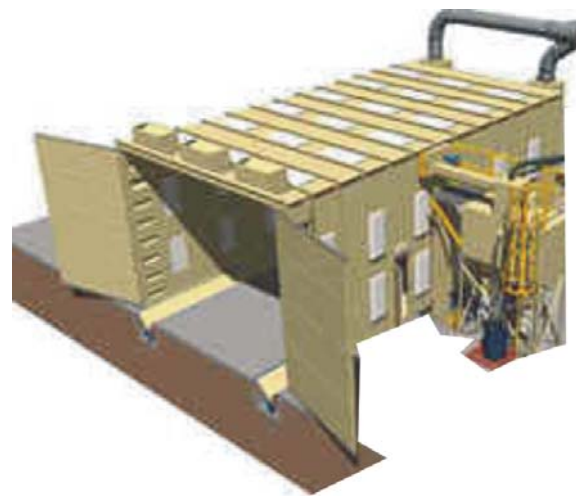
### 3.3.1. GÉPEK



*[CANABLAST]*



*[CANABLAST]*



*[ABC BLAST LLC]*

3.2. ábra

### 3.4. SUGARAS FOLYAMATOK

A sugaras folyamatok a következők:

- LÉZER-sugárral történő megmunkálás.
- ELEKTRON-sugárral történő megmunkálás.
- IONIZÁLT-sugárral történő megmunkálás.

Az alap eljárás mind a három esetben azonos: fotonrészecskék (lézer), elektronok (elektron),  $He$  ionok (ionizált) igen kis felületre történő összpontosítása ( $0,001 \div 0,25 \text{ mm}^2$ ). Az így kapott „energianyaláb” felhasználható lemezvágásra, esztergálásra, ...).

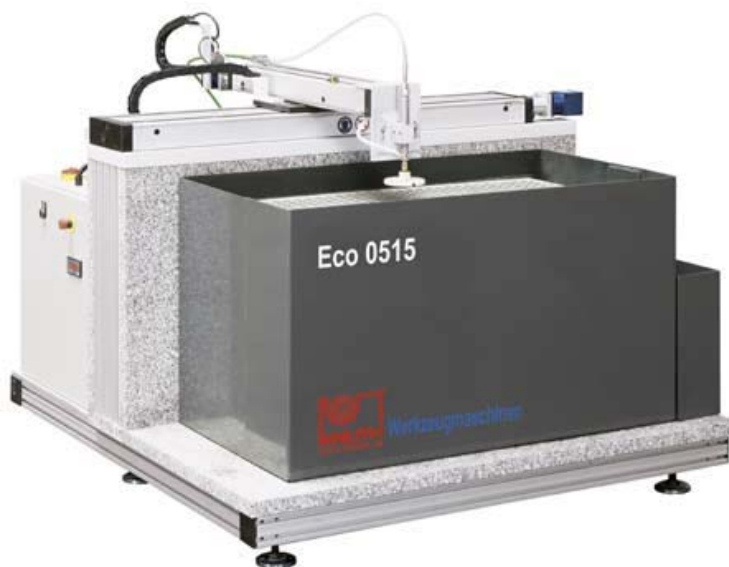
### 3.4.1. GÉPEK



*[KNUTH LASER-JET]*



*[KNUTH ECO-PLAZMA]*



VÍZSUGARAS GÉP  
*[KNUTH ECO 0515]*



3.3. ábrák

- VÍZSUGÁRRAL történő megmunkálás.

Az eljárás alapját egy magas nyomású vízszugár (300÷500 Mpa) képezi, mely abrazív anyagok hozzáadásával (vagy abrazív anyagok nélkül) hatván a munkadarab felületére, folyamatos anyagroncsolást végez. Ezen eljárás előnye, hogy a hőenergia eltávolítása folyamatos, így a munkadarab felmelegedése minimális.

### **3.5. ELEKTROKÉMIAI ÉS EGYÉB FOLYAMATOK (FELSOROLÁS)**

Többek között, ide sorolhatók (a gépgyártásban használatosak):

- Elektrokémiai maratás
- Elektrokémiai polírozás
- Elektrokémiai süllyesztés
- Mágneses abrúzió
- Ultrahangos abrúzió
- Hónolás
- Tükrösítés (leppelés).....

#### **▪ KÉRDÉSEK**

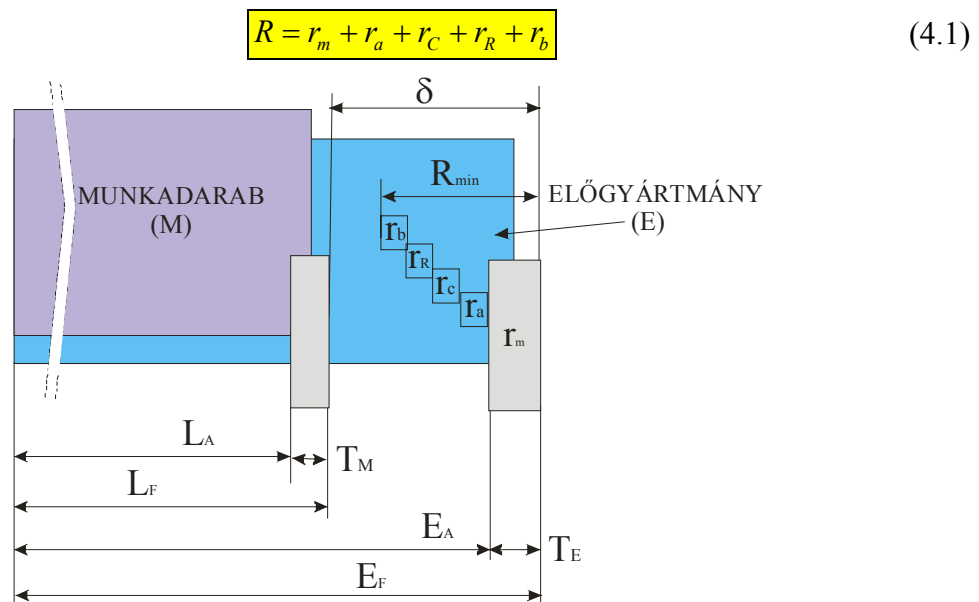
- Mi a szikraforgácsolás alapja?
- Mi a koptatás alapja?
- Milyen koptató folyamatokat különböztetünk meg?
- Mi a szemcseszórás elve?
- Melyek a sugaras folyamatok alapvető módszerei?
- Melyek a vízszugaras eljárás előnyei?

## 4. ELŐGYÁRTMÁNY

A megmunkálás folyamatában levő ( $M$ ) munkadarab méreteinek és alakjának biztosításához nélkülözhetetlen, és a megelőző megmunkálási folyamat során legyártott ( $E$ ) munkadarabot *ELŐGYÁRTMÁNY*-nak nevezzük.

Az előgyártmánynak, annak anyagának, valamint a megmunkálásához alkalmazott technológiáknak, biztosítaniuk kell a belőle kidolgozandó munkadarabbal szemben támasztott követelmények teljesítését. E követelmények a munkadarab műhelyrajzán egyértelműen adottak.

A sorban következő munkadarab mechanikai tulajdonságai, valamint a kialakítási forma határozzák meg az előgyártmány kidolgozásához alkalmazott technológiát (hengernélés, öntés, kovácsolás, sajtolás).



4.1. ábra

Az előgyártmány kidolgozása során véges hibák jöhetnek létre. Ezeket a hibákat, *örökölt hibák* – nak nevezzük.

Az örökölt hibákat (azok nagyságát) a munkafelületre merőleges irányban (az anyag belseje felé irányítva) szemléljük.

Az örökölt hibák összegzett mennyisége ( $R$ ) a következő:

Értelmezés:

$r_m$  [mm]... az előgyártmány mérethibája – tűrése ( $T_E$ )

$$r_m = T_E \quad (4.2)$$

$r_a$  [mm]... az előgyártmány alakhibája (5.1. táblázat).

4.1. táblázat

MÉRETEK [mm] ]		ALAKHIBÁK (ALAKTŰRÉSEK) $r_a$ [ $\mu\text{m}$ ]									
		PONTOSSÁGI TARTOMÁNY~ÉRDESSÉGI OSZTÁLY									
TARTOMÁNY		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>EGYENESSÉGI ÉS SÍKLAPUSÁGI TŰRÉSTARTOMÁNY (T)</b>											
	10	0,25	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16
10	25	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25
25	60	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40
60	160	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60
160	400	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100
400	1000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160
<b>KÖRALAKÚSÁGI ÉS HENGERESSÉGI TŰRÉSTARTOMÁNY (T)</b>											
	6	0,3	0,5	0,8	12	2	3	5	8	12	20
6	18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30
18	50	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40
50	120	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50
120	260	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	44	60

Értelmezés:

$r_C$  [mm]... Az előgyártmány felületéhez tartozó sérült réteg vastagsága ( tábl)

$$r_C = C \quad (4.3)$$

$r_R$ ... [mm] Az előgyártmány felületének érdessége ( $R_Z$  - egyenetlenség magassága)

$$r_R = R_Z \quad (4.4)$$

$r_b$ . [mm].az előgyártmány helyzet-meghatározási hibája (készülék hiba, tokmány excentricitása. stb.). A megfelelő méretek megállapításánál, a munkadarab tűrését kell alapul venni azzal, hogy a helyzet-meghatározási hibákat két tűréstartománnyal jobb minőségbe soroljuk. Pl.: ha a munkadarab

méretei **h7** – es tartományba tartoznak, akkor a készülékek helyzet-meghatározási hibái **h5** – ös tartományban javasoltak

Az örökölt hibák nagyságát részben táblázatokból (tűrések, sérült rétegek), részben utólagos mérések alapján lehet meghatározni.

Az örökölt hibákat (meghibásodott rétegen), a munkadarab forgácsolása során kell eltávolítani, vagyis ez a réteg a minimális ( $\delta_{min}$ ) ráhagyást jelenti.

$$\delta_{min} = R_{min} \quad (4.5)$$

Az utolsó, ( $\delta$ ) tényleges ráhagyás, szabványos hengerelt szelvények esetében nagyobb, mivel a kiválasztás során az első nagyobb méretet kell a nyersanyagból választani. Ez érvényes akkor is, ha egyszerűsítési céllal, vagy ha az eljárásból adódó különlegességek miatt, az előgyártmány alakja nem kíséri teljes egészében a munkadarab végleges alakját.

$$\delta \geq R_{min} \quad (4.6)$$

Értelmezés:

Minden méret mértékegysége [mm].

$L_A$ ... a munkadarab méretének alsó határa.

$L_F$ ... a munkadarab méretének felső határa.

$E_A$ ... az előgyártmány méretének alsó határa.

$E_F$ ... az előgyártmány méretének felső határa.

$T_M$  . a munkadarab névleges méretének tűrése.

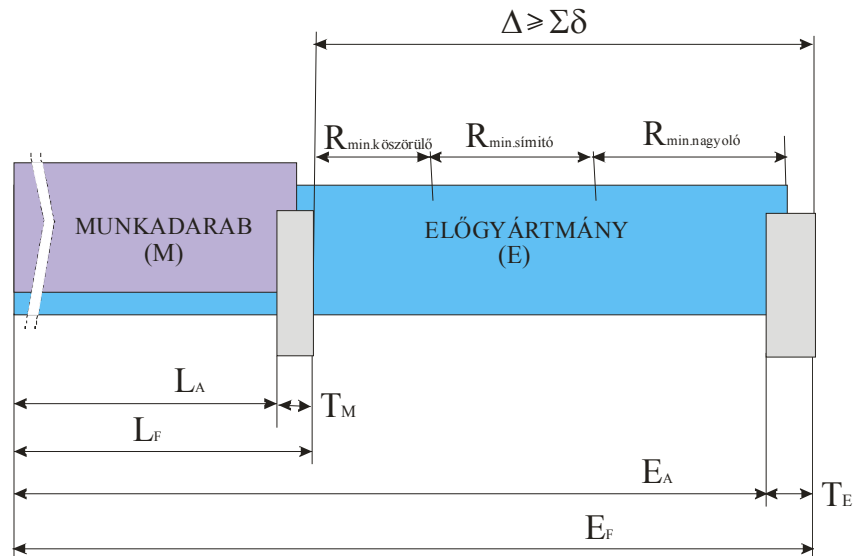
$T_E$  . az előgyártmány névleges méretének tűrése.

$\delta_{min}$ .. minimális ráhagyás.

$\delta$ .. tényleges ráhagyás.

A ráhagyás ( $R$ ) meghatározása az előgyártmány méretéhez kötődik. Mivel ezt a méretet előre nem ismerjük (hiszen e méretet kell meghatározni), a ( $\delta$ ) tényleges ráhagyást feltételesen, a munkadarab névleges méretei alapján határozzuk meg, majd a számítást követően ellenőrizzük, hogy eleget tettük e az (5.6.) feltételnek.

A ráhagyás ( $R$ ) meghatározását meg kell ismételni valamennyi, egymást követő fogásra (nagyolás, simítás, köszörülés,..). Az így meghatározott ( $\Delta$ ) ráhagyások összege, a következő méretnek a teljes ráhagyását képezi.



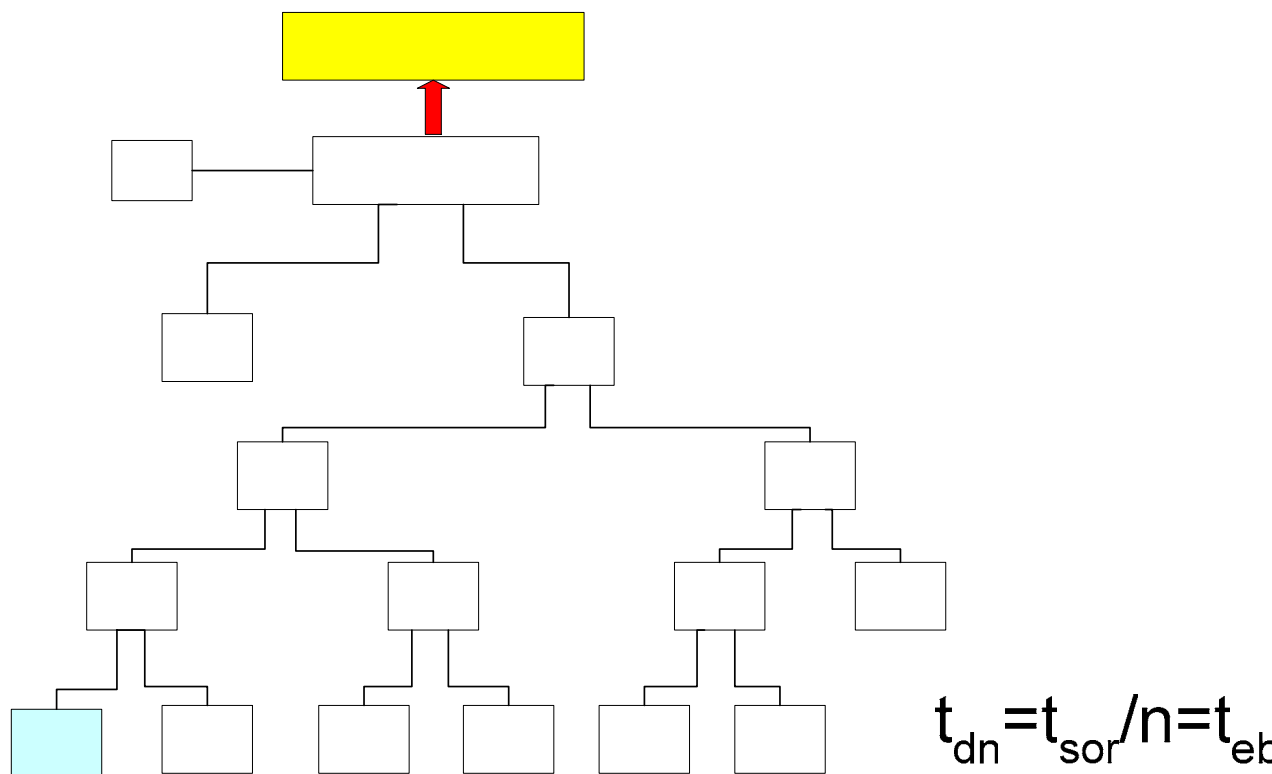
4.2. ábra

$$\Delta [mm] = \sum \delta \geq R_{\min NAGYOLÓ} + R_{\min SÍMITÓ} + R_{\min KÖSZÖRÜLŐ} + \dots \quad (4.7)$$

#### ▪ KÉRDÉSEK

- Melyek a ráhagyás összetevői?
- Összetett forgácsolási folyamat ráhagyásainak meghatározása.
- Mitől függ az előgyártmány kivitelezési formája?

## 5. A NORMAIDŐ ELEMZÉSE



5.1. ábra

Értelmezés:

Minden idő mértékegysége [perc].

$n$

$t_{sor} = t_{eb} + n$

$t_{fg}$ ....**FŐ GÉPIDŐ**

A technológiai számítások alapján meghatározott idő. Az az idő, mely teljes egészében a forgácsolásra van felhasználva.

$t_{fk}$ ....**FŐ KÉZI IDŐ**

Technológiai tapasztalatok – (mérések) alapján  $t_{eb}$  meghatározott idő. Az az idő, mely a közvetlen kézimunkához szükséges.

**$t_{mg}$ ...GÉPI MELLÉKIDŐ**

A forgácsolási folyamathoz szükséges idő (a munkadarab befogása, szerszámbeállítás, mérések, stb.)

 **$t_{mk}$ ...KÉZI MELLÉKIDŐ**

A kézi munkafolyamathoz szükséges idő (munkadarab befogása, szerszámbeállítás, mérések, stb.)

 **$t_{km}$ ...KISZOLGÁLÓ MŰSZAKIDŐ**

Szerszámélesítések, forgácseltávolítás, gépbeállítás, stb....

 **$t_{ksz}$ ...KISZOLGÁLÓ SZERVIZIDŐ**

A munkás aktivitása a gép napi karbantartásával kapcsolatosan, kisebb javítások. Karbantartások összeidejének a főidőre számított (k) hányada.

$$t_{ksz} = t_{fk}$$

 **$t_f$ ...A FŐIDŐ**

$$t_f = t_{fg} + t_{fk}$$

 **$t_m$ ...A MELLÉKIDŐ**

$$t_m = t_{mg} + t_{mk}$$

 **$t_k$ ...A KISZOLGÁLÓ IDŐ**

$$t_k = t_{km} + t_{ksz} = t_{km} + t_{fk}$$

 **$t_{sp}$ ...A PIHENŐ ÉS EGYÉB IDŐK**

Étkezés, egyéni szükségletek kielégítése, műszaki kérdések tisztázása, dokumentáció tanulmányozása.

 **$t_{da}$ ...ALAP DARABIDŐ**

$$t_{da} = t_f + t_m = (t_{fg} + t_{fk}) + (t_{mg} + t_{mk}) \quad (5.1)$$

 **$t_p$ ...PÓTIDŐ**

$$t_p = t_k + t_{sp} = (t_{km} + t_{fk}) + t_{sp} \quad (5.2)$$

 **$t_d$ ...DARABIDŐ**

$$t_d = t_{da} + t_p = (t_{fg} + t_{fk}) + (t_{mg} + t_{mk}) + (t_{km} + t_{fk}) + t_{sp} \quad (5.3)$$

 **$t_{eb}$ ...ELŐKÉSZÍTÉSI ÉS BEFEJEZÉSI IDŐ**

Egy (n) darabszámú sorozatra vonatkozó előkészület ideje, anyagszállítás a gépig és a géptől, a szerelést végző vonalak felszerelése, aktív ellenőrzések ideje, valamint az előre nem látott kiesések ideje (rövid áramkiesés, stb.)

**n....A SZOROZAT DARABSZÁMA**

**$t_{sor}$ ..A SZOROZATIDŐ**

$$t_{sor} = t_{eb} + n t_d \quad (5.4)$$

**$t_{dn}$ ..EGY SZOROZATBAN GYÁRTOTT NORMA-DARABIDŐ**

$$t_{dn} [perc] = \frac{t_{sor}}{n} = \frac{t_{eb}}{n} + t_d \quad (5.5)$$

▪ **KÉRDÉSEK**

- Melyek a darabidő összetevői?
- Hogy határozzuk meg a sorozatidőt?
- Miként függ a sorozatidő a sorozat nagyságától?

## 6. KÖLTSÉGSZÁMÍTÁS

A költségszámítás egy működő rendszer életében a legfontosabb folyamatok közé tartozik.

A marketing (piacgazdálkodás) összesíti mindazokat a tényezőket, melyek meghatározzák a piacon való helytállásban. A véglegesen számlázott ár ( $SZ_A$ ) létfontosságú kérdés, ezért ez külön tudományágat képez. Az alapozó összetevők úgymint (idő, pénz) meghatározása túlhaladja e tárgy tartalmát.

A műszakilag meghatározható tényezők csak az összetevők egy szűk szegmensét képezik, és csak az előállítás önköltségeire korlátozódnak, de még ezen belül is igen bonyolult összefüggések léteznek.

Az említettek fényében, a bemutatott elemzés csak a tájékoztatás célját szolgálja, és a költségek struktúrájára utal.

A számítások szempontjából fontos adatok minden egyes cégben változnak, és függenek a cég programjától, a piaci helyzetétől, a konkurenciától, a belső és külső szervezettségétől, stb., és esetenként külön kell őket a rendszeren belül meghatározni.

A számlázott ár ( $SZ_A$ ) összetevői a következők (a számítás egy alkatrészre vonatkozik):

$$SZ_A = K_O + K_M + K_P + K_A \quad (6.1)$$

Ahol:

Az pénzegység nem meghatározott, de számítások során egységes.

### o $K_O$ ...ELŐÁLLÍTÁSI ÖNKÖLTSÉG

$$K_O = K_a + \sum_{i=1}^z (K_b \cdot K_r \cdot K_g \cdot K_k \cdot K_{sz})_i \quad (6.2)$$

- **$K_A$ ...ANYAGKÖLTSÉGEK**

$$K_a = G \cdot A_j \quad (6.3)$$

$G$  [kg]...az alkatrész nettó tömege

$A_j$ ..fajlagos anyagár

- **$K_b$ ...bérköltés**

$$K_b = m \cdot \frac{t_e}{n} + \frac{t_p}{n} \cdot m'' + m \cdot t_d \quad (6.4)$$

$n$ ..egy sorozatban legyártott munkadarabok száma

$t_e$ .. előkészítési és befejezési idő

$t_p$ ...pótidő

$t_d$ ...darabidő

$m'$  , $m''$  ,  $m$ ...megfelelő órabérek.

- **$K_r$ ...rezsiköltség**

$$K_r = K_b \cdot \frac{R}{100} \quad (6.5)$$

$R$ ...azok az állandó, darabszámtól független költségek, melyek közvetlenül a munkahelyhez kapcsolódnak (világítás, fűtés, eszköزامortizáció, kiszolgáló személyzethez fűződő költségek, amortizáció,...).Ez igen jelentős összeg is lehet (100 ÷ 1000 ig).

- **$K_g$ ... Gépköltség**

$$K_g = \frac{A_g \cdot \left( \varphi_g + \frac{R_g}{100} \right)}{60 \cdot H_{\acute{e}v}} \cdot t_{dn} \quad \varphi_g = \frac{g \cdot (1+g)^{a_g}}{(1+g)^{a_g} - 1} \quad (6.6)$$

$a_g$  [évek].....a gép amortizációideje

$A_g$ .....a gép beszerzési ára

$R_g$  [%]... .....a gép járulékos költségei ( )

$H_{\acute{e}v}$  [nap/évente]... a gép munkaideje éves szinten (nap/évente)

$g$ .....átlagos évi kamat

- **$K_k$ ...készülék költsége**

$$K_k = \frac{A_k \cdot \left(1 + \frac{R_k}{100}\right)}{n_k} \quad (6.7)$$

$A_k$ .....készülék ára

$R_k$ [%]... ..a készülék járulékos költsége

$n_k$ [darab]... a készülék gyártott száma éves szinten.

- **$K_{sz}$ ...szerszámköltség**

$$K_{sz} = \frac{A_{sz} \cdot \left(1 + \frac{R_{sz}}{100}\right)}{n_t} \quad (6.8)$$

$A_{sz}$ .....szerszám ára

$R_{sz}$ [%]..... a szerszám járulékos költségei

$n_t$ [darab]... ..a szerszám élettartama alatt legyártott munkadarabok száma

$i$ .....műveletek száma egy munkadarabon

- **$K_M$ ...BELSŐ MŰKÖDTETÉSI KÖLTSÉGEK**

$$K_M = \frac{M}{n_s} \quad (6.9)$$

$M$ ..... ide kell sorolni az általános (egy sorozatra esedékes) rezsiköltségeket, fejlesztési költségeket, igazgatási költségeket (biztonsági szolgálat, tűzoltóság, étkezés, stb.).

$n_s$ [darab/sorozat]... ..egy sorozatban legyártott darabszám

### ○ $K_p$ ...PIACKÖLTSÉGEK

$$K_p = \frac{P}{n_s} \quad (6.10)$$

$P$ ... egy sorozat kapcsán felmerülő piackutatási, reklám, értékesítési tevékenység, engedélyek, profit, kockázat, kirendeltségek fenntartási, stb.. költségei.

### ○ $K_A$ ...ÁLLAMI (ÁFA) KÖLTSÉGEK

$$K_A = \frac{A}{n_s} \quad (6.11)$$

$A$ ... egy sorozat kapcsán esedékes állami forgalmi adó

Egy ( $SZ_{AS}$ ) sorozat számlázott ára nem más mint az ( $SZ_A$ ) egy termékre vonatkozó ár és a sorozatban legyártott ( $n_s$ ) darabok számának szorzata. Látható, hogy a sorozatra vonatkozó ár része független a darabszámtól, egy része pedig közvetlenül a ( $n_s$ ) darabszámtól függ:

$$SZ_{AS} = SZ_A \cdot n_s = B + A \cdot n_s \quad (6.12)$$

## 6.1. KRITIKUS SOROZAT

Az iménti elemzésből kitűnik, hogy a ( $SZ_{AS}$ ) sorozat számlázott ára függ a gyártásban használt gépek és készülékek áráról, valamint a munkaidők és egyéb szükségletek költségeitől.

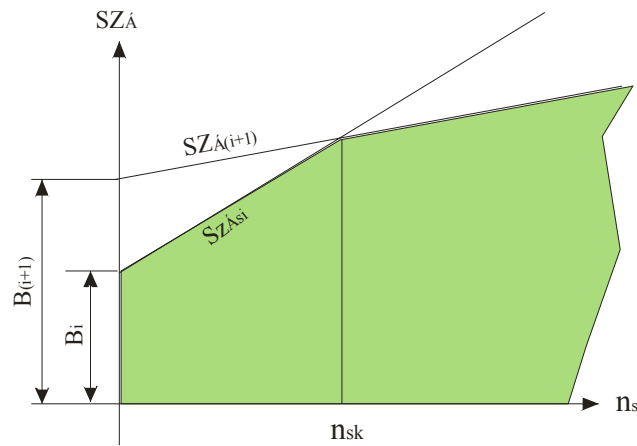
Két különböző költségvetésű termelési ( $SZ_{ASi}$ ,  $SZ_{AS(i+)}$ ) sorozat számlázott árainak összehasonlítása:

$$SZ_{ASi} = B_i + A_i \cdot n_s \quad (6.13)$$

$$SZ_{AS(i+)} = B_{(i+)} + A_{(i+)} \cdot n_s \quad (6.14)$$

Azt az ( $n_s$ ) darabszámú sorozatot, melynél a ( $SZ_{ASi}$ ,  $SZ_{AS(i+)}$ ) sorozatok számlázott árai megegyeznek, ( $n_{sk}$ ) *kritikus* sorozatnak nevezzük. Az ettől, ( $n_{sk}$ ) – tól kisebb sorozatok esetén az ( $SZ_{ASi}$ ) költségvetésű termelést kell alkalmazni, az ettől nagyobb sorozatok esetében pedig az ( $SZ_{AS(i+)}$ ) költségvetésűket.

$$n_{sk} \left[ \frac{\text{darab}}{\text{sorozat}} \right] = \frac{B_{(i+)} - B_i}{A_i - A_{(i+)}} \quad (6.15)$$



6.1. ábra

#### ▪ KÉRDÉSEK

- Melyek a számlázott költség összetevői?
- Mi a rezsiköltség?
- Mi a piacköltség?
- Mi a belső működtetési költség?
- Milyen amortizációs költségeket lehet megkülönböztetni?
- Mi a kritikus sorozat jelentősége?

---

## FELHASZNÁLT IRODALOM, ÉS (WWW) CÍMEK

### FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Ačerkan, Spravočnik mašinostroitelja, G.N.T.I., Moskva, 1964.
- [2] Adolf Frischherec-W.D-K.G-W.H.-H. I.-G.K.-Martin Staniczek, Fémtechnológiai táblázatok, B+V Lap-és Könyvkiadó Kft.
- [3] Branko Ivkovic, Obrada metala rezanjem, Građevinska knjiga, Beograd, 1979.
- [4] Bakondi Károly, Forgácsoláselemélet és forgácsolótechnológia I, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1977.
- [5] Bali J, Forgácsolás, Tankönyvkiadó, Budapest, 1985.
- [6] Bálint L, A forgácsoló megmunkálások tervezése, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1958.
- [7] Bálint L.-Kardos L.-Kazár L.-Leskó B., Gépgyártás-technológiai enciklopédia, Tankönyvkiadó, Budapest, 1972.
- [8] Dudás Illés, Gépgyártás-technológia I, Miskolci Egyetemi Kiadó, Miskolc, 2003.
- [9] Dénes Miklós-Órffy Pál-Rudas János, Forgácsoláselemélet-forgácsolótechnika II, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1976.
- [10] Dormán Lajos, Szerkezetelemek I, Udarnik, Szabadka, 1983.
- [11] Dragoje Milikić, Tehnologija obrade rezanjem, Neoplanta, Novi Sad, 1999.
- [12] Horváth Mátyás - Markos Sándor, Gépgyártástechnológia, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2003.
- [13] Heberger Károly-Iliász Dimitrisz-Kalászi István-Rezek Ödön-Tóth István, A gépgyártás technológiája, Tankönyvkiadó, Budapest, 1967.
- [14] Hitomi K., Manufacturing Systems Engineering, Taylor and Francis, London, 1979.
- [15] Joko Stanic, D.M., T.J., V.G., Masinska obrada, Privredni pregled, Beograd, 1977.
- [16] Kozmacev, Gépgyártástechnológia, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1975.
- [17] Pavle Stanković, Mašinska obrada, Građevinska knjiga, Beograd, 1971.
- [18] Szilágyi László-Várad András-Balázs Imre-Kádar István, Gyártástechnológia I. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1975.

AZ ANYAGBAN BEMUTATOTT FOTÓK EREDETE	
GÉPEK	WWW - források
<i>ESZTERGÁK</i>	
TOS TRENČIN - SUI 50	<a href="http://www.atw.hu">www.atw.hu</a>
KNUTH - PRECIZION HRD 42P	<a href="http://www.knuth.de">www.knuth.de</a>
CIKLONE - FB-1440	<a href="http://www.tstmechanik.hu">www.tstmechanik.hu</a>
TOSHULIN - SKIQ 25	<a href="http://www.tonshulin.com">www.tonshulin.com</a>
<i>GYALUGÉP</i>	
TOS - LIM 45	<a href="http://www.machinenstock.com">www.machinenstock.com</a>
<i>FŰRŐGÉPEK</i>	
MAC - PROMAC 210A	<a href="http://www.promac.ch">www.promac.ch</a>
F. MOSER - XC40HY	<a href="http://www.fmoser.at">www.fmoser.at</a>
F. MOSER - Z3032 x 10/1	<a href="http://www.fmoser.at">www.fmoser.at</a>
KNUTH - CNC DRILL PRESS B090	<a href="http://www.knuth.de">www.knuth.de</a>
<i>MARÓGÉPEK</i>	
FERNOS (F.MOSER) - ZX 6350 C	<a href="http://www.fmoser.at">www.fmoser.at</a>
KNUTH (TST PRECIZION) - UWF 12CNC	<a href="http://www.knuth.de">www.knuth.de</a>
WMW - BMT 105 CNC	<a href="http://www.fmoser.at">www.fmoser.at</a>
<i>OSZTÓFEJEK</i>	
HOFMAN - hth-tit	<a href="http://www.hofmann-mt.de">www.hofmann-mt.de</a>
HOFMAN - DIFERENCIAL Luth	<a href="http://www.hofmann-mt.de">www.hofmann-mt.de</a>
TANI 80	<a href="http://www.reber-machinen.de">www.reber-machinen.de</a>
HOFMAN - RS/NC-160/160Z	<a href="http://www.hofmann-mt.de">www.hofmann-mt.de</a>
ROTWERK	<a href="http://www.hofmann-mt.de">www.hofmann-mt.de</a>
DIVITEC CAD470	<a href="http://www.hr-divitec.de">www.hr-divitec.de</a>
<i>KÖSZÖRŰLŐ GÉPEK</i>	
RIBON - RUR-H800	<a href="http://www.machinenstock.com">www.machinenstock.com</a>
REINECKER - RS500 CNC	<a href="http://www.machpro.fr">www.machpro.fr</a>
ELB - SW10VA I	<a href="http://www.locatoroline.com">www.locatoroline.com</a>
LOSER (superfinish)	<a href="http://www.loser.de">www.loser.de</a>
MAC 230	<a href="http://www.promac.ch">www.promac.ch</a>
<i>FŰRÉSZELEŐGÉPEK</i>	
PROMAC - SW-350V	<a href="http://www.promac.ch">www.promac.ch</a>
F.MOSER - G5018 WA	<a href="http://www.fmoser.at">www.fmoser.at</a>
KNUTH - TS250	<a href="http://www.knuth.de">www.knuth.de</a>
KNUTH - AKS350	<a href="http://www.knuth.de">www.knuth.de</a>
<i>ŰREGELŐGÉPEK</i>	
BMS - CRUISER-120	<a href="http://www.broachingmachine.com">www.broachingmachine.com</a>
<i>FOGAZÓGÉPEK</i>	
K MACH - KA200E	<a href="http://www.emachineshop.com">www.emachineshop.com</a>
PHOENIX II	<a href="http://www.emachineshop.com">www.emachineshop.com</a>
<i>SZIKRAFORGÁCSOLÓK</i>	
KNUTH - EMM 200 200	<a href="http://www.knuth.de">www.knuth.de</a>
KNUTH - Smart DEM Plus	<a href="http://www.knuth.de">www.knuth.de</a>
PLASTIC ART - DK7760	<a href="http://www.plasticart.hu">www.plasticart.hu</a>
PLASTIC ART - DK7740	<a href="http://www.plasticart.hu">www.plasticart.hu</a>
<i>SZEMCSSZÓRÓK</i>	
CANABLAST - ..	<a href="http://www.canablast.com">www.canablast.com</a>
ABS - BLAST LLC	<a href="http://www.absblast.com">www.absblast.com</a>
<i>EGYÉB</i>	
KNUTH - LASER-JET	<a href="http://www.knuth.de">www.knuth.de</a>
KNUTH - ECO-Plasma	<a href="http://www.knuth.de">www.knuth.de</a>
KNUTH - ECO 0515	<a href="http://www.knuth.de">www.knuth.de</a>

## TÁRGYSZAVAK JEGYZÉKE

<b>A</b>	
ALAKVÁLTOZÁS .....	10, 65, 66, 67, 68
ALAKVÁLTOZÁSI TÉNYEZŐ .....	9, 39, 40
ALAP DARABIDŐ .....	155

<b>B</b>	
RKÖLTSÉG .....	13, 158

<b>C</b>	
CSÚCSNÉLKÜLI KÖSZÖRÜLÉS .....	12, 114, 126

<b>D</b>	
DARABIDŐ .....	155, 156
DIFERENCIÁL OSZTÓFEJ .....	95
DOLGOZÓRÉSZ .....	9, 10, 38, 45, 48, 49
DOLGOZÓRÉSZ ÉLETTARTAMA .....	10, 49
DOLGOZÓRÉSZ KOPÁSMÉRETE .....	10, 48

<b>E</b>	
EGYÉB OSZTÓFEJEK .....	11, 98
EGYETEMES OSZTÓFEJ .....	11, 94
EGYSZERŰSÍTETT MÓDSZER .....	9, 26
Előállítási önköltség .....	13, 157
ELŐGYÁRTMÁNY .....	4, 13, 150
ELŐTOLÁS .....	11, 62, 64, 65, 77, 85, 86, 87, 105, 106, 108, 110, 125
ÉRDESSÉG .....	9, 10, 11, 43, 44, 48, 68, 108
ÉRDESSÉG NŐVEKEDÉS .....	48
ESZTERGAPADOK .....	10, 54

<b>F</b>	
FAZÉKKÖSZÖRÜLÉS .....	12, 126, 129, 130
FŐ FORGÁCSOLÓ SEBESSÉG .....	18
FŐ FORGÁCSOLÓSEBESSÉG .....	9, 18
FŐ GÉPIDŐ .....	10, 11, 12, 72, 78, 89, 110, 128, 154
FŐ IDŐ .....	155
FOGASKEREKEK .....	13, 141
FOGÁSOK SZÁMA .....	10, 11, 12, 72, 78, 110
FŐIDŐ .....	155
FOLYAMATOS MOZGÁS .....	9, 22
FORDULATSZÁM .....	10, 11, 12, 70, 71, 87, 88, 108, 109, 126, 127, 128
FORGÁCS .....	9, 10, 39, 45
FORGÁCSALAKOK .....	9, 41
FORGÁCSKÉPZŐDÉS .....	9, 15, 39
FORGÁCSOLÓ ERŐK .....	25, 26, 101
FORGÁCSOLÓ SEBESSÉG .....	17, 18, 22, 134
FORGÁCSOLÓ SEBESSÉGEK .....	17, 22, 134

FORGÁCSOLÓERŐ .....	10, 11, 25, 26, 66, 67, 68, 104
FORGÁCSOLÓERŐK .....	9, 11, 25, 26, 101
FORGÁCSOLÓSEBESSÉG .....	17, 18
FORGÁCSTÖRŐ .....	9, 37
FŰRÁS .....	11, 80
FŰRÉSZELEÉS .....	12, 132
FŰRÉSZELEési MÓDOK .....	12, 132

<b>G</b>	
GÉP IDŐ .....	154
Gépköltség .....	13, 158
GYALULÁS .....	11, 74

<b>H</b>	
HASZNÁLT TELJESÍTMÉNY ...	11, 12, 72, 79, 89, 110, 129
HŐELOSZLÁS .....	10, 44
HOMLOKESZTERGÁLÁS .....	10, 58, 59, 72
HORONY .....	12, 138
HŰTŐ-KENŐ FOLYADÉKOK .....	45

<b>I</b>	
irányítás .....	14

<b>K</b>	
KEMÉNYFÉMEK .....	9, 33, 38
Kerámia .....	33
KERÁMIALAPKÁK .....	9, 38
Készülék költség .....	159
KETŐSLÖKET .....	11, 77, 78
KÉZI IDŐ .....	154
KISZOLGÁLÓ IDŐ .....	155
KÖLTSÉGSZÁMÍTÁS .....	13, 157
KOPÁSKRITÉRIUMOK .....	10, 47
KOPTATÓ CSISZOLÁS .....	145
KÓRALAKÚ MEGMUNKÁLÁS .....	12, 127
KÖRKÖSZÖRÜLÉS .....	12, 128, 129, 130
KORONG .....	12, 116, 119, 126, 128
KORONG SZILÁRDSÁGA .....	12, 119, 126
KÖSZÖRŰK HASZNÁLATA .....	12, 121
KÖSZÖRŰKORONG .....	12, 126
KÖSZÖRÜLÉS .....	12, 112, 114, 124, 127, 128
KÖSZÖRÜLÉSI MÓDSZEREK .....	12, 113
KÖSZÖRÜLŐ RÁHAGYÁSOK .....	58, 59, 60
KRITIKUS SOROZAT .....	13, 160
KRONENBERG MÓDSZER .....	9, 19, 29

<b>L</b>	
LAPKASZORÍTÓ .....	9, 37

**M**

MARÁS.....	11, 90, 104, 105, 124, 140
megmunkáló rendszer.....	4, 45
MELLÉKIDŐ.....	155
MENETFORGÁCSOLÁS.....	13, 139
MÉRETHIBA.....	10, 48
MÉRVADÓ ELŐTOLÁS.....	11, 108
MÉRVADÓ FORDULATSZÁM.....	10, 11, 71, 88, 109
MUNKADARAB FORDULATSZÁM.....	12, 127
MŰSZAKI IDŐ.....	155

**N**

NAGYOLÓ RÁHAGYÁSOK.....	10, 57, 59
NC OSZTÓFEJ.....	11, 97
NORMAIDŐ.....	13, 154
nyersanyag.....	150

**O**

örökölt hibák.....	150, 151, 152
OSZTÓFEJ.....	11, 94, 95

**P**

PALÁSTESZTERGÁLÁS.....	10, 57, 58, 59, 72
PALÁSTMARÁS.....	11, 90, 106, 108
Piac költség.....	160
Piac költségek.....	160
Piacköltségek.....	13, 160
POROZITÁS.....	12, 118
PÓTIDŐ.....	155

**R**

RELATÍV GÖRDÜLÉSI.....	13, 141
Rezsi költség.....	158

**S**

SEBESSÉG.....	17, 18, 110, 119
SEBESSÉGEK.....	10, 11, 12, 60, 61, 76, 84, 100, 119, 138

SÉRÜLT RÉTEG.....	46
SÍKALAKÚ MEGMUNKÁLÁS.....	12, 127
SÍKKÖSZÖRÜLÉS.....	12, 125, 128, 129, 130
SOROZAT.....	156, 160
SOROZATIDŐ.....	156
SUGARAS FOLYAMATOK.....	13, 147
SZABVÁNYOS ELŐTOLÁSOK.....	9, 24
SZABVÁNYOS FORDULATSZÁMOK.....	9, 23
SZEMCSE.....	117
szerszám 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 31, 33, 35, 38,	
41, 44, 45, 47, 48, 50, 51, 61, 62, 64, 70, 71, 73, 74,	
76, 77, 81, 87, 88, 90, 91, 92, 105, 106, 108, 109, 111,	
123, 143, 145, 159	
Szerszám költség.....	159
SZERSZÁMFAJTÁK.....	10, 56
SZERSZÁMFUNKCIÓK.....	10, 55
SZERSZÁMKOPÁS.....	10, 47
SZERSZÁMOK 10, 11, 13, 55, 76, 83, 99, 135, 140, 142	
SZERSZÁMSÍKOK.....	9, 33
SZERSZÁMSZÖGEK.....	9, 34
SZERVISZ IDŐ.....	155
SZIKRAFORGÁCSOLÁS.....	13, 144

**T**

TELYESÍTMÉNY.....	72, 79, 89, 103, 110, 129
TERMELÉKENYSÉG.....	11, 12, 73, 79, 89, 110, 130

**U**

ÜREGELÉS.....	12, 135
ÜREGESZTERGÁLÁS.....	10, 59, 60

**V**

VEZETŐKORONG.....	12, 128
-------------------	---------

**W**

WALICH MÓDSZER.....	9, 19, 20
---------------------	-----------