



Óbudai Egyetem

Bányai Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Anyagtudományi és Gyártástechnológiai Intézet

Gépgyártástechnológiai Szakcsoport



Forgácsolás és szerszámai

BAGFO12NNF-Gépipari mérnökasszisztens

**2. előadás: A forgácsolás helye a gyártásban.
A forgácsolás alapjai. Definíció, a négy elem
vizsgálata.**

Összeállította:

Biró Szabolcs

Tartalom

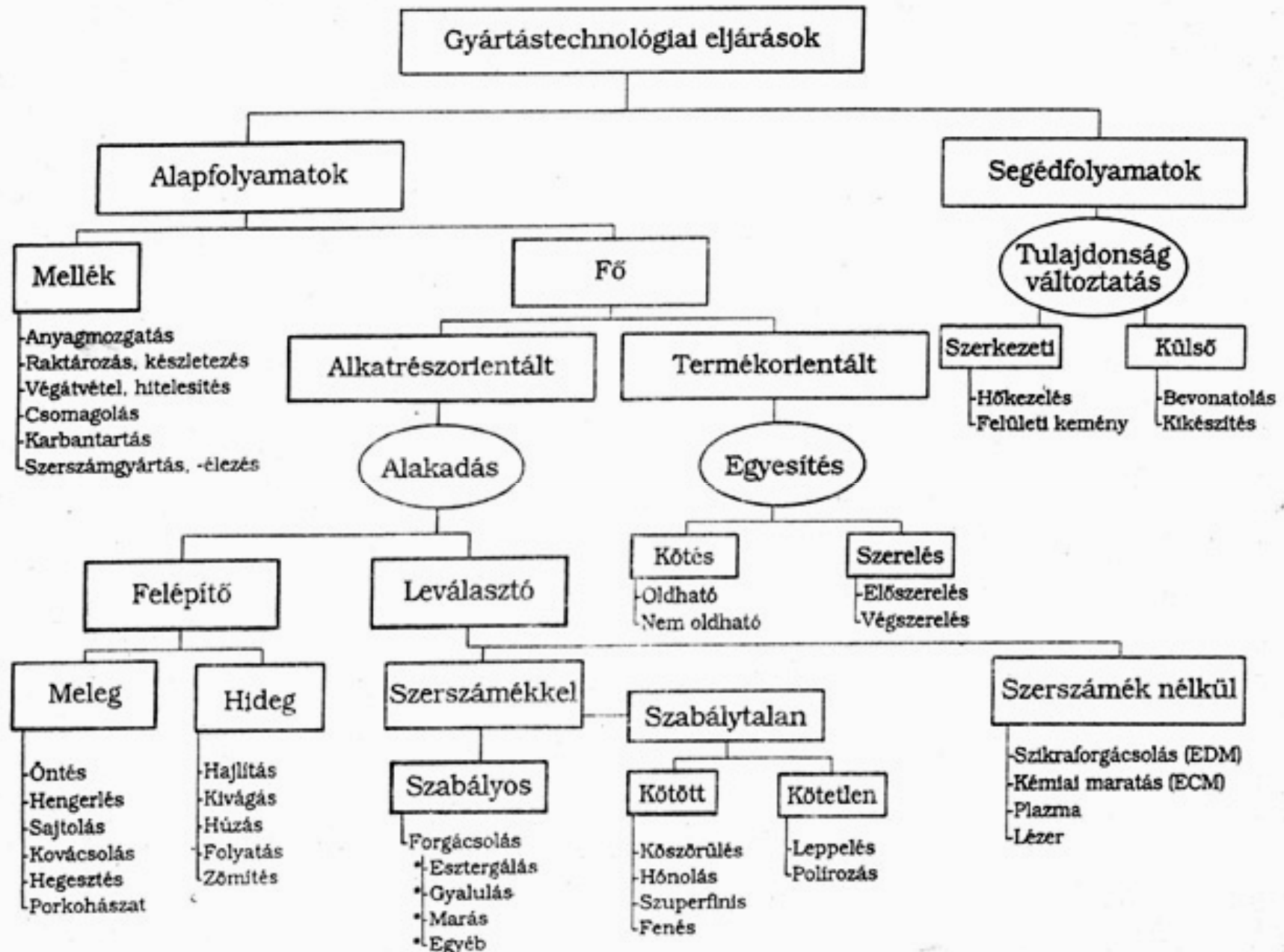
1. A forgácsolás helye a gyártásban
2. A forgácsolás definíciója, alapjai
3. A négy elem vizsgálata:
 - 3.1 mozgások
 - 3.2 munkadarabok
 - 3.3 szerszámok
 - 3.4 forgácsok



1. A forgácsolás mint gyártási eljárás

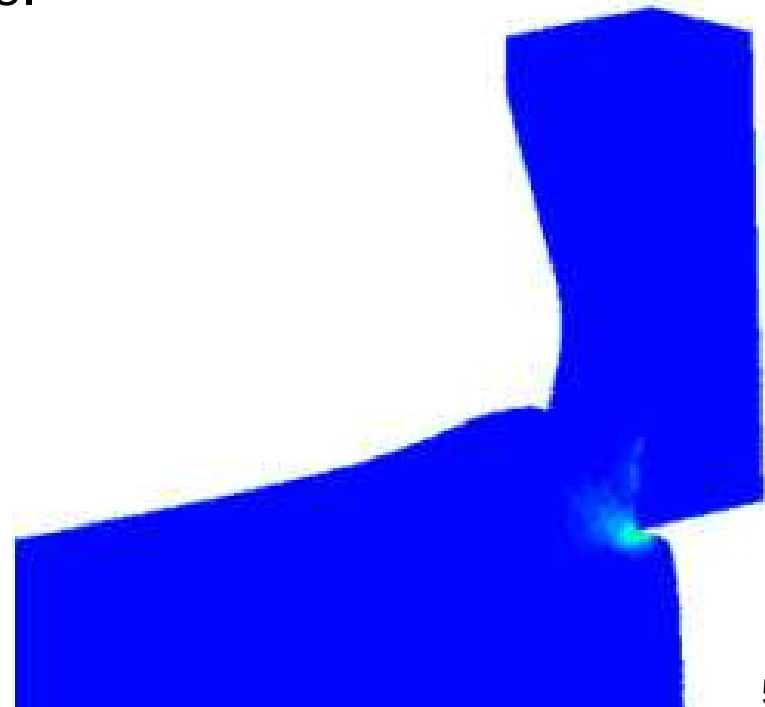
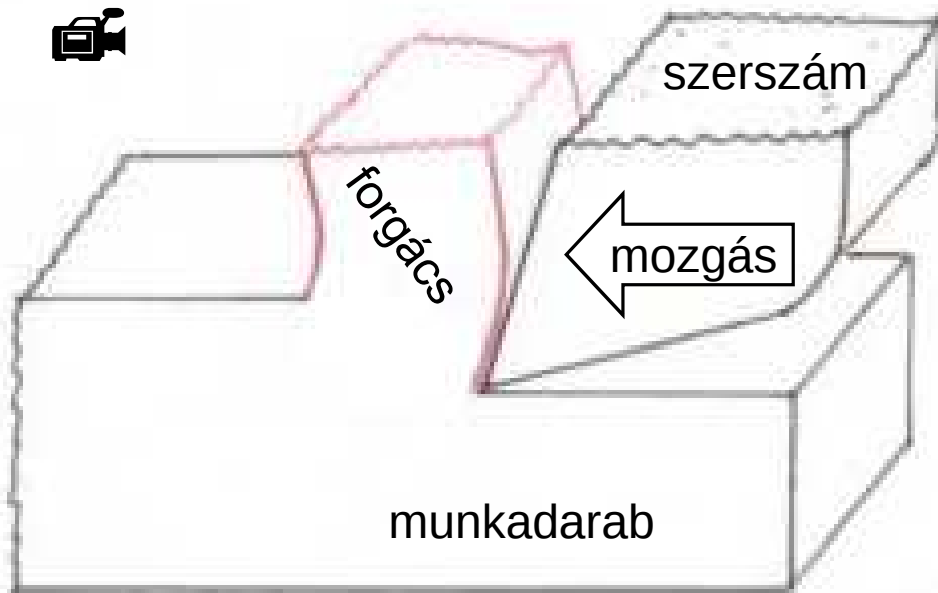


Egy bonyolult termék előállítása gyakran több gyártási eljárás összessége, mert a termékek általában több alkatrészből, vagy összetett gyártási folyamatokból állnak.

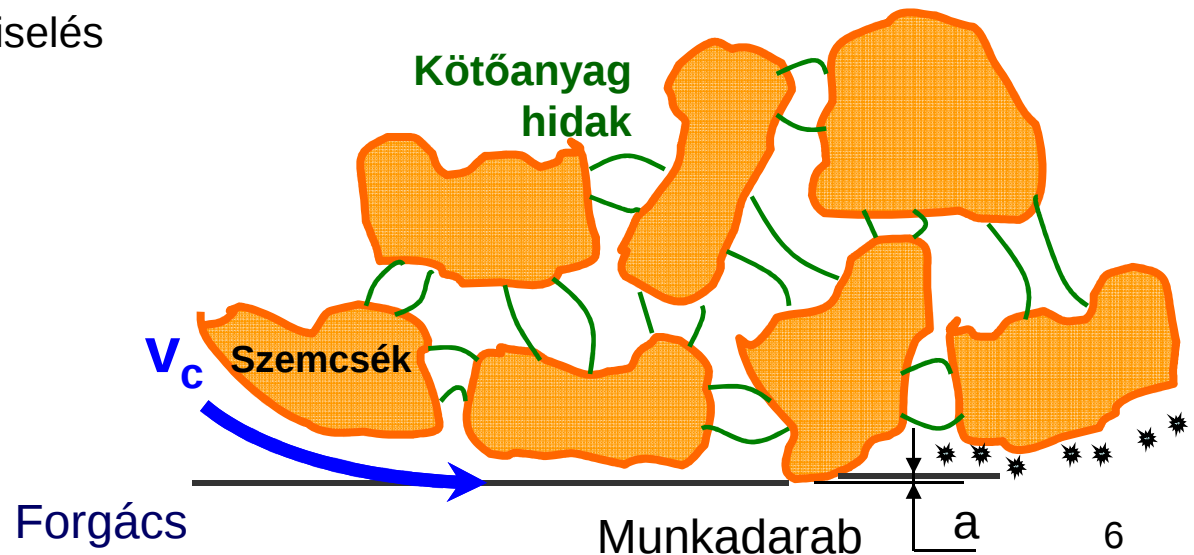
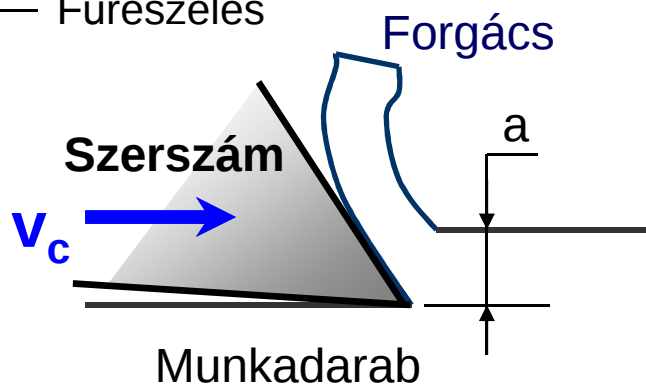
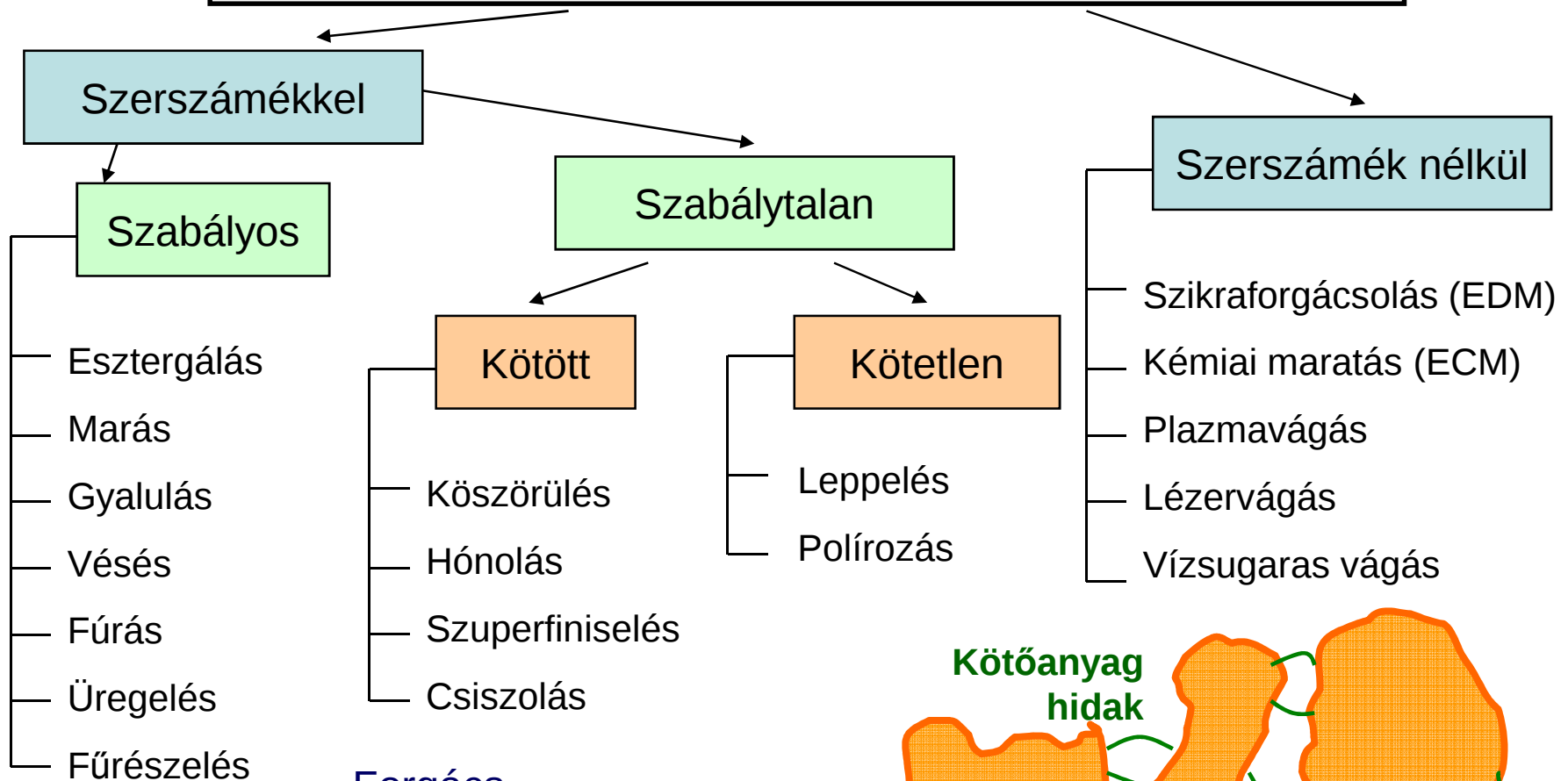


2. A forgácsolás definíciója

- A **munkadarab**on levő felesleges anyagmennyiséget **mozgások** segítségével **forgács** formájában egy arra alkalmas **szerszámmal** választjuk le.
- A forgácsolás során a munkadarabban alakváltozási folyamatok zajlanak le, a hozzá szükséges energia hővé alakul $\Rightarrow$ a munkadarab elnyeri megfelelő alakját, méretét, pontosságát.
- Az alakváltozás során fellépő erőket a szerszámgépnek kell legyőznie, ezért a forgácsolási folyamat valamennyi eleme (**Munkadarab-Készülék-Gép-Szerszám**) nagy igénybevételnek van kitéve.



Forgácsoló eljárások



- A **szerszám** elmozdítása kézi erővel történik.

Kézi

Forgácsolás

Gépi

- Hagyományos szerszámacélokból készült szerszámokkal végezzük.
- Kis termelékenyséű eljárások.
- Ide tartozik a fűrészelés, reszelés, csiszolás, vésnöki munka.

- A mozgások szerszámgépek segítségével történnek.
- A sebesség értéke állítható.
- Nagy termelékenyséű eljárások.
- Kemény szerszámanyagok.
- Valamennyi forgácsoló technológiában.

Hagyományos szerszámgépekkel



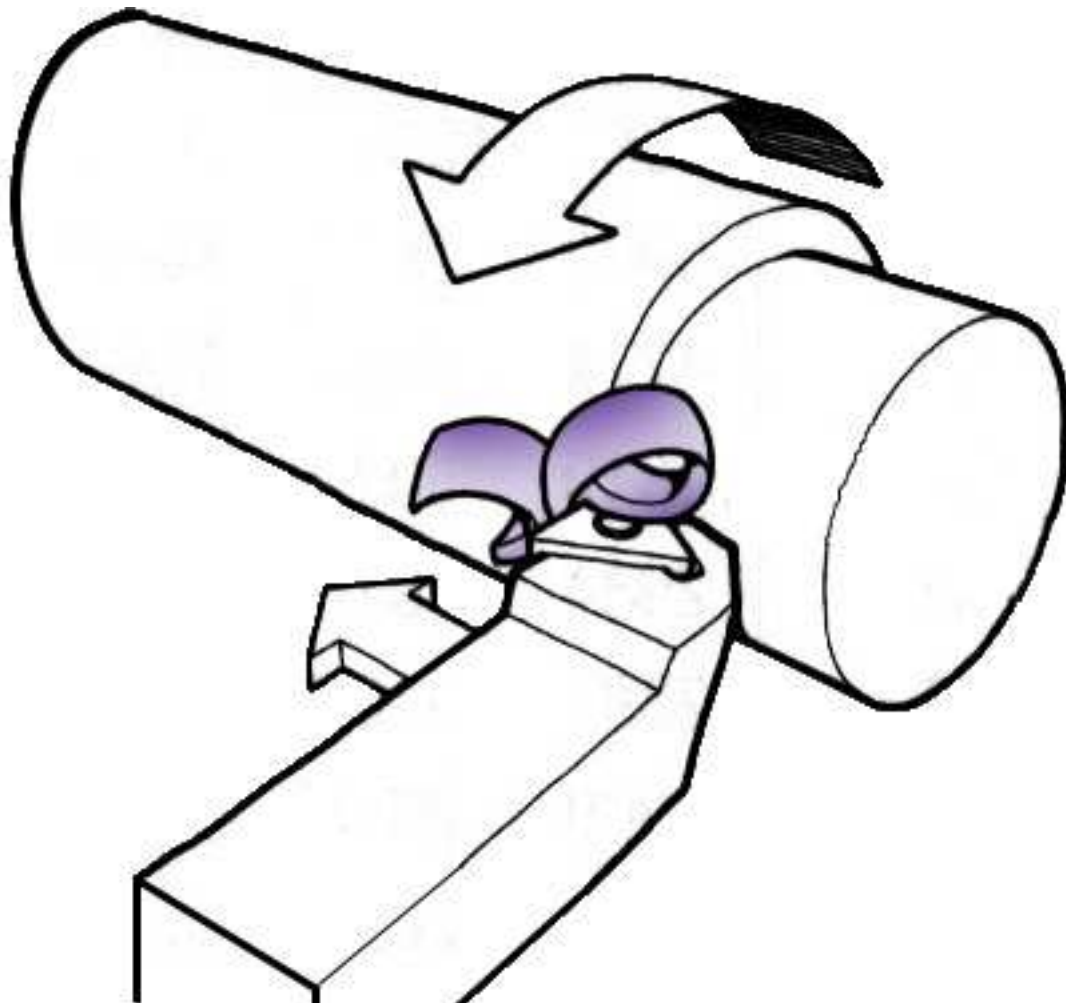
- A szerszám/munkadarab elmozdulása kézi kerekek vagy előtolóművek segítségével történik.
- A gépi előtolást a hagyományos szerszámgép mechanikusan biztosítja, értékét általában fogaskerék áttételekkel lehet módosítani.
- Egyszerű kontúrok előállítására van lehetőség.

CNC vezérlésű szerszámgépekkel



- A szerszám/munkadarab elmozdulása számjegyvezérlés segítségével történik.
- A kézi előtolást a CNC szerszámgép végtelenített potméterével lehet végrehajtani.
- A gépi előtolás programozható, melyet a CNC szerszámgép hidraulika, szervomotorok vagy lineáris hajtás segítségével biztosít.
- Összetett, bonyolult kontúrok előállítására is lehetőség van.

3. A forgácsolás négy fő tényezője



- **Mozgások**

Főmozgás

Mellékmozgás

- **Munkadarabok**

Anyagminőség

Szilárdsági jellemző

Geometriai méret

Alak

Felületminőség

Pontosság

- **Szerszámok**

Felépítése, élszögei

Anyaga

Típusa

Kialakítása

- **Forgácsok**

Alakja

Típusa

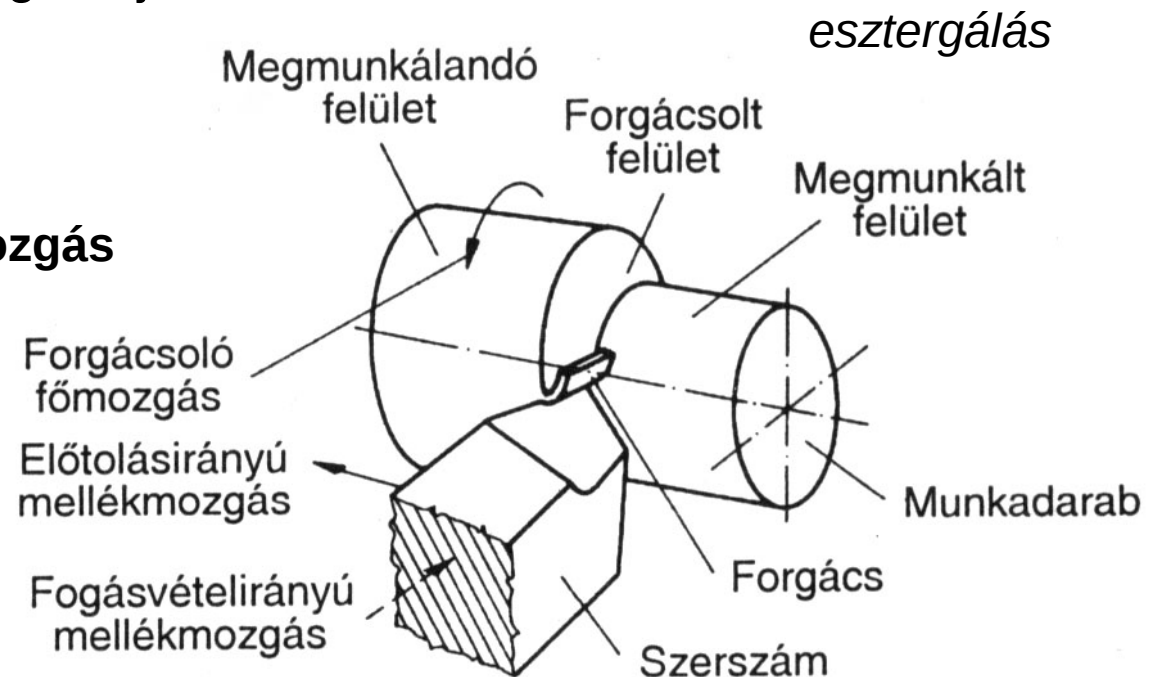
Képződése

3.1 Mozgások

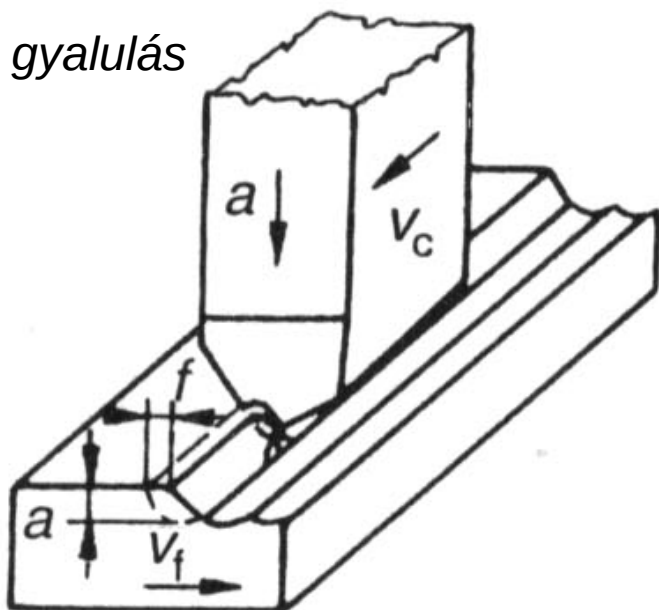
A relatív mozgásokat mindig egy állónak képzelt munkadarabhoz viszonyítjuk, függetlenül attól, hogy a tényleges mozgások hogyan is valósulnak meg. A mozgásokat forgácsoló szerszámgepek segítségével hozzuk létre, melyek magukban foglalják az anyagleválasztáskor ébredő erők leküzdését biztosító meghajtásokat és elmozdulásokat.

A forgácsolásnál előforduló mozgásfajták:

- **forgácsoló** $\Rightarrow$ **főmozgás**
 - **előtoló**
 - **fogásvételi**
 - *működő*
 - *hozzaállító*
 - *utánállító*
- $\Rightarrow$ **mellékmozgás**



gyalulás

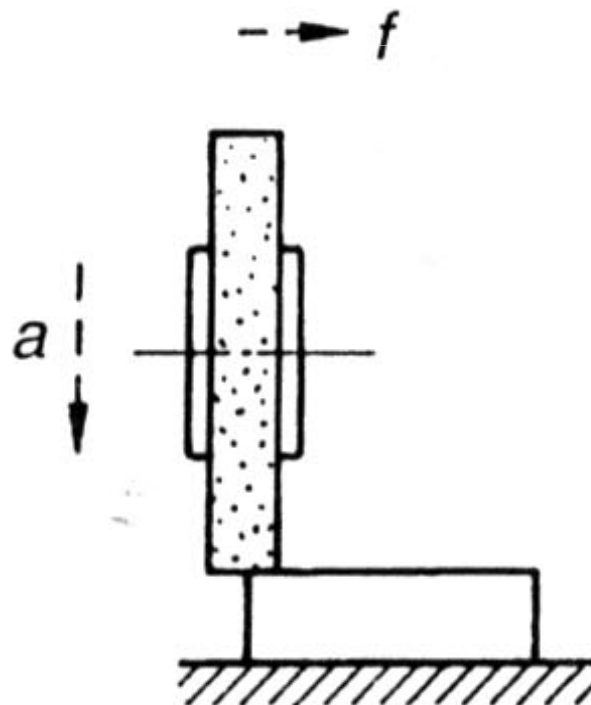
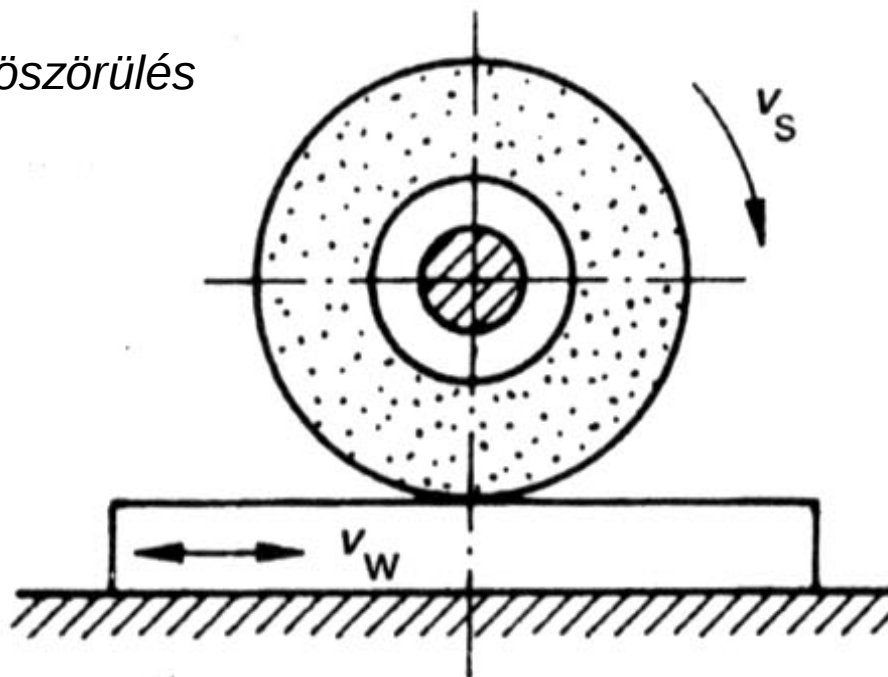


A **forgácsolómozgás** előtoló mozgás nélkül egyszeri forgácsleválasztást tesz lehetővé a munkadarab egy fordulata vagy lökete alatt. A forgácsolómozgás lehet

- **egyenes vonalú** (pl. gyalulás, vésés, üregelés),
- **forgó** (pl. esztergálás, marás, fúrás, köszörülés).

A forgácsolómozgás sebessége a **forgácsolósebesség**, amely a forgácsolóél kiválasztott pontjának pillanatnyi sebessége a munkadarabhoz viszonyítva. Jele: v_c mértékegysége **m/min** (köszörülésnél m/s). Általában a legnagyobb munkadarab- vagy szerszámátmérőre számítjuk.

köszörülés



A forgácsolósebesség és meghatározása forgó főmozgás esetén:

$$V_c = \frac{d \times \pi \times n}{1000} \quad [\text{m/min}]$$

képlet alapján történik, ahol

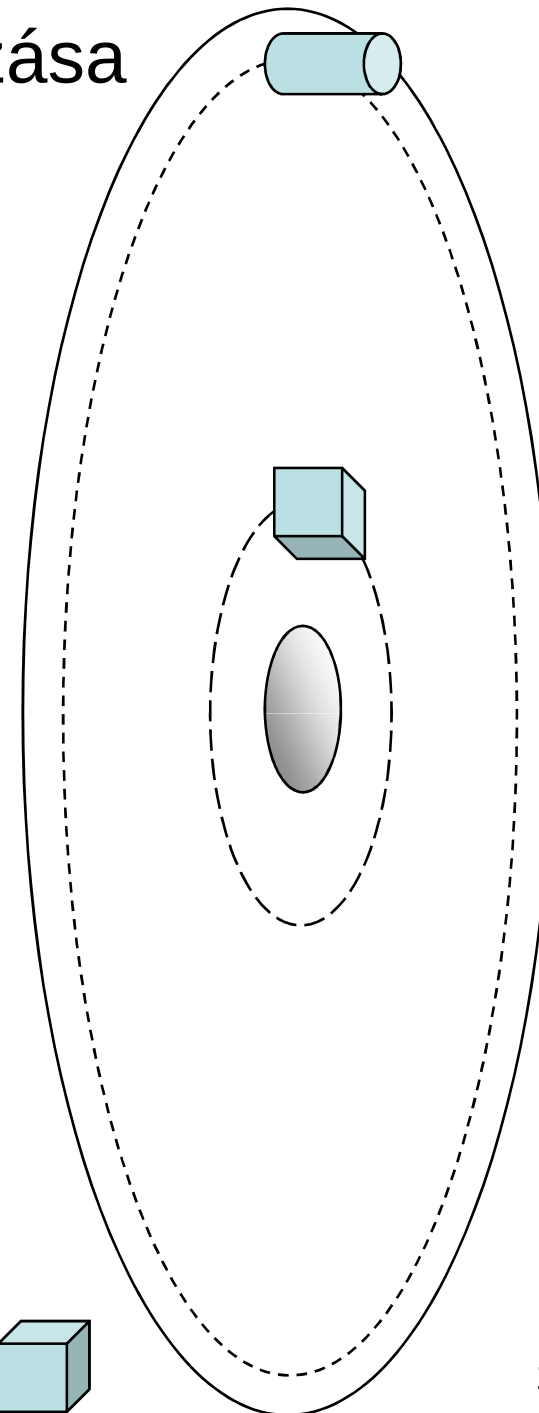
d – a munkadarab átmérője [mm]

n – az esztergagép főorsó fordulatszáma [1/min]

- a forgács hosszirányú kiterjedése, a munkadarab kerületi sebessége 
- a produktivitás alapja, hatással van a termelékenységre és a szerszámkopás folyamatára, a munkadarab felületének minőségére
- értéke függ a technológia jellegétől, a forgácsolószerszámtól és a munkadarabtól

n = állandó, konstans

$$V_c \text{ (cilinder)} > V_c \text{ (kocka)}$$



- az indokulatlanul alacsony forgácsolósebesség hatására élrátét képződik a szerszámon, mely meggátolja a hatékony forgácsleválasztást

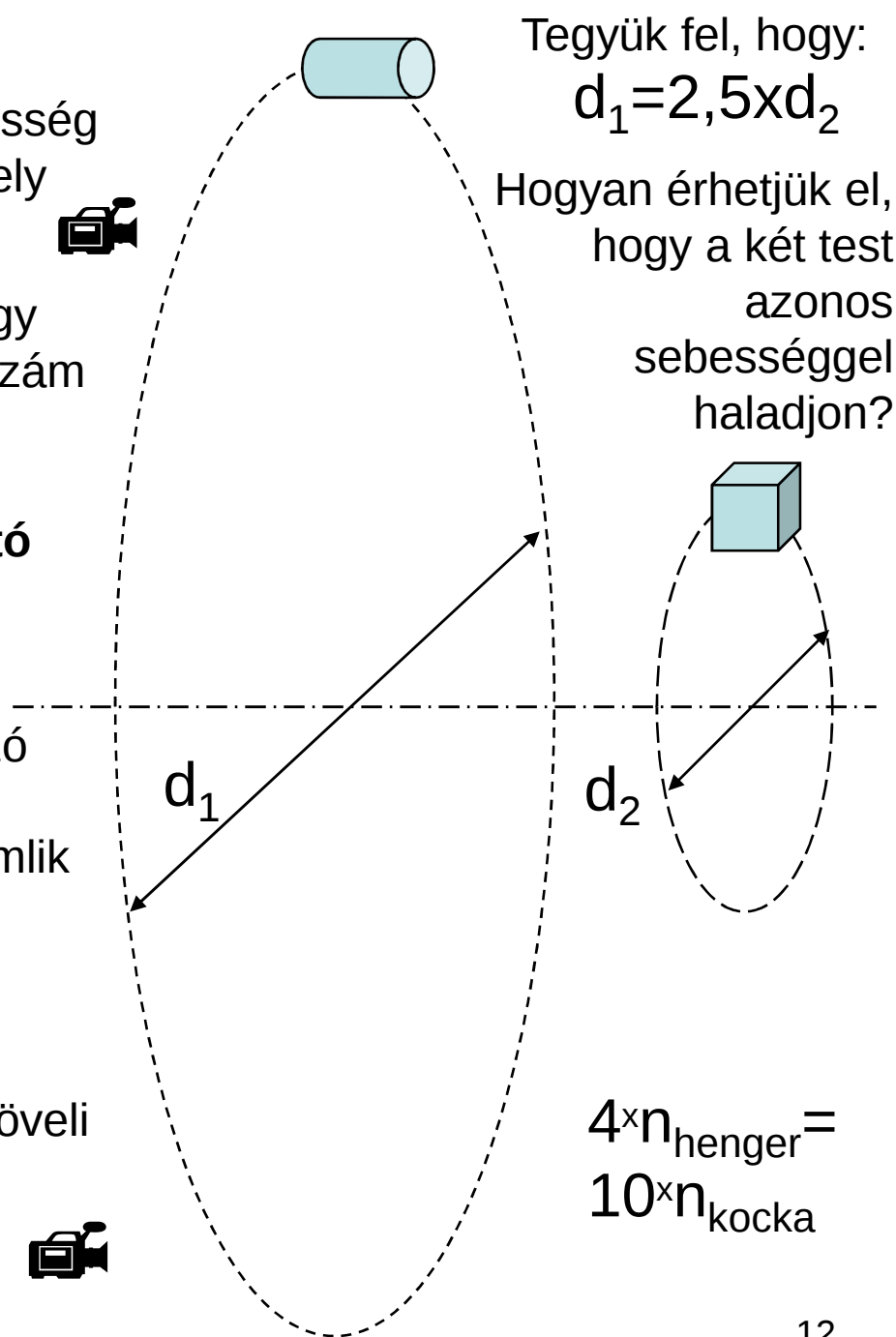


- a túlzottan magas forgácsolósebesség nagy hőmérsékleteket eredményez, mely a szerszám idő előtti tönkremenetelét okozza.

- az egyetemes esztergagépen a **beállítható** fordulatszámoknak megfelelően módosul a forgácsolósebesség értéke.

- egyetemes esztergagépen történő oldalazó megmunkálásnál az átmérő csökkenésével 'elfogy' a forgácsolósebesség, láthatóan romlik a felület minősége.

- CNC esztergagépeken paraméteresen definiálható a forgácsolósebesség, állandó értékre programozva a gép folyamatosan növeli a fordulatszámot az átmérő csökkenésével (konstans vágósebesség).

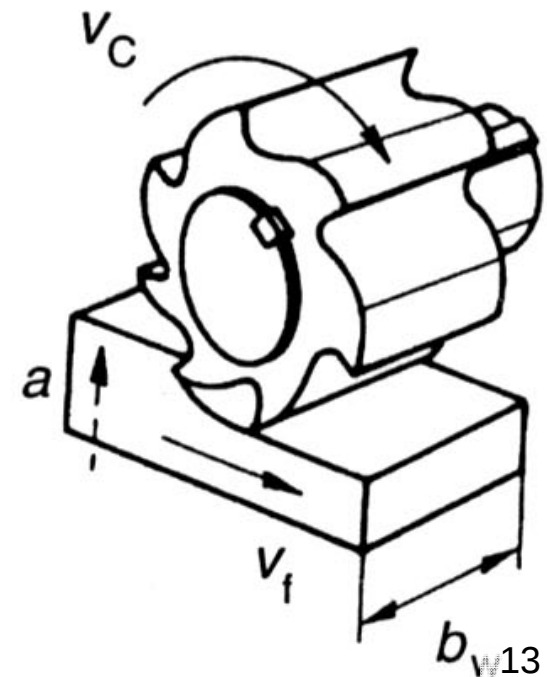
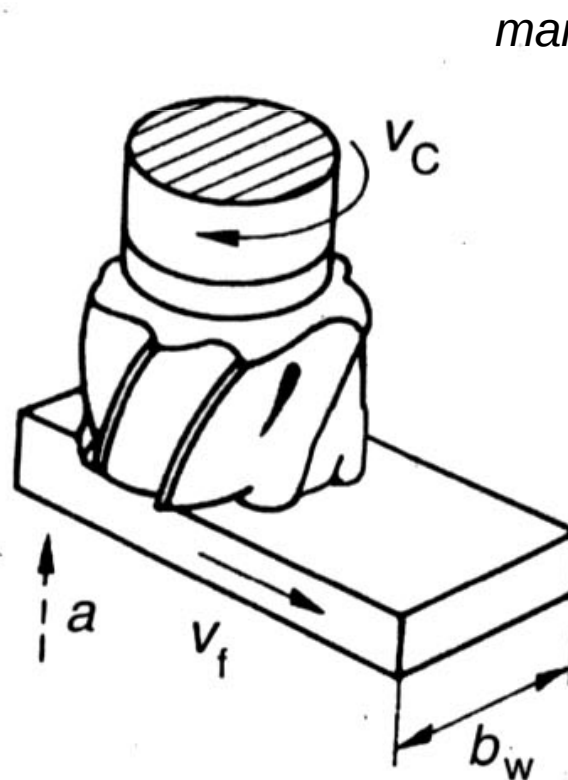
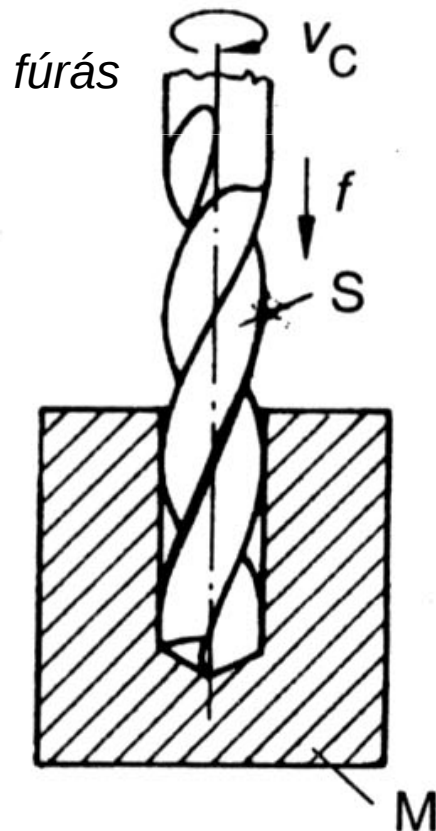


Az **előtolómozgás** a forgácsolómozgással együtt folyamatos vagy többszöri forgácsleválasztást biztosít több fordulat vagy több löket alatt. Az előtolómozgás lehet:

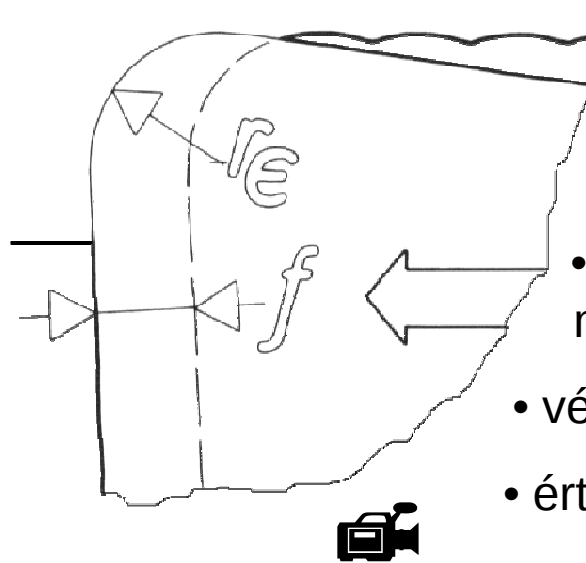
- **folyamatos** (pl. esztergálás, marás, fúrás),
- **szakaszos** (pl. gyalulás, vésés, síkköszörülés)

Az előtolómozgás egy adott pontban értelmezett pillanatnyi iránya az *előtolóirány*.

Az előtolómozgás sebessége az *előtolósebesség*, melynek jele v_f , mértékegysége pedig m/min, mm/min vagy mm/s lehet. Az előtolómozgásnak egy fordulatra vagy löketre vonatkoztatott értéke az **előtolás**, jele: **f**, mértékegysége pedig mm/fordulat, mm/löket.



Előtolás esztergálásnál [mm/ford $\Rightarrow$ mm]

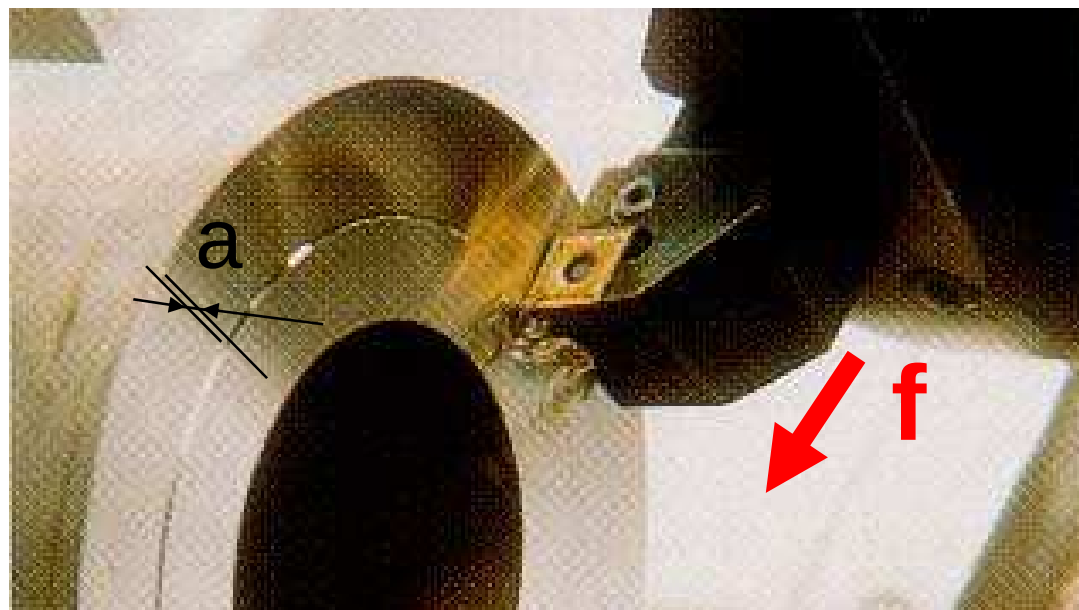
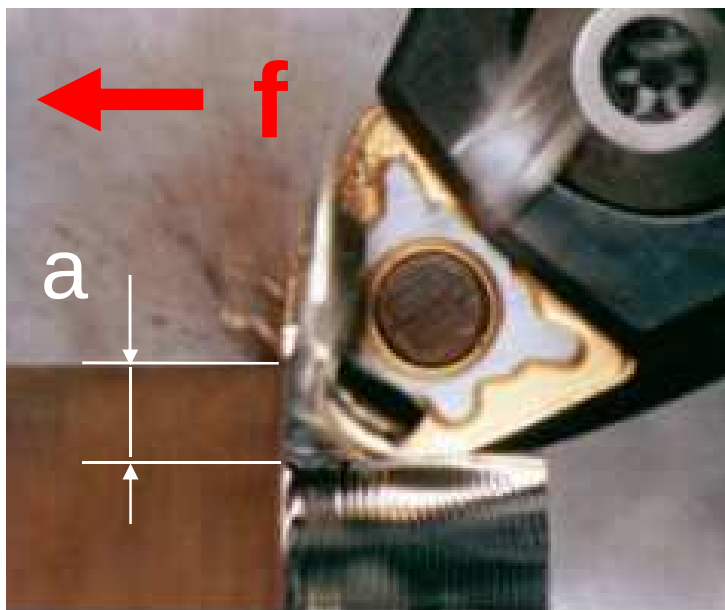


• a forgács vastagságát adja

- a munkadarab egy fordulatra vetített szerszám elmozdulása, melynek értéke és iránya meghatározza az esztergálás jellegét
- végezhetjük kézzel ($\omega \neq \text{áll.}$), biztosíthatja a szerszámgép ($\omega = \text{áll.}$)
- értéke nagyban függ a technológia jellegétől, a megkívánt felületi minőségtől, a szerszám kialakításától (r_ϵ).

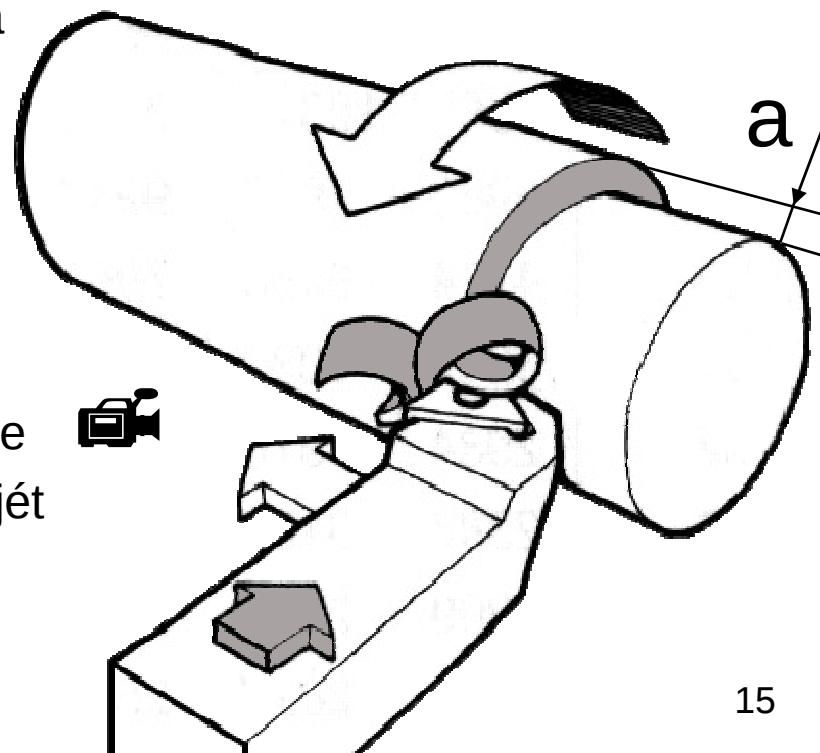


A nagy ($f > 0,2$ mm/ford) gépi előtolással készült felületen szemmel látható az egyenletes menetemelkedésű csavarvonal, amely a szerszám kialakításától hullámos.

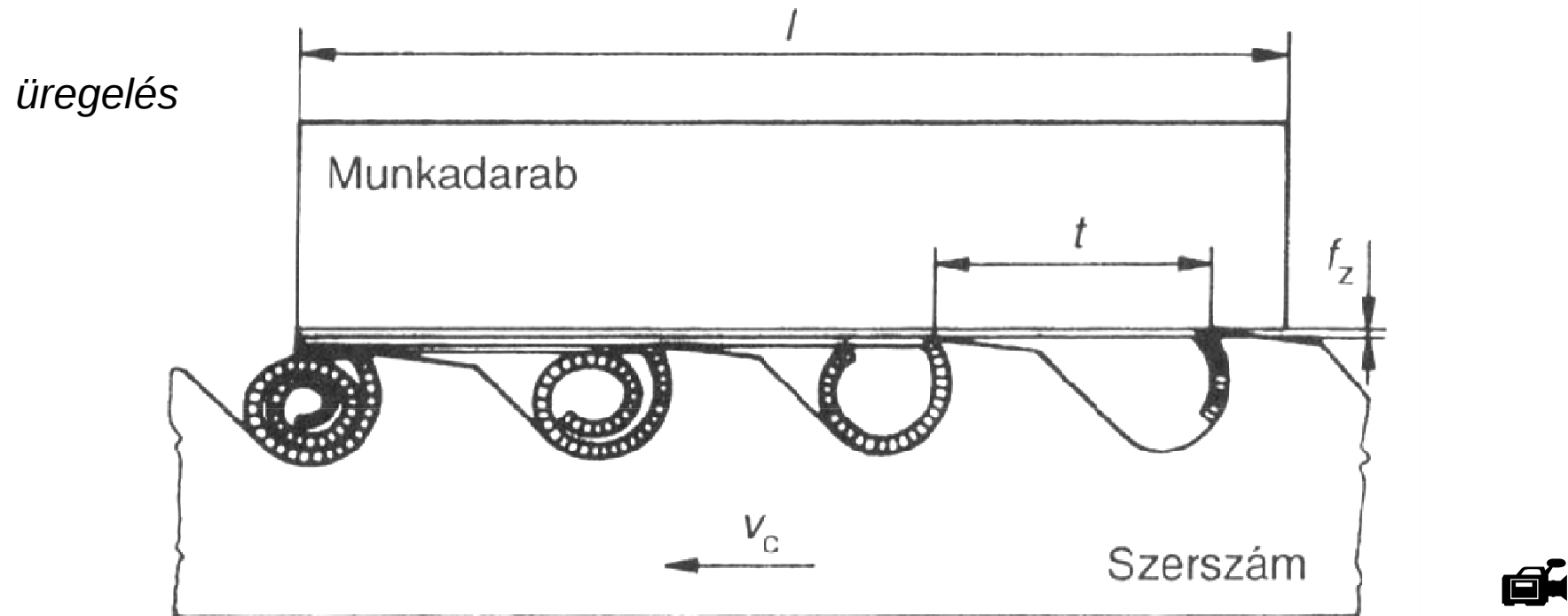


A **fogásvételi mozgás** az a mozgás a darab és a szerszám között, amellyel a leválasztandó anyagréteg vastagságát beállítjuk. Eredménye a **fogásmélység**, amelynek jele: ***a***, [mm].

- a forgács szélességét adja
- nagysága befolyásolja a termelékenységet
- a fogásmélység érintőfogásvétel után állítható be
- keresztirányú fogásvétel a hengerpalást átmérőjét adja, ezért a fogásvétel nagyságának helyes beállítása a munkadarab pontossága is egyben
- oldalazáskor hosszirányban vesszük a fogást



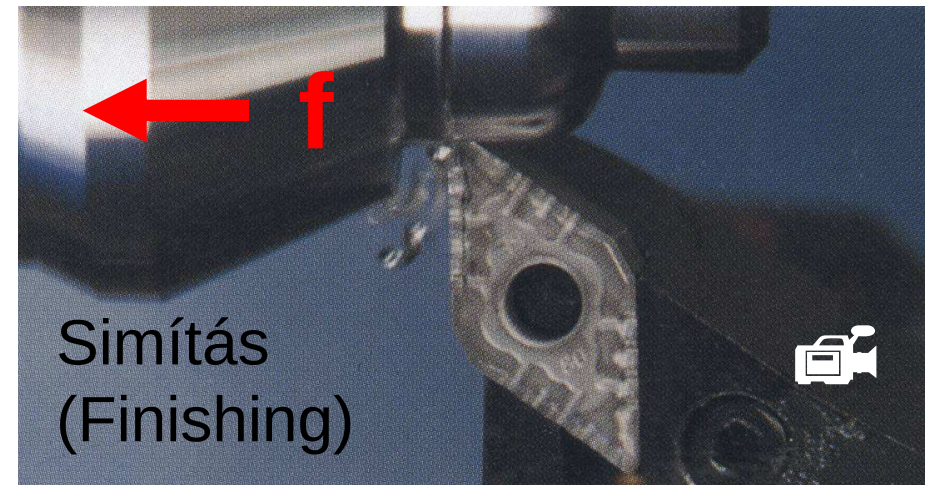
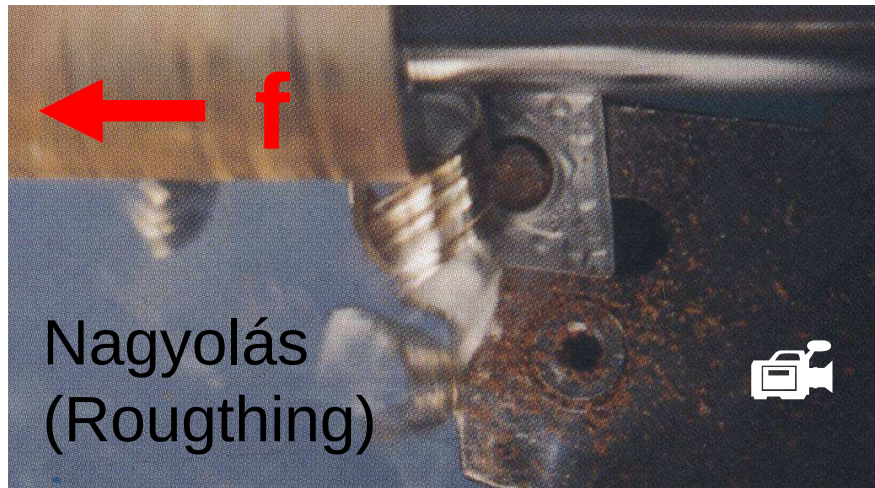
A *működőmozgás* tulajdonképpen a forgácsolómozgás és az előtolómozgás eredője. Ebből következik, hogy ha nincs előtolómozgás (pl. üregeléskor), akkor a forgácsolómozgás és a működőmozgás egybeesik.



A *hozzaállító-mozgás* az a mozgás, amellyel a forgácsolás megkezdése előtt a szerszámot a munkadarabhoz állítjuk.

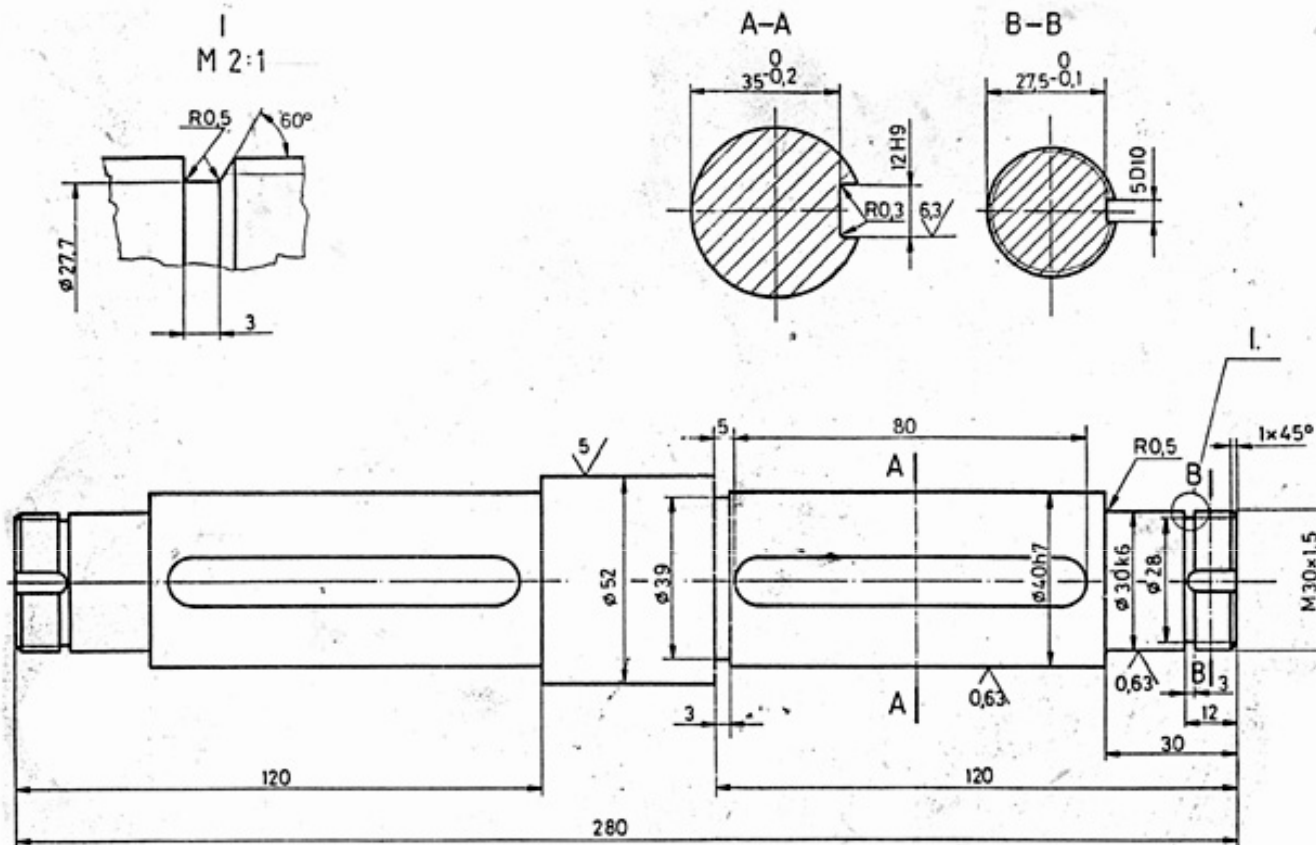
Az *utánállítómozgás* egy korrekciós, hibakiigazító mozgás a darab és a szerszám között.

Technológiai változatok



- adott idő alatt a legtöbb felesleges anyagmennyiség leválasztása
- simítási ráhagyás megtartása
- a felület minősége másodlagos
- nagy fogásmélység és nagy előtolás
- mérsékelt forgácsolósebesség
- merev nagy teljesítményű szerszámgép
- tömeggyártásban a szerepe csökken, mert az előgyártmányt megközelítő méretre készítik
- hatékony forgácsleválasztás
- köszörülési ráhagyás kalkulálása
 - a felület minősége elsődleges
- kis fogásmélység és mérsékelt előtolás
 - nagy forgácsolósebesség
- nyugodt járású szerszámgép
 - minden szintű gyártásban

3.2 Munkadarabok



- Rajzolvasás
- Rejtett információk
- Géprajzi jelek
- Technológiai következtetések

5D 10	+0.078
	+0.030
12H9	+0.043
	0
$\phi 30k6$	+0.015
	+0.002
$\phi 40h7$	0
	-0.025

Ellenőrzés:	TENGELY	Anyag:	B DGMF
Dátum:		Előző:	
	Név:	Méret:	Rajzszám:
		M 1:1	

Munkadarab anyagminőségek csoportosítása

ISO anyagcsoport jelölések



Acél - öntött acél, hosszú forgácsú képlékeny vas



Rozsdamentes acél - ausztenites acél, ferrites acél, martenzites acél



Öntöttvas - szürkeöntvény, gömbgrafitos öntvény



Nemfémes anyagok – alumínium, réz, bronz, műanyag, fa



Melegszilárd és superötvözött acélok



Edzett anyagok

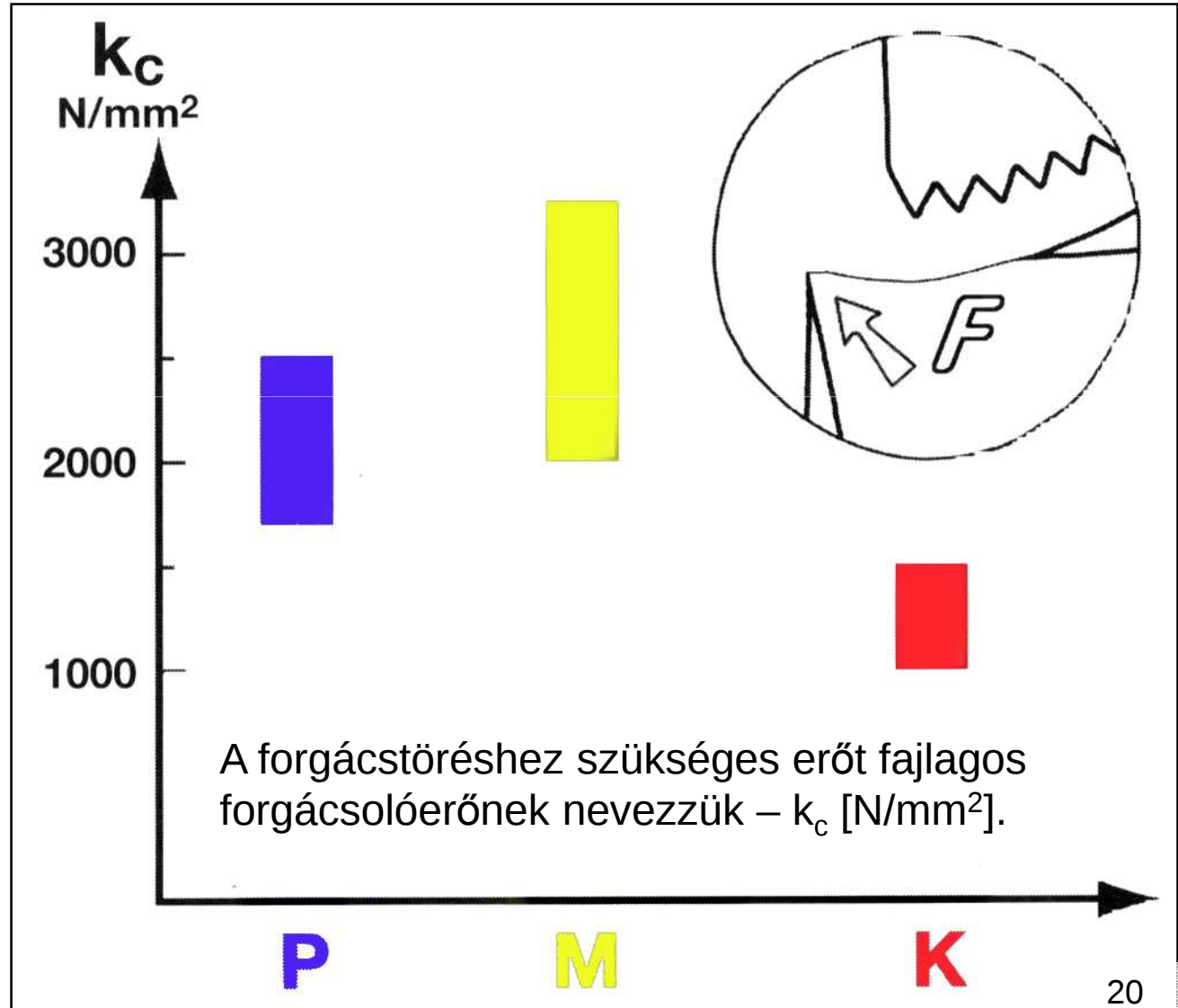


Munkadarabok forgácsolhatósága - Fajlagos forgácsolóerő

Acél -
1700-2500 N/mm²

Rozsdamentes acél - 2000-3200 N/mm²

Öntöttvas -
1000-1500 N/mm²

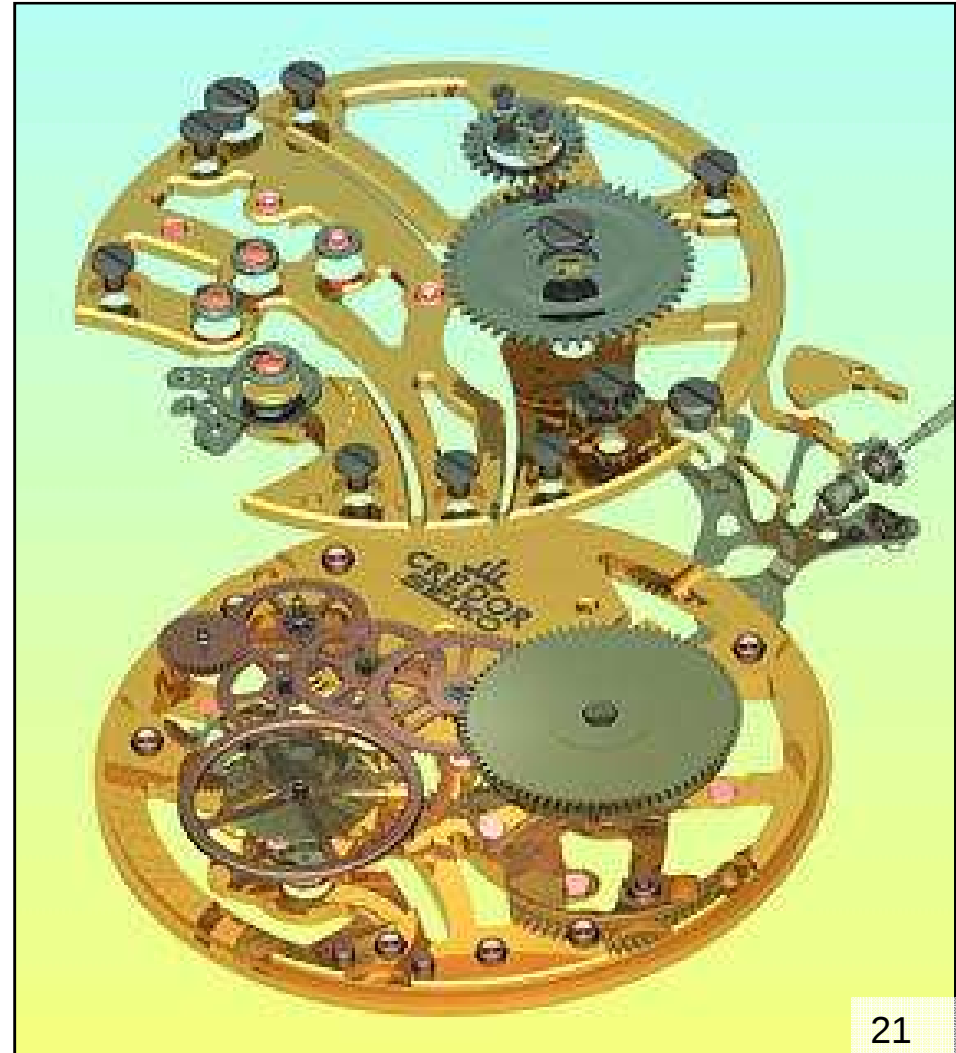


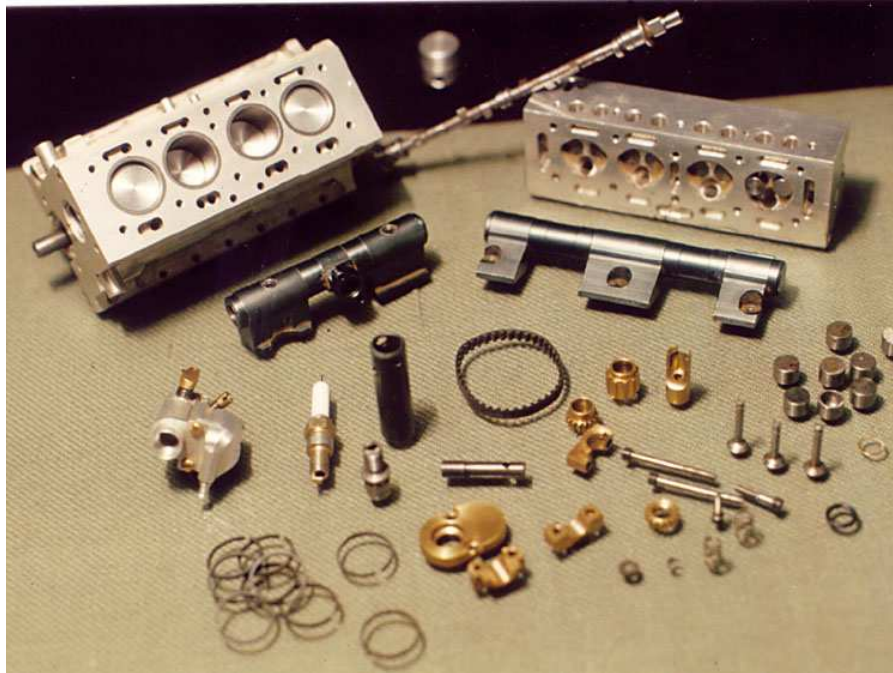
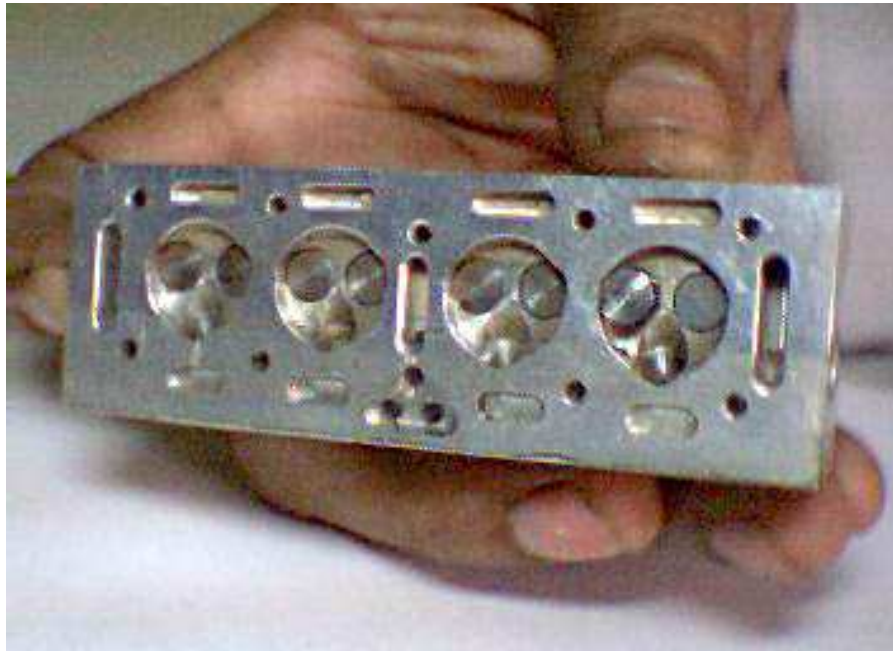
Munkadarabok mérete

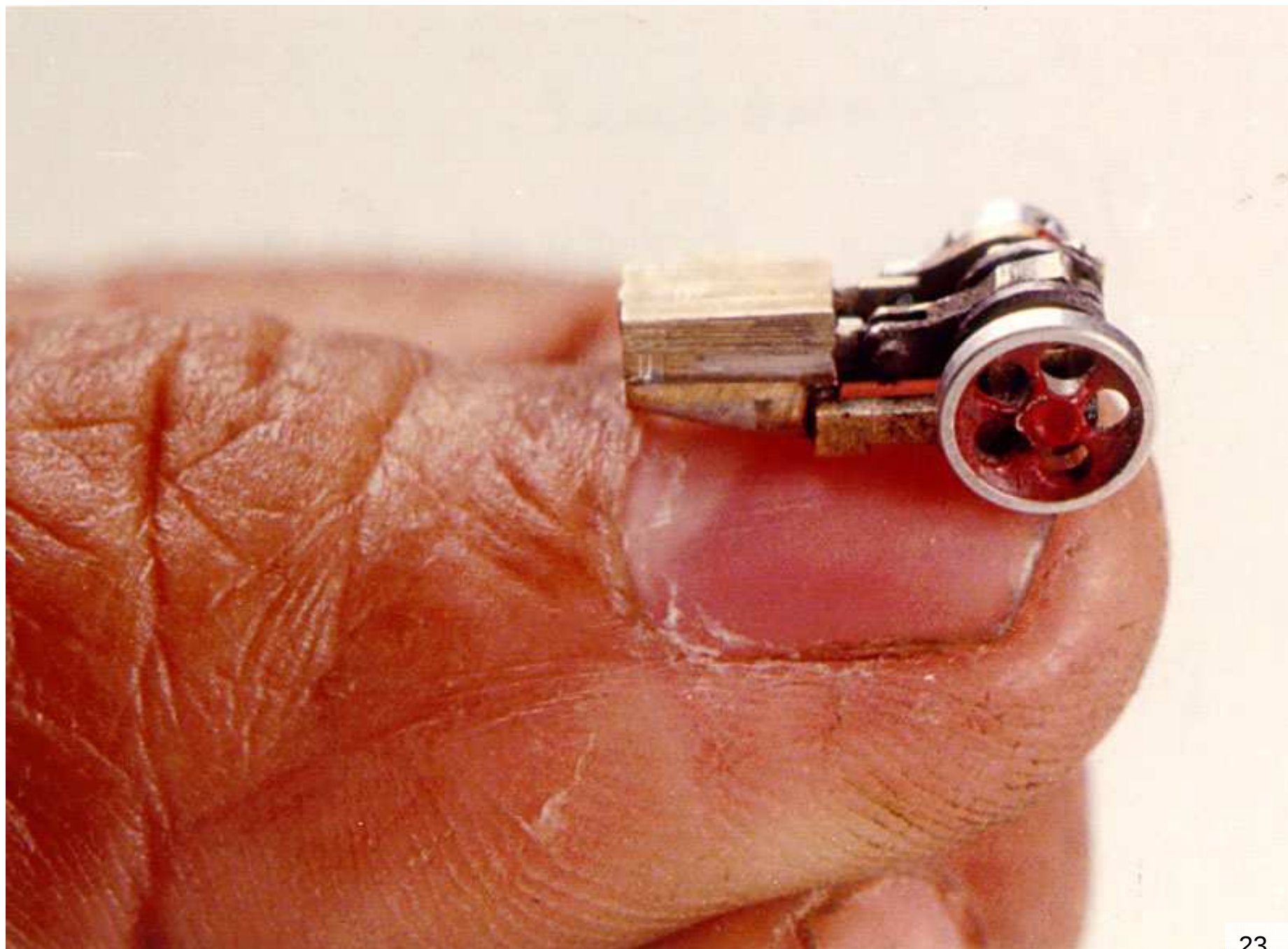
Kis méretű alkatrészek



finommechanika, precíziós gyártás
műszerészszterga, kis méretű éles
szerszámok, drága technológia!







Normál méretű alkatrészek

- gépgyártás

Megfelelő szerszámgép,
szerszám, technológia
kiválasztása!

- egyedi gyártás
- sorozatgyártás
- tömeggyártás







Nagy méretű alkatrészek

– egyedi gyártás

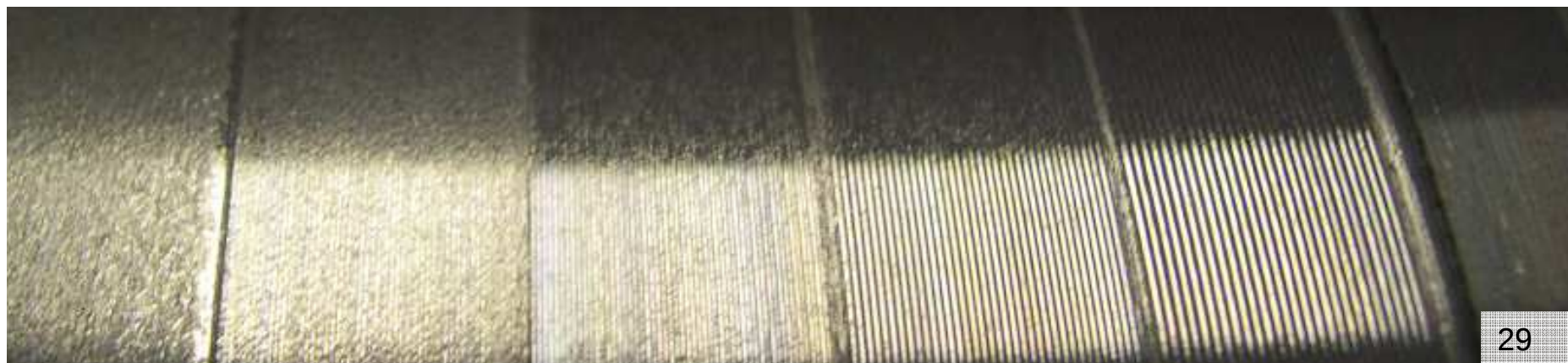
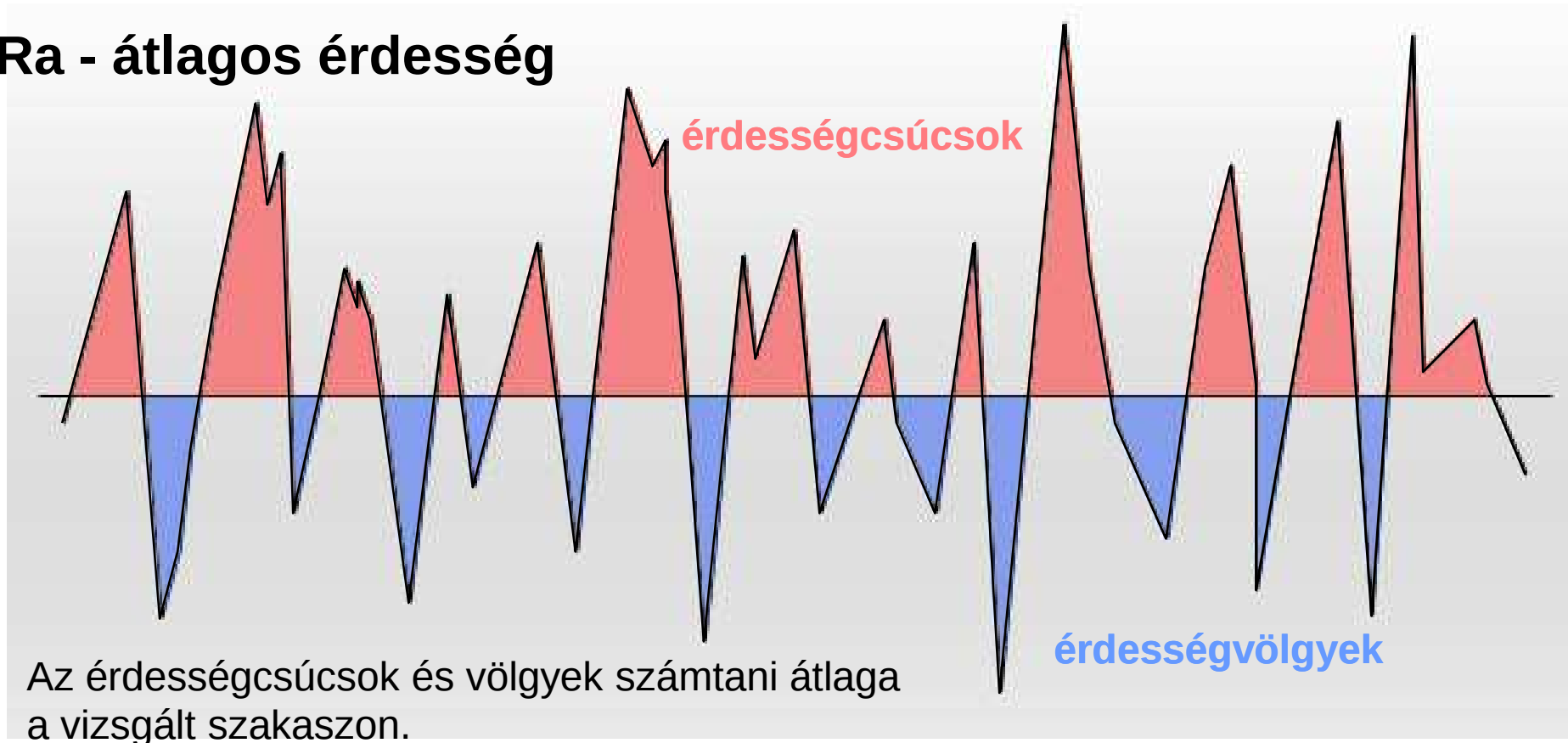
Célgép, célszerszám, egyedi technológia!





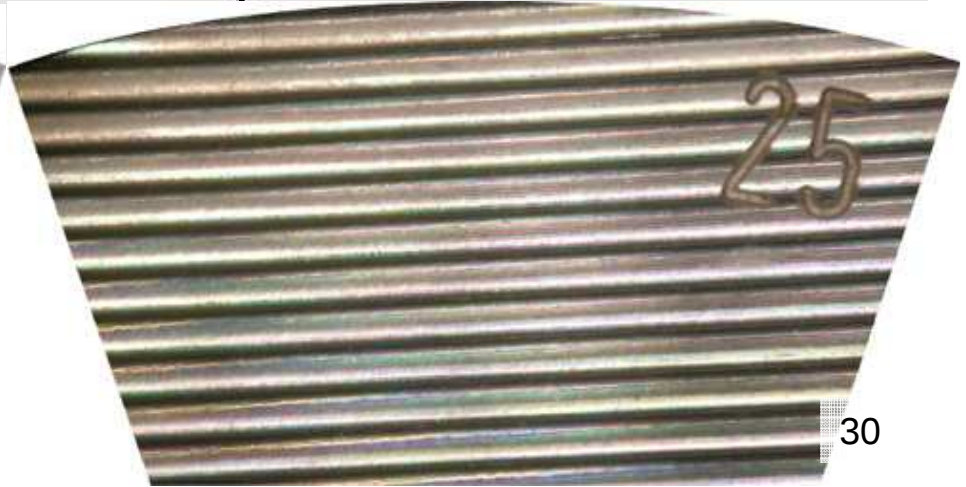
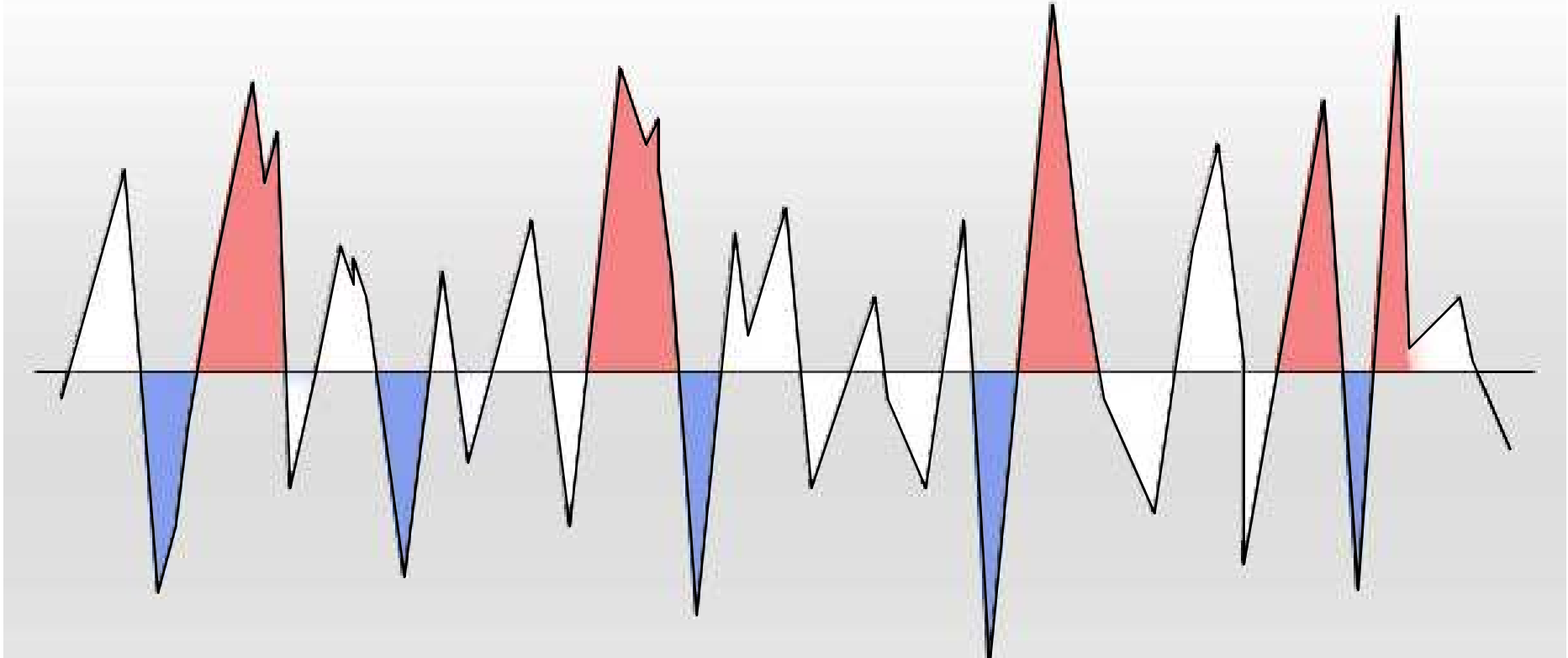
Munkadarabok felülete

Ra - átlagos érdesség



Rz - egyenetlenség magasság

Az öt legmagasabb csúcs és az öt legmélyebb völgy átlaga a vizsgált szakaszon.



Munkadarab pontossága

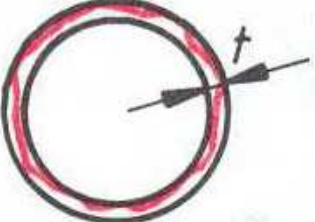
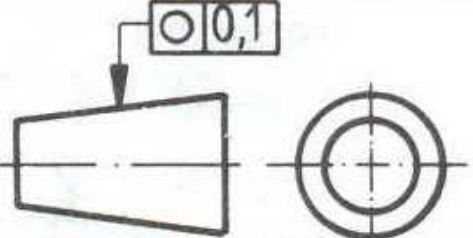
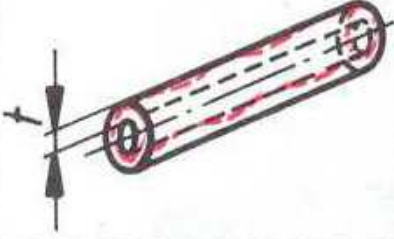
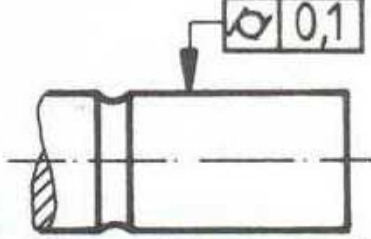
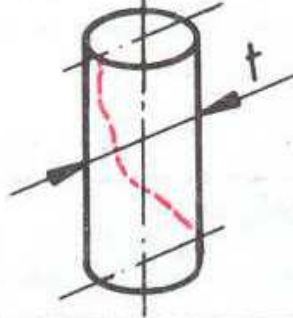
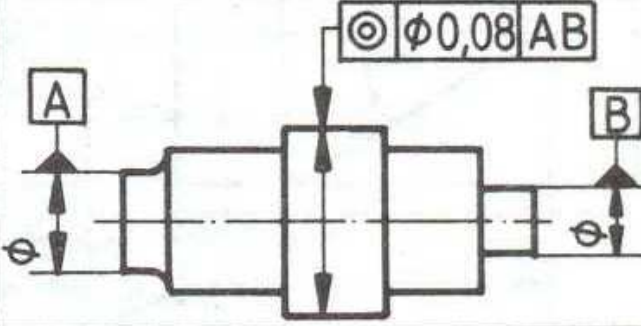
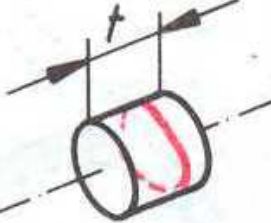
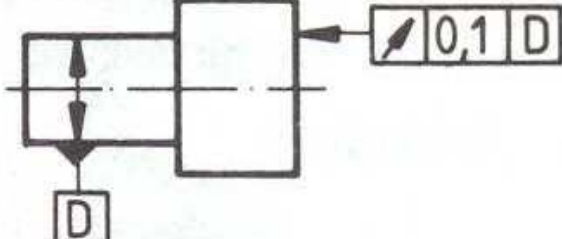
Az adott forgácsoló eljárással elérhető pontosságok és átlagos felületi érdességek

Mégmunkálási módok, technológiák			Elérhető pontosság																																	
			IT-minőség																Érdesség R_a , μm																	
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	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	
Leválasztás, szétválasztás	Gyalulás	nagyoló																																		
		simító																																		
	Vésés	nagyoló																																		
		simító																																		
	Fúrás	készülék nélkül																																		
		készülékkel																																		
		finomfúrás																																		
	Dörzsárazás	kézi																																		
		gépi																																		
	Esztergálás	hossz és furat	nagyoló																																	
			simító																																	
			finom																																	
			ultrap.																																	
		sík																																		
			besz., menet																																	
	Marás	nagyoló																																		
		simító																																		
		finom																																		
		mikro																																		
		ultrap.																																		
	Üregelés	külső																																		
		belső																																		

31

Munkadarabok alak- és helyzetűrései

A tűrés az alkatrész tényleges alakjának, helyzetének és méretének egy megengedett hibájú mérőeszkővel mért (észlelt) mérete.

alakűrések	köralak 		
	hengeresség 		
helyzettűrések	koncentrikus egytengelyűség 		
	ütés 		

Munkadarabok mérettűrései

A termékek különböző alkatrészekből állnak, melyeket gyakran egymástól távol, más-más üzemben állítanak elő. Ennek ellenére az így elkészített alkatrészek utánmunkálás és válogatás nélkül szerelhetők kell legyenek, amit mérettűrésük megválasztása tesz lehetővé. Egy termék nivóssága a benne található alkatrészek gyártási precizitásától nagyban függ.

Az alkatrészgyártás szempontjából feltétlenül tűréssel kell ellátni a méretet, ha:

- a munkadarab működése megkívánja, hogy a méretnek előírt határok között kell lennie
- az egymástól függetlenül elkészített alkatrészeket mindenféle utánmunkálás nélkül kell összeszerelni
- megköveteljük, hogy a pótalkatrészeket minden utánmunkálás nélkül lehessen az eredeti helyükre beépíteni
- a gyártás folyamán valamilyen oknál fogva fontos (pl. készülékbe kell helyezni)



Nagyon szigorú tűréssel

- dugattyú és csapszeg
- diesel adagoló tolattyú



Nagyon laza tűréssel

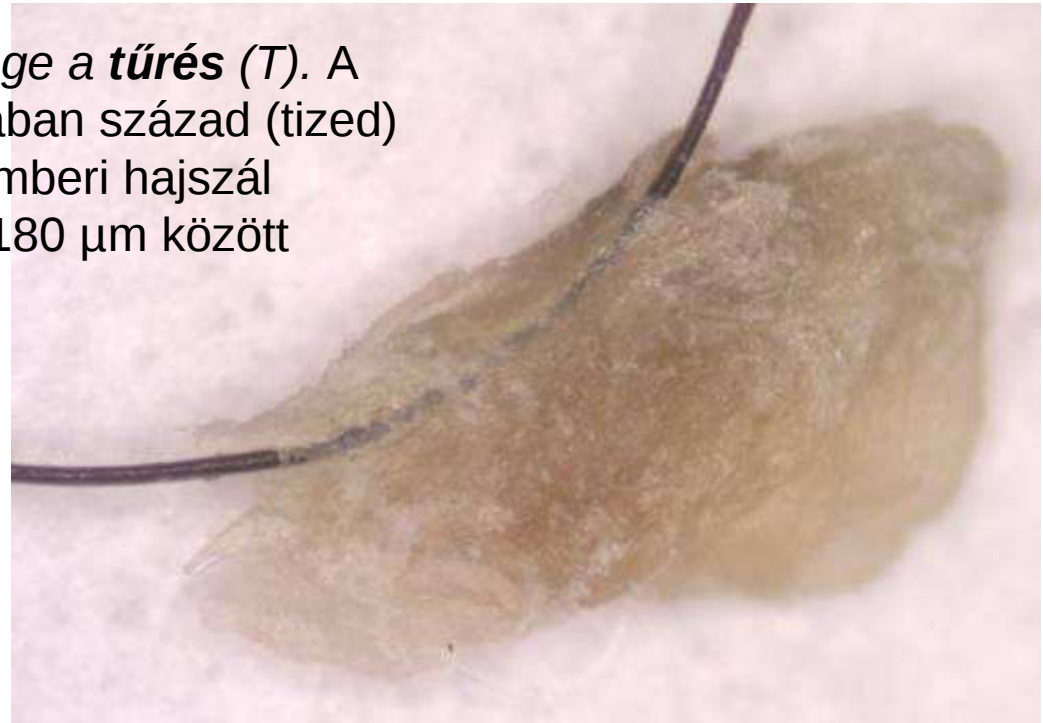
- tyúkól zsanérja
- traktor pótkocsi vonószem
- betonkeverő, talicska



Tűrés:

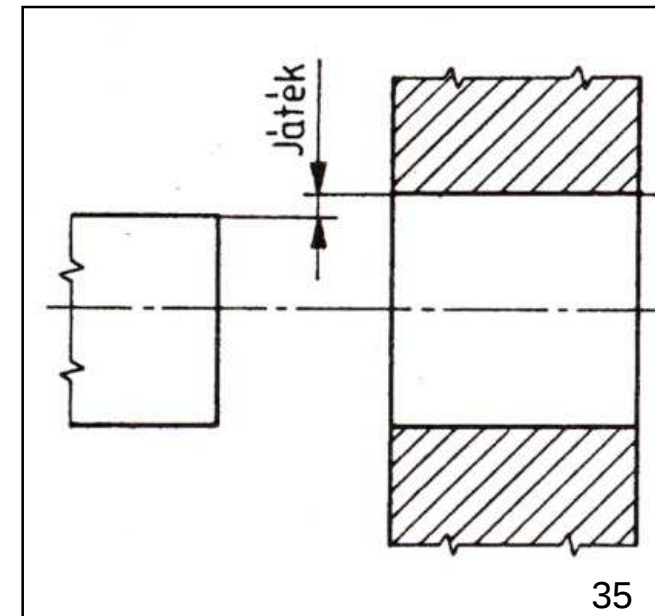
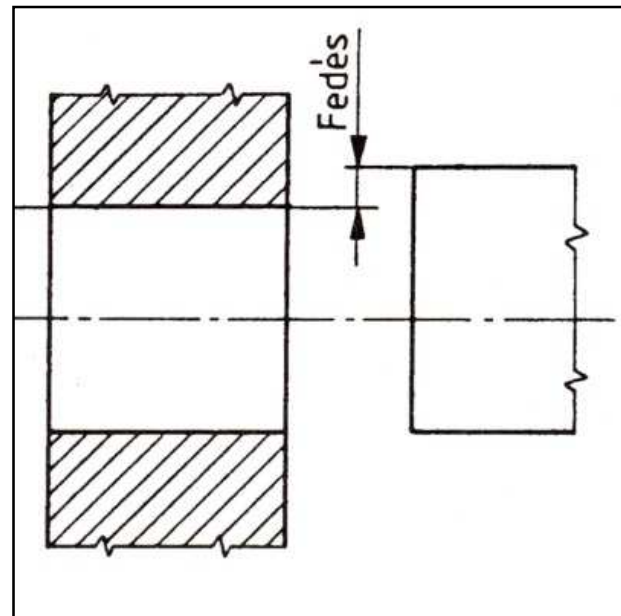
A felső és az alsó határméret különbsége a **tűrés** (T). A gépészeti alkatrészekben a tűrés általában század (tized) **milliméter** nagyságrendű érték. Egy emberi hajszál átlagos szélessége $\sim 0,05$ mm (18 és 180 μ m között változhat)

- lakatos 1-2mm,
- kőműves 2-3cm,
- teherautó sofőr 10-20cm,
- uszályhajó kapitány 1m,
- ejtőernyős 5m



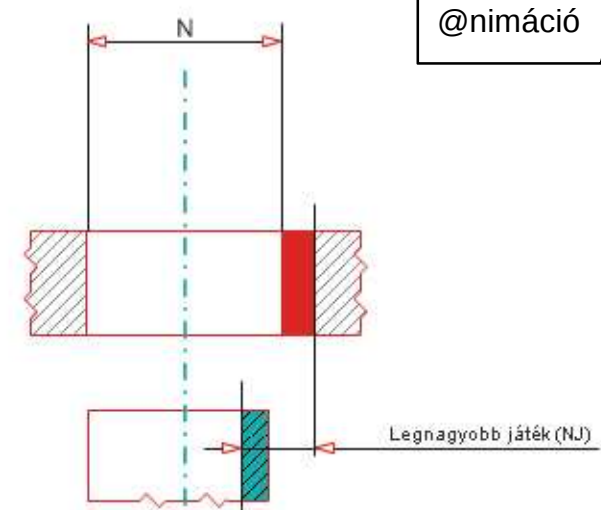
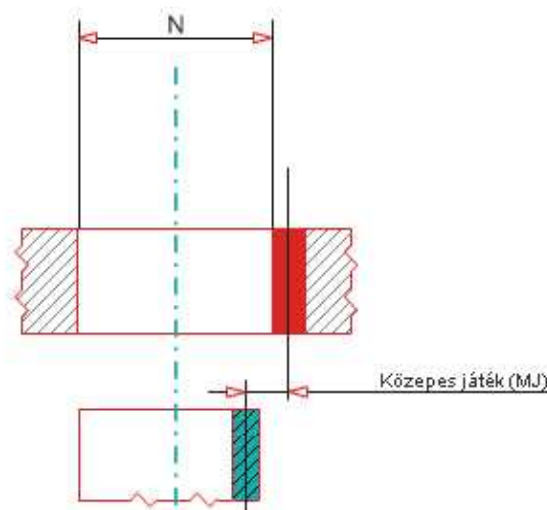
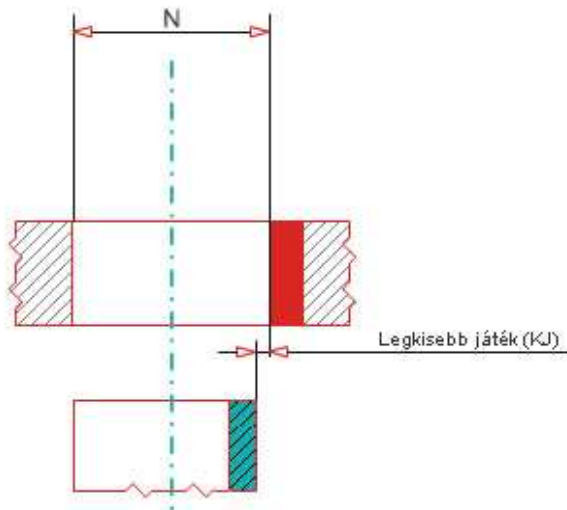
Illesztés:

Az illesztés nem más, mint két azonos alapméretű alkatrész csatlakozásának a jellege, amely meghatározza a kapcsolódó alkatrészek közötti játék vagy fedés nagyságát.



Laza illesztés

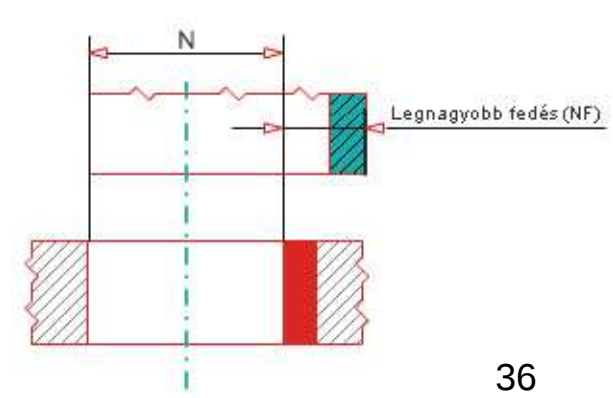
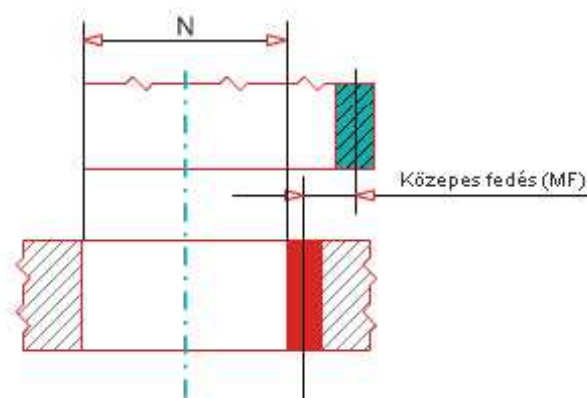
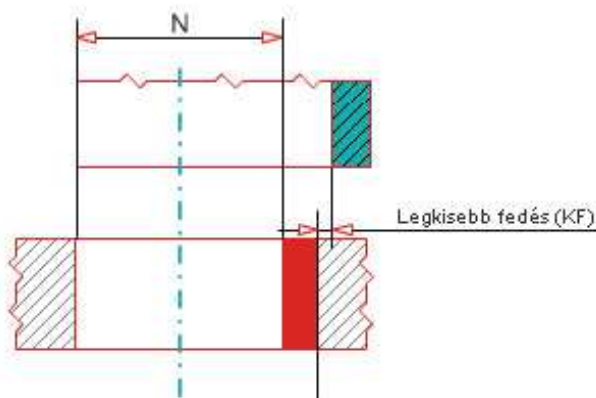
Ha a furat tényleges mérete nagyobb a csap tényleges méreténél, akkor játékról beszélünk. A laza illesztés olyan illesztés, amelyben az alkatrészek csak játékkal illeszkedhetnek.



@nimáció

Szoros illesztés

Ha a furat tényleges mérete kisebb a csap tényleges méreténél, akkor fedésről beszélünk. A lyuk tűrésmezeje teljes egészében a csap tűrésmezeje alatt helyezkedik el. Ilyen illesztést szereléssel nem oldható kötésekhez szokás előírni.



határeltérések Alaplyukrendszerben

@nimáció

Betűjel		H																		
Minőségjel		01*	0*	1*	2*	3*	4*	5	6	7	8	9	10	11	12	13*	14*	15*	16*	17*
Méret		Határeltérések, µm																		
felett	-ig																			
1-től	3	+0,3 0	+0,5 0	+0,8 0	+ 1,2 0	+ 2,0 0	+ 3 0	+ 4 0	+ 6 0	+10 0	+14 0	+ 25 0	+ 40 0	+ 60 0	+100 0	+140 0	+ 250 0	+ 400 0	+ 600 0	+1000 0
3	6	+0,4 0	+0,6 0	+1,0 0	+ 1,5 0	+ 2,5 0	+ 4 0	+ 5 0	+ 8 0	+12 0	+18 0	+ 30 0	+ 48 0	+ 75 0	+120 0	+180 0	+ 300 0	+ 480 0	+ 750 0	+1200 0
6	10	+0,4 0	+0,6 0	+1,0 0	+ 1,5 0	+ 2,5 0	+ 4 0	+ 6 0	+ 9 0	+15 0	+22 0	+ 36 0	+ 58 0	+ 90 0	+150 0	+220 0	+ 360 0	+ 580 0	+ 900 0	+1500 0
10	14	+0,5 0	+0,8 0	+1,2 0	+ 2,0 0	+ 3,0 0	+ 5 0	+ 8 0	+11 0	+18 0	+27 0	+ 43 0	+ 70 0	+110 0	+180 0	+270 0	+ 430 0	+ 700 0	+1100 0	+1800 0
14	18																			
18	24	+0,6 0	+1,0 0	+1,5 0	+ 2,5 0	+ 4,0 0	+ 6 0	+ 9 0	+13 0	+21 0	+33 0	+ 52 0	+ 84 0	+130 0	+210 0	+330 0	+ 520 0	+ 840 0	+1300 0	+2100 0
24	30																			
30	40	+0,6 0	+1,0 0	+1,5 0	+ 2,5 0	+ 4,0 0	+ 7 0	+11 0	+16 0	+25 0	+39 0	+ 62 0	+100 0	+160 0	+250 0	+390 0	+ 620 0	+1000 0	+1600 0	+2500 0
40	50																			
50	65	+0,8 0	+1,2 0	+2,0 0	+ 3,0 0	+ 5,0 0	+ 8 0	+13 0	+19 0	+30 0	+46 0	+ 74 0	+120 0	+190 0	+300 0	+460 0	+ 740 0	+1200 0	+1900 0	+3000 0
65	80																			
80	100	+1,0 0	+1,5 0	+2,5 0	+ 4,0 0	+ 6,0 0	+10 0	+15 0	+22 0	+35 0	+54 0	+ 87 0	+140 0	+220 0	+350 0	+540 0	+ 870 0	+1400 0	+2200 0	+3500 0
100	120																			
120	140	+1,2 0	+2,0 0	+3,5 0	+ 4,5 0	+ 8,0 0	+12 0	+18 0	+25 0	+40 0	+63 0	+100 0	+160 0	+250 0	+400 0	+630 0	+1000 0	+1600 0	+2500 0	+4000 0
140	160																			
160	180																			
180	200	+2,0 0	+3,0 0	+4,5 0	+ 7,0 0	+10,0 0	+14 0	+20 0	+29 0	+46 0	+72 0	+115 0	+185 0	+290 0	+460 0	+720 0	+1150 0	+1850 0	+2900 0	+4600 0
200	225																			
225	250																			
250	280	+2,5 0	+4,0 0	+6,0 0	+ 8,0 0	+12,0 0	+16 0	+23 0	+32 0	+52 0	+81 0	+130 0	+210 0	+320 0	+520 0	+810 0	+1300 0	+2100 0	+3200 0	+5200 0
280	315																			
315	355	+3,0 0	+5,0 0	+7,0 0	+ 9,0 0	+13,0 0	+18 0	+25 0	+36 0	+57 0	+89 0	+140 0	+230 0	+360 0	+570 0	+890 0	+1400 0	+2300 0	+3600 0	+5700 0
355	400																			
400	450	+4,0 0	+6,0 0	+8,0 0	+10,0 0	+15,0 0	+20 0	+27 0	+40 0	+63 0	+97 0	+155 0	+250 0	+400 0	+630 0	+970 0	+1550 0	+2500 0	+4000 0	3700 0
450	500																			

* Nem illesztésre szánt tűrés.

3.3 Szerszámok

A forgácsoló szerszámokkal szemben két fő követelményt támasztunk:

- a szerszám legyen alkalmas a meghatározott anyagrész leválasztására,
- a munkadarab előírt méretpontosságának, alakhűségének és felületi érdességének biztosítására.

Ezeket a követelményeket úgy lehet maradéktalanul kielégíteni, ha a szerszám forgácsoló részét helyesen alakítják ki, és a szerszám pontos - a géphez és a munkadarabhoz viszonyított - befogását biztosítani lehet. Ebből következik, hogy a forgácsoló szerszámnak két fő részből kell állnia: dolgozó és csatlakozó részből.



Szerszámok csoportosítása anyagminőségük szerint

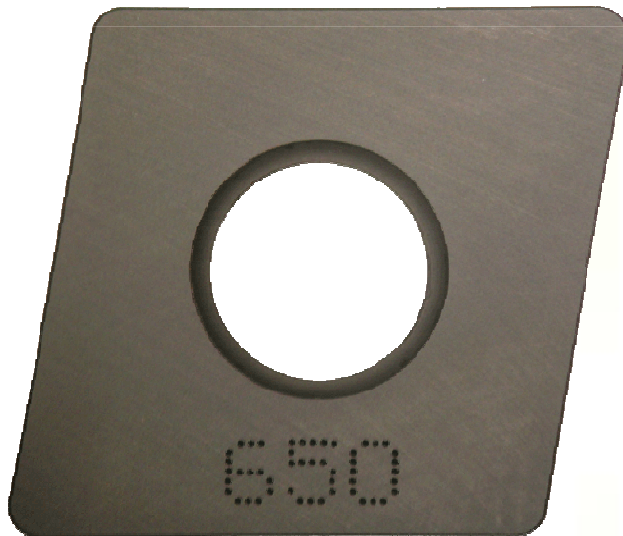
Acélalapú:

- **gyorsacél R1-R11**
W-Cr-V ötvözés
63-70 HRC
550°h őálló
- **bevonatos gyorsacél**
súrlódás csökken
keménység nő
hőszigetel
TiN, TiCN, TiAlN, stb.



Kemény/Szuperkemény:

- **keményfém P1-D1**
porkohászatilag gyártják
87-92 HRA
800°h őálló
- **kerámia Al_2O_3**
90-96 HRA
1400°h őálló
rideg, csak simításra



Kompozit:

- **gyémánt**
nem vasalapú fémekhez
- **köbös térrácsú bórnitrid**
edzett acélokhoz



Szerszámok csoportosítása rendeltetésük szerint

Eszterga



Maró



Fúró



Véső



Köszörű



Üregelő



Szerszámok csoportosítása élek száma szerint

Egyélű

- esztergakések
- gyalukések



Kétélű

- csigafúrók
- hosszlyukmarók



Többélű

- homlokmarók
- ujjmarók



Végtelen élű

- köszörűkorongok
- csiszolószalagok



Szerszámok csoportosítása él alakja szerint

egyszerű

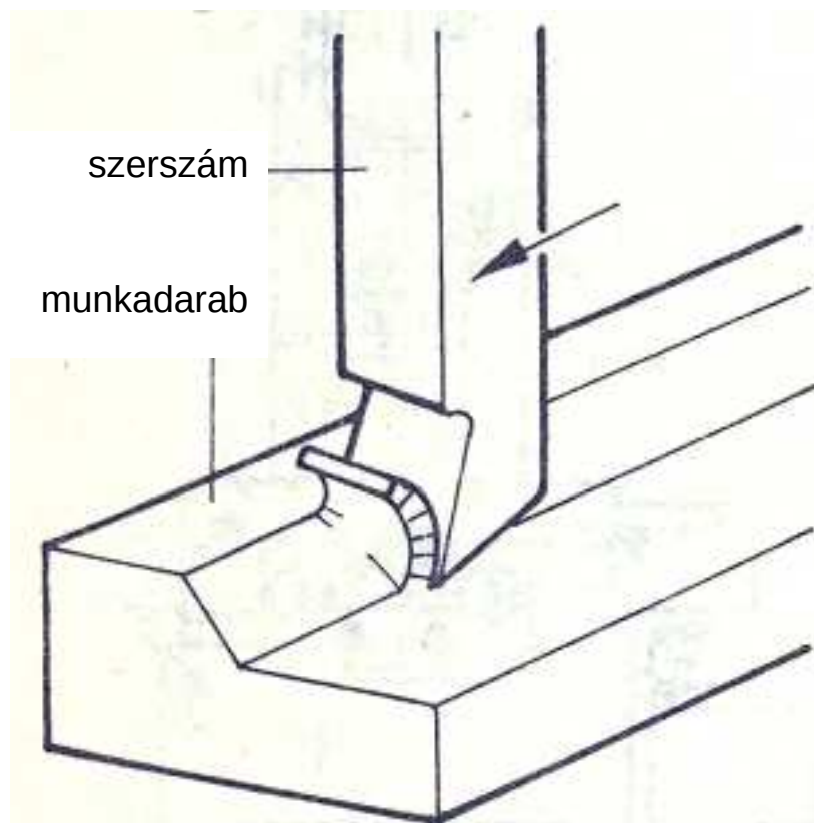


speciális (alakos)

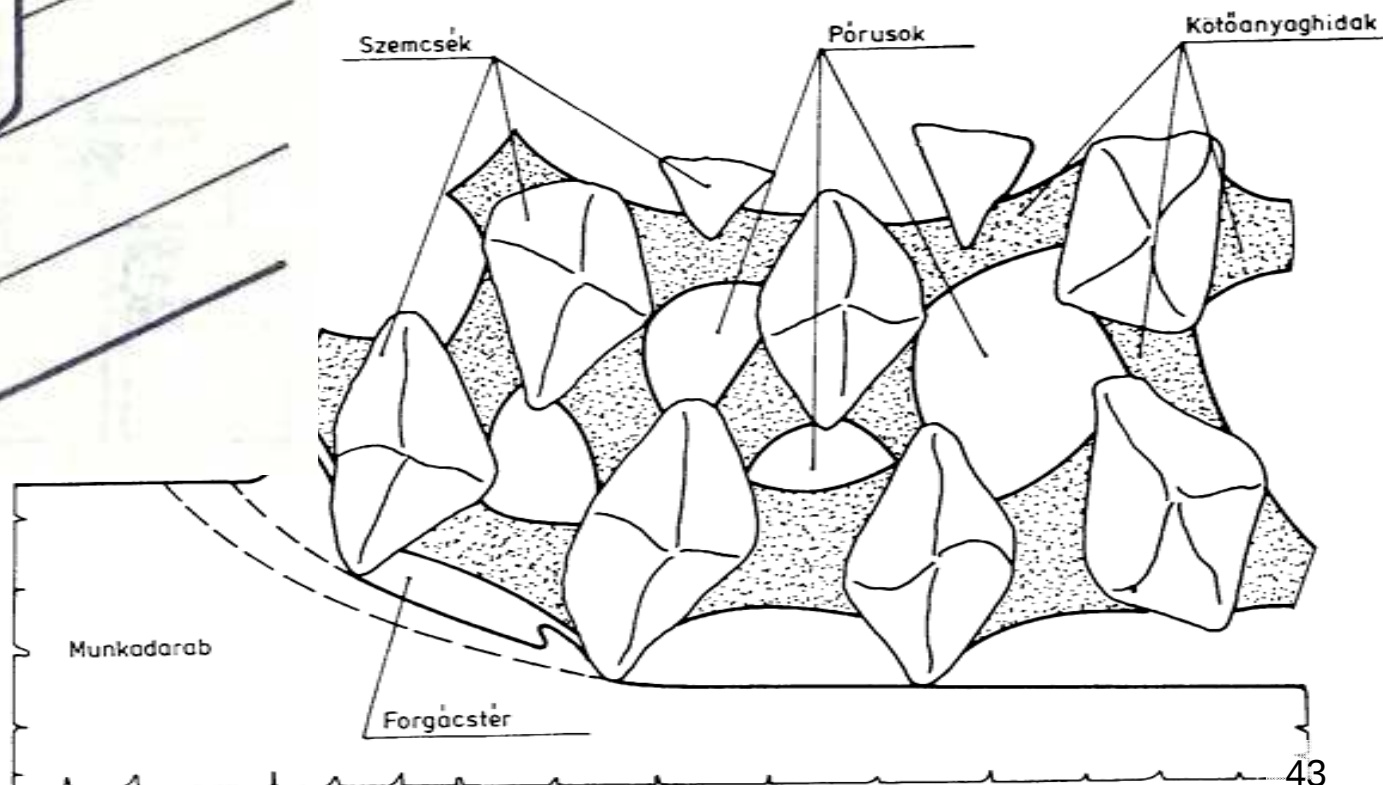


Szerszámok csoportosítása élgeometria szerint

Szabályos



Szabálytalan



Szerszámok csoportosítása kivitel szerint

tömör



forrasztott



szerelt

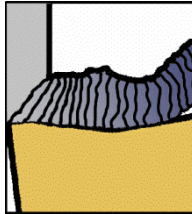


3.4 Forgácsok

P

Acél:

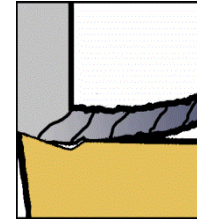
- elemi
- lemezes – elemekből összeállt, részlegesen összehegedt
- folyó – teljes hegedés



N

Alumínium:

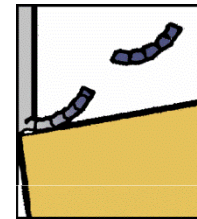
- lemezes
- folyó



N

Réz, bronz:

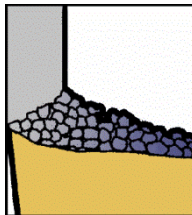
- lemezes
- tört



K

Öntöttvas:

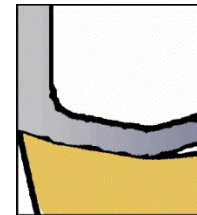
- elemi,
- töredezett



N

Műanyag:

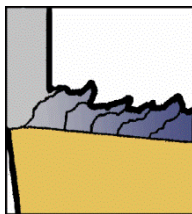
- folyó



M

Rozsdamentes
acél:

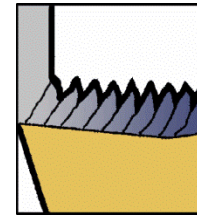
- lemezes



H

Edzett
anyagok:

- éles



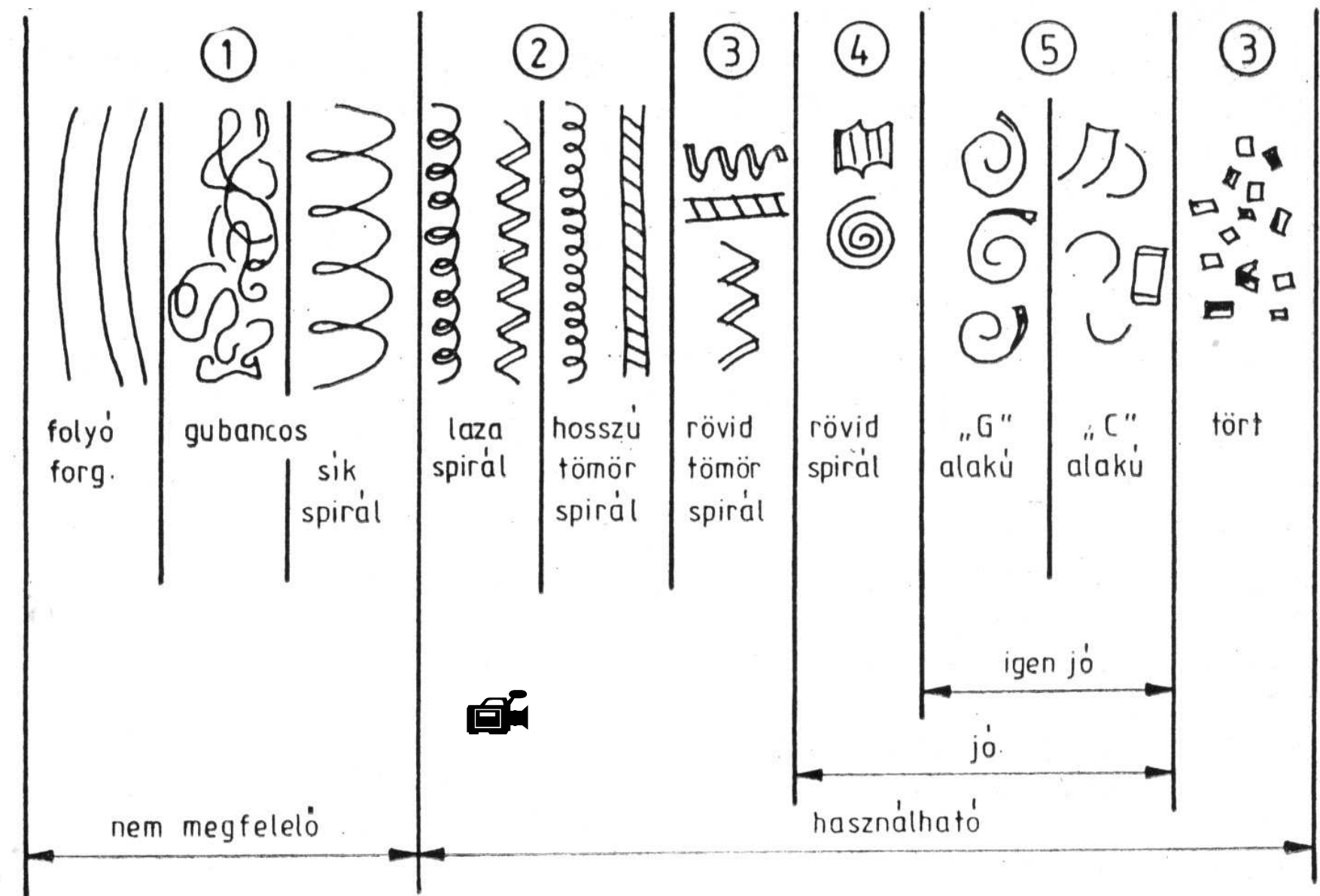
Rozsdamentes acélok esztergálásakor gyakran nehezen törhető a forgács, könnyen feltekeredhet a munkadarabra, tokmánya. A munkadarab sorjásodik.

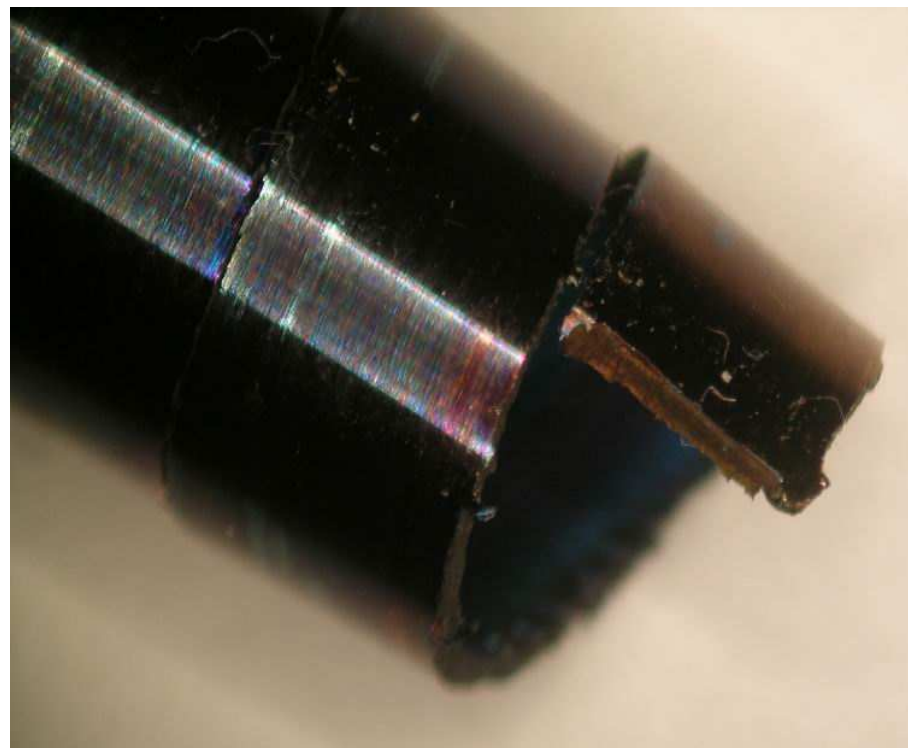


Edzett acélok esztergálásakor
kis keresztmetszetű forgács
keletkezik, a magas
hőmérséklet miatt 'lángolva'
távozik a munkadarabról.

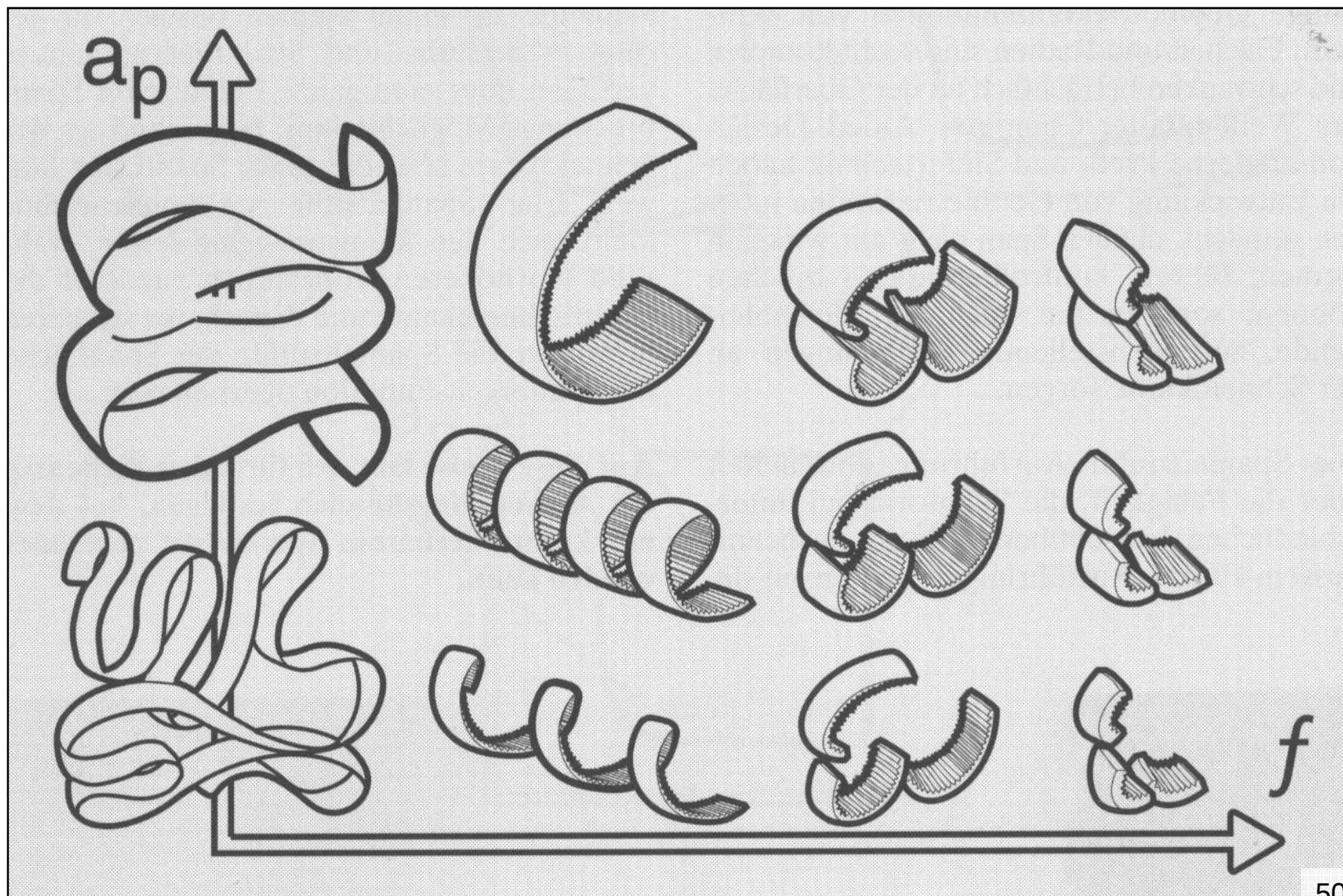


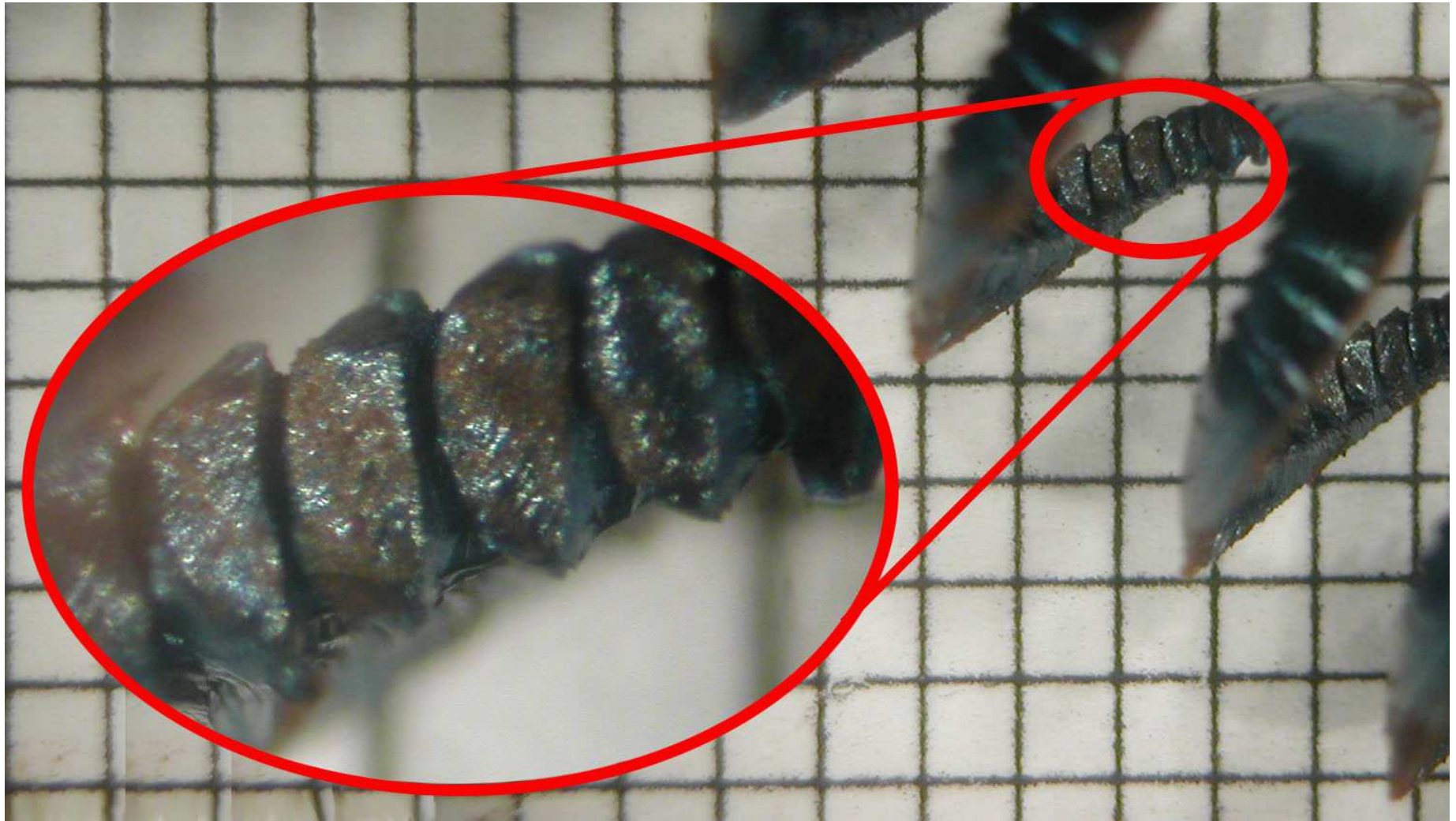
Forgács – Alakja



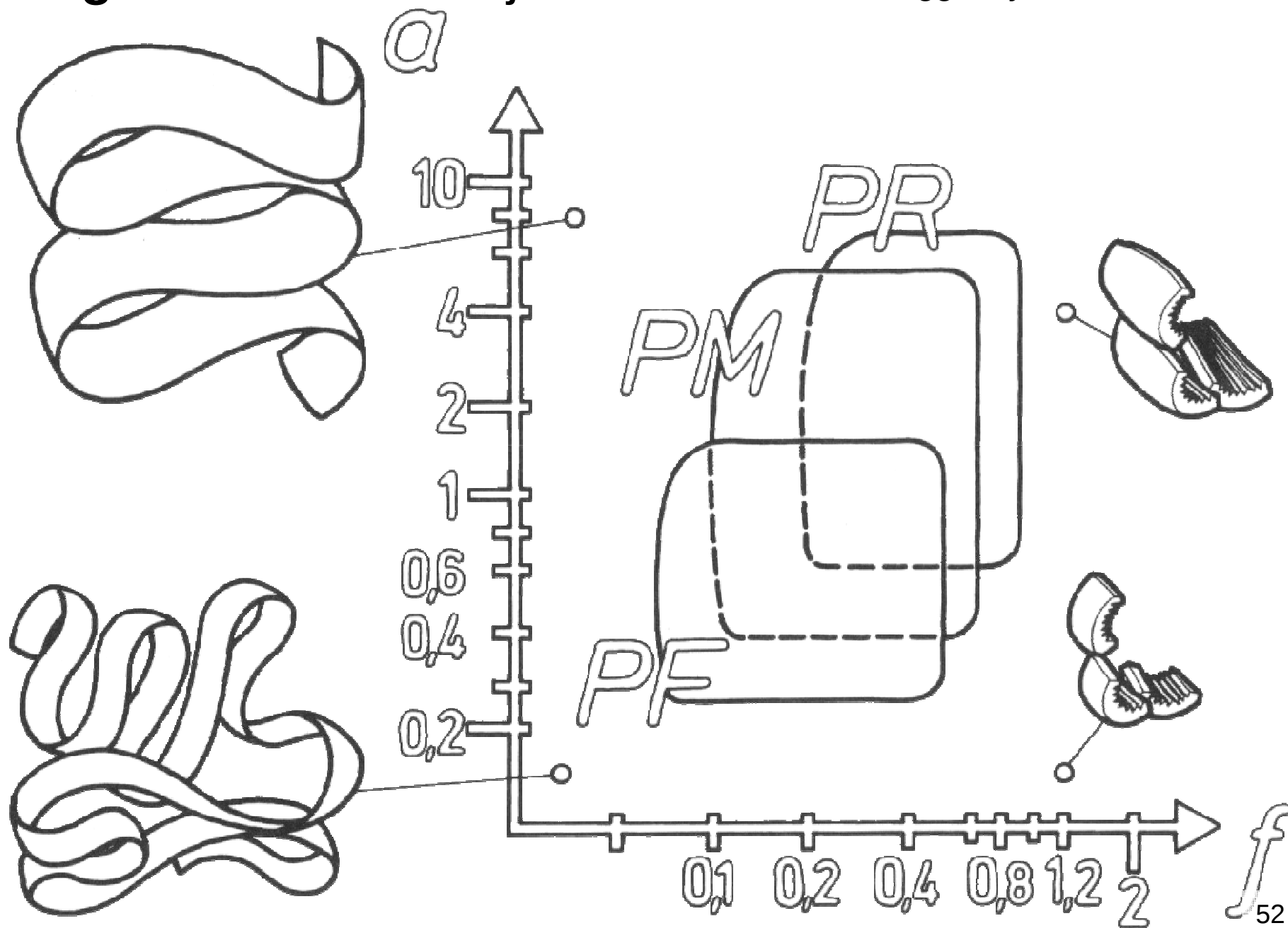


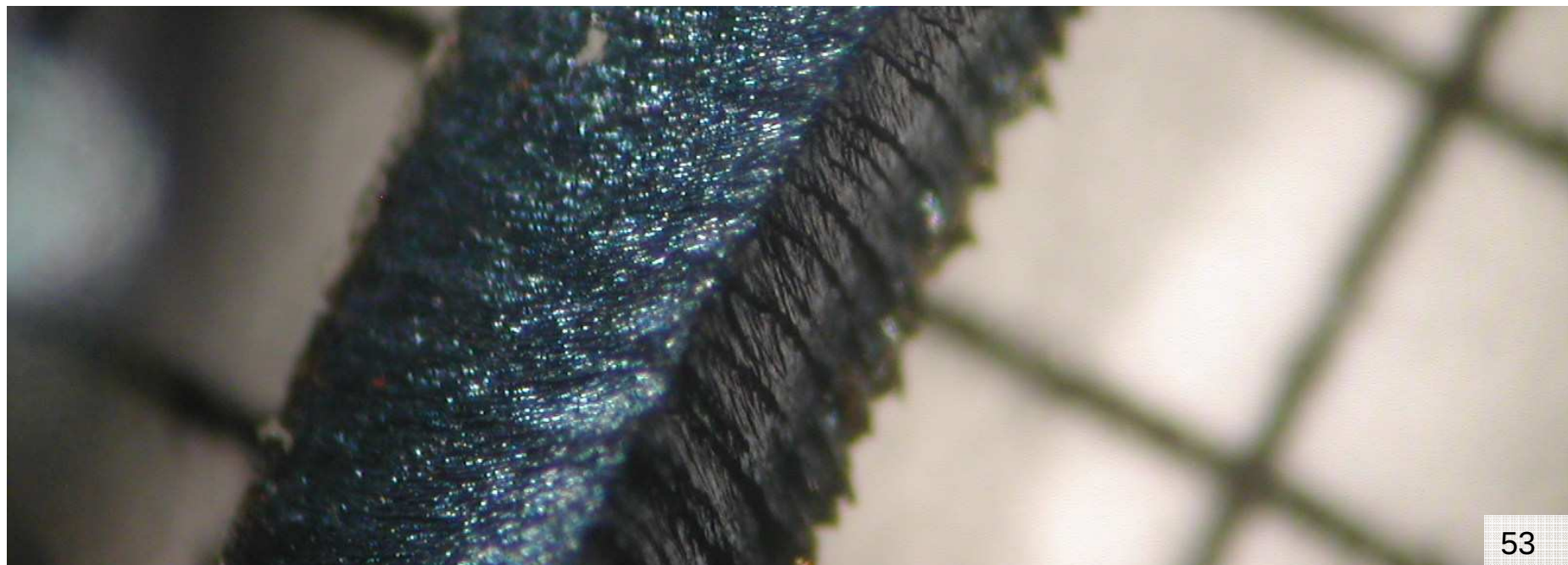
Forgács – Geometriája a mellékmozgás adatainak függvényében

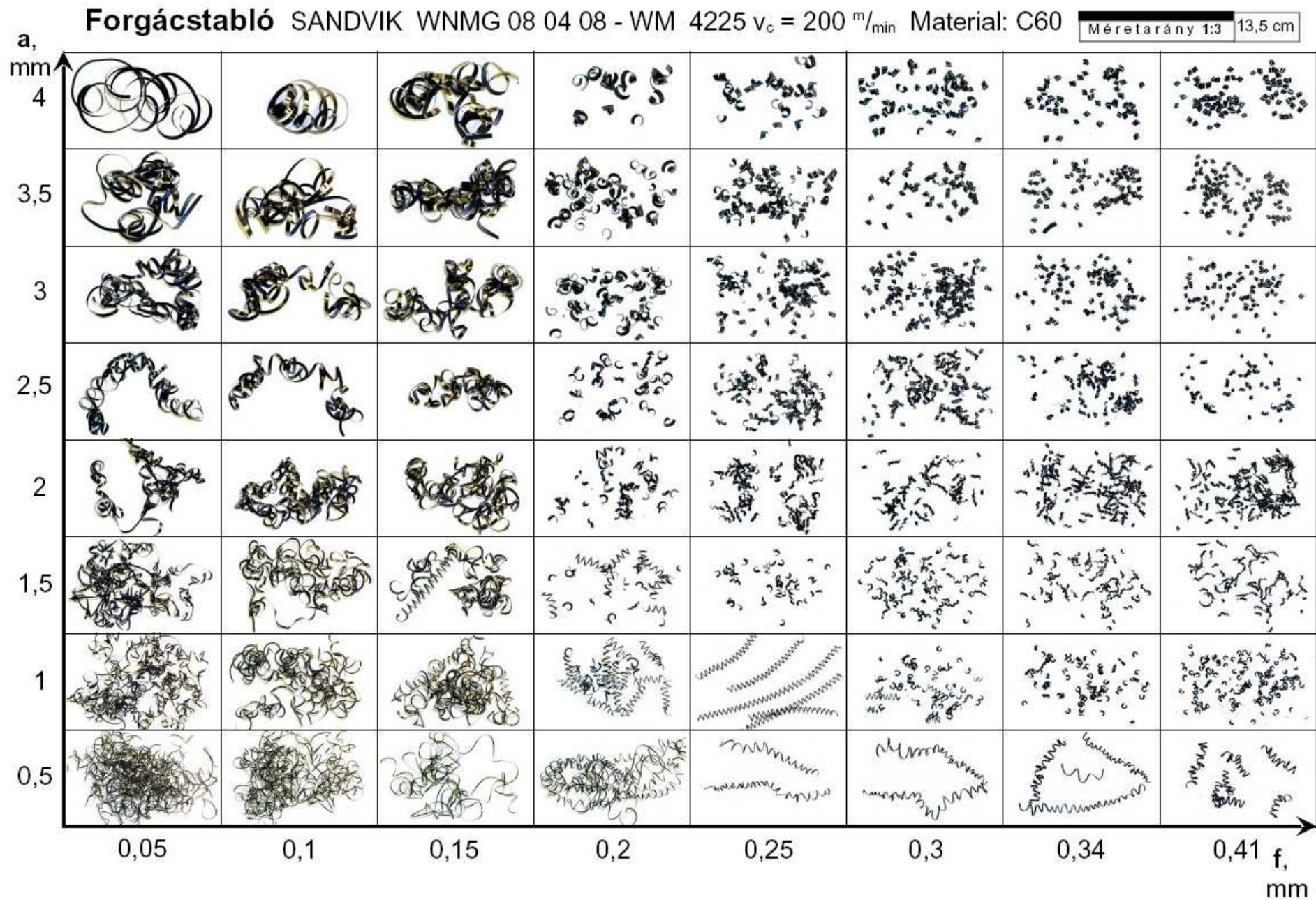




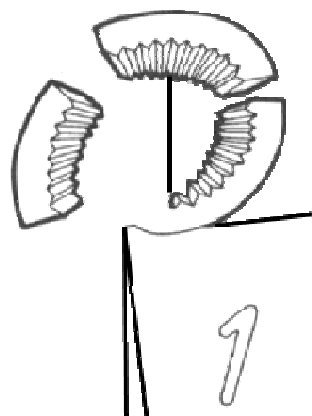
Forgács – Geometriája a szerszámkialakítás függvényében





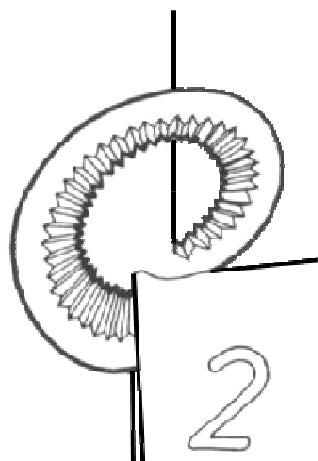
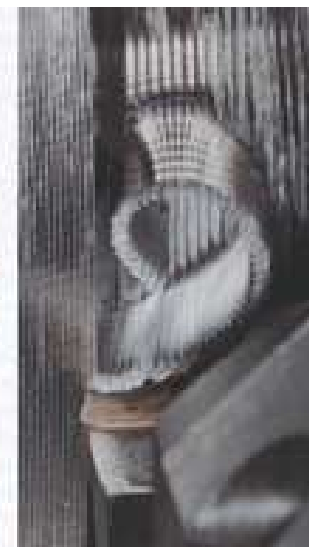
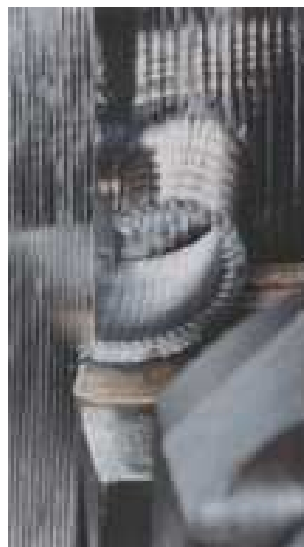


Forgácstörés



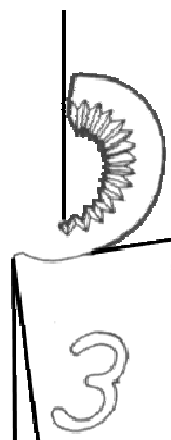
1 – Öntörés

Az ívelés
következtében
önmagától eltörik



2 – Szerszámon eltörő forgács

A körbe hajló forgács a
szerszámmal érintkezve
alakváltozást szenved és
eltörik.



3 – Munkadarabon eltörő forgács

A forgács a megmunkált
felülettel érintkezve
elroppan.