



MISKOLCI EGYETEM GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR  
GÉPGYÁRTÁSTECHNOLÓGIAI TANSZÉK

## **Forgácsoló megmunkálás CNC vezérlésű szerszámgépen I.**

EEN-400 CNC csúcseszterga

HUNOR PNC 721 2 tengelyes esztergagép vezérlés



Összeállította: Dr. Kövesi Gyula

## Tartalomjegyzék

Bevezetés	5
1. A szerszámgép szerkezeti felépítése	6
1.1. A szerszámgép rendeltetése	6
1.2. Műszaki alapadatok	6
1.2.1. A főhajtómű	8
1.2.2. Szánrendszer és előtolómű	8
1.2.3. Elektromechanikus működtetésű szegnyereg	10
1.2.4. Elektromechanikus működtetésű tokmány	10
2. A HUNOR PNC 721 vezérlés kezelése	10
2.1. A kezelőpanel és beavatkozó szervei	10
2.1.1. A kézi mozgatás kezelőszervei	10
2.1.2. Az adatbeviteli billentyűzet	13
2.1.3. A végrehajtás beavatkozó szervei	15
2.1.4. Adatkijelzés	17
2.1.5. Gépállapot kijelzés	18
2.2. Kézi üzemmód, egyedi mondatok végrehajtása	19
2.2.1. Egyedi mondatok bevitele	19
2.3. Nullpontfelvétel, szerszámbemérés, nullponteltolás	20
2.3.1. Nullpontfelvétel	20
2.3.2. Szerszámbemérés	21
2.3.3. Nullponteltolás	24
2.4. Szerkesztés és programkipróbálás üzemmód	25
2.4.1. Programbevitel, módosítás billentyűzetről	25
2.4.2. Program vagy korrekciótár betöltése kazettáról	27
2.4.3. Program vagy korrekciótár tárolása kazettára	27
2.4.4. Programtár törlése	28
2.4.5. Programpróba végrehajtás nélkül	28
2.4.6. Programpróba gyorsmenettel	29
2.4.7. Mérőrendszer teszt	29
2.4.8. Interface vonalak kijelzése	29
2.4.9. Munkafolyamat megjelenítés	30
2.5. Automatikus végrehajtás	30
2.5.1. Folyamatos végrehajtás	30
2.5.2. Lépésenkénti végrehajtás	30
2.5.3. Végrehajtás felfüggesztése	31
2.5.4. Beavatkozási lehetőségek STOP helyzetben	31
2.5.5. Mondatkeresés	32
2.6. Bekapcsolási alapállapot	32
2.7. A vezérlőberendezés hibajelzései	33

2.7.1.	Adatbeviteli hiba (DATA?)	35
2.7.2.	Mondatszerkesztési hiba (RECORD?)	36
2.7.3.	Technológiai paraméterek hibás megadása (FEED?, SPINDLE?)	36
2.7.4.	Korrektortár, programtár vagy paramétertár sérülése (TCORR?, MEMORY? PARAM?)	36
2.7.5.	Nullpontfelvétel hiánya (REFP)	36
2.7.6.	A szán végállásra futása LIMX+, LIMX-, LIMZ+, LIMZ-)	37
2.7.7.	A szerszámgép vagy vezérlő üzemképességének hiánya	37
2.7.8.	Mondatkezdés tiltás (REC.ST?)	38
2.7.9.	Mozgásindítás vészállapotban (ESTATE)	38
2.7.10.	Közös nullfeszültség eltolódása (OFFSET?)	38
2.7.11.	Cikluskezelés hiba (CYCLE?)	38
2.7.12.	Analóg magnó kezelés hibajelzése (CASSETTE?)	38
2.7.13.	DPGX, DPGZ, DPGI hibajelzés	38
2.7.14.	RESET hibajelzés	39
2.7.15.	EPROM nn hibajelzés	39
2.8.	Display egység	39
3.	A HUNOR PNC 721 vezérlés programozása	42
3.1.	Műszaki alapadatok	42
3.2.	Program, mondat, cím, címlánc	44
3.2.1.	Mondattípusok	45
3.2.2.	Útinformációk	46
3.2.3.	Öröklődő funkcióértékek	47
3.2.4.	Egyéb címek	48
3.2.5.	Mondattípusok címláncai	50
3.3.	Koordinátarendszer, adatmegadás	50
3.4.	Kontúr esztergálás fogalma és programozása	52
3.4.1.	Pozicionálás és változatai	52
3.4.2.	Egyenes meghatározása	55
3.4.3.	Kör meghatározása	58
3.4.4.	Letörés, lekerekítés	61
3.4.5.	Kontúrral párhuzamos vonalvezetés automatikus számítása	62
3.5.	Funkciómondat programozása	68
3.5.1.	Előtolásértékek programozása	68
3.5.2.	Főorsó fordulat programozása	69
3.5.3.	Szerszámpozíció és élkorrekció programozása	70
3.5.4.	M funkciók programozása	71
3.5.5.	WAIT és P címek programozása	72
3.6.	Koordinátatranszformáció, ciklusszervezés, nullponteltolás	72
3.6.1.	Átmeneti koordinátatranszformáció, mondatípus	73
3.6.2.	Nullponteltolás, G61 mondatípus	75

---

3.7. Nagyoló ciklusok programozása	76
3.7.1. Hosszirányú nagyoló ciklus	76
3.7.2. Oldalazó nagyoló ciklus	77
3.7.3. Kontúrnagyoló ciklus hosszirányban	78
3.8. Menetvágó ciklusok programozása	80
3.8.1. Metrikus szabványmenet programozása	81
3.8.2. Withworth menet programozása (55°)	84
3.8.3. Menetvágás programozása váltakozó előjelű fogáseltolással	84
3.8.4. Menetvágás programozása adott szögű fogásvétellel	85
3.8.5. Síkmenet programozása	85
4. A programozási és gépkezelési tevékenység	86
5. Gépbeállítási dokumentumok	86
5.1. Felfogási terv, műveleti utasítás	86
5.2. Szerszámterv	87
5.3. Programkészítés	87
6. Megmunkálási mintapéldák	90
6.1. Menetes agy megmunkálása	90
6.2. Menetes orsó megmunkálása	104
6.3. Hornyos henger megmunkálása	111

## Bevezetés

A számjegyes vezérlésű NC (Numerical Control), illetve ma már főleg CNC (Computer Numerical Control) eszterga gépek számok (bináris-digitális jelek) bevitele útján kapják meg mindazon információkat, amelyek a munkadarab automatikus megmunkálásához szükségesek. A számértékek közvetlenül értelmezhető mennyiségek (méretadatok, fordulatszámok, előtolások stb.), illetve kódok (szerszámpozíció, főorsóforgásirány, hűtőfolyadék bekapcsolás stb.) lehetnek.

Az alkatrész megmunkálásához az eszterga összes munkalépését előre rögzíteni kell (megmunkáló program, CNC program). A vezérlőbe bevitt információt a tárolóba történt bevétel után a vezérlés automatikusan feldolgozza és végrehajtja. Az egyes számértékek információtartalmát a kijelzőn szövegesen megjelenített címek határozzák meg. A cím és a számadat együttesen szavakat alkot. A vezérlés a megmunkálási programot mondatonként hajtja végre. A mondaton belül minden utasítás egy-egy szó segítségével közölhető.

A szerszámmozgatáshoz szükséges útinformációkat, illetve kapcsolási információkat a programozó technológus (vagy gépkezelő) állapítja meg, a munkadarab műhelyrajzból, az előgyártmány rajzból kiindulva, a szerszámgép, a kiválasztott szerszámok alapvető tulajdonságai és a vezérlés működési módja alapján. A programozó munkához fontos, hogy ismerjük a forgácsoló megmunkálásokat, a forgácsoló szerszámokat, a helyzet-meghatározás és felfogás módjait, illetve az ehhez a technikákhoz kapcsolódó fogalmakat.

Az EEN-400 típusú csúcsesztergára felszerelt HUNOR PNC 721 CNC kéttengelyes pályavezérlőmű az egymásra merőleges mozgású hossz- és keresztzán elmozdulását úgy vezérli, hogy a forgácsoló szerszám a megmunkálás síkjában a munkadarab profilja mentén végighaladhasson. Az egyenesekből és körívekből összetett szerszámmozgatási pályának csak az egyes pályaelemeket meghatározó adatait szükséges programozni, a közbenső pályaelem adatokat a végrehajtó szervek számára a vezérlőmű számítógysége (interpolátora) folyamatosan szolgáltatja.

A mikroprocesszor alapú vezérlőmű szolgáltatásai (programjavítás, ciklusszervezés, geometriai számítások) hatékony üzemeltetést tesznek lehetővé. Mivel a berendezés elsődlegesen kézzel történő program és korrekció-bevitellel működik, az alkalmazott programnyelv és kijelzése a tévedés lehetőségének kizárását és a kényelmes kezelést szolgálja.

A segédlet célja a ME Gépgyártástechnológiai Tanszék Géplaborjában meglévő szerszámgépre kidolgozandó technológia és CNC program elkészítéséhez (tanuláshoz) szükséges alapvető információk szolgáltatása. Az első fejezet röviden ismerteti a szerszámgép szerkezeti felépítését, a második és harmadik fejezet a vezérlés kezelését illetve programozását mutatja be. Befejezőként megmunkálási mintapéldák bemutatására kerül sor.

A kéttengelyes relatíve egyszerű eszterga CNC vezérlés komplex ismerete jó alapokat biztosíthat magasabb intelligenciájú vezérlések, CAM rendszerek alkalmazásának elsajátításához

## 1. A szerszámgép szerkezeti felépítése

### 1.1. A szerszámgép rendeltetése

Az EEN-400 korszerű, mikroprocesszoros pályavezérléssel ellátott csúcseszterga. Tárcsa és tengelyszerű munkadarabok kis- és középsorozatú megmunkálására alkalmas. A gépet egyszerű felépítése, kényelmes gyors és könnyű programozhatósága teszi gazdaságosan alkalmazhatóvá nemcsak bonyolult, hanem egyszerű alakú munkadarabok kis darabszámú megmunkálásánál is.

A gép főhajtóműve, egyenáramú motortól kapja szíjakon keresztül a hajtást. A munkadarabok különböző geometriai kialakítására gondolva, három, részben átfedésez fordulatszám tartomány került kialakításra, kapcsolásuk a CNC vezérlőn keresztül automatikusan, vagy kézi adatbevitellel történik. Szánrendszere egyenáramú motorok segítségével a kívánt pályán és sebességgel mozgatja a forgácsolókést. Hosszú munkadarabok forgácsolás közbeni megtámasztására szolgál a kézzel helyzetbe állítható és ott rögzíthető szegnyereg, elektromechanikus hüvelymozgatással. A járulékos szerkezetek (báb, hűtőberendezés, elektromechanikus munkadarab megfogók) a gép sokoldalúságát automatizáltsági szintjét növelik.

### 1.2. Műszaki alapadatok

- **Munkatér**

Csúcsmagasság	mm	190
Elforduló átmérő az ágy felett	mm	380
Elforduló átmérő a keresztván felett	mm	158
Csúcsávolság	mm	770, 1270
Főorsó közép magassága	mm	1100
Megmunkálható átmérő alapkivitelben	mm	360
Hosszirányú löket (Z tengely)	mm	750, 1250
Keresztirányú löket	mm	225
Ágyszélesség	mm	280

- **Főhajtómű**

Maximális fordulatszám	ford/min	2800
Minimális fordulatszám	ford/min	40
Fordulatszám tartományok száma		3
Főorsófej bajonettzáras		DIN 55022 6
Főorsó belső kúpja		Morse 6
Főorsó furatának átmérője	mm	55

- Terhelési adatok**

Főorsón levehető teljesítmény	kW	11
Főorsón levehető legnagyobb nyomaték	Nm	650
Maximális főforgácsolóerő	N	10 000
Maximális előtoló erő X irányban	N	3 000
Maximális előtoló erő Z irányban	N	5 000

- Előtolási és gyorsjárat sebességek**

Munkaelőtolás hossz- és keresztirányban	mm/ford	0-2
Gyorsjárat sebesség X irányban	m/min	5
Gyorsjárat sebesség Z irányban	m/min	5
Lehetséges menetemelkedések	mm	0,001-32

- Szerszámrendszer**

Alapkitétel: Multifix rendszerű kézi gyorsváltó késtartó B nagyság		
Szerszámszár keresztmetszete	mm	25x20
Függőleges tengelyű négypozíciós revolverfej 160 nagyság		
Szerszámszár keresztmetszete	mm	20x20
Vízszintes tengelyű revolverfej		
A fej tengelymagassága	mm	100
Szerszámszár keresztmetszete	mm	20x20
Ajánlott tokmány	mm	Ø 200

- Szegnyereg**

Szegnyereg belső kúpja		Morse 4
Hüvely hosszmozgása	mm	120

- Elektromos csatlakoztatás**

Hálózat nullvezetős	380/50Hz
Gépen kívüli főbiztosító	50 A lomha
Tápkábel	4x6 mm <sup>2</sup> Cu
Összáramfelvétel	46 A
Összes teljesítményszükséglet	23 kW

- Méretetek**

Alapgép magassága	mm	1620
Alapgép szélessége	mm	1170
Alapgép hosszúsága	mm	2700, 3400
Alapgép súlya	N	20 000, 22500

Vezérlőszekrény magassága	mm	1820
Vezérlőszekrény szélessége	mm	1000
Vezérlőszekrény mélysége	mm	600

- A gép megmunkálási pontossága**

Az esztergagép a K2 relatív pontossági osztálynak megfelelő pontosságú (MSz 14140)

- A gépre tehető munkadarab maximális súlya**

Szegnyereggel megtámasztva	N	1500
----------------------------	---	------

- Üzemeltetés klimatikus jellemzői**

Megengedhető üzemi hőmérséklet határok	°C	15-35
Relatív páratartalom tartósan	%	20-75
Rövid ideig maximum	%	95

- Üzemeltetési segédanyagok**

Olaj 37 cSt/50 °C, 5 E/50 °C	liter	6
Olaj 8 cSt/50 °C, 3,5 E/50 °C	liter	14

### 1.2.1. A főhajtómű

A főhajtómű nagy dinamikus igénybevételek elviselésére tervezett konstrukció, merev csapágyazással, edzett köszörült fogaskerekekkel. A mellső láb hátsó oldalán van elhelyezve síneken –a szíjfeszítés érdekében– az eltolható egyenáramú főmotor. A motor tengelyén és az orsóház behajtó tengelyén elhelyezett szíjtárcsák között 4 db keskeny ékszíj teremti meg a kapcsolatot.

Az orsóház második tengelye, amely belső vezetésű bordástengely, hordozza a fordulatszám-tartományok kialakítását végző háromkerekű tolótömböt. Mozgatása elektrohidraulikus váltóval történik. Az aktuális tartomány vezérlő felé történő visszajelzését érintés nélküli kapcsolók végzik.

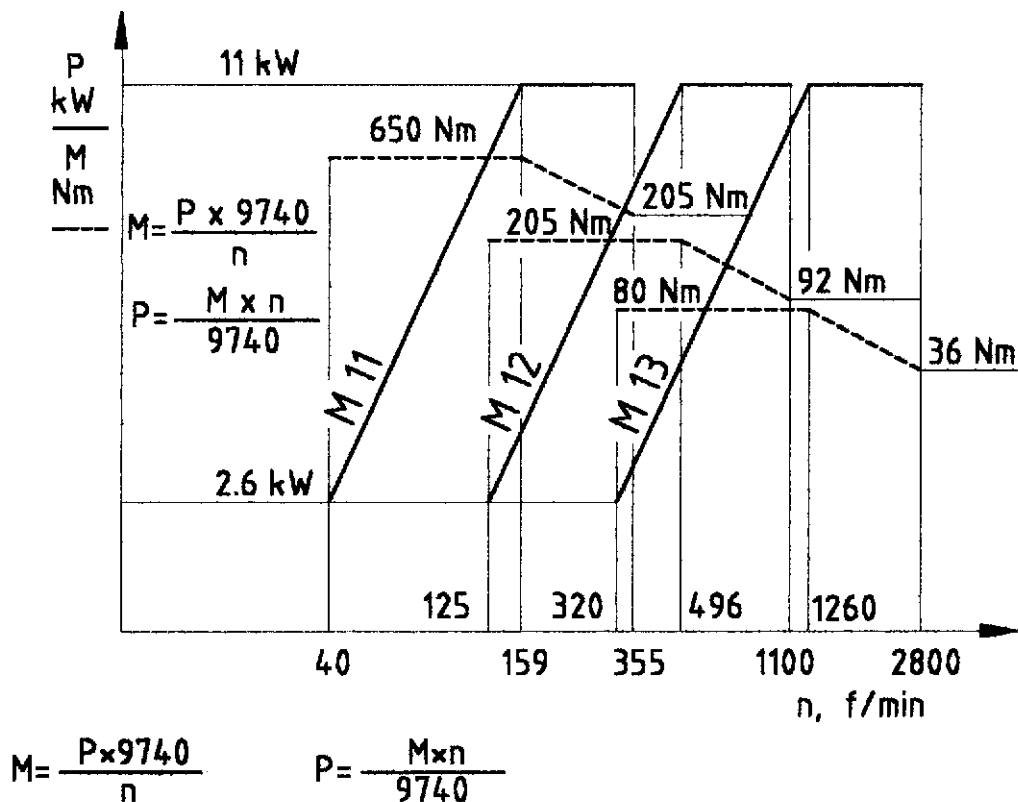
A főorsó bajonett-tárcsás kivitelben készül. A mellső csapágy nagy pontosságú kúpos belső furatú kétsoros hengergörgős csapágy, a hátsó csapágy szűkített hézagú mélyhornyú golyóscsapágy, mely egyúttal axiális támasztást is ad a szegnyereg irányából. A főorsó irányában ható axiális erőket nagy pontosságú axiális golyóscsapágy veszi fel. A főhajtómű jelleggörbéje az 1. ábrán látható.

### 1.2.2. Szánrendszer és előtolómű

A gép két egymástól független előtolórendszerrel rendelkezik. Az X és Z irányú tengelyek konstrukciós kialakítása hasonló. Az egyenáramú motor fogazott szíj segítségével hajtja meg a golyósorsót. A szán és az orsó között az előfeszített orsóanya teremti meg a



kapcsolatot. A motoron a szíjtárcsa retesz, a golyósorsón kúpos-rúgós gyűrű segítségével menesztett. Az út mérésére szolgáló mérőberendezés (impulzusadó) az előtolómotoron található.



Tartomány	n f/min	M=konst. Nm	M Nm	P=konst. kW	P kW
I.	40-159	650			2.6-11
	159-355		650-290	11	
II.	125-496	205			2.6-11
	496-1100		205-92	11	
III.	320-1260	80			2.6-11
	1260-2800		80-36	11	

1. ábra A főhajtómű jelleggörbéje

Az egymáson csúszással elmozduló felületek között –fém-fém súrlódása esetén- fellép az ún. stick-slip jelenség, ennek elkerülése érdekében az alapszán ággyal érintkező belső felülete műanyag borítású. A fémfelületek középfrekvenciásan edzett, köszörült kivitelűek.

### **1.2.3. Elektromechanikus működtetésű szegnyereg**

A hüvely hosszmozgatása elektromotor segítségével történik. A motor lábkapcsolóval működtethető. A szegnyereg helyzettrögzítő elemei a kézi kivitel elemeivel megegyeznek.

A hüvely szorítóerejét szabályozókerékkel lehet 0,8-9 kN intervallumban beállítani. Az alkalmazott ESP 209 P típusú berendezés biztonságos működése érdekében két érintés nélküli kapcsoló van beépítve. Az egyik megakadályozza a hüvely öntvényből való kitolását, a másik a hüvely visszahúzása után, a csúcs kiütését. A szegnyereg hátsó részén elhelyezett dobozra építettük azt a nyomógombot, amelynek és a hátrameneti lábkapcsolónak egyidejű megnyomása lehetővé teszi a hüvelybe lévő csúcs kiütését. A nyomóerőt csak lazított állapotban, tehát munkadarab nélküli helyzetben szabad állítani.

### **1.2.4. Elektromechanikus működtetésű tokmány**

A felszerelt hárompofás KF/160A típusú elektromechanikus tokmány működtetését a főorsó végére telepített meghúzószervezettől kapja (ESP 120 FA). A szorítóerő beállítható, a munkadarab merevségi viszonyai, falvastagsága szerint (3-20 kN). A szorítópofák nyitás zárás lökete állandó. A változó méretű darabokhoz való alkalmazkodást a pofák állítása teszi lehetővé, recézés segítségével.

A berendezés fel van szerelve két érintés nélküli kapcsolóval. Ezek segítségével érhető el, hogy a nem megfelelő szorítás esetén a főorsó forgás elindulhasson. Szorítóerőt csak a tokmány üres állapotában –munkadarab nélkül- szabad állítani.

## **2. A HUNOR PNC 721 vezérlés kezelése**

### **2.1. A kezelőpanel és beavatkozó szervei**

A kezelőpanel a 2. ábrán látható. A továbbiakban az egyes szimbólumokra az ábrán megadott sorszámokkal hivatkozunk.

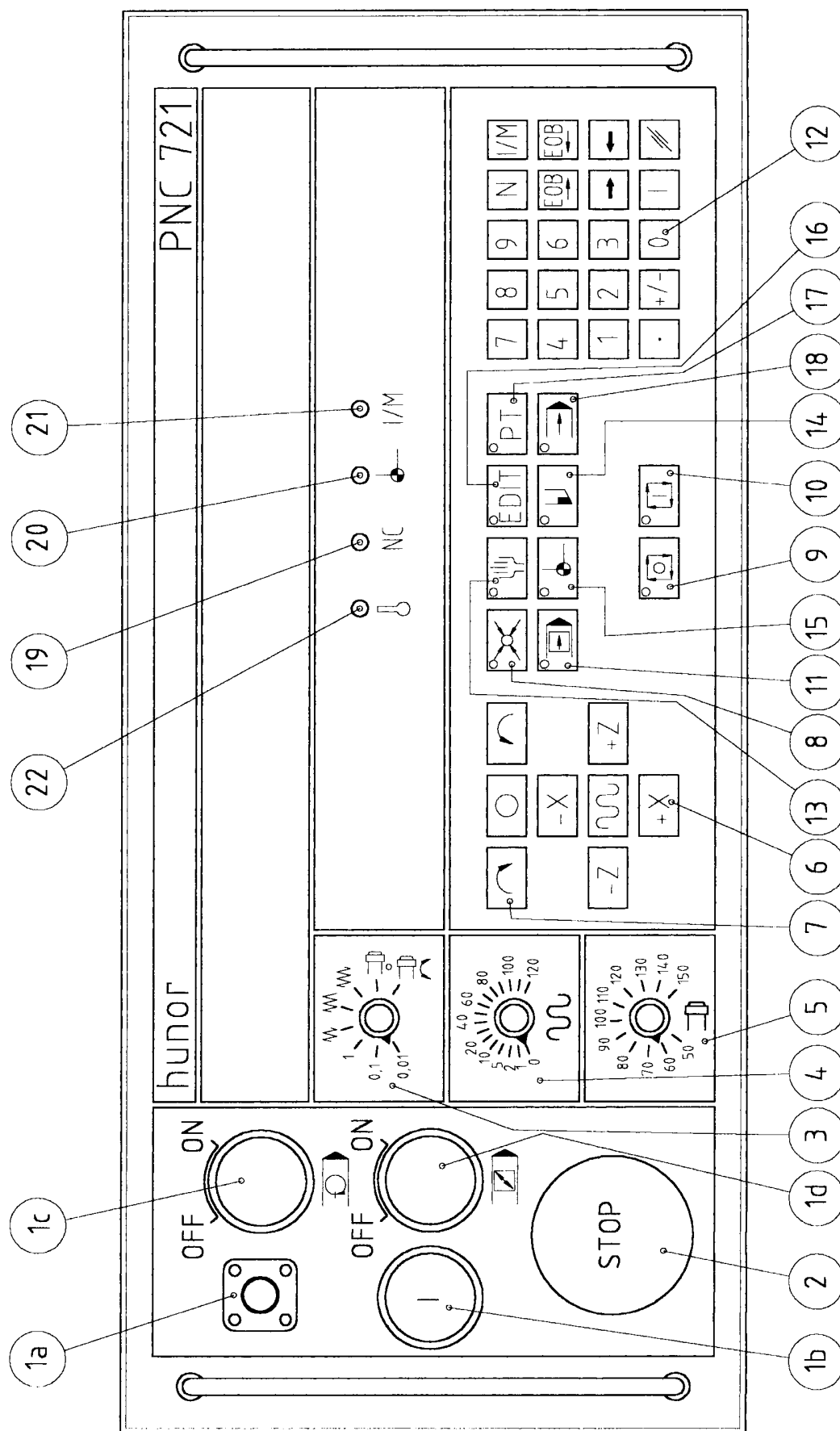
#### **2.1.1. A kézi mozgatás kezelőszervei**

A kézi mozgatás kezelőszervei:

- ◇ a JOG nyomógombok (6),
- ◇ a főorsó forgatást vezérlő nyomógombok (7).

A kézi mozgatás kezelőszervei hatástalanok:

- ◇ tényleges végrehajtás közben,
- ◇ adatbevitel közben,
- ◇ hibaállapot esetén,



2.ábra HUNOR PNC721 CNC vezérlés kezelő panelje.

- ◇ PROGRAM SZERKESZTÉS ÜZEMMÓDBAN,
- ◇ végrehajtás nélküli TESZT ÜZEMMÓDBAN.



A kezelőszervek alkalmazhatók a programfelfüggesztés (STOP) állapotban is. Ilyenkor START hatására a vezérlő újra felveszi a felfüggesztéskor érvényes pillanatnyi állapotot, visszaállítva előbb a főorsóforgást (és egyidejűleg a hűtővíz) állapotot, majd a koordináták helyzetét (egyenes vonalú mozgás gyorsmenettel, az utolsó 1 mm előtolással).


### A JOG nyomógombok (6)

A kézi választókapcsoló (3) állásai sorrendben:

- a. inkrementális JOG 0,01 mm
- b. inkrementális JOG 0,1 mm
- c. inkrementális JOG 1 mm
- d. folyamatos JOG fél gyorsmenettel, kézikerek Z irány
- e. folyamatos JOG gyorsmenettel, kézikerek X irány
- f. előtolás stop
- g. előtolás és főorsóforgás stop
- h. főorsó JOG

A JOG nyomógombok segítségével tengelyirányú mozgás valósítható meg. A kézi választókapcsoló (3) (3d) vagy (3e) helyzetében, amíg az iránykijelző gombot lenyomva tartjuk, a szán a megfelelő irányban mozog

- ◇ gyorsmenettel, ha egyidejűleg a  gombot is lenyomva tartjuk, és a választókapcsoló (3e) állásban van, illetve a gyorsmenet felével, ha (3d) állásban van.
- ◇ F címre beírt aktuális előtolásértékkel, ha  gombot nem használjuk. (F címre írt érték értelmezése m/perc ha a főorsó áll, és mm/ford ha a főorsó forog).
- ◇ a választókapcsoló 0,01 (3a), 0,1 (3b), illetve 1 (3c) helyzetében az iránykijelző gomb egyszeri megnyomására a kiválasztott szán a kiválasztott irányba rendre 0,01 mm, 0,1 mm illetve 1 mm elmozdulást végez.





A folyamatos mozgás leáll a  gyorsmenet gomb állapotától függetlenül

- ◇ az iránykijelző gomb elengedésekor,
- ◇ két iránykijelző gomb egyidejű lenyomásakor.

A választókapcsoló Előtolás stop (3f), illetve Előtolás és főorsóforgás stop (3g) helyzeteiben a megfelelő mozgások leállnak, illetve indításuk hatástalan. Visszakapcsolva a választókapcsolót (3e) helyzetbe a szánmozgás folytatódik.









A főorsó JOG (3h) állapotban a JOG nyomógombok (X, Z) valamelyikének hatására a főorsó lassú forgása indul meg. A mozgás a JOG nyomógomb elengedésére megszűnik.

### A főorsó forgatást vezérlő nyomógombok (7)

A FŐORSÓFORGATÁS gombok segítségével a főorsó megfelelő irányú forgatása indítható: M3  forgatás jobbra, M4  forgatás balra illetve a  nyomógomb a főorsó forgást leállítja. A  gomb hatása SZERKESZTÉS üzemmódban érvényesül.

### 2.1.2. Az adatbeviteli billentyűzet (12)

Az adatbeviteli billentyűzet (12) nyomógombjai sorrendben:

- a. első 12 nyomógomb számbevitel,
- b.  nyomógomb mondat sorszám,
- c.  INCH METRIKUS adatbevitel,
- d.   mondatbevitelt lezár és lép előre vagy hátra,
- e.   számbevitelt lezár és lép előre vagy hátra,
- f.  törlés
- g.  növekményes programozás.























Az adatbeviteli billentyűzet alkalmazható:






- ◇ KÉZI ÜZEMMÓDBAN egyedi mondat beírására,
- ◇ SZERSZÁMBEMÉRÉS ÜZEMMÓDBAN szerszámváltás, illetve élkorrekció értékek beírására,
- ◇ PROGRAMSZERKESZTÉS ÜZEMMÓDBAN (EDIT) program beírására, módosítására, mondatkeresés, illetve működési állapot meghatározására,
- ◇ TESZT vagy AUTOMATIKUS VÉGREHAJTÁS ÜZEMMÓDBAN a keresendő mondat sorszámának megadására, illetve működési állapot meghatározására,
- ◇ STOP helyzetben funkcióértékek megváltoztatására, koordináta transzformáció bevitelére,
- ◇ a kijelzett funkcióértékek váltására végrehajtás közben.

#### A számbevitel (12)






A számbevitel az alábbi szabályok szerint történik:


- ◇ a beírt szám minden esetben az X/ADR kijelzőn látható címnek ad értéket,
- ◇ a baloldali zérók beírása nem kötelező,
- ◇ a beírásra kerülő számjegy a tizedespont leütése előtt egészként, utána tizedesjegyként értelmezett,
- ◇ a tizedespont utáni jobboldali értéktelen zérók, illetve egész számú érték esetén a tizedespont beírása nem kötelező,
- ◇ a számbevitel tényleges részértékét a Z/DATA kijelzőmező mutatja.

- ◇  és az  (12g) billentyűk (ha engedélyezettek) egy szám bevitele közben többször is leüthetők, bármikor a számbevitel lezárása   (12/e) előtt. Leütésükre a megelőző állapot változik. Alapértelmezés pozitív, abszolút érték. A növekményes adatbevitel értelmezése Z/DATA kijelzőmező első, az előjel a második pozícióján látható.
- ◇ a vezérlő DATA? hibát jelez számbevitel közben, ha az adott címhez megadható egész vagy tizedesjegyek számát túllépjük, illetve ha az adott cím adatbevitelénél ,  vagy  billentyűk használata illegális,
- ◇  TÖRLÉS (12f) billentyűvel a megkezdett számbevitel lezárás előtt bármikor törölhető. Törlés esetén a számbevitel megkezdését megelőző állapot áll vissza.
- ◇  vagy  SZÁMBEVITELT LEZÁRÓ (12e) billentyűk lenyomására az alfabetikus kijelzőn látható cím azt az értéket veszi fel, amely a lezáró gombok használata előtt X/ADR és Z/DATA kijelző mezőkön látszik. A  és  SZÁMBEVITELT LEZÁRÓ billentyűk hatása egymástól abban különbözik, hogy a  lenyomására a címlánc előre, a  lenyomására a címlánc visszafelé lép. A billentyűk a számbevitel lezárásán kívül alkalmazhatók a címlánc számbevitel nélküli léptetésére is. Mondatbeírás esetén az átlépett cím értéke változatlan marad, végrehajtás közben a kijelzett funkció váltása következik be.
- ◇ a  és  MONDATBEVITELT LEZÁRÓ (12/d) billentyűk a megszerkesztett mondatot töltik át az átmeneti puffertárolóból a programtárba:
- új mondatként, ha nincs megfelelő sorszám a mondattárban,
  - módosításként, ha van azonos sorszám,
  - törli az azonos számú mondatot, ha az átmeneti puffertárban üres a mondat.
- Hatásuk elsődlegesen PROGRAMSZERKESZTÉS (EDIT) üzemmódban érvényesül.  hatására a szerkesztést a programtár következő,  hatására a programtár előző mondatával folytatja. A billentyűk alkalmazásakor a vezérlőmű automatikusan mindig a címlánc elejére léptet.
- ◇  MONDAT SORSZÁM (12/b) billentyű lenyomása után a mondat sorszámát (1-3) kell megadni és a  vagy  SZÁMBEVITELT LEZÁRÓ billentyűk alkalmazásával le kell zárni a bevitelt. Hatására:
- EDIT üzemmódban a megadott sorszámú mondat módosítása következhet,
  - TESZT vagy AUTOMATIKUS VÉGREHAJTÁS üzemmódban mondatkeresés jön létre. A  billentyű használata lezárás előtt N cím kiválasztását is törli.


- ◇  INCH/METRIKUS (12c) billentyű az adatbevitel hüvelyk vagy metrikus rendszerét váltja. Alapértelmezésben az adatbevitel, illetve kijelzése metrikus golyósorsó esetén metrikus, hüvelyk menetemelkedésű golyósorsó esetén hüvelyk rendszerű (kijelzés az előbbi esetben 2, az utóbbi esetben 4 tizedesjegy pontossággal történik. A megváltozott állapot a  billentyű újabb lenyomásáig érvényes. Az érvényes hüvelyk rendszerű bevitel kijelzést I/M dióda világítása jelzi. A billentyű mind a tényleges, mind az elérendő koordinátaérték kijelzésére hatással van.
- ◇  TÖRLÉS (12/f) billentyű:
  - törli a megkezdett számbevitelt, visszaállítva a megelőző állapotot,
  - mondatbevitel közben a számbevitel megkezdése előtt törli a kijelzett cím értékét, (Figyelem! a G cím törlése a teljes mondat törlését eredményezi.)
  - feloldja a hibaállapotot.
- ◇  billentyű a növekményes adatbevitel kiválasztásán kívül alkalmas a mondat, illetve parancstípusok ciklus léptetésére is. (GTYP cím, nullpontfelvétel és teszt üzemmód),
- ◇  billentyű a tizedespont bevitelén kívül alkalmas a típusváltozatok ciklikus léptetésére is (GTYP cím).


### 2.1.3. A végrehajtás beavatkozó szervei


- ◇  Analóg magnetofon csatlakozó (1/a),
- ◇  Gépi NULLFESZÜLTSG (1/b) nyomógomb. Ellentétes a hatása a VÉSZ-STOP nyomógommbal, a szerszámgép működtető feszültségét kapcsolja be az interface-n keresztül.
- ◇  FELTÉTELES STOP (1/c). A kapcsoló ON állásban a technológiai programban lévő P3 parancsot (parancsokat) P1 parancsként hajtja végre. OFF állásban a P3 utasítás hatástalan.
- ◇  FELTÉTELES MONDAT (1/d). A kapcsoló ON állásában a P4 parancsot tartalmazó technológiai mondat nem kerül végrehajtásra. OFF állásban a P4 parancs hatástalan.
- ◇  VÉSZ-STOP (2) nyomógomb a gépi nullfeszültséget kapcsolja ki, minden gépi működést leállít. Használata az interface felületen érvényesül.

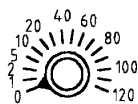
- ◇  **CIKLUS START (10)** billentyű hatására történik meg:
  - a KÉZI üzemmódban beírt egyedi mondat végrehajtása,
  - EDIT üzemmódban kazettakezelés, tártörlés, paraméterkezdés,
  - TESZT vagy AUTOMATIKUS VÉGREHAJTÁS üzemmódban a programvégrehajtás indítása,
  - felfüggesztett végrehajtás folytatása.


A felsorolt esetektől eltekintve a billentyű használata hatástalan.

- ◇  **CIKLUS STOP (9)** billentyű hatása csak végrehajtás közben érvényesül (ha a CIKLUS START billentyű jelzőlámpája világít). Felfüggeszti a programvégrehajtást és ún. STOP állapotot hoz létre. A felfüggesztett programvégrehajtás a CIKLUS START billentyű lenyomására folytatódik. Menetvágó mozgás közben vagy a felfüggesztés programozott letiltása esetén (M 97 állapot) a billentyű hatástalan.

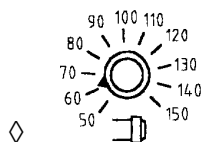
- ◇  **MONDATONKÉNTI PROGRAMFUTTATÁS (11)** billentyű csak TESZT vagy AUTOMATIKUS VÉGREHAJTÁS üzemmódban hatásos. Lenyomására a hozzárendelt lámpa világít, ismételt lenyomására elalszik. Ha a lámpa világít, a mondat végrehajtásának befejezésekor automatikusan programfelfüggesztést hoz létre. A soronkövetkező mondat végrehajtása a CIKLUS START billentyű lenyomásával indítható. A mondatonkénti végrehajtás állapotát:
  - üzemmódváltás,
  - mondatkeresés,
  - program vége utasítás automatikusan megszünteti.

- ◇  **ELÉRENDŐ ÉRTÉK KIJELEZÉS (8)** hatása csak tényleges végrehajtás közben érvényesül. Hatására X és Z kijelzőkön nem a pillanatnyi, hanem az elérendő érték, vagyis a programozott célkoordináta kerül kijelzésre. Ha a vezérlő új mondat végrehajtására tér át, a kijelzett érték is megváltozik. Az elérendő érték kijelzése szempontjából az összetett ciklusok részmondatai külön-külön mondatnak számítanak. Az elérendő érték kijelzését a gomb ismételt megnyomása megszünteti.



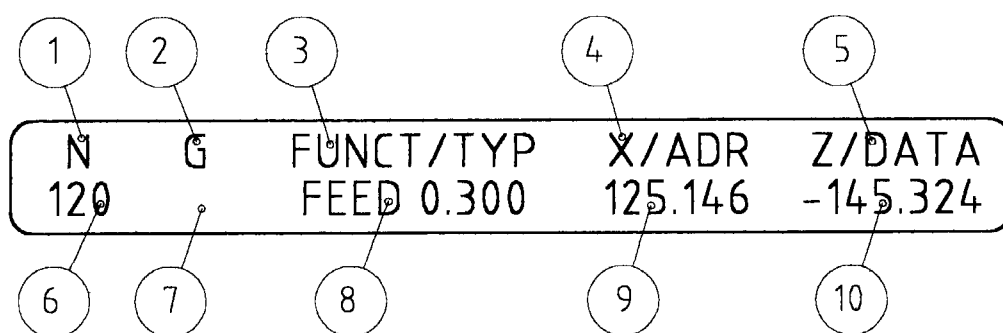
- ◇  **ELŐTOLÁS OVERRIDE (4)** kapcsoló segítségével a vezérlő által megvalósított előtolásérték módosítható:
  - gyorsmenet esetén 0-100 % között,
  - munka előtolás esetén 0-120 % között,
  - menetvágás illetve M97 állapot esetén nem hatásos. A kapcsoló 0 állásánál az előtolás leáll (kivéve a menetvágást) és csak a kapcsoló elállítása esetén folytatódik.





◇ **FŐORSÓ FORDULAT OVERRIDE (5)** kapcsoló csak fokozatmentes főhajtás esetén hatásos, kivéve a menetvágást illetve az M97 állapotot. 100 állásban a program által meghatározott fordulatszám érvényesül, kézi beavatkozás útján  $\pm 50\%$ -al 10 %-os fokozatonként módosítható. Nem hatásos, ha a fordulatszám nem érné el a fordulatszám minimumát, vagy meghaladná a fordulatszám maximumát. A fordulatszám felülbírálása az előtolásérték mm/ford programozása esetén másodlagosan mm/perc-ben mért előtoló mozgás sebességét is megváltoztatja.

#### 2.1.4. Adatkijelzés



3. ábra Adatkijelző felület

##### **N kijelző (1) Mondatszám (6) 3 számjegy**

A tényleges mondatszámot jelzi ki, EDIT (16), TESZT (17) illetve AUTOMATIKUS VÉGREHAJTÁS (18) üzemmódokban.

##### **G kijelző (2) Mondattípus kódja (7) 2 számjegy**

A szerkesztés, illetve végrehajtás alatt álló mondat típuskódját jelzi ki. Üres: NULLPONTFELVÉTEL (15) üzemmódban, továbbá EDIT (16), TESZT (17) és AUTOMATIKUS VÉGREHAJTÁS (18) üzemmódok kezdetén.

##### **FUNCT/TIP kijelzőmező (3) Kijelzett funkcióérték értéke, vagy a mondattípus neve (8)**

- ◇ végrehajtás közben a léptethetően kiválasztott funkció nevét és tényleges értékét jelzi ki,
- ◇ PROGRAMSZERKESZTÉS közben a bevitel alatt álló mondattípus nevét jelzi ki,
- ◇ SZERSZÁMBEMÉRÉS üzemmódban a kiválasztott korrekcióindexhez tartozó XTR\*, ZTR\*, RTR\*, CTP\* címek valamelyikének nevét és tényleges értékét jelzi ki. Adatbevitellel a kijelzett cím értéke írható át,
- ◇ a CIKLUS STOP kétszeri lenyomása után illetve KÉZI ÜZEMMÓD alaphelyzetében azt a címet és tényleges (öröklődő) értéket jelzi ki, amelyik adatbevitellel átírható,
- ◇ hibaállapotban ebben a mezőben villog a hiba neve, illetve kódja.

**X/ADR kijelzőmező (4) X koordináta ténylegesen elérendő értéke, vagy az adatbeviteli cím neve (9)**

- ◇ általában az X koordináta tényleges, illetve elérendő értékét jelzi ki. A szerszám ténylegesen programozott pontjának (elméleti csúcs, vagy forgácsolópont) helyzetét mutatja a munkadarab koordináta rendszerében.
- ◇ PROGRAMSZERKESZTÉS üzemmódban, illetve adatbevitel közben a ténylegesen átírható cím nevét írja ki.

**Z/DATA kijelzőmező (5) Z koordináta ténylegesen elérendő értéke, vagy az adatbevitel részértéke (10)**

- ◇ általában a Z koordináta tényleges, illetve elérendő értékét jelzi ki. A szerszám ténylegesen programozott pontjának (elméleti csúcs, vagy forgácsolópont) helyzetét mutatja a munkadarab koordináta rendszerében,
- ◇ PROGRAMSZERKESZTÉS üzemmódban, illetve adatbevitel közben a ténylegesen átírható cím eredeti értékét, illetve az adatbevitel pillanatnyi részértékét írja ki.

**2.1.5. Gépállapot kijelzés**

fénydióda világítása a vezérlőmű bekapcsolt és üzemkész állapotát jelzi. A lámpa kialszik:

- ha a vezérlő elektromos tápellátását kikapcsoljuk,
- ha a vezérlő meghibásodik,
- ha szervohiba keletkezik vagy az interface output vonalak valamelyike rövidzárlatba kerül,
- a paraméter tároló megsérülése esetén.



fénydióda világítása az érvényes nullpontfelvételt jelzi. Bekapcsoláskor nem világít. Kialszik, ha a vezérlő áramkimaradás vagy vészleállítás miatt elveszíti a nullpontot. Abszolút koordináták szerinti mozgás csak akkor lehetséges, ha a lámpa ég.



fénydióda világítása azt jelzi, hogy az adatbevitel/kijelzés hüvelyk rendszerű. Az I/M nyomógomb megnyomására az adatbevitel/kijelzés inchről metrikusra, metrikusról inchre vált.



a világító fénydióda a készülék túlmelegedését jelzi.

A 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18 billentyűk felett az a fénydióda világít, amelyikhez tartozó állapot ténylegesen érvényes.

## 2.2. KÉZI üzemmód, egyedi mondatok végrehajtása


Az üzemmódváltó billentyűk (13, 14, 15, 16, 17, 18) lenyomása nem érvényesül:

- számbevitel közben,
- tényleges végrehajtás esetén,
- hibaállapotban.

Minden más esetben az üzemmódváltó billentyűk lenyomására:

- befejeződik a korábban érvényes üzemmód (speciális tevékenység EDIT üzemmód esetén),
- és a vezérlő felveszi a kiválasztott üzemmódnak megfelelő állapotot.

KÉZI üzemmód létrejön:

-  nyomógombjával (13) kiválasztva,
- a vezérlő bekapcsolása után alaphelyzetként,
- meghatározott hibaállapotok feloldása után.

KÉZI üzemmódban történhet:

- kézi mozgatás JOG (6), főorsóforgatás (7) és/vagy,
- egyedi mondatok bevitele.

### 2.2.1. Egyedi mondatok bevitele

Az üzemmód alaphelyzetében a G90 (funkciómondat) mondat típus címlánca kerül megajánlásra. E mondat típus esetén:

- az X és Z kijelzőkön a tényleges koordinátaértékek láthatók,
- a funkció kijelzőn az aktuális címnek megfelelő funkció tényleges értéke kerül kijelzésre,
- a kijelzett címre történő adatbevitel lezárása után a vezérlő azonnal (a CIKLUS START leütése nélkül) felveszi a beírt funkcióértékeket (pl. S cím változása esetén végrehajtja a főorsó fordulatszámváltást stb.),
- a G címre léptetve adatbeírással, eltérő mondat típus kiválasztása kezdeményezhető.

A funkciómondattól eltérő mondat típus kiválasztása esetén a vezérlő:

- ha nem G cím van kiválasztva Z/DATA kijelzőn az átmeneti puffertárban lévő mondat kijelzett címének értékét jelzi ki (G címmel egyidejűleg X és Z kijelzőkön a tényleges koordinátaértékek láthatók),
- kijelzett címekre érték írható be,
- közvetlenül végrehajtható teljes mondat beírása után CIKLUS START billentyű lenyomására végrehajtja az utasítást. Végrehajtás után a beírt érték


megmarad, növekményes adatmegadás esetén CIKLUS START billentyű ismételt lenyomása ismételt végrehajtást eredményez.

- hibát jelez, ha egynél több utasításmondatot (programkörnyezetet) feltételező geometriai számítást írának elő a mondat végrehajtására vonatkozóan,
- G cím átírásával, törlésével új mondat végrehajtása programozható.


KÉZI üzemmód megszűnik bármely más üzemmódkiválasztó billentyű lenyomására.


## 2.3. Nullpontfelvétel, szerszámbemérés, nullponteltolás

### 2.3.1. Nullpontfelvétel


 billentyű (15) lenyomásával a vezérlőt NULLPONTFELVÉTEL üzemmódba állítjuk. Az üzemmód használatára a vezérlő bekapcsolása után minden esetben szükség van. Nullpontfelvétel hiányában abszolút programozás nem lehetséges. A vezérlő a nullpontfelvételt háromféle módon biztosítja:


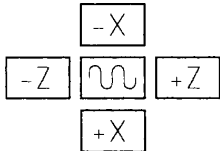
- ZERO FLO lebegő zéró esetén a nullpontot ott veszi fel, ahol a szán ténylegesen áll,
- ZERO GRI rácspont zéró esetén a nullpontot a szán tényleges helyzetéhez legközelebb eső rácsponton (forgójeladó nullimpulzusánál) veszi fel,
- ZERO REF referencia zéró esetén a nullpontot a gépre felszerelt kapcsolóról lefutva a legközelebbi rácsponton veszi fel. A ráfutás gyorsmenettel történik, majd a kapcsolónál lelassít.





Nullpontfelvétel üzemmódba belépve a szánokat JOG nyomógombokkal a kívánt helyzetbe mozgathatjuk. A nullpontfelvétel módjának változatát  (12g) billentyű ismételt megnyomásával választjuk ki, ciklikusan léptetve a kijelzést (FUNCT/TYP mező).

 CIKLUS START (10) billentyű lenyomása után a JOG nyomógombok lenyomása speciális értelmet nyer, általuk választható ki a nullpontot felvevő tengely. ZERO REF esetén a gép telepítésekor definiált irányban indul a referenciakapcsoló felé. A nullpontfelvételt tengelyenként külön-külön indítani kell.

Ha mindkét tengelyen felvették a nullpontot, a vezérlő automatikusan SZERSZÁMBEMÉRÉS üzemmódba tér át. A nullpontfelvétel módja tengelyenként lehet különböző.

A szán mozgás nullpontfelvétel közben is megállítható  CIKLUS STOP (9) nyomógombbal. Ha nincs mozgás az üzemmódváltó nyomógombok hatásosak. Összefoglalva a nullpontfelvétel folyamata:


1.  üzemmódkiválasztás
2.  szánok mozgatása a kívánt helyzetbe

- |    |   |  |
|----|---|--|
| 3. |  | nullpontfelvétel módjának kiválasztása |
| 4. |  | nullpontfelvételi állapot indítása     |
| 5. |  | nullpontfelvétel az X tengelyen        |
| 6. |  | nullpontfelvétel a Z tengelyen         |

A nullpontfelvétel a nullponteltolást nem törli. A gép ki/be kapcsolása is csak akkor törli a nullponteltolást, ha a korrekciós tár elromlik (TCORR? hiba).

### 2.3.2. Szerszámbemérés

SZERSZÁMBEMÉRÉS üzemmódra a vezérlés:

-  billentyű (14) lenyomásával, vagy
- NULLPONTFELVÉTEL ciklus után automatikusan térhet át.

Szerszámbemérési üzemmódban a vezérlés által megajánlott címlánc:

TOOL	szerszámpozíció és hozzárendelt szerszámkorrekció csoport kódszáma
XTR*	keresztirányú élkorrekció (átmérő méret)
ZTR*	hosszirányú élkorrekció
RTD*	csúcssugár (rádiuskorrekció)
CTP*	csúcssugár kör középpontjának helyzete az elméleti élhez képest (lásd. programozás).

A szerszámbemérésnek két alapesete van:

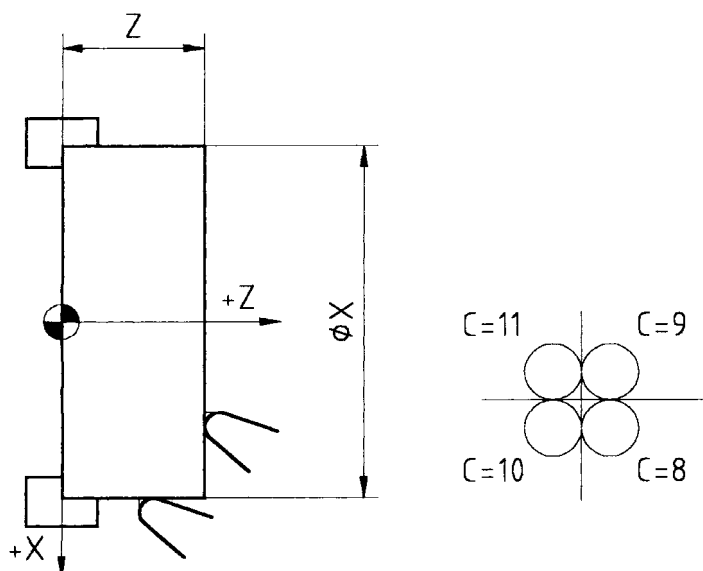
- gépen belüli szerszámbemérés,
- gépen kívüli szerszámbemérés.

#### A gépen belüli szerszámbemérés

Az eljárás menete a következő:


1. A forgácsoló szerszámot a késtartóban a megmunkálási helyzetnek megfelelően befogjuk,
2. T címre történő adatbeírással megadjuk a szerszám kódját és a szerszámkorrekciócsoport kódszámát (négy számjegy). Hatására tényleges késváltás történik.
3. A késtartóba befogott szerszámot a befogott munkadarab egy a megmunkálás koordinátarendszerében ismert méretű felületéhez érintjük X vagy Z irányban (JOG útján történő mozgatással 4. ábra).
4. X és Z címekre a kiválasztott érintési irány szerinti adatbevitellel beírjuk a munkadarab ismert méretű felületének koordinátaértékét,

5. A 3., és 4. pontban ismertetett műveleteket elvégezzük a másik koordináta irányban is.
6. C címre beírt érték nem törölhető és zéró adattal sem írható át. A vezérlő nem csak 8-11, hanem egyéb számértéket is elfogad és azokat modulo 4 (a 4-el való osztás utáni azonos maradékot adó számok equivalensek) értelmezi,
7. Az eljárást a megmunkálási programban szereplő szerszámokra külön-külön megismétljük.



4. ábra Gépen belüli szerszámbemérés

**Megjegyzések:**

- T címre történő adatbevitelnél szerszámpozíció kód beírása esetén  billentyű (12e) lenyomására, revolverfejes szerszámozási rendszer esetén a pozícióváltás azonnal végrehajtódik,
- T címre történő adatbevitelnél akkor is 4 számjegyet kell adni, ha a szerszám már megmunkálási pozícióban áll.
- amennyiben a szerszámkorrekció bemérés a munkadarab valamely bázisfelületének érintésével történik (ha nem mérőhasábot használunk), akkor javasolt a főorsó forgatása a vágóél megóvása érdekében,
- a bevitt koordinátaértékekből a vezérlés a mért szerszámokhoz tartozó szerszámkorrekciókat automatikusan számítja ki. FUNCT/TIP kijelzőn

**A gépen kívüli szerszámbemérés**

A gépen kívüli szerszámbemérés esetében az egyes szerszámokhoz rendelt szerszámpozíció és korrekciócsoport kódokat, valamint a hozzájuk tartozó X, Z, R, C címeken megadandó adatokat táblázat tartalmazza.

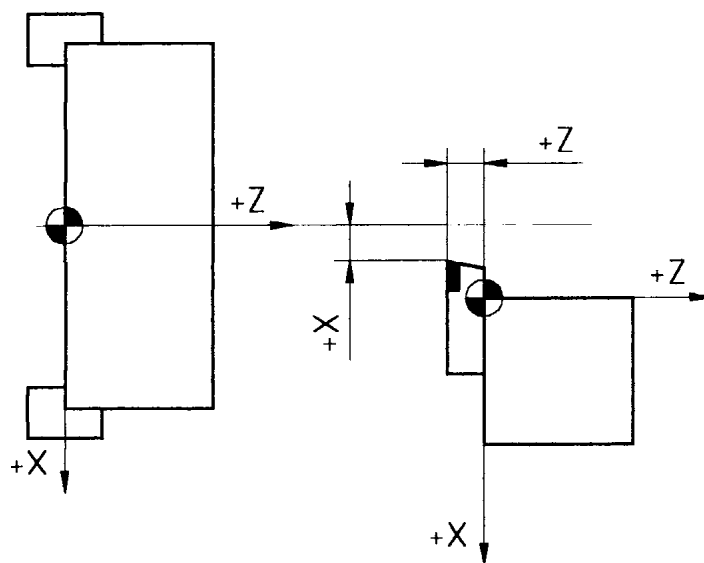
Az eljárás menete a következő:

1. SZERSZÁMBEMÉRÉS üzemmódban T címre írt adatmegadással kiválasztjuk az élhez rendelt szerszámkorrekció csoport (csak két számjegy megadásával, hogy a vezérlő az átszámítást ne végezze el, hanem közvetlenül a beírt értéket tárolja).
2. X, Z, R, C címekre rendre beírjuk a táblázat értékeit.
3. A fenti 1., 2. pontban ismertetett műveleteket szerszám élenként ismételjük.

Ha SZERSZÁMBEMÉRÉS üzemmódban TOOL címre adott nn00 kóddal váltjuk be a szerszámot, majd érintő fogást véve XTR\* és ZTR\* címekre a gépen kívül mért értéket írjuk be, a vezérlő a felvett referenciapont és a munkadarab nullpontja közötti nullponteltolást számítja ki. A megmunkálás előkészítésekor az itt beváltott szerszámhoz XTR\*=0 és ZTR\*=0 értékeket kell hozzárendelni, a többi szerszám korrekcióértékeit pedig (gépen kívüli késbeméréssel) ehhez a mérő szerszámhoz viszonyítva kell megadni.

Megjegyzések:

- A szerszámhosszkorrekciós értékek kijelzésére a gépen belüli szerszámbemérésnél elmondottak érvényesek,
- A szerszámhosszkorrekciók előjelesen értelmezett mennyiségek, nagyságukat és értelmüket (előjelüket) a szerszámtartórendszer egy kiválasztott és állandó pontjához felvett szerszám koordinátarendszerben a vágóél programozott pontjának helyzete határozza meg, iránya az elméleti csúcstól a befogási pont felé halad (5. ábra),
- Az élkorrekciós értékek EDIT üzemmódban kazettáról is letölthetők. A kazettáról történő betöltéskor a nullponteltolás is visszatöltésre kerül,
- A szerszámhosszkorrekciók kazettára történő felvételekor vagy betöltésekor a szán helyzete tetszőleges.



5.ábra Gépen kívüli szerszámbemérés

## Szerszámhosszkorrekciók módosítása (kopáskorrekciózás)

A szerszámkorrekciók módosítására a megmunkált munkadarabnak az előírt mérettől való eltérése (pl. szerszámkopásból eredő mérethiba) miatt lehet szükség. A módosítás SZERSZÁMBEMÉRÉS üzemmódban a vágóélhez rendelt korrekciócsoport T címen történő lehívása után X, Z, vagy R címre értelemszerűen (az eltérés előjelhelyes értékével) megállapított **növekményes** adatbevitellel lehetséges. A módosítás a szán tetszőleges helyzetében elvégezhető.

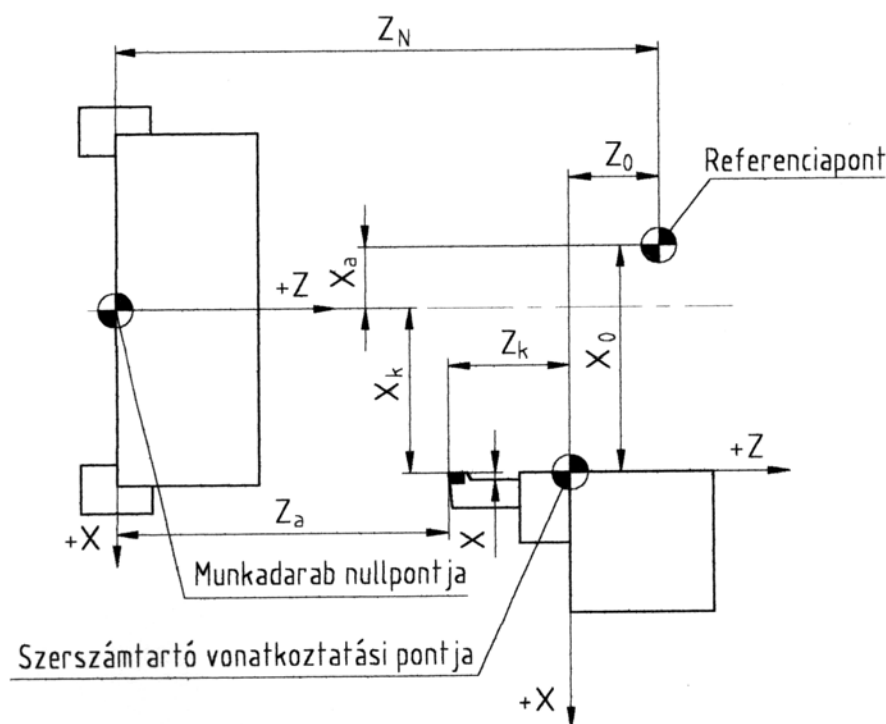
### 2.3.3. Nullponteltolás (G61)

A nullponteltolás G61 mondattípus programozásával X és Z címekre történő adatbevitellel lehetséges:

- KÉZI üzemmódban vagy
- EDIT üzemmódban a megmunkálási programban.

A beírt mondatot végre kell hajtani ahhoz, hogy a rendszer a nullponteltolást figyelembe vegye. Ugyancsak nullponteltolás hajtható végre SZERSZÁMBEMÉRÉS üzemmódban T00 korrekciós index kiválasztásával és XTR\*, ZTR\* címekre történő adatmegadással. Nullponteltolás végrehajtása szükséges:

- gépen kívüli szerszámbemérés esetén a munkadarab, illetve szerszámtartó koordinátarendszer relatív helyzetének megadásához,
- a munkadarab koordinátarendszerének eltolásához (nem az egyes szerszámkorrekciókat módosítjuk külön-külön).



6. ábra Nullponteltolás



A vezérlés a forgácsolóél programozott pontjának a munkadarab koordinátarendszerében elfoglalt helyzetét az alábbi összefüggés szerint számítja és jelzi ki:

$$X_a = X_0 - X_k - X_N$$

$$Z_a = Z_0 - Z_k - Z_N$$

ahol:

$X_a, Z_a$  az aktuális kijelzett koordináta értékek,


$X_0, Z_0$  a szerszámtartó koordinátarendszer kezdőpontjának elmozdulása (távolsága) a REFERENCIAPONTON (nullpontfelvételi helyzetben) elfoglalt helyzetétől,



$X_k, Z_k$  szerszámkorrekciós értékek a szerszámtartó koordináta rendszerében,

$X_N, Z_N$  X és Z irányú nullponteltolás értékek, a munkadarab koordinátarendszerének kezdőpontja és a szerszámtartó koordinátarendszerének kezdőpontja közötti távolság REFERENCIAPONTON. (iránya a munkadarab nullpontjától a szerszámtartó felé halad).

Valamennyi összetevő koordinátarendszer irányítása szerinti előjeles mennyiségként értelmezendő.

## 2.4. Szerkesztés és programkipróbálás üzemmód


 billentyű (16) lenyomásával a vezérlés PROGRAMSZERKESZTÉS (EDIT) üzemmódra tér át.

 billentyű lenyomása után a LABL címre 4 jegyű programazonosító írható (csak kazettaművelet esetén van jelentősége).  (12g) billentyűvel kiválasztható a speciálisan végrehajtandó műveletcsoport.



EDIT Lnn	programbevitel, módosítás billentyűzetről
EDIT CL	programtár törlése
EDIT REA	betöltés kazettáról
EDIT WR	felvétel kazettáról
EDIT CTS	kazettára írt program tesztelése
EDIT PAR	gépi konstansok bevitel
EDIT EPR	PLC programszerkesztés

A műveletek (programbevitel, módosítás kivételével) CIKLUS START billentyű lenyomására indulnak.






### 2.4.1. Programbevitel, módosítás billentyűzetről

EDIT Lnn állapotban  (12/c) billentyűzésével programbevitel, illetve programmódosítás kezdeményezhető.



### a. Új program beírása

Új tár esetén az új program beírásakor a vezérlés először a G50 típusú mondat címláncát ajánlja meg, más típusú mondatok programozásakor a G mondat típus kód átírásával a címlánc automatikusan megváltozik. A mondat lezárásakor az  ,  (12c,d) billentyűk használatával a mondat sorszámozása (N) automatikusan ötösével történik.

### b. Program módosítása

     billentyűzésével a vezérlés az n n n sorszámú mondatot (ha ilyen a programtárban van) automatikusan megkeresi és így módunk van a kiválasztott mondat módosítására.

Mondat beszúrás esetén, mivel a mondat sorszámozás ötösével történik, két meglévő programmondat közé – a tárban lévő mondatok megváltoztatása nélkül – maximum 4 új mondat iktatható be.

A program módosítása, illetve beírása az adatbeviteli billentyűzettel (12) történik. Felhívjuk a figyelmet, hogy a szerkesztés egy átmeneti puffertárban történik, a mondat a végleges programtárba csak  vagy  billentyűk valamelyikének megnyomása után kerül (másolódik) át.

### c. SZERKESZTÉSI üzemmód lezárása

A program javítását, beírását befejezve bármelyik üzemmódkiválasztó gomb megnyomására az EDIT üzemmód lezárásához rendelt programrész lefuttatását hajtja végre a vezérlés.




Ez a programrész:

- ◇ szintaktikailag (formailag) ellenőrzi a mondatok címláncának helyes kitöltését. **Hibát jelez:** ha valamelyik kötelezően kitöltendő címre nem írtunk értéket (értékhatar ellenőrzés csak közvetlenül az adatbevitelnél történik). A vezérlő hibát jelez akkor is, ha a technológiai program nem mindkét tengelyre vonatkozó pozicionálással kezdődik. Ezt a pozicionáló mondatot legfeljebb G60-G61 típusú koordinátaeltolás, vagy funkciómondat előzheti meg,
- ◇ elvégzi a mondatok egymás utáni sorrendje által meghatározott geometriai számításokat. **Hibát jelez:** ha a mondatok sorrendje az előírástól eltér, vagy a számítások nem végezhetők el. A hibajelzés feloldása után a hibás sorszámú mondat javítására szólít fel (sorrendhiba esetén esetleg az előző vagy következő mondat kerül kijelzésre).
- ◇ végül élekkerekítésenként, illetve élettörésenként új mondatokat helyez el a programban. **Hiba esetén:** N kijelzőn csak a hiba feloldása előtt látható a hibát okozó sorszám, a hiba feloldása után, EDIT üzemmódba való belépés állapota jön létre. EDIT üzemmódból csak akkor lehet kilépni, ha minden hibát kijavítottunk.

### 2.4.2. Program vagy korrekciótár betöltése kazettáról

LABL cím 4 jegyű programazonosítója:

- ◇ korrekciótár azonosító, ha első számjegye 9 (összeolvasva 9000 vagy nagyobb),
- ◇ programtár azonosító, ha első számjegye nem 9.

Előkészületként a kazettán (kézi szalagmozgatással) a beolvasni kívánt program elé állunk és a magnót csatlakoztatjuk a vezérléshez. EDIT üzemmódban  billentyűvel kiválasztjuk az EDIT REA állapotot, majd  CIKLUS START billentyűvel indítjuk a beolvasást (N kijelzőmezőben GAP felirat jelenik meg). A kazettán PLAY nyomógombbal a lejátszást megindítjuk. A vezérlő a kazettán megkeresi a soronkövetkező szinkron jelet. Amíg fel nem ismerte, N kijelzőmezőben GAP felirat látható, és a program  CIKLUS STOP billentyűvel megállítható (visszatér EDIT üzemmód alaphelyzetébe).

Felismerve a szinkronjelet N kijelzőmezőbe REC feliratot ír, és betölti a blokkot. Betöltés közben ellenőrzi:

- ◇ a byte-onkénti START jelet,
- ◇ a byte-onkénti keresztparitást,
- ◇ a hosszanti paritást,
- ◇ a program hosszát (byte szám),
- ◇ a program kontrollösszegét.



Eltérés esetén CASSETTE? szöveggel hibát jelez. Sikeres betöltés esetén EDIT üzemmód alaphelyzetébe megy, a kijelzőn a tényleges betöltött blokk azonosítója látható.

Megjegyzés:

Az L24 kiadásszámú 721 és az összes 712-es szoftverrel megírt magnetofonon tárolt programok alábbi mondattípusainak:

- ◇ G40, G50 mondattípusok TOOL címét,
- ◇ G60, G61 mondattípusok QOUT,
- ◇ G80 mondattípus ELEV, ARC, QOUT címeit újra kell megadni az új változatoknál, majd ezt lehet tárolni, mivel e címeket más értéknek értelmezi a vezérlés.




### 2.4.3. Program vagy korrekciótár tárolása kazettára

A LABL címre írt azonosító értelmezése az előző pontban elmondottal azonos. Előkészületként a kazettán (kézi szalagmozgatással) a tárolásra kiválasztott helyre állunk., és a magnetofont csatlakoztatjuk a vezérlőhöz. EDIT üzemmódban a  billentyűvel kiválasztjuk az EDIT WR állapotot, majd RECORD nyomógombbal a felírást elindítjuk. Amikor a kazettaszalag már mozog  CIKLUS START billentyű hatására a vezérlő:





- ◇ 10 másodpercig vár a kazettaszalag felgyorsulására, majd szinkronjelet ír (N kijelzőn GAP felirat),

- ◇ felírja a kívánt rekordot (technológiai program vagy korrekciótár) a szükséges ellenőrző jelekkel együtt,
- ◇ végül EDIT üzemmód alaphelyzetébe lép.

Ellenőrzés:

Ha EDIT üzemmódban  billentyűvel EDIT CTS állapotot választjuk ki, a vezérlő  hatására olvassa és ellenőrzi a kazettán soronkövetkező programot, de a programtár tartalmát érintetlenül hagyja. A felírt rekord esetleges hibáját CASSETTE? hibajelzés jelzi. Üres kazetta esetén (vagy ha nem indítjuk meg a lejátszást) GAP kijelzés  gombbal szakítható meg, a vezérlés EDIT üzemmód alaphelyzetébe tér vissza.

EDIT üzemmódban  billentyűvel kiválasztva:

- ◇ EDIT CTS állapot  hatására a kazettát tárbeírás nélkül teszteli,
- ◇ EDIT EPR nem felhasználói üzemmód,
- ◇ EDIT PAR után megnyomva a  billentyűt BCKLSH X (X irányváltási hiba 0,001 mm-ben) látható a kijelzőn. A címlánc a   (12/e,f) billentyűkkel léptethető előre, hátra. Az előre billentyűt ismételten lenyomva kiválasztható a kívánt cím, amelyre adatbevitellel érték írható be.

BCKLSH Z (Z irányú irányváltási hiba 0.001 mm-ben)

CONST 1 PLC programban lekérdezhető konstans

...

...



CONST 8 PLC programban lekérdezhető konstans.

Az interface konstansok értékeit a Beállítási adatlap tartalmazza. Az éppen kijelzett érték adatbeadással módosítható 0-99 értékhatáron belül.

#### 2.4.4. Programtár törlése

EDIT CL állapotban  CIKLUS START billentyű lenyomására a vezérlő a teljes programtárat törli.

#### 2.4.5. Programpróba végrehajtás nélkül

 PROGRAM TESZT billentyű (17) lenyomásával a vezérlő TESZT üzemmódba kerül. TESZT üzemmód alaphelyzetében  billentyű ismételt megnyomásával kiválasztható a kívánt állapot:

TEST POS	"száraz futás", programvégrehajtás adatkiadás nélkül,
TEST RAP	programvégrehajtás gyorsmenettel,
TEST MES	mérőrendszer teszt,
TEST INT	interface vonalak kijelzése,
TEST DSP	munkafolyamat megjelenítés képernyőn TEST POS állapotban.





CIKLUS START nyomógomb hatására a vezérlő végigjárja a program végrehajtását anélkül, hogy a szerszámgép felé akár mozgás, akár egyéb parancsokat adna ki.





MONDATONKÉNTI VÉGREHAJTÁS (11) billentyű érvényesítésével a mondatok végén megáll (STOP helyzet),

- ◇ X és Z kijelzőn megjeleníti a mondat végén elérendő koordinátaértékeket,
- ◇ a funkció kijelzésen pedig a mondatban érvényes funkcióértékeket (léptethető).

Ebben a STOP helyzetben is végrehajtható az automatikus mondatkeresés (marad a végrehajtás nélküli állapot, de a mondatkeresés után  billentyű (11) újra megnyomandó), de mozgás (JOG) illetve funkcióátírás nem lehetséges. A STOP helyzet  CIKLUS START billentyű használatával feloldható.



#### 2.4.6. Programpróba gyorsmenettel



PROGRAM TESZT billentyű (17) lenyomásával a vezérlő TESZT üzemmódba kerül.  billentyűvel TEST RAP állapotot kiválasztva  CIKLUS START parancsra a program gyorsmenetű végrehajtása következik. Történhet lépésenként vagy folyamatosan. STOP helyzetben a mondatkeresés megengedett, a gyorsmenetű végrehajtás marad.

Normál előtolású próbafutás: ha TEST RAP állapotban az állapotkapcsoló 0.01 helyen áll, a vezérlő minden mozgást (tehát a gyorsmenetű pozicionálásokat is) A programozott előtolással hajt végre.

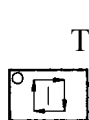
#### 2.4.7. Mérőrendszer teszt


Programteszt üzemmód alaphelyzetében  billentyűvel TEST MES állapotot kiválasztva  CIKLUS START billentyű leütésére a vezérlő olyan állapotba megy át, ahol:


- ◇ KÉZI és PROGRAMTESZT üzemmódok lámpája egyidejűleg világít,
- ◇ X és Z kijelzőn nem a tényleges szerszámhelyzet, hanem a mérőrendszer szabályozóköre elmaradásregiszterének pillanatnyi értéke látható.

Kézi üzemmód beavatkozási lehetőségei alkalmazhatók (JOG, egyedi mondat bevitele). Az állapot a hajtások, illetve a mérőrendszer tesztelését, beállítását segíti. Az állapot üzemmódváltásra szűnik meg.


#### 2.4.8. Interface vonalak kijelzése



TEST üzemmód alaphelyzetében  billentyűvel TEST INT állapotot kiválasztva

 CIKLUS START billentyű leütésére a vezérlő olyan állapotba megy át, ahol:




- ◇ egyik üzemmód lámpa sem világít,
- ◇ a kijelzőn 0 illetve 1 értékekkel az interface vonalak pillanatnyi állapota látható.

Az állapot az interface vonalak, illetve a szerszámgép interface felületének tesztelésére alkalmas. Az állapotot üzemmódváltás, vagy hibaállapot esetén törlése szünteti meg a  billentyű lenyomására.

#### 2.4.9. Munkafolyamat megjelenítés



Ebben az üzemmódban a megmunkálási folyamat szánmozgásai rajzoltathatók ki a képernyőre. Részletesebben lásd. a következőkben.

### 2.5. Automatikus végrehajtás


 billentyű (18) lenyomása után a vezérlés AUTOMATIKUS VÉGREHAJTÁS üzemmódba kerül. Automatikus végrehajtás közben  illetve  nyomógommbal léptethető a funkcióértékek kijelzése.

- ◇ TIME címen óra-perc dimenzióban az automata üzemmódban tényleges megmunkálással eltöltött idő jelenik meg. Értékét a bekapcsolás törli.
- ◇ OUT címen a megmunkált munkadarabok száma jelenik meg (a program a végrehajtott P2 parancsokat számolja) Értékét EDIT üzemmódból való kilépés törli.
- ◇ QUOT címen a ciklusszámláló tényleges értéke látható. (G60 illetve G61 mondattípus, vagy menetvágó ciklus).


#### 2.5.1. Folyamatos végrehajtás

AUTOMATIKUS VÉGREHAJTÁS üzemmódra térve  CIKLUS START billentyű (10) lenyomására megindul és folyamatosan végrehajtott a program. Program vége parancs (P2 parancs) elérésekor a főorsó forgása leáll, és újra az AUTOMATIKUS VÉGREHAJTÁS üzemmód kezdeti állapota jön létre. A program a  CIKLUS START billentyűvel újra indítható.

#### 2.5.2. Lépésenkénti végrehajtás


 MONDATONKÉNTI PROGRAMFUTTATÁS billentyűt (11) az AUTOMATIKUS VÉGREHAJTÁS üzemmód során bármikor lenyomva, a vezérlő:

- ◇ az éppen végrehajtás alatt álló mondatot még befejezi (csak a teljes mondatot, a részciklusok, illetve a részciklusok mondatai után nem áll le),
- ◇ az adott mondat végrehajtása után automatikusan programfelfüggesztés állapotot (STOP helyzet) hoz létre. STOP állapotban a 2.5.3. fejezetben leírtak érvényesek.

A végrehajtás folyamán  billentyű (11) ismételt lenyomása, valamint a program vége (P2) a lépésenkénti végrehajtás állapotát megszünteti, és a program végrehajtása újra folyamatosan valósul meg.



### 2.5.3. Végrehajtás felfüggesztése

Végrehajtás felfüggesztése állapot –STOP helyzet- létrejön:



- ◇ lépésenkénti végrehajtás állapotban minden programmondat befejezése után,
- ◇ programutasítás hatására (P2 parancs),
- ◇  KIKLUS STOP billentyű (9) lenyomásának hatására bármikor, ha valamelyik szán mozog (kivéve a menetvágó részmondat vagy M97 parancsállapot. Felfüggesztés csak e részmondat befejezése illetve a parancsállapot megszűnése után válik hatásossá).

### 2.5.4. Beavatkozási lehetőségek STOP helyzetben

A következő lehetőségek vannak:






- ◇  KIKLUS START billentyű (10) lenyomása hatására a program végrehajtás folytatódik. Ha előzőleg JOG nyomógombokkal (6) a szánok helyzetét megváltoztattuk, vagy  nyomógombbal (7) a főorsó forgását leállítottuk, a vezérlő ismét felveszi a főorsó fordulatot (korábbi irány szerint), illetve visszatér a felfüggesztéskor érvényes koordinátrapontra (gyorsmenet, az utolsó 1 mm munkaelőtolással, az aktuális és a felfüggesztéskor érvényes koordinátrapont között húzható egyenes mentén).
- ◇ Jog nyomógombokkal (6) a szánok mozgathatók, a főorsó leállítható, megindítható.
- ◇ FEED, SPIN, TOOL, M, VELO, SMAX, XTR\*, ZTR\*, RTR\* címláncra adatok írhatók be, melyeket a vezérlés azonnal érvényesít és a program folytatása esetén is érvényben maradnak átírásukig.

**Figyelem!** a címláncban X, Z, R adatok az értelmezés szerint koordinátatranszformációs értékeket jelentenek, melynek alkalmazását lásd a G60 utasítás tárgyalásánál.



- ◇ N címre bevitt adattal automatikusan mondatkeresés kezdeményezhető. Erre vonatkozóan 2.5.5. pontban leírtak érvényesek.
- ◇ Az üzemmódválasztó billentyű lenyomásával tetszőleges üzemmód választható ki. Megjegyzés: JOG, adatbevitel, mondatkeresés STOP helyzetben (véletlen leütések megakadályozására) csak akkor hatásos, ha  KIKLUS STOP billentyűt ismételten lenyomva annak lámpáját eloltottuk. Ebben a helyzetbe lépve a hűtővíz automatikusan leáll,  KIKLUS START hatására újra beindul.

### 2.5.5. Mondatkeresés

TESZT AUTOMATIKUS VÉGREHAJTÁS üzemmód STOP helyzetében

- ◇  billentyű lenyomásával,
- ◇    számbeviteli billentyűzettel (12/a) 3 számjegyű mondatsorszám megadásával,
- ◇  billentyűvel (12/e) az adatbevitelt lezárva automatikus mondatkeresés jön létre.



Mondatkereséskor a vezérlő:

1. Érvényteleníti a mondatonkénti végrehajtást (ha a billentyű  (11) felett a fénydióda világított, kioltja).
2. A program elejétől kezdve adatkiadás nélkül végrehajtás állapotában végigjárja a programot a keresett sorszámú mondatig értelmezve annak parancsait, kiszámítja a keresett mondat végén elérendő helyzetet és gépállapotot.
3. STOP helyzetet hoz létre.
4.  CIKLUS START hatására felveszi a kikeresett gépállapotot és a kiszámított koordinátaértékeket (gyorsmenet egyenes vonalban, az utolsó 1 mm előtolással), majd a következő mondatról folytatja a végrehajtást.


Megjegyzés: Végrehajtás nélküli TESZT állapotban a 2.4. pontban leírt végrehajtás elmarad.

### 2.6. Bekapcsolási alapállapot


A vezérlőmű bekapcsolási állapotában:

- ◇  KÉZI üzemmód (13) érvényesül,
- ◇ csak a kézi mozgatás kezelőszervei (JOG, FŐORSÓFORGATÁS) hatásosak,
- ◇ abszolút programozási alapállapotba kerül a vezérlés,
- ◇  fénydióda világít,
- ◇ KÉZI üzemmód alaphelyzetében G90 mondattípus (funkciómondat) címlánca kerül megajánlásra,
- ◇ X és Z kijelzők értékei véletlenszerűek,
- ◇ N mondatszám kijelzett értéke nulla.



- ◇ Ha a vezérlő bekapcsoláskor EPROM nn hibát jelez, a rendszer firmware meghibásodott. Ez a hibajelzés nem oldható  billentyűvel, a vezérlés működésképtelen.
- ◇ A vezérlő bekapcsolásakor a technológiai paraméterek vonatkozásában az alábbi alapértelmezést érvényesíti:
  - M05 főorsó áll,
  - M09 hűtővíz kikapcsolva,
  - M95 nincs konstans vágósebesség számítás.
- ◇ Szerszámkód változatlan marad, ha a korrekciós tár ép, egyébként a vezérlő 0 0 0 0 szerszámkódot értelmez.
- ◇ A további funkcióértékek alapértelmezését:
  - előtolás,
  - főorsó fordulatszám,
  - főorsó tartomány,
  - forgácsolósebesség,
  - maximális főorsófordulat a PLC program konstansai határozzák meg.
- ◇ Bekapcsoláskor nincs érvényes referenciapont, és az "aktív time" értéke nulla.

## 2.7. A vezérlőberendezés hibakijelzései

Hibaállapot esetén FUCT/ADR kijelzőmezőben a hiba neve villog. A hibaállapot  billentyűvel (12/f) szüntethető meg.

1. táblázat Hibakódok

Név	A hibaállapot megnevezése	A hibaállapot megszüntetése után felvett állapot
DATA?	Adatbeviteli hiba	Adatbevitel ismételhető
RECORD?	Programozási hiba	EDIT, KÉZI
SQRT?	Számítási hiba	EDIT, KÉZI
TCORR?	Korrekciótár hiba	EDIT, KÉZI
FEED?	Előtolásérték hibás megadása	KÉZI
CYCLE?	Ciklushiba	KÉZI
REFP?	Nullpontfelvétel hiánya	REF
MEMORY?	Programtár hiba	EDIT
PARAM?	Paramétertár hiba	EDIT PAR

1. táblázat Hibakódok

Név	A hibaállapot megnevezése	A hibaállapot megszüntetése után felvett állapot
LIMZ+	Végállásrafutás +Z	KÉZI
LIMZ-	Végállásrafutás -Z	KÉZI
LIMX+	Végállásrafutás +X	KÉZI
LIMX-	Végállásrafutás -X	KÉZI
ESTOP?	Vészleállítás	KÉZI
DRIVE?	Hajtás hiba	KÉZI
SPINDLE?	Főorsó hiba	KÉZI
CASSETTE?	Kazetta hiba	EDIT
FDBCK X	Visszacsatolási hiba az X tengelyen	-
FDBCK Z	Visszacsatolási hiba a Z tengelyen	-
ENCODER X	Jeladó hiba az X tengelyen	-
ENCODER Z	Jeladó hiba a Z tengelyen	-
SERVO X	Mérőrendszer hiba az X-tengelyen	-
SERVO Z	Mérőrendszer hiba a Z tengelyen	-
SHORT nn	Az nn sorszámú interface output vonal rövidzárlata	-
SHORT NC	NC Ready output vonal rövidzárlata	-
SHORT nnE	Az nn sorszámú interface vonal rövidzárlata interface bővítésnél	-
SHORT NCE	NC Ready output vonal rövidzárlata interface bővítésnél	-
SHORT 99	Hibás rövidzár jelzése	-
SHORT 99E	Hibás rövidzár jelzése interface bővítésnél	-
EEPROM	PLC program hiba	-
REC.ST?	Mondatkezdés tiltás	STOP helyzet
ESSTATE?	Mozgásindítás vészállapotban	KÉZI
OFFSET?	Közös nullfeszültség eltolódása	STOP helyzet
EPROM nn	Hibás kontrol összeg	

1. táblázat Hibakódok

Név	A hibaállapot megnevezése	A hibaállapot megszüntetése után felvett állapot
RESET	Automata üzem elvesztése	KÉZI
DPG X	Interpolátor hiba	REF
DPG Z	Interpolátor hiba	REF
DPG I	Interpolátor hiba	REF

Ha a hiba EDIT üzemmódban jelentkezik, az üzemmód marad, egyébként a hiba feloldása után a vezérlés KÉZI üzemmódra tér át.

### 2.7.1. Adatbeviteli hiba (DATA?)

Adatbeviteli hiba jelentkezik:

- ◇ a leütött számjegyek száma meghaladja a címben megengedett egész, illetve tizedesjegyek számát,
- ◇ | , . vagy +/- billentyű használata nem megengedett,
- ◇ a beírt kódérték felismerhetően hibás.

A hibaállapot feloldása után az adatbevitelt megelőző állapot jön létre.

### 2.7.2. Mondatszerkesztési hiba (RECORD?)

Mondatszerkesztési hiba jelentkezik, ha:

- ◇ G2 vagy G3 típusú mondatban R cím nincs kitöltve,
- ◇ a program nem pozicionálással kezdődik,
- ◇ G70, G71 típusú mondatban nincs kitöltött X, Z, H érték,
- ◇ G72 típusú mondatban nincs kitöltött X, d és ← érték,
- ◇ menetvágó mondatban nincs kitöltött Z, E esetleg A (G81, G83) illetve H (G82) érték,
- ◇ KÉZI üzemmódban egyedi mondatok programozásakor G0, G1, G2, G3 mondat típusok összetett (geometriai számítást igénylő) eseteit adtuk meg,
- ◇ a geometriai számítások szabályaival ellentétes mondatrend,
- ◇ G60 vagy G61, illetve pozicionálást nem mindkét koordinátára előíró G40-G57 mondat típust, nem mindkét koordinátára történő pozicionálást tartalmazó mondat követ a programban,
- ◇ hibás az élettörés, éllekerekítés megadása,
- ◇ G72 mondat kontúrhiba miatt nem hajtható végre.

### 2.7.3. Számítási hiba (SQRT?)

Számítási hiba jelentkezik, ha a körszámítások, metszés és érintési pontok számítása nem végezhető el. Feloldására a RECORD? hibakódra elmondottak érvényesek.

### 2.7.4. Technológiai paraméterek hibás megadása (FEED?, SPINDLE?)

A vezérlés a megadott előtolásértékeket hibásnak értékeli, ha:

- ◇ túl nagy (végrehajthatatlan) előtolásértékeket adunk meg,
  - ◇ M95 állapotban vagy menetvágáskor nem forog a főorsó, és mozgást indítunk,
- Az előtolásértékek hibás megadására utaló jelzés a program végrehajtásakor jelentkezik.

A hiba feloldása után a vezérlés KÉZI üzemmódra tér át.

A vezérlés SPINDLE? hibát jelez, ha analóg főhajtás esetén:

- ◇ programozott fordulatszám kisebb vagy nagyobb, mint az érvényes állapot szerinti minimum illetve maximum,
- ◇ ha M94-től különböző állapotban mozgásmondatot indítunk (kivétel: JOG) és a főorsó áll,
- ◇ ha a főorsó mellett indítunk ciklust.

### 2.7.5. Korrekciótár, programtár vagy paramétertár sérülése (TCORR?, MEMERY?, PARAM?)

A vezérlés:

- ◇ TCORR? hibát jelez, ha a szerszámkorrekciókat tároló memóriaegység tartalmának kontrollösszege hibás. Ezt az összeget a vezérlés minden üzemmódváltáskor ellenőrzi. A hibakód feloldása után a korrekciótár tartalma törlődik, újrafeltöltése nélkül a megmunkálás nem indítható,
- ◇ PARAM? hibát jelez, ha a gépi konstansokat tartalmazó tárrész tartalmának kontrollösszege hibás. A paramétertár kitöltésig a megmunkálás nem indulhat.
- ◇ MEMERY? hibát jelez, ha a megmunkálási programmondatok tároló memóriaegység tartalmának kontrollösszege hibás. Ezt az összeget a vezérlő EDIT, TESZT és AUTOMATA üzemmódra térve vizsgálja. A hibakijelzés oldásakor a programtár tartalma törlődik.

### 2.7.6. Nullpontfelvétel hiánya (REFP?)

A vezérlő tárolja a nullpontfelvétel tényét és abszolút koordinátára történő pozicionálást, csak akkor engedélyez, ha volt érvényes nullpontfelvétel. Nullpontfelvétel hiányában csak a kézi mozgatás kezelőszervei hatásosak. Nullpontfelvétel hiánya jelentkezik bekapcsolás után, ha a gép, vagy vezérlő üzemkészége megszűnik, egészen a referenciapont felvétel befejeztéig, vagyis:

- ◇ vészkipcsolás,
- ◇ szervó hiba,
- ◇ hajtás hiba
- ◇ paramétertár hiba,
- ◇ interface vonal rövidzárlata illetve általában minden vészleállást eredményező hiba esetén.

Minden gépbekapcsoláskor nullpontfelvételi ciklust kell végrehajtani. A hibaállapot feloldása után a vezérlés KÉZI üzemmódra tér át.

### 2.7.7. A szán végállásra futása (LIMX+, LIMX-, LIMZ+, LIMZ-)

A gép mozgástengelyei mentén mindkét irányban végálláskapcsolók határolják be a szánok lökettartományát. Mindegyik végálláskapcsoló két tagból áll:

- ◇ előkapcsoló,
- ◇ vész-végálláskapcsoló.

Ha a szán valamelyik irányban a végállás előkapcsolóra fut rá, a vezérlő a szánmozgást reteszeli, az iránynak megfelelően hibakódot jelez ki. A hibaállapot feloldása után a vezérlés KÉZI üzemmódra tér át, és a végállás előkapcsolóról a ráfutási iránnyal ellentétes irányú JOG mozgással lehet lejönni.

Végálláson állva kezdeményezhető:

- ◇ szerszámváltás,
- ◇ tartományváltás,
- ◇ a főorsó megforgatása,
- ◇ fordulatszámváltás.

### 2.7.8. A szerszámgép vagy vezérlő üzemkészségének hiánya

A szerszámgép, vagy vezérlő üzemkészége megszűnik:

- |                         |         |
|-------------------------|---------|
| ◇ Paraméter hiba        | PARAM?  |
| ◇ Vészkipcsolás         | ESTOP?  |
| ◇ Hajtás hiba           | DRIVE?  |
| ◇ Interface rövidzárlat | SHORT   |
| ◇ Jeladó hiba           | ENCODER |
| ◇ PLC program hiba      | EEPROM  |
| ◇ Visszacsatolási hiba  | FDBCK   |
| ◇ Servó hiba            | SERVO   |

Ez esetekben a gép automatikusan lekapcsol, a szánmozgás és főorsóforgatás leállítását a vezérlőmű rögzíti, a nullpontfelvételt törli. A vezérlőberendezés üzemkészségének hiányát az



fénydióda kialvása jelzi. A hiba feloldása után a vezérlőmű KÉZI üzemmódra tér át.

Vészkipcsolás következik be:

- ◇ VÉSZ-STOP gomb (2) lenyomásával,
- ◇ a szán vész végálláskapcsolóra futásával,
- ◇ a vezérlő üzemkészségének megszűnése esetén,
- ◇ egyéb erősáramú hiba esetén.

#### **2.7.9. Mondatkezdés tiltás (REC.ST?)**


A hiba olyan esetben jelentkezik, amikor a szerszámgép valamelyik részegysége meghibásodik, de az adott mondat(ok) még befejezhető(k). A vezérlő csak a soronkövetkező mozgásmondat megkezdése előtt jelzi a hibát.

A hibaállapotot megszüntetve a vezérlő STOP helyzetbe lép, CIKLUS START hatására a megkezdett mondat lefut.

#### **2.7.10. Mozgásindítás vészállapotban (ESTATE?)**

Ha ESTOP?, DRIVE? vészleállítást eredményező hiba okát nem szüntetjük meg és a szerszámgépet mozgatni kívánjuk, a vezérlő ESTATE? hibát jelez. A hiba feloldása után a vezérlő KÉZI üzemmódra tér át.

#### **2.7.11. Közös nullfeszültség eltolódása (OFFSET?)**

Ha a vezérlés és a hajtás közös nullfeszültség (OFFSET) pontja (jellemzően túlmelegedés következtében) eltolódik és a "tengelyek pozícióban" állapot a pozicionálás befejeződése után nem jön létre, a vezérlő kb. 2 sec elteltével OFFSET? szöveg villogtatásával hibát jelez. A hiba eltolása után (  CLEAR billentyű) STOP állapot jelentkezik.

#### **2.7.12. Cikluskezdesi hiba (CYCLE?)**

A vezérlés CYCLE? hibát jelez, ha G60 mondattípusban:

- ◇ FROM címre beírt érték nem szerepel a megadott mondatok között,
- ◇ hibás programozás miatt több, mint 4 ciklus épül egymásba.

#### **2.7.13. Analóg magnetofon hibája (CASSETTE?)**

A vezérlő CASSETTE? hibát jelez, ha az analóg magnetofonról való olvasás illetve ellenőrzés során:

- ◇ a byte-ok nem "start" = 1 szint bittel kezdődnek,
- ◇ a byte-onkénti keresztparitás bit nem egészíti ki párosra az előző 9 bitet,
- ◇ a megadott és tényleges byte-szám eltér,
- ◇ a bitenkénti "magas szint" értéke hosszabb, mint 2 ms,
- ◇ a program hosszanti paritás byte-ja hibás.

### 2.7.14. DPGX, DPGZ, DPGI hibajelzés

A vezérlő hibát jelez az interpolátor meghibásodása esetén:

- ◇ DPGX, DPGZ az adott útmérő nem olvasható,
- ◇ DPGI interpolátor lejelentkezés nem üres útmérőnél.

### 2.7.15. RESET hibajelzés

A vezérlő RESET hibát jelez, ha automata üzem start állapotból illegálisan kilépett (felfüggesztés nélkül).

### 2.7.16. EPROM nn hibajelzés

Az EPROM nn hibajelzés a firmware meghibásodását jelzi.

## 2.8. DISPLAY egység

A display üzemmódok alapvetően két csoportra oszthatók:

- ◇ status kijelzések,
- ◇ üzemmódhoz tartozó kijelzések.

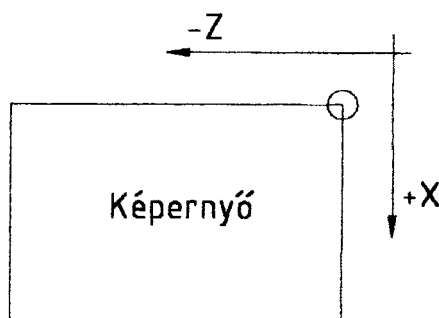
A status kijelzések – kivéve az interface állapot kijelzését – automata üzemmódban az nyomógommbal "lapozhatók".

Status kijelző üzemmódok:

- ◇ teljes status kijelzés a képernyőn (8. ábra). Bekapcsolás után automatikusan ebbe a módba kerül (alapmód),
- ◇ koordináta mondatszám és mondat típus kijelzés növelt karakter nagysággal,
- ◇ szerszámmozgások grafikus kijelzése, ha az ábrát a később tárgyalandó DSP üzemmódban készítettük,
- ◇ interface állapot kijelzés. Ugyanakkor működik, amikor a vezérlés display-én egyszerre látható az összes input és output vonal.



Üzemmódhoz tartozó kijelzések:

- ◇ EPR-módban a vezérlőn lehetséges egy sor helyett a display teljes képmezőjét használnuk kijelzésre,
- ◇ DSP-módban lehetséges a szerszámgépmozgások grafikus ábrázolása az alábbiak szerint (7. ábra).



7. ábra Szerszámmozgások grafikus ábrázolása a képernyőn

TEST üzemmódban a DPS üzenet megjelenésekor a START gombbal belépünk a grafikus ütemmódba. XW/MM illetve ZW/MM címen megadják milliméterben a P pont koordinátáit (X-et átmérőben) és R/MIC címen mikronban a rajz felbontását. 1000 mikronos felbontás esetén Z-ben az ábrázolt hossz 256 mm lesz. Közben bármikor megnyomva a START nyomógombot elkezdődik a display törlés majd a rajzolás. Bekapcsolás után az alapértelmezés XW/MM=0, ZW/MM=0 és R/MIC=1000.

 hatására törli a képernyőt és START-ra vár. Ilyenkor lehet például az adott mondatra rákeresni. A felbontással fordított arányban változik a Z-ben ábrázolható hossz. (pl. R/MIC 500 mikron esetén 123 mm). START nyomógomb megnyomásával a rajzolás elindul. Látható, hogy a fenti megadással a munkadarab tetszőleges része kiválasztható és ez a rész kicsinyíthető és nagyítható. Az így elkészült kép automata üzemmódban az  nyomógommbal előhívható.

MODE: <u>1</u>			
IDENTIFICATION NUMBER			
TIME			
ERROR	X	D.MODE	<u>2</u>
BLOCK	X	TYPE	<u>3</u>
FEED			
SPIN			
TOOL			
POSITION: X		Z	
COMMAND: X		Z	
VELO			
SMAX			
M/S <u>4</u>	X	M/C <u>5</u>	
M/G <u>6</u>	X	M/E <u>7</u>	
	M/V <u>8</u>		
OUT	X	QUOT	

8. ábra Display kép a status kijelzéskor

A display-en az 1 kijelzőmező lehet:

- MANUAL
- TOOL MEASURING
- ZÉRO POINT DECLARATION
- PROGRAM EDITING
- PROGRAM TEST
- AUTO



A display-en az (2) kijelzőmező lehet:

- METRIC
- INC

A display-en az (3) kijelzőmező lehet:

- A mondat típus mnemonikus kódja. Részletesebben a programozási fejezetekben.

A display-en az (4) kijelzőmező lehet:

- NO FUNCT
- SPIN CW
- SPIN CCW
- SPIN STOP

A display-en az (5) kijelzőmező lehet:

- NO FUNCT
- COOL ON
- COOL OFF

A display-en az (6) kijelzőmező lehet:

- NO FUNCT
- GRUP I
- GRUP II
- GRUP III
- GRUP IV

A display-en az (7) kijelzőmező lehet:

- NO FUNCT
- EQC NO
- EQC LEFT
- EQC RIGHT

A display-en az (8) kijelzőmező lehet:

- NO FUNCT
- FEED/MIN
- FEED/REV
- SPED/YES
- OV DISAB

A többi cím mellett értelemszerűen az aktuális értéke olvasható.

### 3. A HUNOR PNC 721 vezérlés programozása

#### 3.1. Műszaki alapadatok

2. táblázat Műszaki adatok

Sorszám	Megnevezés	Adatmeghatározás (specifikáció)
1.	Egyidőben vezérelt tengelyek száma	2 (X kereszt- és Z hosszirány)
2.	Pályaszámítási pontosság	0,001 mm (0,0000394 zoll) pontossággal egyenes és körinterpoláció
3.	Méretmeghatározás	abszolút és növekményes rendszerben
4.	Mértékrendszer	méter illetve hüvelyk (zoll) mértékrendszerben
5.	Maximális programozható mozgástartomány	$X \pm 999.999$ mm (39.37004 zoll) átmérő érték
6.	Előtolási sebesség	gyorsmenet: max 10 m/min (393.7 zoll/min) előtolás: 0.001 mm/ford ÷ 2 mm/ford 0.0000394 zoll/ford ÷ 0.0787 zoll/ford lépcsőkben közvetlen előtolásmeghatározás, módosítás kezelőtábla override kapcsolóval 0 ÷ 120 %, mely a 0 ÷ 100 % tartományban a gyorsjáratra is hatásos.
7.	Menetvágás	max. 32 mm (1.259 zoll) menetemelkedési határig
8.	Főorsó fordulat	DC hajtáshoz: - közvetlenül fordulatszám-programozás, - közvetlenül vágósebesség programozás, - módosítás a kezelőtábla override kapcsolóval 50-150 % között
9.	Program bevitel	kézzel a kezelőtábla billentyűzetéről, külön tartozékként magnetofon kazettáról vagy lyukszalagról.
10.	Program és korrekciótárolás	alapkivitelként 4 K RAM tárolóban kb. 100 mondat tárolása, bővítés 4 K, összesen kb. 250 mondat részére
11.	Szerszámkorrekció	tárolás memóriában max. 99 szerszámhelyhez, átmérő, hossz- és rádiuszkorrekciók a teljes interpolációs tartományban
12.	Nullponteltolás	speciális mondat típusokkal, vagy szerszámmérés üzemmódban
13.	Automatikus ciklusok	nagyoló fix ciklusok, menetvágó fix ciklusok, programrészek ismételt végrehajtása koordinátaeltolással

2. táblázat Műszaki adatok

Sorszám	Megnevezés	Adatmeghatározás (specifikáció)
14.	Üzem módok	1. Kézi üzemmód: <ul style="list-style-type: none"> <li>- mozgásléptetéssel (JOG),</li> <li>- egyedi mondatok végrehajtása,</li> <li>- kézikerek csatlakoztatás lehetősége.</li> </ul> 2. Programszerkesztési üzemmód 3. Szerszámbemérés üzemmód 4. Nullpontfelvétel üzemmód 5. Teszt üzemmód 6. Automatikus végrehajtás üzemmód
15.	Kijelzés	32 alfanumerikus pozíció, két tengely egyidejű kezelése, 14 fénydiódás kijelzés a berendezés és gépállapot ellenőrzésére
16.	Hibaellenőrzés	program és szerszámkorrekciós tár tartalmának ellenőrzése, gépállapot hibakijelzése, interface állapot ellenőrzése.
17.	Írányváltási hiba kompenzáció	$\pm 0,001 \div \pm 0,25 \text{ mm}$ ( $\pm 0,0000394 \div \pm 0,00984 \text{ Zoll}$ ) gépi holtjáték kompenzálás állítható be.
18.	Egyenlő távolságú pályakövetés	ekvidisztans pálya számítás a csúcssugár programozott változtatásával és ciklikus végrehajtásával
19.	Automatikus szerszámsugárkorrekció	max. 99 szerszámhelyhez a csúcssugár érték tárolása és automatikus értelmezése a pályavezérlésnél.
20.	Automatikus szerszámvisszaállítás	a pályakontúr ismételt automatikus megközelítése a szerszámmal programmegszakításkor
21.	Kontúrnagyoló ciklus	nagyolóciklus a program más helyén leírt kontúrfelületig
22.	Automatikus adatbevitel vagy tárolás	a programok és szerszámkorrekciók tárolása, valamint ismételt visszatöltése magnetofon kazetta segítségével
23.	Automatikus geometriai pályaelem számítások	egyeneselek és körívek közötti metszéspontok, érintőresek és lekerekítések automatikus meghatározása, egyszerűsített és rövidített geometriai mondat szerkezetek.

### 3.2. Program, mondat, cím, címlánc

A program **mondatokból** épül fel. A mondat több címhez rendelt adat olyan együttese, mely konkrét résztevékenységeket határoz meg. Minden mondatban **kötelezően** van:

- ◇ sorszám,
- ◇ típuskód,
- ◇ a típuskód által meghatározott adatsor.

A **sorszám** (NUMB) a mondat azonosítására szolgáló háromjegyű szám. A program javításakor, illetve a végrehajtás közben szükségessé váló mondatkereséskor a sorszám megadásával hivatkozunk a mondatra. A program billentyűzetről való folyamatos betöltésekor a sorszámot megadni nem kell, automatikusan ötösével növekszik 005-től kezdve. A közbenső számok új mondatok beiktatását teszik lehetővé. Ilyen esetben a mondat sorszámát a billentyűzetről be kell írni. A vezérlő alapkiépítésben max. 100 mondat, tárbővítéssel kb. 250 mondat tárolására alkalmas. Szerkesztés vagy végrehajtás közben az aktuális mondatszám az N felírat kijelzőmezőben jelenik meg.

A **típuskód** határozza meg a mondatban szereplő adatok milyenségét és értelmezési módját, azaz a mondat típusát. Mondatonként csak egyetlen típuskód értelmezett. A program billentyűzetről történő beírása közben a típuskód az előző mondatból öröklődik. Új típuskódot GTYP címre beírt kétjegyű számmal határozhatunk meg, vagy a megajánlott típust 

--

 (léptetés ciklikusan a soronkövetkező típusra), illetve 

.
---

 (léptetés a típus változatain belül) nyomógombokkal dialógusszerűen választhatjuk ki. Szerkesztés vagy végrehajtás közben a típuskód a mondatszámot követően jelenik meg, kódjával és nevével (FUNCT/TYP felírat kijelzőmezőben).

A mondattípus kiválasztása vagy az öröklődő kód nyugtázása után a vezérlő automatikusan megajánlja azokat a **címeket** (a hozzájuk rendelt értékkel együtt), amelyek részt vehetnek a típuskód által meghatározott részfeladat végrehajtásában. A megajánlott cím az X/ADR mezőben, a hozzárendelt érték a Z/DATA mezőben látható.

A megajánlott címre:

- ◇ új érték írható be,
- ◇ meglévő értéke módosítható,
- ◇ meglévő értéke törölhető,
- ◇ meglévő értéke változatlanul elfogadható,
- ◇ értékadás nélkül továbbléptethető.

A megajánlott címek sorozatát **címláncnak** nevezzük. A címek egy részének betöltése kötelező (hiánya esetén a vezérlő hibát jelez). Vannak útinformációt tartalmazó címek, más részük végrehajtást módosító hatású. A vezérlő által értelmezett címeket és a mondattípusok címláncait 3., 4., 5., 6., 7., táblázatok foglalják össze.

A vezérlő adatbevitelkor a címeket teljes (4 karakteres) nevükkel jeleníti meg. A technológiai programok leírásakor a címeket rövidített jelükkel (kezdőbetű) jelöljük. Minden programnak olyan pozicionáló mondattal kell kezdődnie, (G40-G57), amelyben mind XABS,

mind ZABS érték ki van töltve. Ezt a mondatot legfeljebb koordinátaeltolás (G60-G61) vagy pozicionálást nem tartalmazó funkciómondat előzhet meg.

### 3.2.1. Mondattípusok

Típuskódok: GTYP, az ISO vagy EIA szabvány jelölése szerint "G" kód.

3. táblázat Mondattípusok

Mondattípus bővített jel(kód) GTYP	Teljes név	Végrehajtás
00	RAPID	egyenes interpoláció gyorsmenettel
01	LINE	egyenes interpoláció előtolással
02	CIRCR	kör interpoláció óramutató forgásirányában
03	CIRCL	kör interpoláció óramutató forgásával ellentétesen
40-47	POSIT...	pozicionálás majd funkció-végrehajtás
50-57	FUNCT...	funkció-végrehajtás majd pozicionálás
40 vagy 50	L	gyorsmenet egyenes vonalban
41 vagy 51	XZ	gyorsmenet X, majd Y irány
42 vagy 52	ZX	gyorsmenet Z, majd X irány
43 vagy 53	ABS	gyorsmenet az élkorrekciótól független pozícióra
44 vagy 54	LA	gyorsmenet 1 mm előlassítással
45 vagy 55	XZA	X, majd Z irány a végén 1 mm előlassítással
46 vagy 56	ZXA	Z, majd X irány, a végén 1 mm előlassítással
47 vagy 57	LTA	pozícionál, majd 1 mm előtolással ráfut a következő mondat kezdőpontjára
60 vagy 61	CYCLE	ciklusszervezés, programrészek ismételt végrehajtása
60	TRA	koordinátatranszformáció, átmeneti
61	NUL	nullpont végleges áthelyezése
70-72	ROUGH	nagyolás
70	LON	hosszirányban
71	DIA	oldalazás
72	CTR	hosszirányú kontúrnagyolás
80-84	THREA	menetvágás

3. táblázat Mondattípusok

Mondattípus bővített jel(kód) GTYP	Teljes név	Végrehajtás
80	60	szabványos metrikus élesmenet
81	55	szabványos withworth menet
82	DTP	laposmenet váltakozó fogáseltolással
83	ARC	trapézmenet adott szögű fogásvétellel
84	PLA	síkmenet

### 3.2.2. Útinformációk

Az útinformációk címeit a 4. táblázatban foglaltuk össze.

4. táblázat Útinformációk címei

Rövidített jel (kód)	Teljes név	Számjegyszám illetve dimenzió	Jelentés
X	XPOS	4.3 mm vagy 2.4 inch	átmérőérték illetve változása
X	XABS		abszolút koordinátaérték pozicionáláskor
X	XTR*		X (átmérő) irányú transzformáció
Z	ZPOS	4.3mm vagy 3.4 inch	hosszkoordináta illetve változása
Z	ZABS		abszolút koordinátaérték pozicionáláskor
Z	ZTR*		Z (hossz) irányú transzformáció
A	ARC	2.2 fok	kúpszög, GTYP 81 szabványos withworth menetvágásnál az inchenkénti menetszám
R	RAD	4.3 mm vagy 3.4 inch	körsugár
	RTR*		szerszámsugár illetve ennek programozott módosítása
I	ICC*	4.3 mm vagy 3.4 inch	körközéppont átmérő irányú koordinátája
K	KCC*	4.3 mm vagy 3.4 inch	körközéppont hosszirányú koordinátája
B	BEV	3.3 mm vagy 2.4 inch	lekerekítés sugara, letörés szárhossza
D	DELT	1.3 mm vagy 0.4 inch	fogásmélység
H	HELP	4.3 mm vagy 3.4 inch	segéd távolság
E	ELEV	2.3 mm vagy 1.4 inch	menetemelkedés és /vagy iránya

### 3.2.3. Öröklődő funkcióértékek

Az öröklődő funkcióértékek címeit az 5. táblázatban foglaltuk össze.

5. táblázat Öröklődő funkcióértékek címei

Rövidített jel (kód)	Teljes név	Számjegyszám illetve dimenzió	Jelentés
F	FEED	1.3 mm/f, 0.4 inch/f	előtolásértékek
S	SPIN	4 f/perc	főorsó fordulatszám vagy kódja
T	TOOL	4	szerszámhely kódja és élkód
V	VELO	4 m/perc, 4 láb/perc	konstans vágósebesség
>	SMAX	4 f/perc	Fordulatszám programban megengedett felső határa

A vegyes- és programvezérlő kódokat a 6. táblázat foglalja össze.

6. táblázat Vegyes- és programvezérlő kódok

Rövidített jel(kód)	Teljes név	Kód szövege és jelentése
M/S	NO FUNCT	főorsó forgás kapcsolása
M 03	SPIN CW	főorsó forgás óramutató irányában
M 04	SPIN CCW	főorsó forgás az óramutatóval ellentétesen
M 05	SPIN STOP	főorsó állj
M/C	NO FUNCT	hűtővíz kapcsolása
M 08	COOL ON	hűtővíz bekapcsolva
M 09	COOL OFF	hűtővíz kikapcsolva
M/G	NO FUNCT	főorsó tartományok kapcsolása
M 11	GRUP I	I. tartomány
M 12	GRUP II	II. tartomány
M 13	GRUP III	III. tartomány
M 14	GRUP IV	IV. tartomány
M/E	NO FUNCT	kontúrprogramozás kapcsolva
M 40	EQC NO	kontúrprogramozás kikapcsolva
M 41	EQC LEFT	kontúrkövetés balról

6. táblázat Vegyes- és programvezérlő kódok

Rövidített jel(kód)	Teljes név	Kód szövege és jelentése
M 42	EQC RIGHT	kontúrkövetés jobbról
M/V	NO FUNCT	vágósebesség számítás kikapcsolva
M 94	FEED/MIN	előtolás értelmezése, az előtolás út/perc dimenzióban kerül értelmezésre, függetlenül a főorsó forgásától, nincs vágósebesség számítás
M 95	FEED/REV	
M 96	SPED YES	vágósebesség számítás, az előtolás szinkronizálva van a főorsó fordulatszámhoz
M 97	OV DISAB	azonos az M 95 állapottal, de a végrehajtás megszakítása, illetve előtolás vagy főorsó override tiltott
0 01-99	OUT	a fentieken kívüli bármely funkciókód, amelyet az interface felület értelmez, illetve megmunkált munkadarab szám (automata végrehajtás) vagy interface output vonal (interface teszt állapot)
P 00	NO FUNCT	programvezérlés
P 01	PRG. STOP	programozott megállás
P 02	PRG. END	program vége
P 03	OP. STOP	feltételes megállás
P 04	OP. REC	feltételes mondat

### 3.2.4. Egyéb címek

Az egyéb címeket a 7. táblázat az üzemmód változatok neveit a 8. táblázat foglalja össze.

7. táblázat Egyéb címek

Rövidített jel (kód)	Teljes név	Számjegyszám illetve dimenzió	Jelentés
←	FROM	3	programrész ismétlés (ciklus) kezdőmondata
→	TO**	3	programrész ismétlés (ciklus) befejező mondata
Q	QUOT	2	programrész ismétlés (ciklus) ismétlési száma
W	WAIT	1.1 s	várakozási idő
N	NUMB	3	mondat sorszáma



7. táblázat Egyéb címek

Rövidített jel (kód)	Teljes név	Számjegyszám illetve dimenzió	Jelentés
L	LABL	4	program azonosító
C	CPT*	2	szerszámsugár középpont helyzete
O	OUT	2	speciális M funkció vagy interface vonal (kijelzésben: munkadarab száma)
	TIME	2.2	bekapcsolás óta eltelt aktív idő (csak kijelzés, óra+perc)

8. táblázat Üzem mód változatok nevei

Nullpontfelvétel	
ZERO FLO	nullpont a szának pillanatnyi pozíciójában (lebegő nullpontfelvétel)
ZERO GRI	nullpont a szának pillanatnyi pozíciójához legközelebb eső rácsponton
ZERO REF	Nullpont a gépre felszerelt kapcsolóról való lefutást követő legközelebb eső rácsponton (kapcsolóig gyorsmenetű mozgás, annak elérésekor lassú előtolás)
Szerkesztési üzemmód	
EDIT L2n	programbevitel/javítás billentyűzetről
EDIT CL	programtár törlése
EDIT REA	program betöltése kazettáról
EDIT WR	program kivitele kazettára
EDIT CTS	kazettán tárolt program ellenőrzése
EDIT EPR	interface program beégetése
Teszt üzemmód	
TEST POS	programmondatok végpontkijelzése
TEST RAP	programvégrehajtás gyorsmenettel
TEST MES	elmaradásregiszter kijelzése
TEST INT	interface vonalak kijelzése
TEST DSP	munkadarab megjelenítése a display-n

### 3.2.5. Mondattípusok címláncai

RAPID: XPOS ZPOS ARC BEV M00 FEED SPIN WAIT

LINE: XPOS ZPOS ARC BEV M00 FEED SPIN WAIT

CIRCR: XPOS ZPOS RAD ICC\* KCC\* BEV FEED

CIRCL XPOS ZPOS RAD ICC\* KCC\* BEV FEED

POSIT: XABS ZABS P00 WAIT FROM FEED SPIN TOOL M OUT

FUNCT: FEED SPIN TOOL M OUT VELO SMAX XABS ZABS P00 WAIT FROM

CYCLE: XTR\* ZTR\* RTR\* FROM TO\*\* QUOT P00

ROUGH: XPOS ZPOS QUOT ELEV DELT HELP ARC P00

Bemérés: TOOL XTR\* ZTR\* RTR\* CPT\*

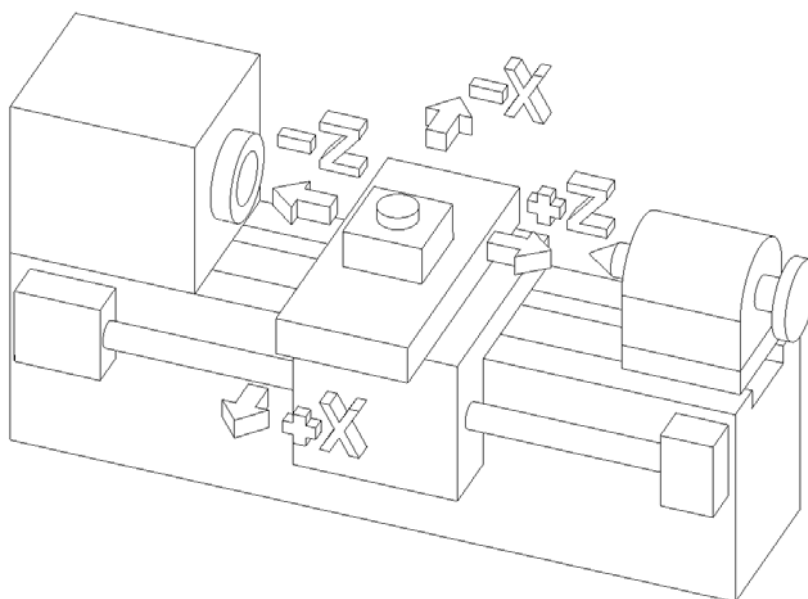
Stop: FEED SPIN TOOL M VELO SMAX XTR\* ZTR\* RTR\*

Automatikus végrehajtás: TIME FEED SPIN TOOL M VELO SMAX OUT QUOT

### 3.3. Koordinátarendszer, adatmegadás

A vezérlő az útinformációkat olyan koordinátarendszerben értelmezi, amelyben:

- ◇ a hossztengely (Z) pozitív értékei a szegnyereg felé, negatív értékei a tokmány felé mutatnak,
- ◇ keresztirányú tengely (X) pozitív értékei a kezelő felé, negatív értékei a hátoldal felé mutatnak.



9. ábra A gép koordinátarendszere

A szerszámhossz korrekciók megadásával, valamint a G61 és G60 mondattípusú transzformációk helyes alkalmazásával elérhető, hogy a programozás szempontjából a kések hosszától függetlenül a koordináta-rendszer nullpontja a munkadarab nullpont legyen. (alkalmazását lásd később). Ez a nullpont keresztirányban (X) a forgástengely, hosszirányban (Z) tetszőleges pont lehet.

### Keresztirányú útinformáció értelmezése:

Az X irányú adat minden esetben átmérőérték. Ezt a méretadatot a forgástengelytől mért távolság kétszeresével határozzuk meg. Ebben az irányban a növekményes elmozdulást ugyancsak kétszeres értékkel, az átmérőváltozás értékével programozzuk.

A méret legkisebb programozható egysége:

- ◇ metrikus rendszerben: 0,002 mm
- ◇ inch rendszerben: 0,0001 inch

### A hosszirányú útinformáció értelmezése:

Közvetlenül mérhető érték. A méret legkisebb programozható egysége:

- ◇ metrikus rendszerben: 0,001 mm
- ◇ inch rendszerben: 0,0001 inch

**Adatbeírásnál** mind a bal oldali, mind a jobb oldali értéktelen zérók elhagyhatók. Ha az adatban nincs tizedes érték, elhagyható a tizedespont is.

**Visszajelzés**kor a tizedesjegyek megjelenítésre kerülnek.

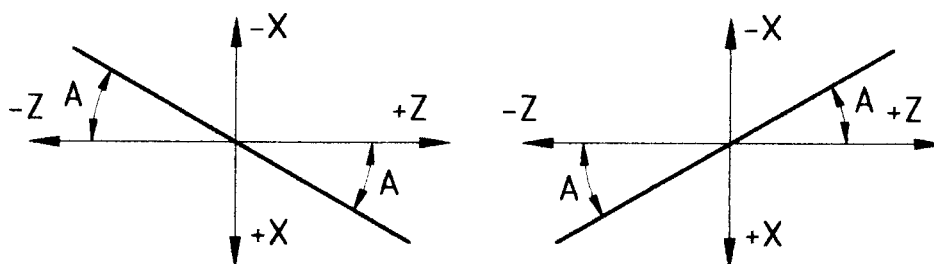
**Kitöltetlen** útinformáció növekményes 0.000 formában kerül értelmezésre és megjelenítése üres kijelző.

Az útinformációk néhány speciális esettől eltekintve akár abszolút, akár növekményes formában megadhatók. A két megadási forma akár egy mondaton belül is változhat. Növekményes megadást a | billentyű lenyomásával kezdeményezhetünk. A növekményes adatot Z/DATA kijelzőmező első pozícióján megjelenő I betű jelzi.

**Kúpszög** megadása (A) fokokban két tizedesjegy pontossággal történhet a  $\pm 89.90^\circ$  intervallumban.

**Értelmezése:** a Z tengellyel bezárt szög (10. ábra)

- ◇ pozitív, ha növekvő Z értékhez növekvő X érték tartozik,
- ◇ negatív, ha növekvő Z értékhez csökkenő X érték tartozik.



10. ábra A szögek előjelének értelmezése

### 3.4. Kontúr esztergálás fogalma és programozása

Az esztergálási feladat a kés élének síkbeli mozgatása által valósul meg. Ezek a síkbeli mozgások a vezérlő tulajdonságai szerint egyenes szakaszokból és körívekből épülhetnek fel. Sebességviszonyaik vonatkozásában lehetnek gyorsmenetű pozicionálások vagy programozott előtolással végrehajtott mozgások. Az esztergálási feladat programozása szempontjából alapvető jelentőségű a kész kontúr simításának programozása.

**Kontúresztergálásnak** nevezzük a továbbiakban azt a programozott mozgást, amely:

- ◇ kezdődik a kontúr kezdőpontjára való pozicionálással,
- ◇ egymáshoz csatlakozó egyenes szakaszokból és körívekből épül fel,
- ◇ és befejeződik a kontúrt elhagyó pozicionálással.

A vezérlő sajátossága, hogy a program egy helyén definiált kontúr esztergálás leírás a program más helyeiről is hívható, pl. nagyolási feladatok végrehajtása céljából. Ebből a szempontból is döntő, hogy a kontúr esztergálás fogalmát kiegészítettük a kezdőpontra való pozicionálás és a kontúrt elhagyó pozicionálás mondataival.

A kontúr egyes szakaszait, íveit külön-külön mondatokban programozzuk. E szabály alól kivételt csak a pozicionálás felbontásai és a letörések, lekerekítések programozási módja jelent.

A továbbiakban azon mondattípusok programozását ismertetjük, amelyekből a kontúr felépül. Természetesen ezek a mondatok, mint elemek egyéb feladatok (pl. beszúrások, nagyolások) programozásában is részt vehetnek.

#### 3.4.1. Pozicionálás és változatai

**Típuskódok:** G40, G41, G42, G43, G44, G45, G46, G47

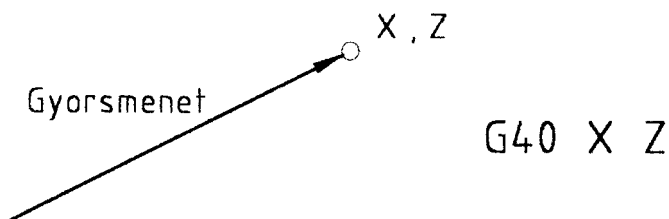
**Címlánc:** XABS ZABS P WAIT FROM FEED SPIN TOOL M OUT VELO  
SMAX

ahol:

- ◇ XABS címre írjuk az elérendő átmérőértéket abszolút értéként, ha nem töltjük ki, a tengely nem mozog,
- ◇ ZABS címre írjuk az elérendő hosszkoordinátát abszolút értéként, ha nem töltjük ki, a tengely nem mozog,
- ◇ a további (funkcióértékek, P és WAIT) címek kitöltése opcionális. A beírható értékeket és jelentésüket a funkciómondatokkal kapcsolatban részletezzük. Végrehajtásuk követi a pozicionálást (kivétel WAIT),
- ◇ FROM címre mondat szám írható. Kitöltése feltétlen mondatkapcsolást eredményez, a vezérlő a feladat-végrehajtást az itt megadott sorszámú mondatból folytatja. Ha alacsonyabb sorszámú mondatra térünk vissza, végtelen ciklus alakulhat ki. Alkalmazását részletesen a ciklusszervezéssel kapcsolatban ismertetjük.

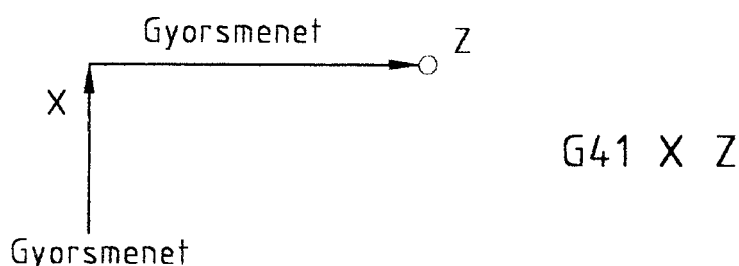
A pozicionálás gyorsmenettel történik. A vezérlő a programozott végpont elérését a típuskód változatai szerint több részmondatra bonthatja az alábbiak szerint

**G40** a végpont elérése egyenes vonalban történik egyetlen gyorsmenetű mondattal (11. ábra)



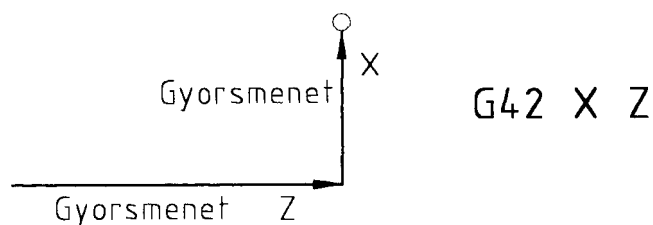
11. ábra G40 mondat hatása

**G41** a végpont elérése két részmondattal történik, az első X irányban, a másik Z irányban éri el a kívánt koordinátát, mindkettő gyorsmenettel (12. ábra).



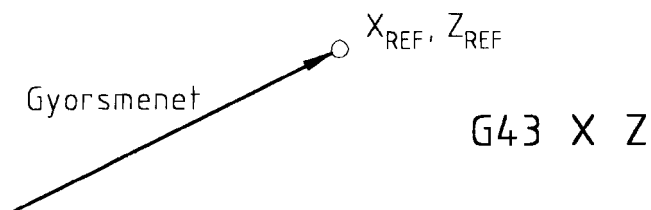
12. ábra G41 mondat hatása

**G42** a végpont elérése két részmondattal történik, az első Z irányban, a másik X irányban éri el a kívánt koordinátát, mindkettő gyorsmenettel (13. ábra).



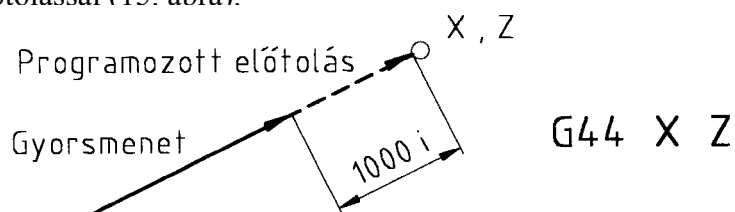
13. ábra G42 mondat hatása

**G43** a végpont a szerszámkorrekcióktól illetve koordinátaeltolástól függetlenül abban a koordinátarendszerben érvényes, amelynek kezdőpontja a felvett nullpont. Elérése egyenes vonalban történik, egyetlen gyorsmenetű mondattal (14. ábra).



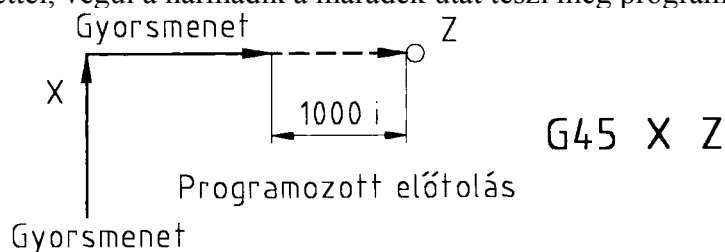
14. ábra G43 mondat hatása

**G44** a végpont elérése két részmondattal történik. Az első a végponthoz vezető egyenes mentén 1000 inkrementnyi (1 mm vagy 0,05 inch) szakasszal a végpont elérése előtt befejeződik. Ez a mondat gyorsmenetű pozicionálás, a második részmondat a maradék utat teszi meg programozott előtolással (15. ábra).



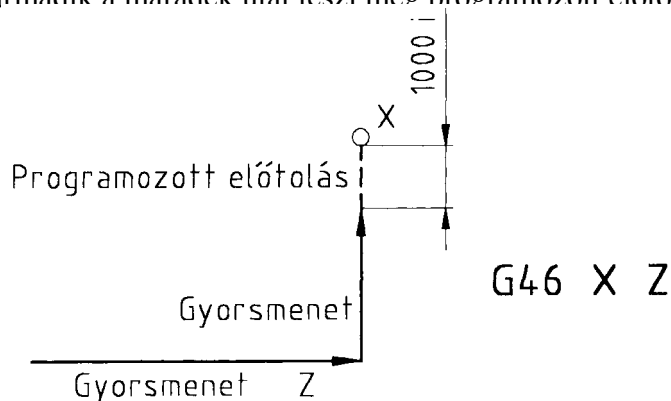
15. ábra G44 mondat hatása

**G45** a végpont elérése három részmondattal történik. Az első X irányban gyorsmenettel teszi meg a kívánt utat, a második Z irányban közelíti meg 1000 inkrementre a végpontot gyorsmenettel, végül a harmadik a maradék utat teszi meg programozott előtolással.



16. ábra G45 mondat hatása

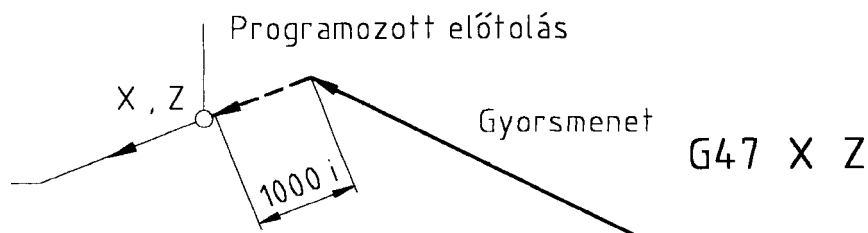
**G46** a végpont elérése három részmondattal történik. Az első Z irányban éri el gyorsmenettel a programozott méretet, a második X irányban közelíti meg 1000 inkrementre gyorsmenettel, végül a harmadik a maradék utat teszi meg programozott előtolással.



17. ábra G46 mondat hatása

**G47** a végpont elérése két részmondattal történik. Az első részmondat végpontja a soronkövetkező egyenes szakasz 1000 inkrementtel történő meghosszabbítása a kezdőponttól, az elmozdulással ellentétes irányban. A megközelítés gyorsmenettel egyenes vonalban történik. A

második részmondatban a soronkövetkező egyenes mentén programozott előtolással ráfut a programozott pontra.



18. ábra G47 mondat hatása

Az előbbi négy változattal közvetlenül az anyag felszínére is történhet pozicionálás. A pozicionáló mondatba írt esetleges egyéb címek kitöltése a változatok végrehajtását nem befolyásolja. Ha a mondatban funkcióérték is szerepel, annak végrehajtása a pozicionálást követi. A pozicionáló mondat speciális hatását a kontúrral párhuzamos vonalvezetés tárgyalásakor külön pontban ismertetjük.

### 3.4.2. Egyenes meghatározása

**Típuskódok:** G0 vagy G1

**Címlánc:** XPOS ZPOS ARC BEV M00, FEED SPIN WAIT

ahol:

- ◇ XPOS az egyenes szakasz végpontjának átmérőértéke abszolút vagy növekményes értékkel megadva,
- ◇ ZPOS az egyenes szakasz végpontjának hosszkoordinátája abszolút vagy növekményes értékkel megadva,
- ◇ ARC az egyenes kúpszögének értéke (Z tengellyel bezárt szög  $\pm 90.00$  intervallumban),
- ◇ BEV jelen és a következő egyenes szakasz közötti egyenlőszárú letörés szárhossza (negatív érték), illetve jelen és a következő egyenes szakasz vagy körív közötti lekerekítés sugara (pozitív érték),
- ◇ M00 értéke lehet 40, 41 vagy 42. Hatására a kontúrral párhuzamos vonalvezetés értelmezése változik meg. Részletesen a kontúrral párhuzamos vonalvezetés tárgyalásakor ismertetjük. Írható 94, 95, 96, 97 érték is az előtolás illetve vágósebesség értelmezésének módosítására,
- ◇ FEED öröklődő előtolás érték mm/f (inch/f) esetleg m/perc (M94 állapot) dimenzióban. Ha F cím értéke kitöltött, a vezérlő az értéket az elmozdulás megkezdése előtt érvényesíti, a felvett érték öröklődik,
- ◇ SPIN főorsó fordulat kód vagy fordulatszám érték. A vezérlő az értéket az elmozdulás megkezdése előtt érvényesíti, a felvett érték öröklődik,
- ◇ WAIT a cím kitöltése opcionális. A beírható értékeket és jelentését a funkciómondatokkal kapcsolatban részletezzük,

◇

- ◇ G0 típus esetén a lineáris interpoláció végrehajtása gyorsmenettel történik,
- ◇ G1 típus esetén a lineáris interpoláció végrehajtása programozott előtolásértékkel történik. Ez az egyenes interpoláció mondattípusa.

XPOS, ZPOS és ARC címek közül legalább az egyik kitöltése kötelező az alábbi értelmezéseknek megfelelően. A G1 típusra leírt változatok a G0 típusra is érvényesek az alábbiak szerint. Alapesetek:

**G1 X** a vezérlő feltételezi Z irányban a növekményes 0.000 elmozdulást.



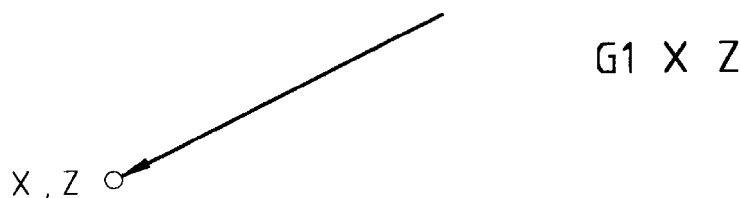
19. ábra G1 X alapeset

**G1 Z** a vezérlő feltételezi X irányban a növekményes 0.000 elmozdulást.



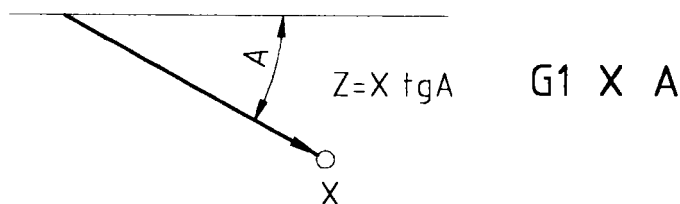
20. ábra G1 Z alapeset

**G1 X Z** a vezérlő a megadott pontra vezérli a szerszám programozott pontját.



21. ábra G1 X Z alapeset

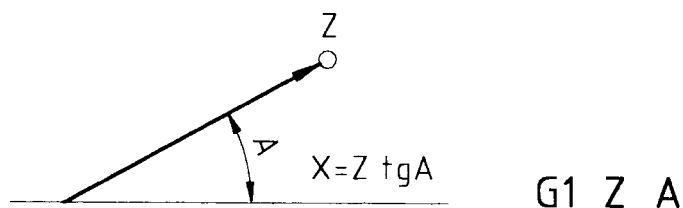
**G1 X A** a vezérlő  $Z = X \cdot \tan A$  összefüggéssel kiszámítja a végpont Z koordinátájának értékét, majd a megadott pontra vezérli a szerszám programozott pontját.



22. ábra G1 X A alapeset



**G1 Z A** a vezérlő  $X = Z \tan A$  összefüggéssel kiszámítja a végpont X koordinátáját, majd a megadott pontra vezérli a szerszám programozott pontját.

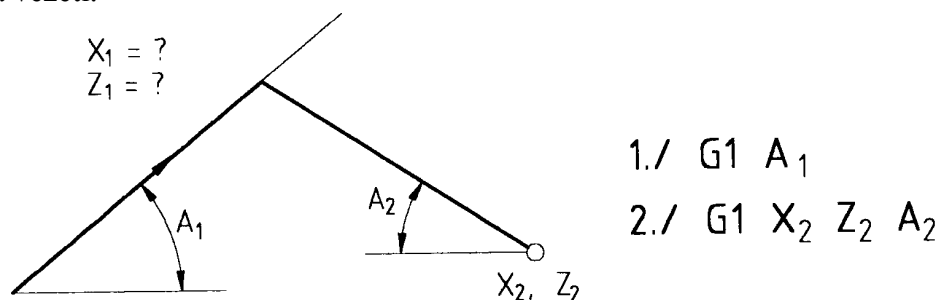


23. ábra G1 Z A alapeset

Az alapesetek bármelyike alkalmazható kézi üzemmódban beírt egyedi mondatokban is.

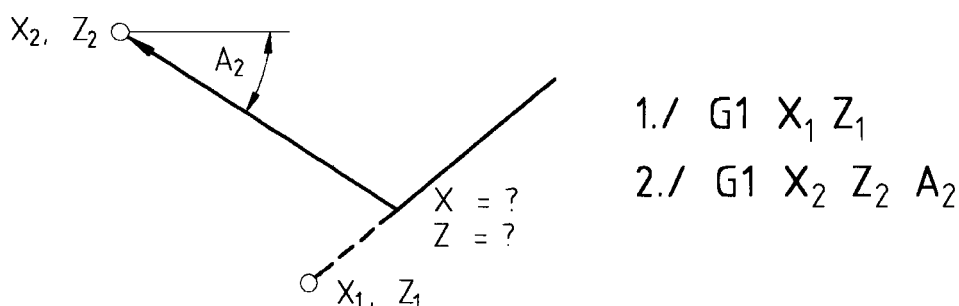
Összetett esetek:

Az első mondatban csak a kúpszög (A) értékét határozzuk meg, a következő mondatban túlhatározzuk az egyenest, mind a végpont koordinátáit (kötelező abszolút értékkel) mind a kúpszöget megadjuk. A vezérlő kiszámítja az első egyenes végpontjának koordinátáit és odavezeti a kés élét majd a második egyenes szakasz esztergálásakor a kés élét ugyancsak az adott végpontra vezeti.



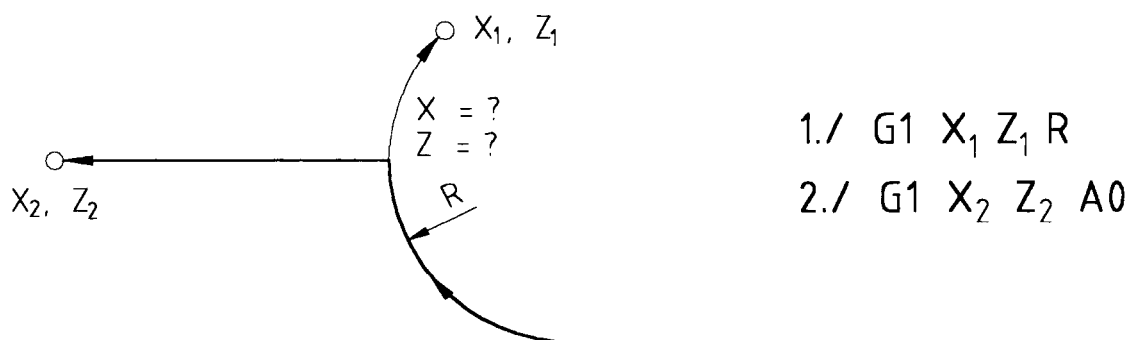
24. ábra Összetett eset (1./ G1 A<sub>1</sub> , 2./ G1 X<sub>2</sub> Z<sub>2</sub>)

A 2./ típusú túlhatározott egyenes esetében a számítási eljárás akkor is végrehajtásra kerül, ha az előző mondat ne 1./ típusú egyenes, hanem tetszőleges meghatározott egyenes szakasz vagy körív. Ebben az esetben a vezérlő felülbírálja az előző mondatban meghatározott végpont értékét és a kiszámított metszéspont új értékével helyettesíti. A tényleges mozgás nem az első mondatba írt, hanem a számított koordinátáig tart.



25. ábra Összetett eset (1./ G1 X<sub>1</sub> Z<sub>1</sub> , 2./ G1 X<sub>2</sub> Z<sub>2</sub> A<sub>2</sub>)

A kör esetében a tényleges ív nem a beírt koordinátáig, hanem a számított metszéspontig tart.



26. ábra Összetett eset (G2 X<sub>1</sub> Z<sub>1</sub> R , 2./ G1 X<sub>2</sub> Z<sub>2</sub> A0)

Megjegyzés:

Az egyenes megadás összetett esetei KÉZI üzemmódban beírt egyedi mondatokban nem alkalmazhatók.

- 1./ eset a programban akkor hibás, ha nem túlhatározott egyenes vagy kör követi a 2./ mondatban
- 2./ mondat a programban akkor hibás, ha nem egyenes vagy kör előzi meg.

### 3.4.3. Kör meghatározása

**Típus kódok:** G2 vagy G3

**Címlánc:** XPOS ZPOS RAD ICC\* KCC\*, BEV FEED

ahol:

- ◇ XPOS a körív végpontjának **átmérője**, abszolút vagy növekményes értékkel megadva,
- ◇ ZPOS a körív végpontjának hosszkoordinátája, abszolút vagy növekményes értékkel megadva,
- ◇ RAD a kör **sugara**,
- ◇ ICC\* a kör középpontjának átmérőértéke, abszolút koordinátával megadva,
- ◇ KCC\* a kör középpontjának hosszkoordinátája, abszolút értékkel megadva,
- ◇ BEV jelen körív és a következő egyenes szakasz közötti lekerekítés programozása,
- ◇ FEED öröklődő előtolásérték mm/U vagy inch/U esetleg m/perc dimenzióban. Ha F cím értéke kitöltött, a vezérlés az értéket az elmozdulás előtt érvényesíti.

Értelmezés:

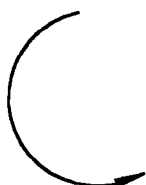
**G2** kör interpoláció az óramutató járásával megegyező irányban.



G2

27. ábra A G2 hatása

**G3** kör interpoláció az óramutató járásával ellenkező irányban

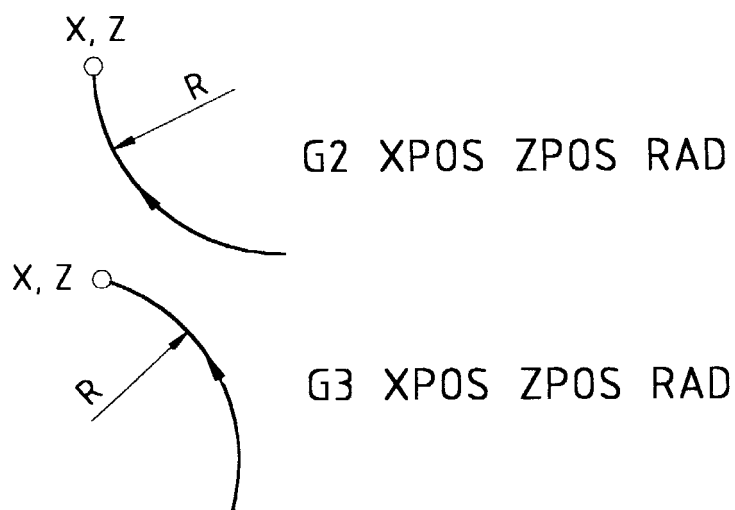


G3

28. ábra A G3 hatása

Megjegyzés: az ívhez tartozó középponti szög  $180^\circ$ -nál nem lehet nagyobb.

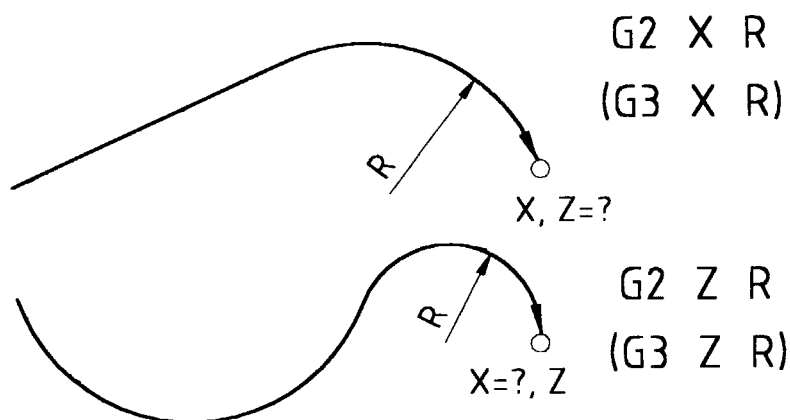
A kör meghatározásának alapesete a 29. ábrán látható. A vezérlő a végpontból és a sugárból kiszámítja az interpolációhoz szükséges további adatokat. Ez az eset KÉZI üzemmódban egyedi mondatként alkalmazható.



29. ábra A kör meghatározásának alapesete

A kör meghatározásának speciális esetei:

a./ Előző egyenest vagy kört érintő kör a végpont egyik koordinátájával és sugarával adva (30. ábra).

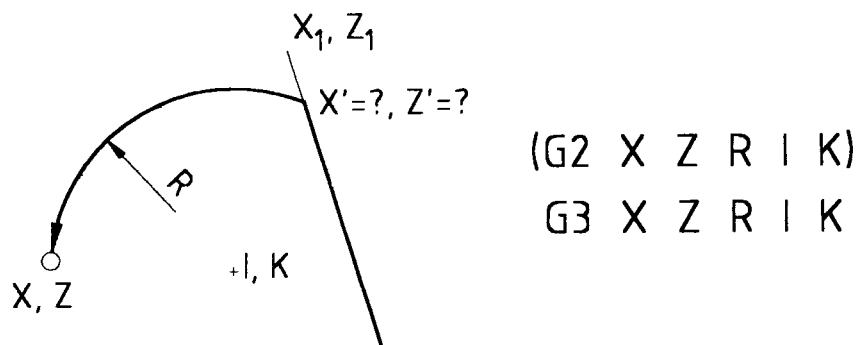


30. ábra A G2 (G3) X R hatása

Megjegyzés:

- ◇ Mindkét esetben a program előző mondata kötelezően egyenes vagy kör, de az egyenes nem lehet csak kúpszöggel meghatározott egyenes,
- ◇ A vezérlő az érintkezési feltételt figyelembe véve kiszámítja a hiányzó koordinátaértéket, majd az alapesetnek megfelelően jár el.

b./ Túlhatározott kör metszéspontjának számítása az előző egyenessel (31. ábra).



31. ábra A G2 (G3) X Z R I K hatása

Ha a körív végpontjának koordinátáját megadjuk (kötelezően abszolút értékkel) továbbá megadjuk a körsugárt és a körközéppont koordinátáit (ugyancsak kötelezően abszolút értékkel), akkor a vezérlő kiszámítja a megelőző, tetszőleges módon megadott egyenessel való metszéspontot és az előző egyenes végpontját átértékeli.

Megjegyzés: a program előző mondata csak egyenes interpoláció lehet.

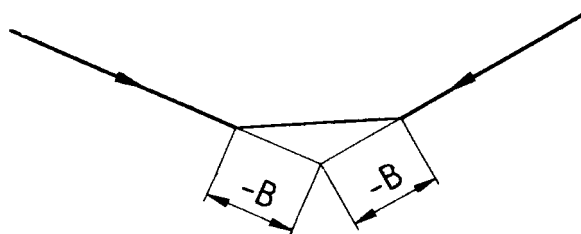
### 3.4.4. Letörés, lekerekítés

A feladat gyakoriságára tekintettel a vezérlő biztosítja, hogy a letörések illetve lekerekítések programozhatók legyenek:

- ◇ tetszőlegesen megadott egyenesek és/vagy körívek között az **első** mondat kiegészítő paramétereként,
- ◇ a szükséges számítások automatikus elvégzésével.

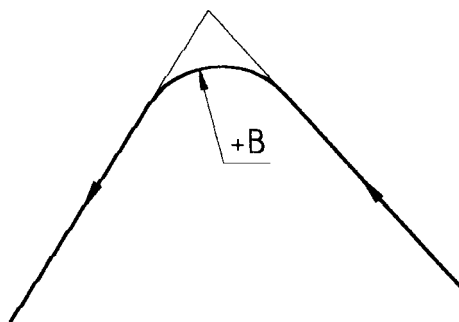
A programozás a BEV cím kitöltésével történik. A BEV cím programozása:

- a. Két egyenes között BEV címre írt negatív értékkel élettörés programozható. A vezérlő:
- ◇ a szóban forgó egyenes végpontját átszámítja úgy, hogy hossza BEV címre írt értékkel csökkenjen,
  - ◇ közbeszúr egy egyenes interpolációt, amely a következő mondat átszámított kezdőpontjáig tart,
  - ◇ a következő egyenes hosszát BEV értékkel csökkenti (32. ábra)



32. ábra BEV címre beírt negatív érték hatása

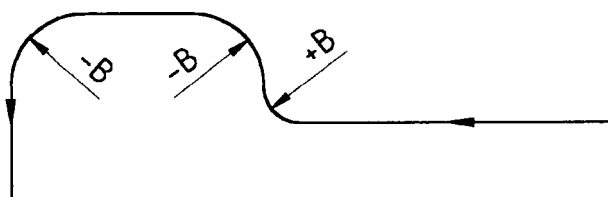
- b. Két egyenes között BEV címre írt pozitív értékkel lekerekítés programozható. A vezérlő kiszámítja azon BEV (B) sugarú körív kezdő- és végpontját, amely a szóban forgó és következő egyeneseket érinti és az egyenesek rövidítésével ilyen kör interpolációt iktat közbe.



33. ábra Lekerekítés programozása (körív-körív +BEV)

- c. Egyenes és körív között BEV címre írt értékkel lekerekítés programozható. A vezérlő kiszámítja azon BEV sugarú körív kezdő és végpontját, amely az egyenest is és a körívet is érinti és a szakasz, illetve az ív rövidítésével kör interpolációt iktat közbe. A BEV címet mindig az első mondatban kell kitölteni. A BEV címre pozitív értéket kell írni, ha a

lekerekítendő kör a programozott körívet kívülről érinti, és negatív értéket kell írni, ha a lekerekítendő kör a programozott körívet belülről érinti.

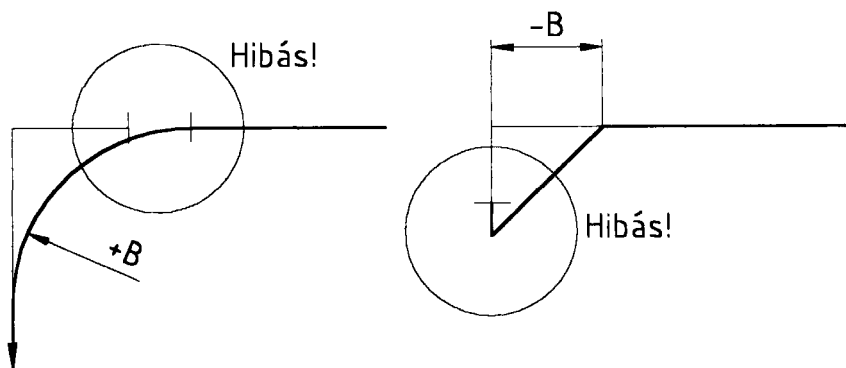


34. ábra Lekerekítés programozása (egyenes-körív)

d. Két körív között BEV címre írt érték hibajelzést eredményez.

Megjegyzések:

- ◇ a programtár kapacitása szempontjából minden letörés vagy lekerekítés külön mondatnak számít ( a vezérlő EDIT üzemmódból kilépve ténylegesen tárolt mondatot iktat közbe),
- ◇ a lekerekítés, letörés programozása hibás, ha a programozását követő mondat nem G0, G1, G2 vagy G3, vagy a kiszámított pontok kívül esnek a ténylegesen programozott szakaszok illetve ívek hosszán (35. ábra).



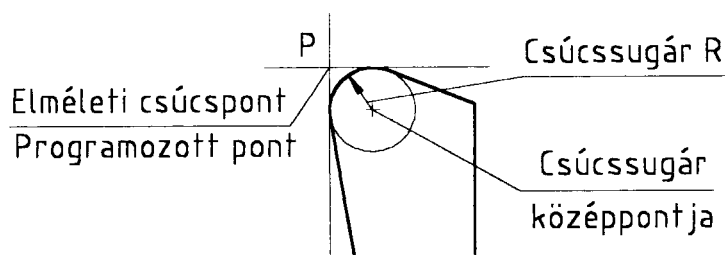
35. ábra Lekerekítés vagy letörés hibás programozása

### 3.4.5. Kontúrral párhuzamos vonalvezetés automatikus számítása

A szerszámokhoz rendelt hosszkorrekció bemérése és ennek lehívása azt az

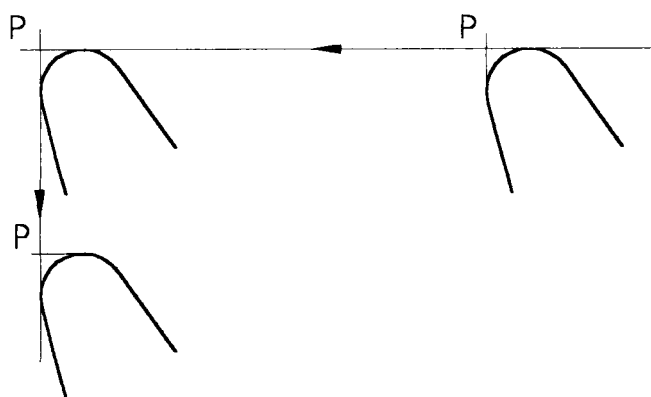
- ◇ átmérőértéket illetve
- ◇ hosszkoordinátát határozza meg

amelyen a kés, tengellyel párhuzamos mozgás esetén esztergál. A két koordinátaérték metszéspontját a kés **elméleti csúcspontjának** (programozott pontjának) nevezzük. Mivel a kések éle a gyakorlatban adott sugárral lekerekített, ez az elméleti csúcspont ténylegesen a kés anyagán kívül van. (36. ábra)



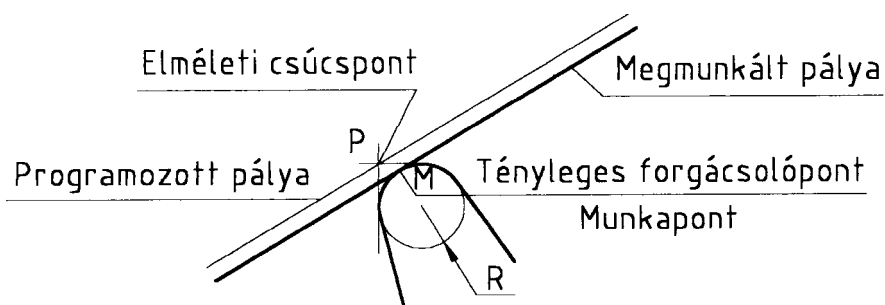
36. ábra A kés elméleti csúcspontja

A vezérlő alaphelyzetben (M40 = EQC NO parancsállapot) a kés elméleti csúcspontját vezeti a programozott kontúr mentén. Mindaddig, amíg az esztergálás a tengelyekkel párhuzamosan történik, a programozott és ténylegesen kiesztorgált darab méretei megegyeznek (37. ábra).



37. ábra Tengelyekkel párhuzamos esztergálás

Kúpfelület vagy körív esztergálása esetén azonban alaphelyzetben a programozott és a tényleges kontúr között a csúcssugártól és a mindenkor kúpszögtől, illetve körsugártól függően (legnagyobb mértékben  $45^\circ$ -os kúpfelület esetén) kisebb-nagyobb eltérés (profiltorzulás) jelentkezik (38. ábra).



38. ábra Profiltorzulás kúpfelület esztergálása esetén.

Az esztergálási hiba kiküszöbölésére végzi a vezérlő a kontúrral párhuzamos vonalvezetés számítását (szerszámrádiusz korrekció alkalmazása).

Nevezzük **tényleges forgácsolópontnak** (a szerszám munkapontjának) azt a pontot, ahol a csúcssugar íve az anyaggal ténylegesen érintkezik. A kontúrral párhuzamos vonalvezetés számítása lényegében a tényleges forgácsolópontot vezeti a programozott kontúr mentén.

A gyakorlatban a vezérlőmű:

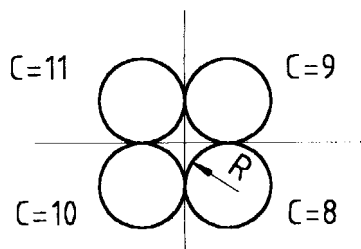
- ◇ a csúcssugar középpontját vezeti,
- ◇ a kontúrral párhuzamos,
- ◇ tőle a lekerekítés sugarának megfelelő távolságra,
- ◇ balra (M41 = EQC LEFT) vagy jobbra (M42 = EQC RIGHT) eső vonalon.

A feladat megoldásaként kiegészítő számítással a vezérlőmű ilyen esetben a kijelzőre mind tényleges, mind elérendő értéként a forgácsolópont helyzetét írja ki. A vezérlő által kijelzett érték körívek esetén csak a mondat végpontjában korrekt (ilyenkor a programozott koordinátákat jelzi ki), mozgás közben ettől eltér. Ténylegesen a kijelzéskor a csúcssugar középpontjának pillanatnyi helyzetéhez adja hozzá annak a vektornak a hosszértékét, amely a pálya végpontján összeköti a csúcssugar középpontjának tényleges helyét a programozott végponttal.

A kontúrral párhuzamos vonalvezetés (kellő előkészítés után) csak G0, G1, G2, G3 típusú mondatokra érvényes.

### Szerszámrádiusz korrekció programozáskor:

- ◇ SZERSZÁMBEMÉRÉS üzemmódban (rádiusz-korrekciózni kívánt szerszámenként) meg kell adni a csúcssugar értékét (R címre írt érték).
- ◇ SZERSZÁMBEMÉRÉS üzemmódban (ugyancsak élenként) meg kell adni, hogy a csúcssugar középpontja hol helyezkedik el a kés elméleti csúcspontjához képest (39. ábra).



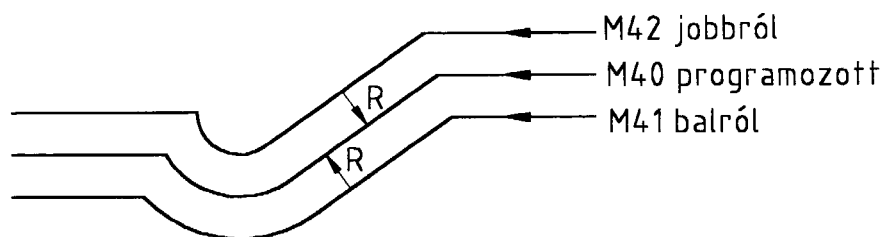
39. ábra A csúcssugar középpontjának elhelyezkedése a kés elméleti csúcspontjához képest.

- ◇ a kés kiválasztó funkciómondatban vagy valamelyik egyenes mondatban (G0, G1) meg kell határozni, hogy a további kontúrt végigjárva az esztergáló mondatok által meghatározott úton (G0, G1, G2, G3 típusú mondatok), a csúcssugar középpontja balra (M41 = EQC LEFT) vagy jobbra (M42 = RIGHT) helyezkedjen el a programozott kontúrhoz képest. A tokmány felé haladó külső esztergálásnál

M41 = EQC LEFT értéket kell programozni, belső esztergálásnál pedig

M42 = EQC RIGHT értéket (40. ábra).





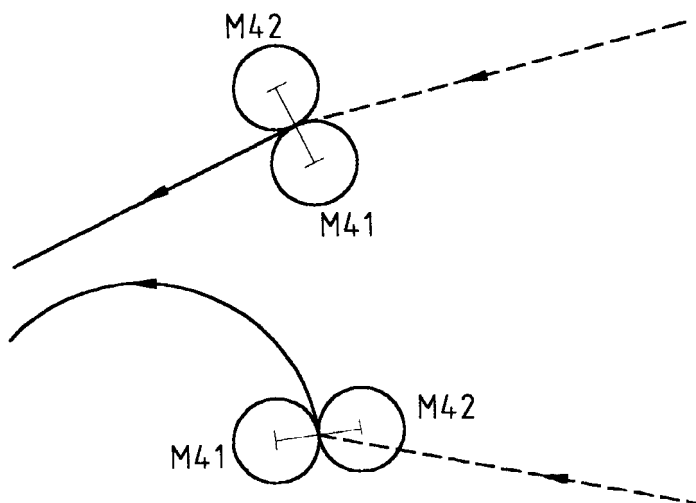
40. ábra M40, M41, M42 programozása

◇ a fenti előkészítés után a vezérlő az esztergáló mondatok (G0, G1, G2, G3 típusok) végrehajtásakor nem a kés elméleti csúcspontját vezeti a programozott vonalon, hanem a csúcssugár középpontját olyan vonalon, amely:

- párhuzamos a programozott kontúrral,
- távolsága a programozott kontúrtól a sugárkorrekció értékével egyenlő,
- és M41 vagy M42 parancsnak megfelelően, a programozott kontúrtól balra vagy jobbra halad.

Ez a párhuzamos vonalvezetés akkor lép életbe, amikor pozicionáló mondatot kontúresztergáló mondat követ M41 vagy M42 parancsállapotban. Ebben az esetben a pozicionálás végén az éllekerekítő kör általában:

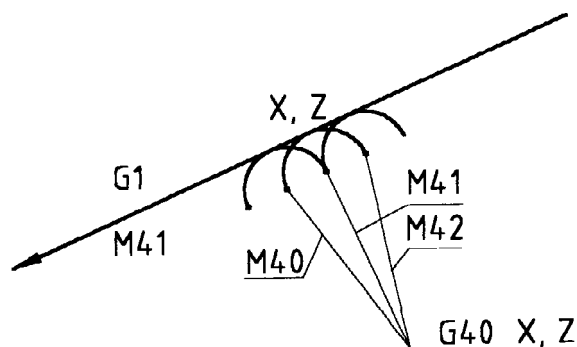
- ◇ a kontúresztergáló mondat kezdőpontjára merőleges egyenesen,
- ◇ a mondat kezdőpontjától sugárkorrekciójai távolságra,
- ◇ a mondat által meghatározott szakasz vagy ív megfelelő oldalán helyezkedik el (41. ábra)



41. ábra A pozicionálás végén az éllekerekítő kör középpontja

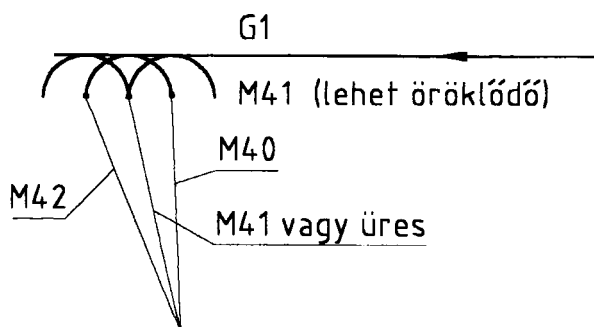
Ha a kontúrt bevezető pozicionáló mondatba M40 parancsot programoztunk explicit megadással és a kezdő egyenes mondatba írtuk az M41 vagy M42 parancsot, akkor a vezérlő „belülről” áll rá a kontúrra, vagyis a tényleges munkapont nem a pozicionálás végpontjára kerül, hanem a kontúrt kezdő egyenes irányában ettől csúcssugárnyi távolságra (42. ábra).

Ha a pozicionáló mondatban ellentétes kontúrkövetést írtunk elő, mint a kezdő egyenesen, a vezérlő „kívülről” fut rá a kontúrt kezdő egyenesre.



42. ábra Kontúr állás „belülről”

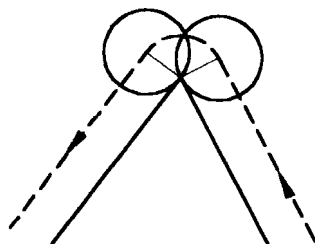
Ugyanez az elv érvényesül a kontúr elhagyásakor is (43. ábra).



43. ábra A kontúr elhagyása

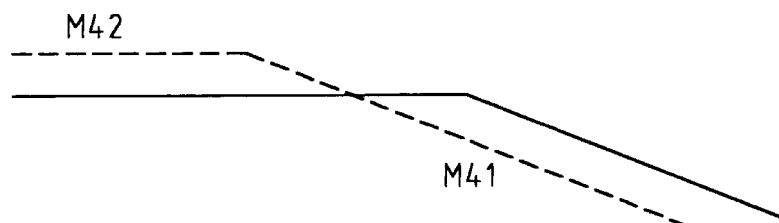
A továbbiakban egyenes esetén a kúpszög, körív esetén a programozottal azonos középpontú, de a sugárkorrekció értékével növelt vagy csökkentett sugarú kör pályája határozza meg a mozgást. A mondat végén a csúcsgörbe kör középpontja az elmondottak szerint számított párhuzamos vonalak metszéspontjába kerül. Ha ez a metszéspont nem létezik, vagy túl messze kerülne a ténylegesen esztergálandó felülettől, a programozás során olyan G2 vagy G3 mondat közébeiktatásával, amelyben csak RAD címet töltöttük ki (a beírt érték indifferens, lehet 0 is) elérhetjük, hogy a kés az úgynevezett nullkör mentén járja körül a tényleges metszéspontot. Az ilyen kör a végrehajtásból kimarad, ha nincs tényleges párhuzamos vonalvezetés számítás (M40 = EQC NO parancsállapot).

Ellenkező esetben a vezérlő a kés forgácsolópontját a metszéspontig vezeti, majd a **sugárkorrekció értékével azonos sugarú köríven** vezeti úgy, hogy a forgácsolópont a metszésponton maradva a csúcsgörbe középpontja arra a párhuzamosra kerüljön, amelyet a következő vonal határoz meg (44. ábra).



44. ábra Fordulás a sugárkorrekció értékével azonos sugarú köríven

Egyenes mondatokban (G0, G1) M00 címre a korábbtól eltérő iránykiválasztó értéket (M41 vagy M42) írhatunk. Ebben a mondatban a csúcssugár középpontja a vonal másik oldalára kerül, és a továbbiakban öröklődik (45. ábra).

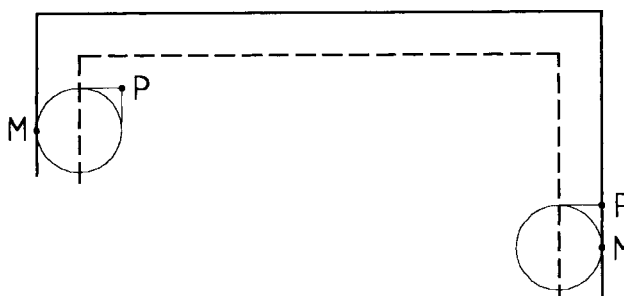


45. ábra A csúcssugár középpontjának áthelyezése

A párhuzamos vonalvezetés számítása akkor fejeződik be, amikor a kontúrt elhagyó pozicionálás következik sorra. Ez esetben az utolsó kontúresztergáló mondat végén a csúcssugár kör középpontja a mondat végpontjára merőleges egyenesre kerül, majd a pozicionáló mondatban a vezérlő ismét a kés elméleti élét vezeti a programozott végpontra. Ez az állapot is felülbírálnak. Ha a kontúrt elhagyó pozicionáló mondatba beírjuk az M40 parancsot, akkor a csúcskör a kontúrban marad, ha pedig a korábbival ellentéte M41 vagy M42 parancsot írunk be, akkor a csúcskör teljes egészében kilép a kontúrból.

Megjegyzések:

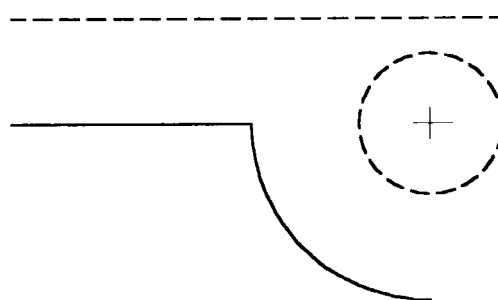
- ◇ a kontúresztergálás során előfordulhat, hogy a kés élének tényleges forgácsoló pontja az elméleti csúcsponttal ellentétes oldalra kerül (46. ábra).



46. ábra A tényleges forgácsoló pont az elméleti csúcsponttal ellentétes oldalra kerül

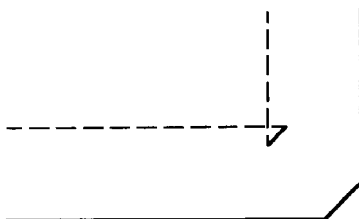
A kontúrral párhuzamos vonalvezetés (rádiusz-korrekción) **programozása hibás**, ha:

- ◇ a számított párhuzamosak nem metszik egymást. Javítható az említett nullkör programozásával (47. ábra).



47. ábra Rádiusz-korrekción hibás programozás

- ◇ belső letörést túl nagy sugárkorrekcióval kívánunk esztergálni (48. ábra).



48. ábra Túl nagy sugárkorrekció

Ha a kontúrral párhuzamos körív számítása során a körsugár említett csökkenése folytán negatív érték alakulna ki, a vezérlő a körív helyett kezdő és végpontjait összekötő egyenest veszi figyelembe.

### 3.5. Funkciómondat programozása

Egyes funkciók, elsősorban az előtolásértékek és a főorsó fordulatszám vagy fordulatkód, a legtöbb mondat típus paramétereként megadható, más részük megadása csak a speciális funkciómondatokban lehetséges.

**Típuskódok:** G50, G51, G52, G53, G54, G55, G56, G57

**Címlánc:** FEED SPIN TOOL M OUT VELO SMAX XABS ZABS P WAIT FROM

ahol:

- ◇ XABS és ZABS ha szerepelnek abszolút koordináták, és olyan G40-G47 típusú pozicionálást eredményeznek, amelyet a vezérlő a programozott funkcióértékek felvétele **után** hajt végre. Ugyancsak az ott leírtak szerint kerül végrehajtásra a FROM cím értelmezése.

A többi cím kitöltését és értelmezését az alábbiakban ismertetjük.

G40÷G47 és G50÷G57 típusú mondatok végrehajtása az alábbiakban különbözik:

- ◇ G40÷G47 típus esetén előbb végrehajtja a pozicionálást, majd ezután a programozott funkciókat,
- ◇ G50÷G57 típus esetén előbb a programozott funkciókat hajtja végre, és utána pozicionál.

#### 3.5.1. Előtolásértékek programozása

FEED címen programozott érték a pályamenti sebességet határozza meg.

Mértékegysége:  $M94 = \text{FEED} / \text{min}$  parancsállapotban:

- ◇ metrikus rendszerben: m/perc,
- ◇ hüvelyk rendszerben: az interface program által meghatározott érték.

Egyéb parancsállapotokban:

- ◇ metrikus rendszerben: mm/fordulat,
- ◇ hüvelyk rendszerben: inch/fordulat.

A programozás korlátai:

M94 = FEED/MIN parancsállapotban elvileg 9.999 m/perc, de nem lehet nagyobb, mint a tényleges gyorsmenet. Egyéb parancsállapotokban:

- ◇ a fordulatszámától függetlenül max. 2000 inkrement/fordulat (2 mm vagy 0.2 inch ) lehet.
- ◇ magas fordulatszámok esetén a programozott előtolás és a tényleges előtolás szorzata nem haladhatja meg a 10 m/perc (100 inch/perc) értéket.

A programozott F érték átírásáig érvényben marad, és vonatkozik minden mozgásra, kivéve:

- ◇ a gyorsmeneti pozicionálást, és
- ◇ a menetvágó előtolást.

A gyorsmeneti pozicionálás sebességértéke konstans. Gyorsmeneti sebesség mindkét irányban: max. 10 m/perc. Álló főorsó mellett a szánok csak M94 parancsállapotban mozgathatók. JOG mozgás esetén a vezérlőmű átmenetileg feltételezi ezt a parancsállapotot. Ha a főorsó áll, a programozott mozgás M94-től eltérő parancsállapotban FEED? hibajelzést ad.

### 3.5.2. Főorsófordulat programozása

A főorsófordulat sebességtartományait:

M11 = GRUP I = I. tartomány

M12 = GRUP II = II. tartomány

M13 = GRUP III = III. tartomány kódokkal lehet programozni. A tartományváltás a Gép interface felülete által szabályozva lehet automatikus vagy kézi.

Fokozatmentes egyenáramú főhajtás esetén a főorsó fordulatszáma az alábbi módon szabályozható:

- ◇ M94, M95 vagy M97 kóddal konstans fordulatszám programozható.  
SPIN címen ekkor a fordulatszám tényleges értékeit kell megadni.  
SPIN címre írt 4 jegyű szám alsó és felső korlátját a konkrét szerszámgép tulajdonságai határozzák meg. A felső korlátnál kisebb értéket, mint korlátot SMAX címre lehet megadni.
- ◇ M96 kóddal konstans vágósebesség programozható.  
VELO címen a vágósebesség értékét (m/perc, illetve láb/perc dimenzióban) adjuk meg. A programozott vágósebesség értékét a vezérlőmű folyamatosan érvényesíti a tényleges átmérő függvényében változtatva a fordulatszámot az alábbiak szerint:
  - ha a számított fordulatszám érték nem érne el az interface specifikációban tartományként meghatározott értéket, akkor helyette ezt az értéket adja ki,
  - ha a számított fordulatszámérték meghaladná SMAX címre írt értéket (4 jegyű szám, dimenziója fordulat/perc) akkor helyette ezt az értéket adja ki. Ez az érték nem lehet nagyobb, mint az interface specifikációban az adott tartományra meghatározott maximális érték,
  - gyorsmenetű pozicionálás esetén a végpont elérésekor a vezérlő megvárja amíg a főorsó felveszi a végponthoz, mint átmérőhöz tartozó fordulaterőértéket,

- ha SMAX címre a program nem adott meg értéket, a vezérlő a gépkönyvben rögzített alapértelmezést érvényesíti.

### 3.5.3. Szerszámpozíció és élkorrekció programozása

TOOL címre 4 jegyű szám írható be.

Első két számjegy: a kiválasztott késtartót (revolverfej esetén pozíciót) határozza meg. Értéke: 01 és 99 között változhat.

Második két számjegy: a szerszámhoz rendelt élkorrekciós csoport számát határozza meg. Értéke 01 és 15 között változhat, a kiválasztott késtartó számától függetlenül.

TOOL érték öröklődik, csak átírása változtatja meg.

Ha a kiválasztott késtartó nem változik (T kód első két számjegye 00), a vezérlőmű csak a megváltozott szerszámkorrekció csoport számát veszi figyelembe. Az első két számjegy megváltozása esetén a gép késváltást hajt végre, illetve késváltásra vár. Minden élkorrekció csoporthoz három méretinformáció és egy kód tartozik. Értéküket a SZERSZÁMBEMÉRÉS üzemmódban kell megadni. Az élkorrekciós értékek a következők:

- XTR\* X irányú szerszámhossz,
- ZTR\* Z irányú szerszámhossz,
- CTP\* kód a csúcslekerekítő kör középpontjának helyzete az elméleti élhez képest.

Az értékek megadási módját a 2.3.2.fejezet ismerteti. A hosszkorrekciók behívása az alábbi módon történik:

- ◇ a vezérlő kiszámítja az új és a korábbi hosszkorrekció értékek különbségét,
- ◇ majd ezzel az értékkel módosítja a pillanatnyi helyzetként nyilvántartott koordinátaértéket,
- ◇ tényleges elmozdulás az új korrekcióértékek lehívásakor nem történik, de a következő pozicionáláskor a vezérlő az új értékből kiindulva számítja ki a programozott végpontig megteendő utat.

### 3.5.4. M funkciók programozása

Az M funkciókat a 9. táblázatban csoportosítottuk.

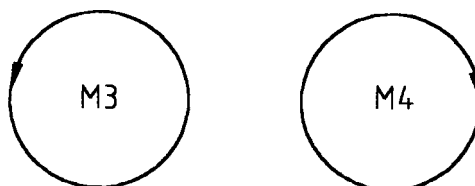
9. táblázat Az M funkciók csoportosítása

Funkció	Értelmezés	Csoport
M03	főorsóforgatás jobbra	I
M04	főorsóforgás balra	
M05	főorsóforgás állj	
M08	hűtővíz be	II
M09	hűtővíz ki	
M11	fordulattartomány I	III
M12	fordulattartomány II	
M13	fordulattartomány III	
M14	fordulattartomány IV	
M40	kontúrprogramozás kikapcsolva	IV
M41	kontúrkövetés balról	
M42	kontúrkövetés jobbról	
M94	konstans fordulat, előtolás független a főorsótól	V
M95	konstans fordulat, előtolás szinkronizálva a főorsóhoz	
M96	konstans vágósebesség	
M97	megszakítás (STOP) és override tiltás	

Egy mondatban csoportonként 1, összesen maximum 5 M funkció szerepelhet. A csoporton belül újabb kód megadása a csoport korábbi értékét átírja.

**Bekapcsolási alapállapot: M05, M09, M40, M95**

A főorsó forgásirányának értelmezése: szegnyereg felől nézve a 49. ábrán látható.



49. ábra Főorsó forgásirányának értelmezése.

Az OUT címre további M kódok is írhatók (funkciómondatonként egy újabb beírása a korábbi törli). Értékük 01÷99 között tetszőleges kód. Végrehajtásukról a konkrét szerszámgép igényeinek megfelelően az interface program gondoskodik.

### 3.5.5. WAIT és P címek programozása

**WAIT** címre várakozási idő írható s dimenzióban 1 tizedesjegy pontossággal. Maximálisan programozható várakozási idő 9.9 s. Végrehajtása:

- ◇ ha a mondatban kapcsolási utasítások vannak végrehajtásuk azonnal megtörténik, majd vár a programozott időtartamig,
- ◇ a megadott ideig tartó várakozás után folytatja a program végrehajtását, a mondatba írt mozgást, vagy a következő mondatot.

P címre a program végrehajtására vonatkozó utasítások adhatók meg.

**P1** programozott felfüggesztés a mondat végén. A vezérlő a mondat végrehajtása után leállítja az előtolást, és a főorsó forgást majd STOP állapotot hoz létre. CIKLUS START nyomógommbal a program végrehajtása folytatható. STOP állapotban a 2.5.4. fejezetben leírt beavatkozások hajthatók végre.

**P2** program vége. A vezérlő a mondat végrehajtása után leállítja a főorsó forgását, kikapcsolja a hűtést, számolja a befejezett programfutások számát (OUT címre kiírt érték), majd megszünteti a program végrehajtás állapotát és az AUTOMATA üzemmód kezdetére áll. A program ismételt végrehajtása –elejétől kezdve- CIKLUS START nyomógomb megnyomásával kezdeményezhető. Ha P2 címmel egyidejűleg FROM címet is kitöltöttük, STOP állapot jön létre, majd a programszámláló nem AUTOMATA üzemmód elejére, hanem FROM címre írt sorszámú mondatra áll (ha G40 vagy G50 mondatban egyidejűleg FROM cím és P2 szerepel, akkor mondatkeresés illetve tesztfutás közben FROM címen meghatározott ugrást nem veszi figyelembe)

**P3** feltételes stop. Ha a kezelőpanelen elhelyezett kapcsoló bekapcsolt, végrehajtása, mint P1 parancs, egyébként hatástalan.

**P4** feltételes mondat. Ha a kezelőpanelen elhelyezett kapcsoló kikapcsolt a parancs hatástalan, egyébként a vezérlő végrehajtás nélkül átlépi azt a mondatot, amelyben a P4 parancs szerepel. P4 és FROM cím együttes kitöltésével hosszabb programrészek végrehajtása vagy átlépése vezérelhető. A FROM ugrással átlépett mondatokat csak akkor hajtja végre, ha a kapcsoló bekapcsolt állapotú.

### 3.6. Koordinátatraszformáció, ciklusszervezés, nullponteltolás

A fejezetben a G60 és G61 típusú mondatok programozását és alkalmazási lehetőségeit ismertetjük. A két mondatípus alapvetően eltér a többi mondatípustól. Mindkét mondatípus programozásakor:

- ◇ a végrehajtás során nincs elmozdulás,
- ◇ a megmunkálás koordináta-rendszerét eltolják,
- ◇ adott programrészlet változó paraméterekkel történő ciklikus ismétlése lehetséges.



### 3.6.1. Átmeneti koordinátatranszformáció, mondattípus

**Típuskód:** G60

**Címlánc:** XTR\* ZTR\* RTR\* FROM TO\*\* QUOT

ahol:

- ◇ XTR\* és ZTR\* címre írt méretadat ha:
  - abszolút érték a soronkövetkező pozicionáláskor a számított elmozduláshoz hozzáadódik és ugyanakkor eltolódik,
  - növekményes érték módosítja az eltárolt transzformációértéket és az összeg a soronkövetkező pozicionáláskor, hozzáadódik a számított elmozduláshoz.
- ◇ RTR\* címre írt méretadatokat ha:
  - abszolút érték eltárolódik, és módosítja az eltárolt értéket és az összeg módosítja a korrekciós tárból lehívott sugárkorrekció értékét,
  - növekményes érték módosítja az eltárolt értéket és az összeg módosítja a korrekciós a korrekciós tárból lehívott sugárkorrekció értékét.
- ◇ FROM, TO QUOT címek kitöltése csak egyidejűleg történhet. Kitöltésük hatására a vezérlő FROM sorszámú mondattól kezdve TO sorszámú mondatig QUOT alkalommal megismétli a program végrehajtását.

Megjegyzések:

- ◇ a tárolt transzformációs értékek:
  - program vége,
  - üzemmódváltás esetén törlődnek.
- ◇ G60 mondattípust a programban kötelezően csak pozicionáló mondat vagy újabb G60 követhet,
- ◇ G60 mondattal programozott koordinátaeltolás esetén a kijelzés az eredeti koordinátarendszerben mutatja a szerszám helyzetét,
- ◇ ciklusban alkalmazott növekményes koordinátaeltolás esetén, a ciklus után, célszerű az eltárolt transzformációértéket újabb G60 mondattal (abszolút nulla értékadással) törölni (2. mintapélda).

Ha G60 vagy G61 mondatban koordináta eltolást írunk elő, ez csak a soronkövetkező első pozicionálás tényleges végrehajtásakor érvényesül. Ha tehát a ciklus kezdőmondata nem pozicionálás, akkor a koordinátaeltolást nem hajtja végre a vezérlő.

Az alábbiakban az átmeneti koordinátatranszformációval programozott ciklus alkalmazására mutatunk be két példát.

**Kontúresztergálás a távolságtartás változtatásával (1. példa)**

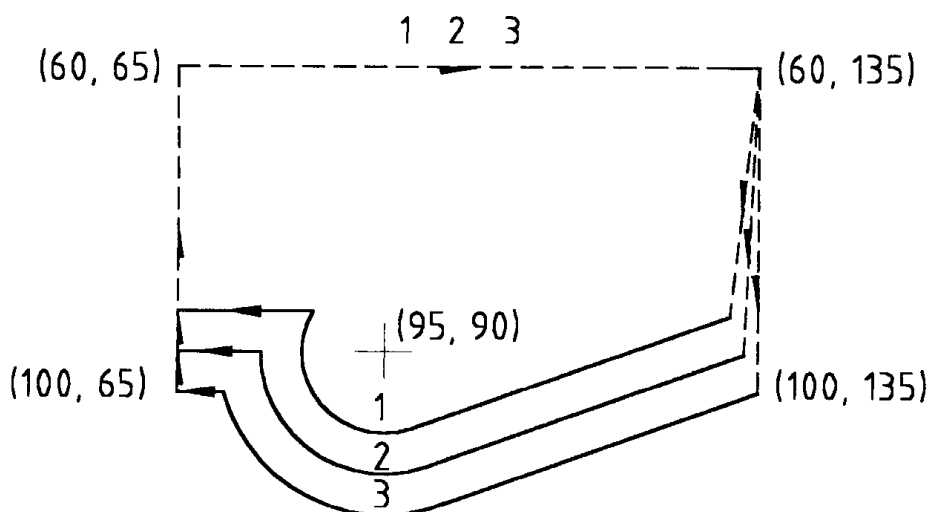
Legyen a programrészlet a következő:

N001	G50	T101	M42				
N005	G60			R10			
N010	G40	X100	Z135				
N015	G1				A-19.9		
N020	G2	X95	Z70	R20	I95	K90	
N025	G1	X100	Z65		A0		
N030	G41	X60	Z135				
N035	G60			RI-5	FR010	TO030	Q2

Hatása: a vezérlő 3 részletben közelítve könnyítést esztergál (50. ábra)

Megjegyzés: RI növekményes programozási értéket jelent.

- ◇ Ugyanez a módszer kovácsolt anyagok nagyolásánál vagy kétszeres simítás esetén is alkalmazható,
- ◇ A módosított értékű párhuzamos vonalvezetésre a 3.4.5. pontban elmondottak érvényesek.



50. ábra Az 1. programrészlet hatása

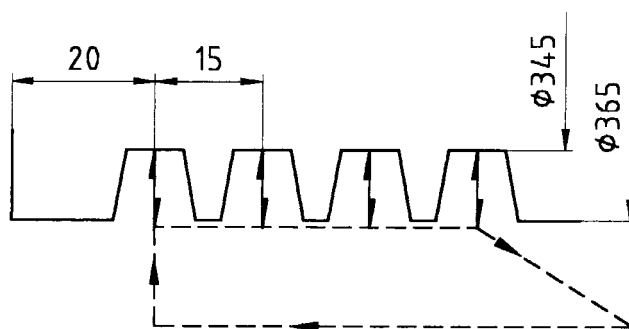
**Beszúrássok ismétlése koordináta transzformációval (2. példa)**

Legyen a programrészlet a következő:

N005	G42	X367	Z20				
N010	G1	X345					
N015	G1	X367		W1			
N020	G60		ZI-15	FR005	TO015	Q3	
N025	G60		Z0				
N030	G40	X400	Z200				

Hatása: a végrehajtás során a profilkés 4 azonos beszúrást hajt végre egymástól 15-15 mm távolságra (51. ábra).

Megjegyzés: ZI a programban növekményes értéket jelöl. Az N025 a  $\Sigma$  ZI törlése.



51. ábra A 2. programrészlet hatása

**3.6.2. Nullponteltolás, G61 mondattípus**

**Típuskód:** G61

**Címlánc:** XTR\* ZTR\* FROM TO\*\* QUOT

ahol:

- ◇ XTR\* és ZTR\* címre írt méretadat, ha:
  - abszolút érték, a koordinátarendszert eltolja,
  - növekményes érték, módosítja az eltárolt transzformációértéket és ez, módosítja a koordinátarendszert.

Mindkét koordinátaérték megadása kötelező, még akkor is, ha valamelyik koordinátaként növekményes  $\emptyset$  értéket adunk meg. Abszolút adatmegadásnak az a feltétele, hogy programvégrehajtás előtt érvényes nullpontfelvétel legyen. A G61 mondatban a RTR kitöltése hatástalan. FROM, TO\*\*, QUOT címek programozására vonatkozóan a G60 mondattípus programozásánál elmondottak érvényesek.

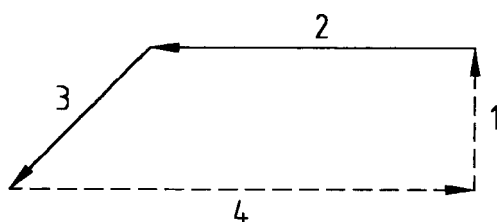
Megjegyzés:

- ◇ a mondattípus alkalmazásakor a kijelzés a továbbiakban az áthelyezett nullpontú koordináta-rendszerben érvényes,
- ◇ a mondattípusban programozott XTR\* és ZTR\* nullponteltolás értékek mindaddig érvényesülnek, amíg újabb G61 mondat programozása azt nem módosítja,
- ◇ a mondattípus alkalmazására vonatkozóan lásd bővebben a 2.3. fejezetet.

### 3.7. Nagyoló ciklusok programozása

Az alábbiakban nagyoláson olyan esztergálási műveletet értünk, amelyben a forgácsolással leválasztandó anyagot valamelyik tengellyel párhuzamos irányú mozgásokkal távolítjuk el. A nagyoló ciklusok a következő részciklusok ismétléséből tevődnek össze:

1. Fogásvétel, hosszirányú nagyolásnál X irányú elmozdulás, oldalazásnál Z irányú elmozdulás.
2. Esztergálás tengelyirányú mozgással a zárószakaszig hosszirányú nagyolásnál Z irányban, oldalazásnál X irányban.
3. Esztergálás a zárószakasz mentén.
4. Kés visszafutás gyorsmenettel a kiindulási pontra.



52. ábra Nagyoló ciklus

A ciklus végén a fogásvételi irányban (oldalazásnál Z, nagyolásnál X irányban) a programozott pontra, a másik irányban a kiinduló pontra tér vissza a szán.

#### 3.7.1. Hosszirányú nagyoló ciklus

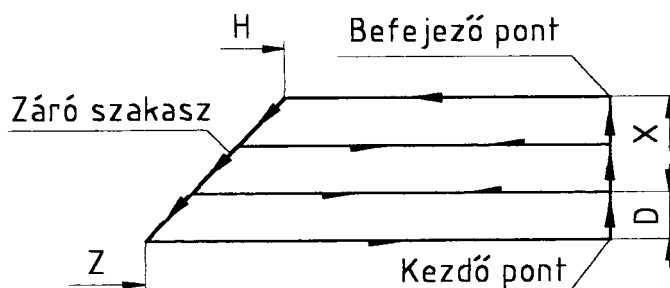
**Típuskód:** G70

**Címlánc:** XPOS ZPOS HELP DELT FEED SPIN P

ahol (53. ábra):

- ◇ XPOS az átmérő érték, ahol a nagyolás befejeztével a kés állni fog. Kitéltése kötelező. Az értékmegadás lehet abszolút vagy növekményes (Z koordináta befejezéskor ugyanaz, mint a nagyolás kezdetén volt),
- ◇ ZPOS az a koordináta, amelynek értékéig az első részciklus során a zárószakasz esztergálása (52. ábra 3) történik. Megadása kötelező, lehet abszolút vagy növekményes.

- ◇ HELP az a hosszkoordináta, amelynek értékéig az utolsó részciklus során a Z irányú esztergálás (52. ábra 2) történik. Megadása kötelező, lehet abszolút vagy növekményes. **Zárószakasz:** olyan egyenes, amely a befejező átmérőn (X) értelmezett H értéket köti össze a kezdőpont átmérőjén értelmezett Z értékkel.
- ◇ DELT fogásmélység, kitöltése kötelező. A megadott fogásmélységből, a ciklus kezdő és végátmérőjéből a vezérlő meghatározza a ciklusismétlések számát oly módon, hogy a fogásvételek összegeként megteendő utat egyenlő részekre osztja. A tényleges fogásmélység 25 %-al haladhatja meg a megadott értéket.
- ◇ FEED előtoló sebesség, kitöltése opcionális,
- ◇ SPIN fordulatszám kódja, vagy közvetlen értéke, kitöltése opcionális,
- ◇ P program felfüggesztés, program vége, kitöltése opcionális.



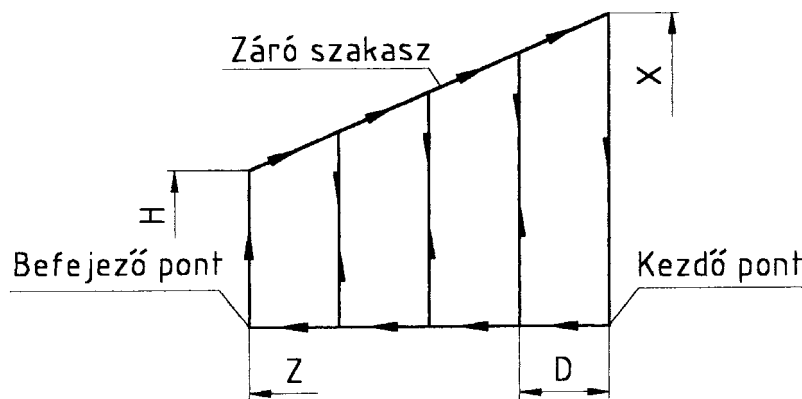
53. ábra Hosszirányú nagyoló ciklus

### 3.7.2. Oldalazó nagyoló ciklus

**Típuskód:** G71

**Címlánc:** XPOS ZPOS HELP DELT FEED SPIN P

Az oldalazó nagyoló ciklus programozása mindenben azonos a hosszirányú nagyoló ciklus programozásával csak az X és Z koordináták szerepe cserélődik fel (54. ábra).



54. ábra Oldalazó nagyoló ciklus

Megjegyzés:

- ◇ HELP értéke oldalazó nagyoló ciklusnál: átmérő!
- ◇ G70, G71 mondattípusnál a zárószakasz lehet tengelyirányú egyenes is. (G70 esetében  $Z=H$ , G71 esetében  $X=H$ )

### 3.7.3. Kontúrnagyoló ciklus hosszirányban

**Típuskód:** G72

**Előkészítés:**

- ◇ X illetve Z irányú koordinátatranszformáció a ráhagyás biztosítása érdekében,
- ◇ pozicionálás olyan pontra, amelynek Z koordinátája a nyersméreten kívül esik.

**Címlánc:** XPOS DELT FROM FEED SPIN

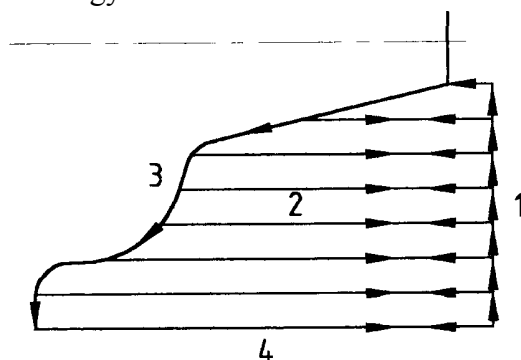
ahol:

- ◇ XPOS a nagyolás (hosszirányú) befejező átmérője. Kötelezően metszi a hivatkozott kontúrt, vagy egybeesik annak kezdőpontjával,
- ◇ DELT a nagyolás fogásmélysége. Értékét a vezérlő az egyenlő fogásfelosztás érdekében átszámolhatja (max. 25 %-al növelheti),
- ◇ FROM a hivatkozott kontúrt bevezető G4 vagy G5 típusú mondat sorszáma,
- ◇ FEED előtolásérték, ha szerepel a vezérlő a ciklus végrehajtása előtt érvényesíti,
- ◇ SPIN főorsó fordulatkód vagy fordulatszám, ha szerepel a vezérlő a ciklus végrehajtása előtt érvényesíti,
- ◇ ZPOS, HELP címek a G72 kontúrnagyoló ciklus mondatban is megjelennek, de kitöltésük felesleges és hatástalan.

Végrehajtáskor a vezérlőberendezés (55. ábra):

1. Fogást vesz gyorsmeneti előtolással,
2. Megkeresi a FROM címen meghatározott mondatot követő kontúr (G0, G1, G2, illetve G3 típusú mondatok sorozata) és a fogásvétel utáni átmérő metszéspontját (figyelembe véve a koordinátatranszformációt) és előtolással nagyol az így meghatározott pontig. Ha a kontúr korábbi befejeződése miatt nincs ilyen pont, a kontúrt egy X tengellyel párhuzamos megfelelő irányú egyenessel egészíti ki,
3. A kontúr mentén továbbhaladva esztergál a fogásvételt megelőző átmérő eléréséig.
4. A kés gyorsmenettel visszafut Z, majd X irányban a fogásvételt befejező pontra.

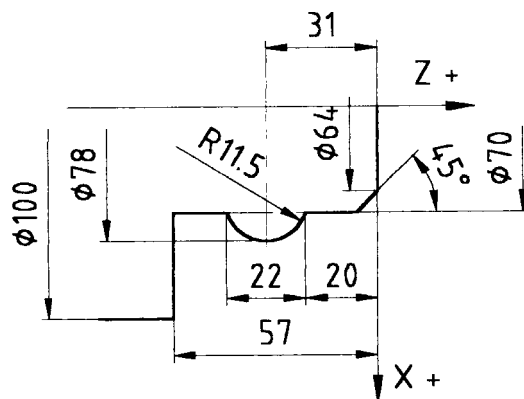
Megjegyzés: A kontúrnagyolásban hivatkozott kontúr programrészlet körívei nem léphetnek ki a kezdő tértől!



55. ábra Kontúrnagyoló ciklus hosszirányban

G72 címláncában az XPOS címre a **befejező átmérő +”X” ráhagyás** (G60-ban programozott) értékét kell írni, különben a vezérlő hibát jelez.

Az elmondottak bemutatására tekintsük a következő programpéldát (56. ábra):



56. ábra Mintapéllda kontúrnagyoló ciklusra

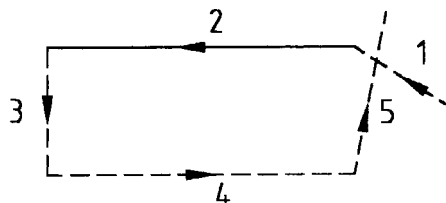
N005	G50	F0.8	S5	M3	M40	X110	Z1
N010	G60	X1	Z0.2				
N015	G72	X65	DELTA	FROM30			
N020	G60	X0	Z0				
N025	G40	X110	Z10				
N030	G50	X64	Z1				
N035	G01	X70	A-45				
N040	G01	Z-20					
N045	G02	X78	Z-31	R17			
N050	G02	X70	Z-42	R17			
N055	G01	Z-57					
N060	G01	X102					
N065	G40	X110	Z10	P2			

### 3.8. Menetvágó ciklusok programozása

A menetvágás végrehajtása csak speciális menetvágó ciklusokkal lehetséges. Ezek a ciklusok a nagyoláshoz hasonlóan részciklusok ismétlődéséből tevődnek össze (57. ábra).

A részciklusok lépései:

1. Fogásvétel. A programozott előtolással történik, általában egyidejűleg X és Z irányú elmozdulás. Az egyes menetvágó ciklusok végrehajtása tulajdonképpen a fogásvétel elmozdulása szerint különbözik. A fogásvétel irányát minden esetben ELEV címre írt érték előjele határozza meg.
2. Esztergálás menetvágó előtolással. A tényleges mozgás a főorsó adott szöghelyzetében kiadott jelre indul, a fordulatonkénti előtolásérték a menetemelkedés. Ez a előtolás (síkmenet kivételével) mindig Z tengely irányában érvényesül, akkor is ha a tényleges mozgás X címre írt érték által kúpfelületen történik (kúpos menet).
3. Kiemelés. A kiemelés X tengellyel párhuzamos mozgás, a fogásvétellel ellentétes irányban. Abszolút értéke átmérőben 2000 inkrementtel meghaladja a kezdőpont X koordinátájának értékét. A kiemelés gyorsmenettel történik.
4. Visszafutás. A menetvágó ciklussal azonos hosszúságú, de ellentétes irányú gyorsmeneti mozgás.



57. ábra Menetvágó ciklus

Megjegyzés:

- ◇ a kötelező fogásvételi elmozduláshoz az előző fogásvételek X összetevőjét és a kiemelő értéket is hozzáadja,
- ◇ a menetvágó ciklus meghívását a menet névleges méretére való pozicionálásnak kell megelőznie. A ciklus végén visszatér ugyanerre a kezdőpontra. Belső menetnél értelemszerűen a magméretre kell pozicionálni.

#### Menetvágó ciklus programozásának szempontjai.

1. A menetvágási ciklus kezdőpontját, valamint az esztergáló részciklus végpontját annak figyelembevételével célszerű meghatározni, hogy a dinamikus felgyorsítás, illetve megálláshoz a lassítás (Z irányban) csak meghatározott úthossz alatt következhet be. Ezen a szakaszon az esztergált menet nem lesz pontos. Ezért a ráfutási illetve kifutási hosszt biztosítani kell.
2. A megmunkálható maximális menetemelkedés: 999.999 mm,



3. A menetemelkedés és a fordulatszám szorzatára az:

$$(S * E)_{\max} \leq F \quad \text{m/min}$$

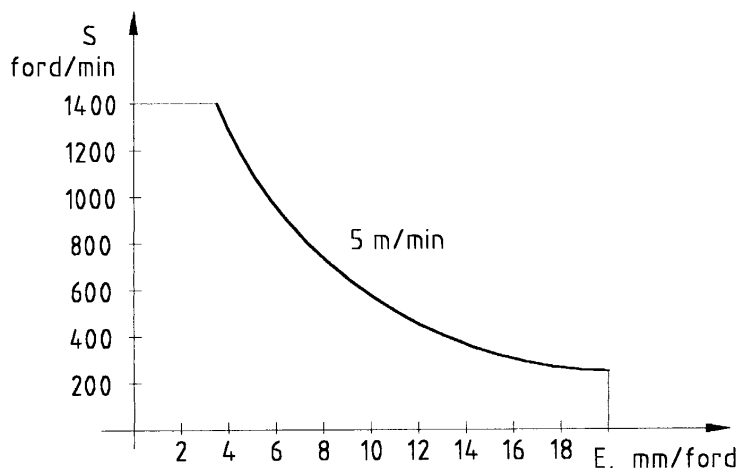
ahol:

S főorsó fordulatszám ford/perc

E menetemelkedés m

F a szerszámgépen alkalmazható maximális előtolás m/min

A diagram (58. ábra) szerint például:  $S_{\max} = 1400$  ford/min , gyorsmeneti max. előtolás  $E_{\max} = 5$  m/min.



58. ábra A menetemelkedés és fordulatszám szorzatának korlátja

### 3.8.1. Metrikus szabványmenet programozása

**Típuskód:** G80

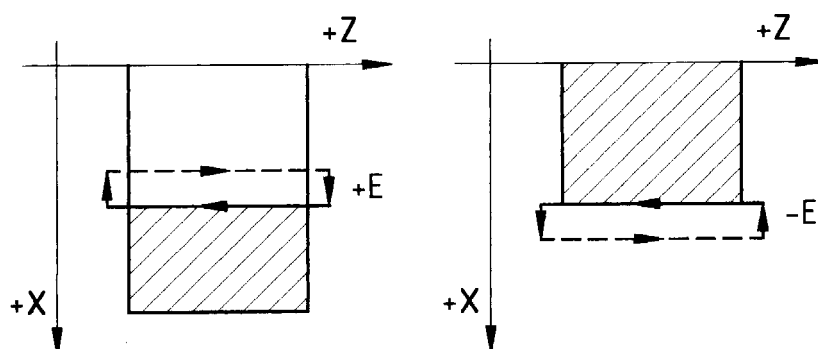
**Címlánc:** XPOS ZPOS QUOT ELEV ARC P

ahol:

- ◇ XPOS a névleges átmérő változása kúposmenet esetén. Opcionálisan kitöltendő érték,
- ◇ ZPOS a menethossz Z irányú összetevője. Megadása kötelező, lehet abszolút vagy növekményes érték,
- ◇ QUOT a menetvágást végrehajtó részciklusok száma,
- ◇ ELEV a menetemelkedés értéke. A vezérlő előjelesen értelmezi, előjele a menetmélység (fogásvétel) irányát jelenti. Kúposmenet esetében a hosszirányú (Z) menetemelkedés értékét határozza meg,
- ◇ ARC opcionálisan kitöltendő érték, speciális 60°-os profilszögű zollos menet készítésekor programozható. A zollonkénti menetek számát két tizedesjegy pontossággal határozza meg. Kitöltésekor a vezérlő ebből az értékből számítja ki a tényleges menetemelkedést és ELEV címre írt értéknek csak az előjelét értelmezi,
- ◇ P programozott felfüggesztés vagy program vége. Kitöltése opcionális.

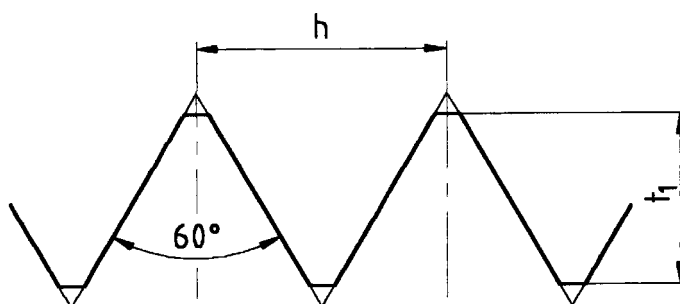
HELP és DELT címek a címláncban megjelennek, de kitöltésük felesleges és hatástalan.

A fogásvételi irányok értelmezése (59. ábra):



59. ábra Fogásvételi irányok értelmezése

A G80 típusú mondat hatására a vezérlő 60°-os szabványmenetet vág az alábbi menetszelvény szerint (60. ábra):



60. ábra Metrikus élesmenet szelvény

A menetszelvény geometriai jellemzői:

- ◇ a menetszög 60°,
- ◇ a menetemelkedés (h) a programozott vagy számított érték,
- ◇ a ténylegesen esztergált menetmélység szabvány szerint

$$t_1 = 0.6945 h$$

Az egyszeri fogásvételek értékének  $X$  összetevője  $Q$  (ciklusszám) értékének figyelembevételével az alábbi sorozat szerint növekszik:

$$X_1 = \frac{t_1}{\sqrt{Q-1}} * 0.5$$

$$Z_1 = X_1 * 0.58$$

$$X_2 = \frac{t_1}{\sqrt{Q-1}} * 0.5$$

$$Z_2 = X_2 * 0.58$$

$$X_3 = \frac{t_1}{\sqrt{Q-1}} * (\sqrt{2}-1)$$

$$Z_3 = X_3 * 0.58$$

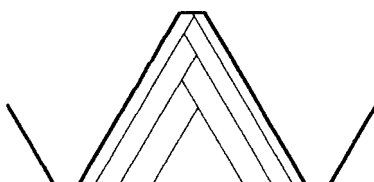
$$X_4 = \frac{t_1}{\sqrt{Q-1}} * (\sqrt{3}-\sqrt{2})$$

$$Z_4 = X_4 * 0.58$$

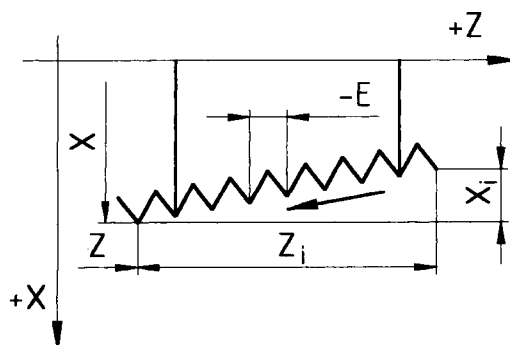
$$X_Q = \frac{t}{\sqrt{Q-1}} * (\sqrt{Q-1} - \sqrt{Q-2}) \quad Z_Q = \pm X_Q * 0.58$$

Megjegyzés:

- ◇ a számítási eljárás az egyes fogásvételek nagyságát úgy határozza meg, hogy adott fogásszám ( $Q$ ) mellett a leválasztandó forgácskeresztmetszet – így a szerszámra ható forgácsoló erő is – állandó maradjon (61. ábra).
- ◇ belső menet megmunkálásakor a magméretre való pozicionálás szükséges (62. ábra)



61. ábra Leválasztott forgácskeresztmetszetek



62. ábra Belső kúpos menet

### 3.8.2. Withwort menet programozása

**Típuskód:** G81

**Címlánc:** XPOS ZPOS QUOT ELEV ARC P

A menetvágó ciklus a 60°-os szabványmenettől az alábbiakban tér el:

- ◇ ARC cím kitöltése (inchenkénti menetszám) kötelező. ELEV címre írt tetszőleges értéknek csak az előjelét veszi figyelembe a fogásvételi irány megállapítására.
- ◇ menetszelvény számításánál a menetszög értéke 55°, a ténylegesen esztergált menetmélység:

$$t_1 = 0.64033 \cdot h$$

- ◇ ennek megfelelően fogásvételenként a Z irányú (váltakozó előjelű) fogáseltolás értéke:

$$Z_L = \pm X_L \cdot \tan 55^\circ$$

### 3.8.3. Menetvágás programozása váltakozó előjelű fogáseltolással

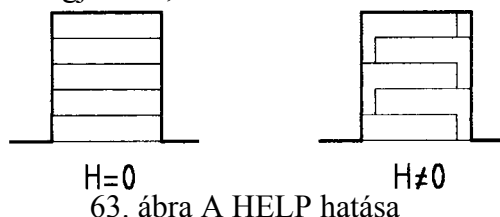
**Típuskód:** G82

**Címlánc:** XPOS ZPOS QUOT ELEV DELT HELP P

ahol:

- ◇ XPOS címre (csak kúposmenet esetén) a névleges átmérő változását jelentő érték adható meg abszolút vagy növekményes módon,
- ◇ ZPOS címre a menethossz Z irányú összetevője adható meg abszolút vagy növekményes módon,
- ◇ QUOT ciklus ismétlési szám,
- ◇ ELEV a menetemelkedés, előjele a fogásvétel irányát határozza meg,
- ◇ DELT a fogásvételnövekmény átmérőváltozása (előjeltelen, mivel irányát ELEV előjele határozza meg),
- ◇ HELP a fogásvétel Z irányú összetevőjének értéke, iránya fogásvételenként előjelet vált. HELP címre kicsi (legfeljebb néhány század) értéket célszerű írni, célja a menetvágó kés beszorulásának megakadályozása (63. ábra),
- ◇ P címen programozott felfüggesztés, vagy program vége adható meg.

ARC cím a címláncban megjelenik, de kitöltése hatástalan



63. ábra A HELP hatása

Megjegyzés:

- ◇ az elmondottak szerint:

$$X_L = D \quad Z_L = H$$

- ◇ a ciklus egyéb speciális menetek elkészítésére szolgál.

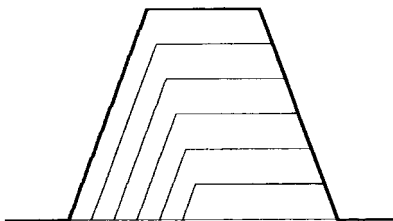
### 3.8.4. Menetvágás programozása adott szögű fogásvétellel

**Típus kód:** G83

**Címlánc:** XPOS ZPOS QUOT ELEV DELT ARC P

ahol:

- ◇ XPOS, ZPOS, QUOT, ELEV, DELT, P címek programozása azonos a G82 mondattípussal leírtakkal,
- ◇ ARC címen a menetprofilal párhuzamos egyenes hajlásszöge adható meg (64. ábra).



64. ábra Adott szögű fogásvétel

Végrehajtáskor a vezérlő HELP értéket

$$H = D/\text{tg} \text{ARC}$$

összefüggéssel kiszámítja, előjele ARC előjelétől függ, ciklusonként nem változtatja.

### 3.8.5. Síkmenet esztergálása

**Típus kód:** G84

**Címlánc:** XPOS QUOT ELEV DELT HELP P

Mindenben azonos G82 (menetvágás váltakozó előjelű fogáseltolással) mondattípussal, de X és Z irány fel van cserélve, tehát:

- ◇ fogásvétel Z irányban történik (DELT érték),
- ◇ a menetvágó mozgás illetve fogáseltolás (XPOS illetve HELP címek értéke) X irányban kerülnek értelmezésre.

#### 4. A programozási és a CNC gépkezelői tevékenység

A programozó technológusi tevékenység főbb feladatai:

1. A munkadarab befogásának megtervezése, segédeszközök biztosítása.
2. Optimális fogásfelosztási és szerszámozási terv készítése.
3. Geometria adatok meghatározása.
4. Optimális technológiai adatok meghatározása.
5. Programkészítés.
6. Gépbeállítási dokumentumok készítése a kezelő részére.

A CNC gépkezelő feladatai:

1. A munkadarab befogása.
2. Felszerszámzás, szerszámbeállítás, gépbeállítás.
3. Program betáplálás, gépkezelés.
4. Felügyelet, ellenőrzés, mérés.
5. Szerszámcsere.
6. Beavatkozás, megszakítás, újbóli indítás stb.

Egyedi és kissorozat gyártás esetén a vezérlőmű programozhatóságának intelligenciája és univerzalitása révén a gyakorlott gépkezelő a megmunkálási programot az alkatrészrajz alapján közvetlenül billentyűzés közben állítja össze, és írhatja a memóriába.

#### 5. Gépbeállítási dokumentumok

##### 5.1. Felfogási terv, műveleti utasítás

A felfogási terven fel kell tüntetni:

- ◇ a programozási koordináta-rendszert,
- ◇ a programozási méretláncot,
- ◇ a befogási vázlatot

Műveleti utasítás kidolgozásának lépései:

- ◇ a műveletelemek és a hozzájuk tartozó ráhagyási alakzatok meghatározása, majd, a sorrend előírása,
- ◇ szerszámválasztás minden egyes műveletelemhez, a kiválasztott szerszámokhoz szerszámhelyek és szerszámkorrekciós tárcák hozzárendelése,
- ◇ a forgácsolási adatok (V, S, F, D) meghatározása

## 5.2. Szerszámterv

A szerszámterv a következőket tartalmazza:

- ◇ a szerszámok befogási helye és a szerszámmal rendelt korrekciós tárazonosítója,
- ◇ szerszámtartó megnevezése,
- ◇ a betétszerszám megnevezése,
- ◇ a forgácsoló lapka megnevezése,
- ◇ szerszámelrendezési vázlat.

A szerszámterv összeállításánál gondosan ügyelni kell az ütközések elkerülésére.

## 5.3. Programkészítés

Történhet formanyomtatványon, digitális adathordozón vagy a vezérlésen közvetlen billentyűzéssel.

A programkészítés segítése érdekében összefoglaljuk a HUNOR PNC 721 utasításrendszerét.

### G mondattípus kódok

<b>G0 – G3</b>	kontúr leíró mondatok
<b>G0</b>	egyenes interpoláció gyorsmenettel
<b>G1</b>	egyenes interpoláció előtolással
<b>G2</b>	körinterpoláció az óramutató járása szerint előtolással
<b>G3</b>	körinterpoláció az óramutató járásával ellentétes irányban előtolással
<b>G40 – G47</b>	pozicionálás, majd funkció-végrehajtás
<b>G50 – G57</b>	funkció-végrehajtás majd pozicionálás
<b>G40 vagy G50</b>	gyorsmenet egyenes vonalban
<b>G41 vagy G51</b>	gyorsmenet X, majd Z irányban
<b>G42 vagy G52</b>	gyorsmenet Z, majd X irányban
<b>G43 vagy G53</b>	gyorsmeneti pozicionálás az élkorrekcióktól függetlenül
<b>G44 vagy G54</b>	gyorsmenet egyenes vonalban, a végén 1 mm előtolással
<b>G45 vagy G55</b>	gyorsmenet X, majd Z irányban, a végén 1 mm előtolással
<b>G46 vagy G56</b>	gyorsmenet Z, majd X irányban, a végén 1 mm előtolással
<b>G47 vagy G57</b>	gyorsmeneti pozicionálás, a végén 1 mm előtolással a következő egyenes kezdőpontjáig
<b>G60 – G61</b>	ciklusszervezés
<b>G60</b>	átmeneti koordinátatranszformáció
<b>G61</b>	nullpont végleges áthelyezése

<b>G70 – G72</b>	nagyoló ciklusok
<b>G70</b>	hosszirányú nagyoló ciklus
<b>G71</b>	keresztirányú nagyoló ciklus
<b>G72</b>	hosszirányú kontúrkövető ciklus
<b>G80 – G84</b>	menetvágó ciklusok
<b>G80</b>	szabványos metrikus élesmenet
<b>G81</b>	szabványos withworth menet
<b>G82</b>	laposmenet változó fogáseltolással
<b>G83</b>	trapézmenet adott szögű fogásvétellel
<b>G84</b>	síkmenet

### Útinformációk

<b>X±3.3 mm</b>	átmérőérték illetve annak változása
<b>Z±4.3 mm</b>	hosszkoordináta illetve annak változása
<b>A±2.2 fok</b>	kúpszög
<b>R4.3</b>	kör sugara
<b>I±4.3</b>	körközéppont X irányú abszolút koordinátája
<b>K±4.3</b>	körközéppont Z irányú abszolút koordinátája
<b>B±3.3</b>	letörés szárhossza, lekerekítés sugara
<b>D1.3</b>	fogásmélység
<b>H±4.3</b>	segéd távolság
<b>E±1.5</b>	menetemelkedés

### Technológiai utasítások

<b>F1.3 mm/ford</b>	előtolás
<b>T4</b>	szerszámhely és korrekciós tár azonosítója
<b>S250 ford/min</b>	főorsó fordulatszáma
<b>V120 m/min</b>	konstans forgácsoló sebesség
<b>SMAX4</b>	max. megengedett fordulatszám

### Segédfunkciók

<b>M3</b>	főorsó forgás a szegnyereg felől nézve az óramutató járásával ellentétesen
<b>M4</b>	főorsó forgás a szegnyereg felől nézve az óramutató járásával megegyezően
<b>M5</b>	főorsó állj
<b>M8</b>	hűtővíz bekapcsolás
<b>M9</b>	hűtővíz kikapcsolás
<b>M11</b>	I. fordulatszám tartomány



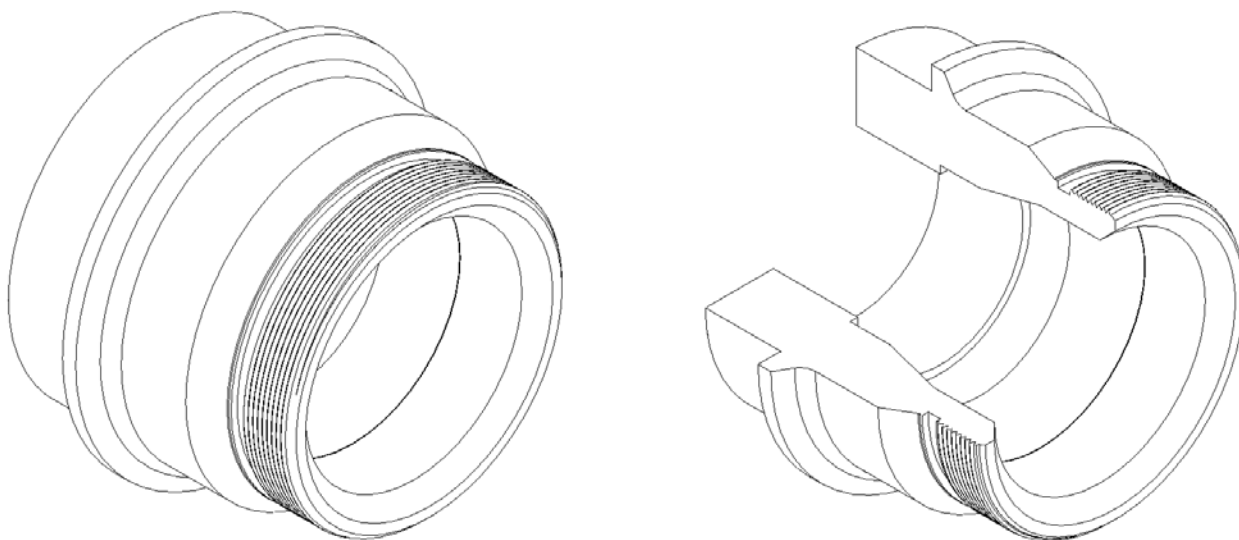
<b>M12</b>	II. fordulatszám tartomány
<b>M13</b>	III. fordulatszám tartomány
<b>M40</b>	kontúrkövetés letiltása
<b>M41</b>	kontúrkövetés balról (vagyis külső esztergálásnál a tokmány felé haladva)
<b>M42</b>	kontúrkövetés jobbról
<b>M94</b>	előtolás mm/min
<b>M95</b>	előtolás mm/ford
<b>M96</b>	konstans forgácsolási sebesség programozása előtolás mm/ford
<b>M97</b>	előtolás mm/ford, de a fordulatszámot nem lehet kapcsolóval módosítani

### Programtechnikai utasítások

<b>LABL</b>	programazonosító
<b>N</b>	mondat sorszáma (max. 999)
<b>FROM</b>	programrész ismétlés (ciklus) kezdő mondatának sorszáma
<b>TO</b>	programrész ismétlés (ciklus) befejező mondatának sorszáma
<b>Q99</b>	programrész ismétlés (ciklus) ismétlési száma
<b>W1.1</b>	várakozási idő (sec)
<b>P1</b>	programozott megállás
<b>P2</b>	program vége

## 6. Programozási mintapéldák

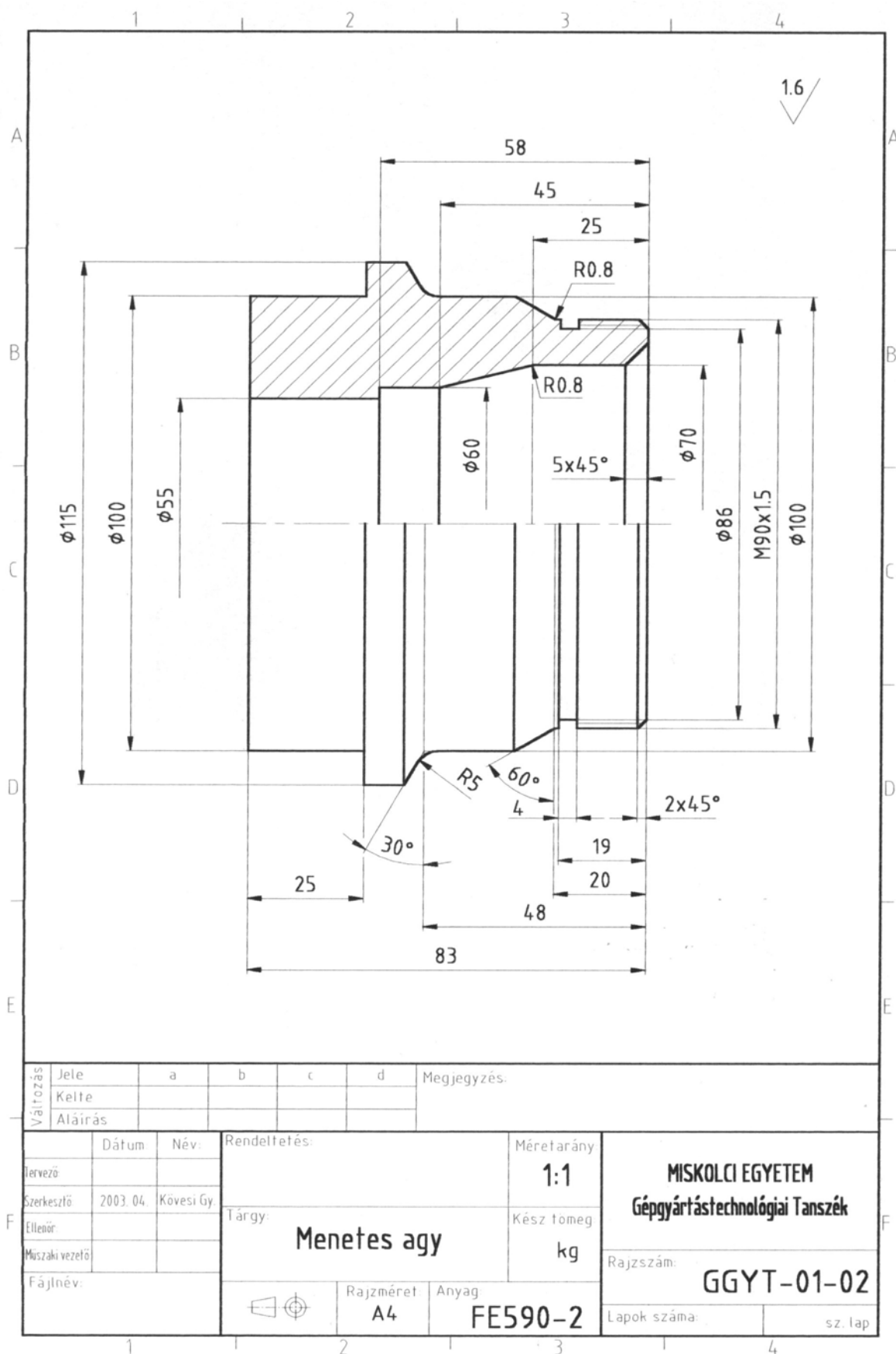
### 6.1. Menetes agy megmunkálása



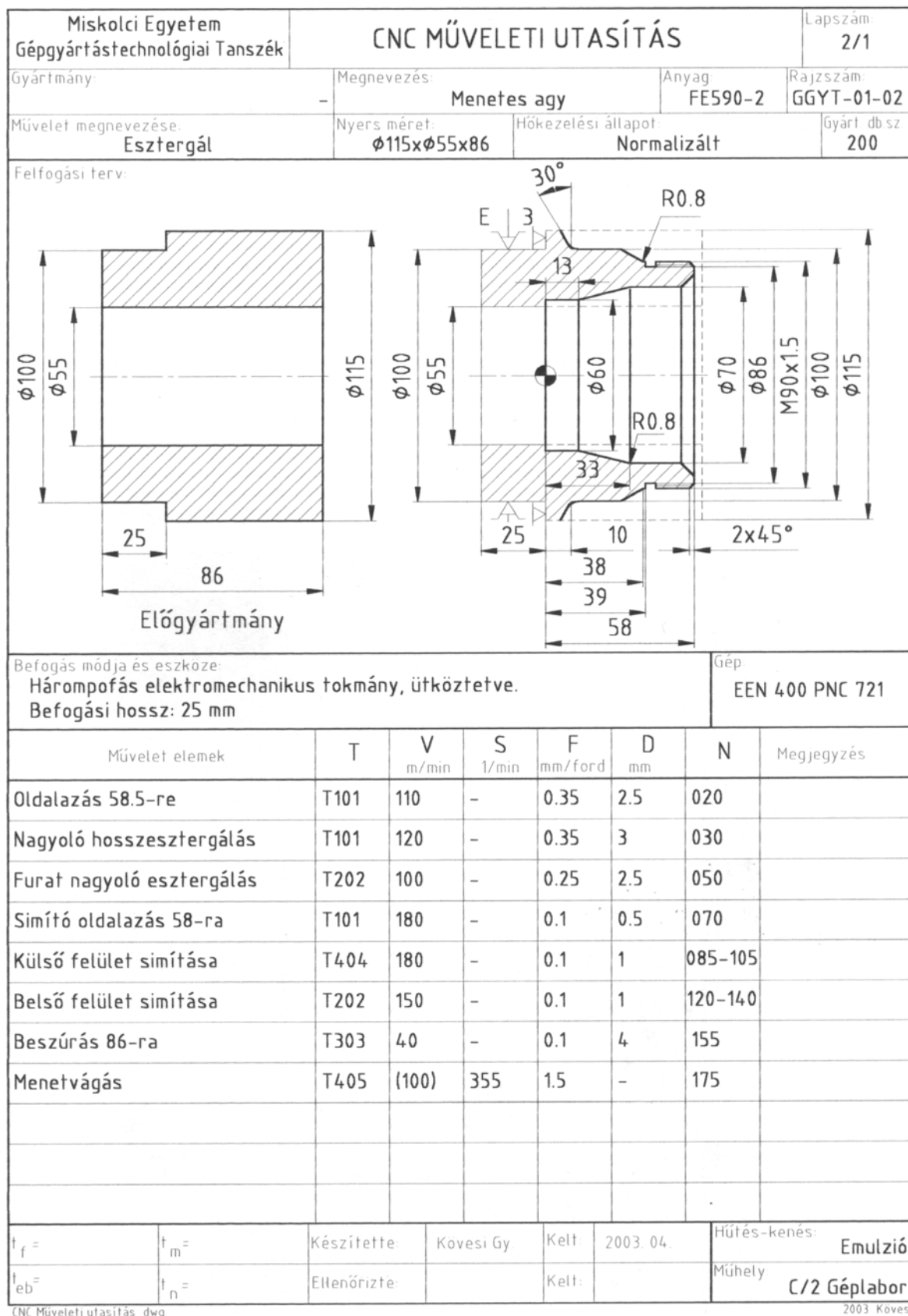
65. ábra Menetes agy alkatrész 3D takartvonalas rajza



66. ábra Menetes agy alkatrész testmodellje



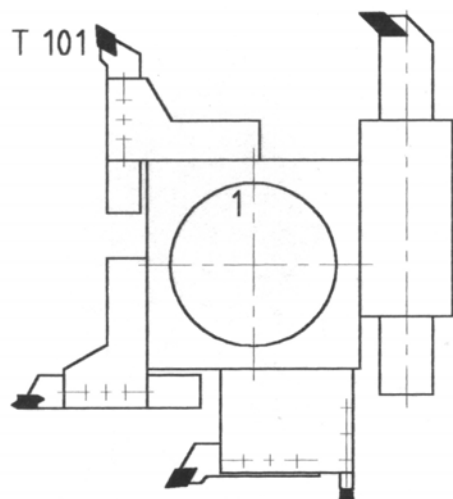
67. ábra Menetes agy gyártási műhelyrajza



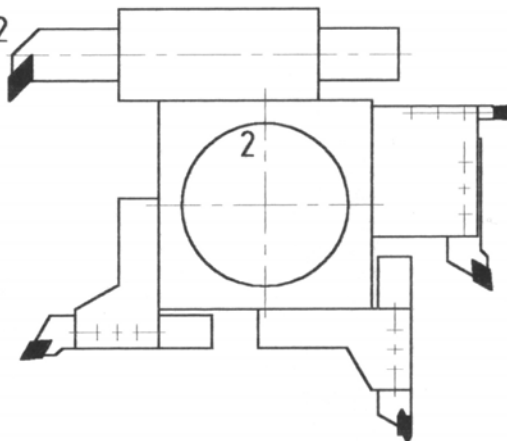
68. ábra Menetes agy felfogási terv és műveleti utasítás

Miskolci Egyetem Gépgyártástechnológiai Tanszék		CNC SZERSZÁMTERV		Lapszám 2/1
Gyártmány		Megnevezés Menetes agy	Anyag FE590-2	Rajzszám GGYT-01-02
Művelet megnevezése: Esztergál		Nyers méret: Ø115xØ55x86	Hőkezelési állapot: Normalizált	Gyárt. db sz 200
Szerszám helyzet	Szerszámtartó	Szerszámtest	Lapka	
T101	SZIM 01.2.72	SCLCR 2020 K12	CCMM 120408 TTX P10-P20	
T202	SZIM 07.2.72	A40T-SDUCR 15	DCMM 150408 TTX P10-P20	
T303	SZIM 03.2.72	ISO 7 (DIN4981)	D5 (DIN 4950) P30	
T404	SZIM 03.2.72	SDJCR 2020 K15	DCMM 150408 TTX P10-P20	
T405	SZIM 01.2.72	225.33.101	235.72.215 TTX P10-P20	

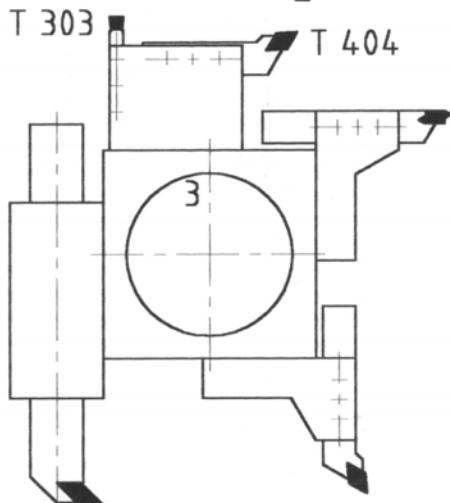
T 101



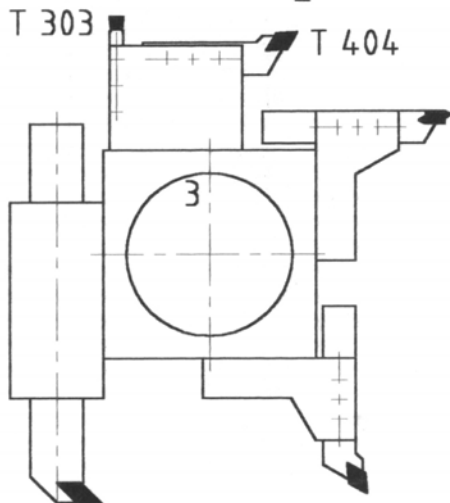
T 202



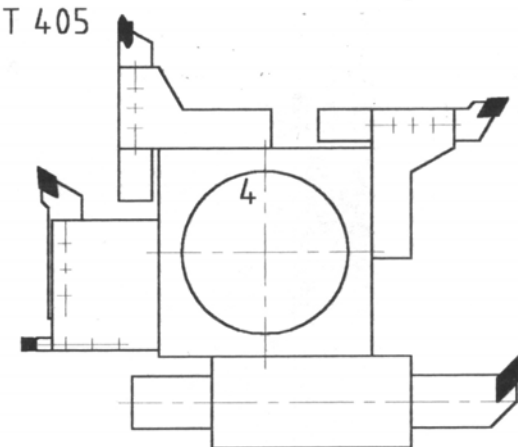
T 303



T 404



T 405



Készítette:	Kövesi Gy.	Kelt:	2003. 04.	Ellenőrizte:		Kelt:	
-------------	------------	-------	-----------	--------------	--	-------	--

CNC Szerszámterv dwg

2003 Kove

CNC Szerszámterv dwg

2003 Kövesi

69. ábra A menetes agy CNC esztergálásának szerszámterve

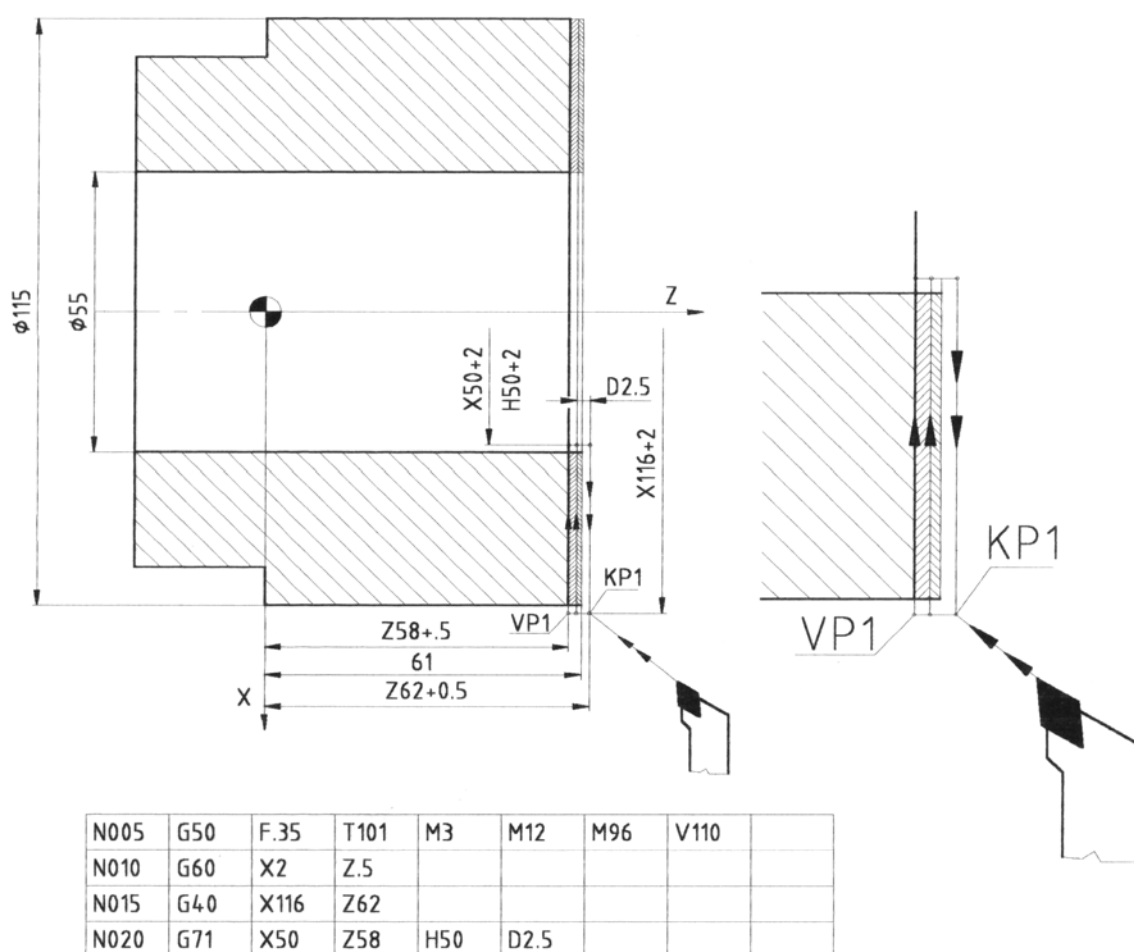
Miskolci Egyetem Gépgyártástechnológiai Tanszék			CNC PROGRAM					Lapszám: 2/1
Gyártmány: -			Megnevezés: Menetes agy			Anyag: FE590-2		Rajzszám: GGYT-01-02
Művelet megnevezése: Esztergál			Nyers méret: Ø115xØ55x86		Hőkezelési állapot: Normalizált		Gyárt. db sz. 200	
N005	G50	F.35	T101	M3	M12	M96	V110	
N010	G60	X2	Z.5					
N015	G40	X116	Z62					
N020	G71	X50	Z58.5	H50	D2.5			
N025	G40	X115	Z58	V120				
N030	G72	X86	D3	FROM80				
N035	G40	X110	Z160					
N040	G60	X-2	Z.5					
N045	G50	F.25	T202	V100	X54	Z58.5		
N050	G72	X80	D2.5	FROM115				
N055	G42	X150	Z100					
N060	G60	X0	Z0					
N065	G57	F.1	T101	M42	V180	X90	Z58	
N070	G1	X70						
N075	G40	X100	Z150					
N080	G57	T404	M41	X86	Z58			
N085	G1	X90	A-45					
N090	G1	Z38						
N095	G1	X100	A-30					
N100	G1	Z10	B5					
N105	G1	X118	A-60					
N110	G40	X150	Z150					
N115	G57	T202	M42	V150	X80	Z58		
N120	G1	X70	A45					
N125	G1	Z33						
N130	G1	X60	Z13					
Készítette:	Kovesi Gy.	Kelt:	2003. 04.	Ellenőrizte:		Kelt:		

CNC Program dwg. 2003 Kovesi

70. ábra A menetes agy esztergálásának CNC programja

Miskolci Egyetem Gépgyártástechnológiai Tanszék			CNC PROGRAM					Lapszám: 2/2	
Gyártmány:			Megnevezés: Menetes agy			Anyag: FE590-2		Rajzsám: GGYT-01-02	
Művelet megnevezése Esztergál			Nyers méret: Ø115xØ55x86		Hőkezelési állapot: Normalizált			Gyárt db sz. 200	
N135	G1	Z0							
N140	G1	X53							
N145	G42	X100	Z125						
N150	G55	F.1	T303	M40	V40	X90.5	Z39		
N155	G1	X86	W.5						
N160	G1	X90.5	F.2						
N165	G41	X100	Z150						
N170	G51	F1.5	S355	T405	M95	X90	Z62		
N175	G80	Z41.5	Q5	E-1,5					
N180	G40	X150	Z200	P2					
	</								

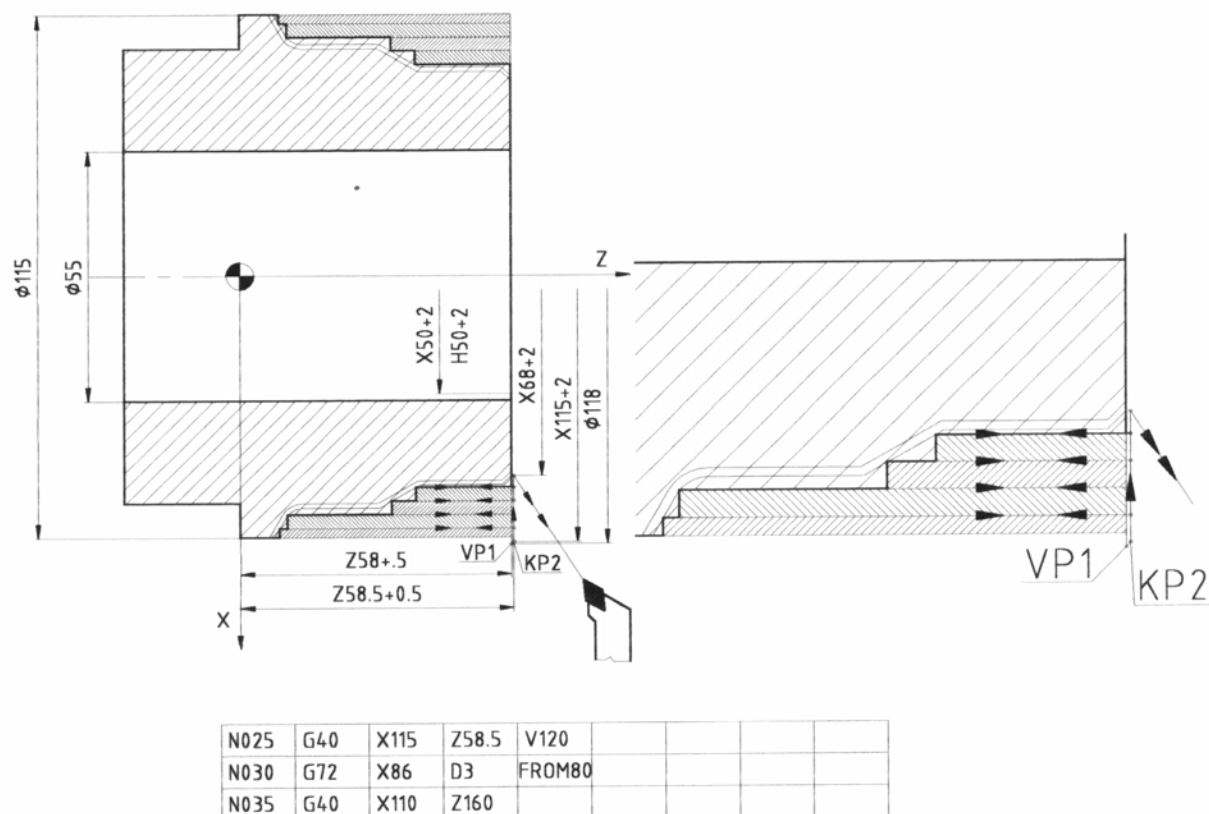
71. ábra A menetes agy esztergálásának CNC programja



72. ábra Menetes agy nagyoló oldalazása

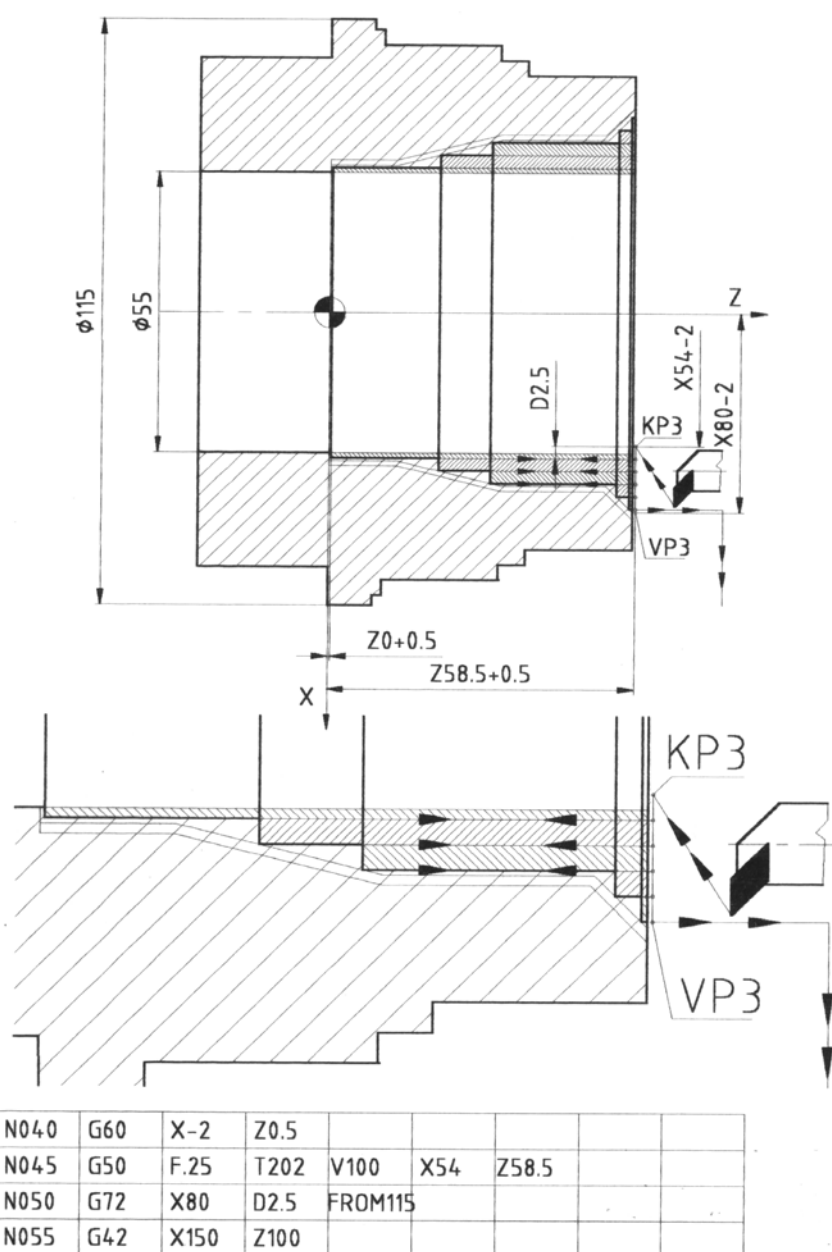
- N005 T1-es szerszámpozíció beállítása (T01..), 01-es élkorrekció lehívása (T..01), előtolás 0.35 mm/ford (F.035), főorsóforgás jobbra (M3), II. főorsó fordulat tartomány (M12), konstans forgácsolósebesség számítás (M96), forgácsolósebesség 110 m/perc V110).
- N010 koordinátarendszer átmeneti eltolása (G60) X tengely irányában 2 mm, Z tengely irányában 0.5 mm értékkel, a simítási ráhagyás biztosítása céljából (konturkorrekció).
- N015 pozicionálás a KP1 kezdőponthoz átmérő X116 mm, hossz Z62 pontra, vagyis a nyersdarabon kívülre (itt már érvényes a konturkorrekció, tehát a tényleges pozicionálás  $X116+2$ ,  $Z62+0.5$ ).
- N20 oldalazó nagyoló ciklus 50+2 mm átmérőig 58+0.5 mm hosszra, a fogásmélység 2.5 mm (D2.5). A ciklus két fogást tartalmaz. A ráfutási út  $62.5-61 = 1.5$  mm, tehát az első fogás  $2.5-1.5 = 1$  mm. A segédtávolság H az utolsó fogáshoz tartozó X érték (esetünkben  $H=X$ )





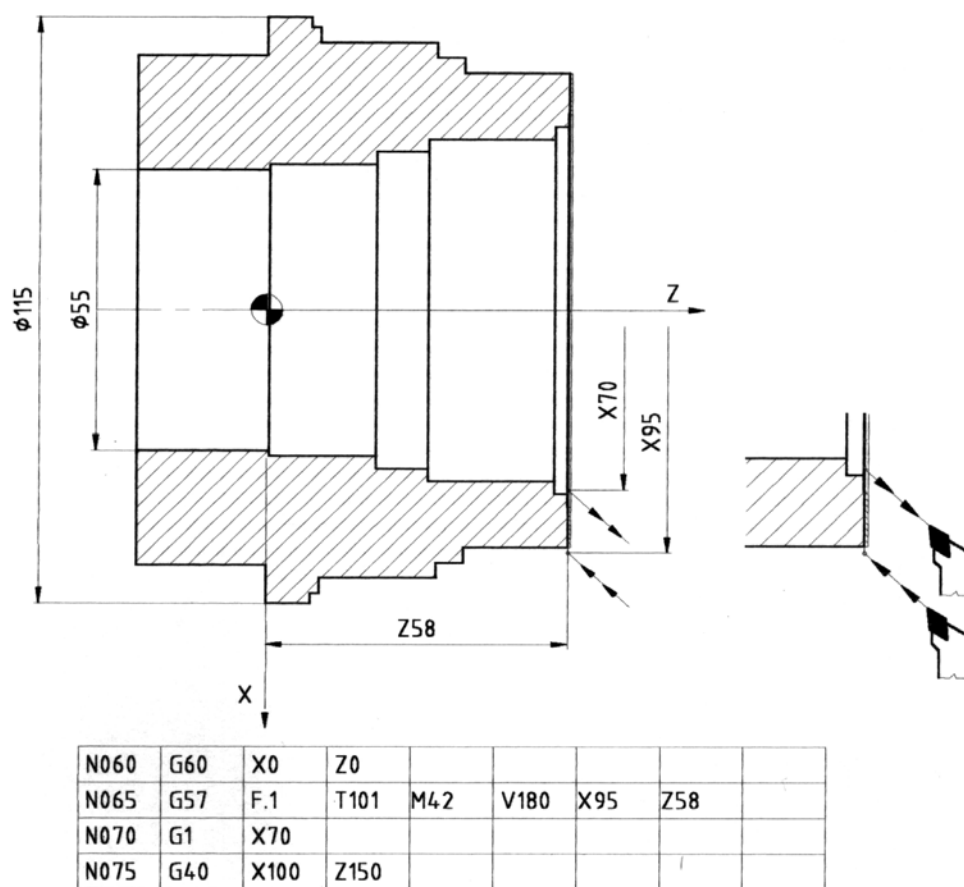
73. ábra Menetes agy nagyoló külső hosszesztergálás

- N025 pozicionálás a külső nagyoló hosszesztergáláshoz VP1-ből KP2-be, a forgácsolósebesség módosítása 120 m/perc értékre (V120)
- N030 konturnagyoló ciklus (G72) külső felületen 86 mm-es átmérőig 3 mm fogásmélységgel oly módon, hogy a nagyolás után a darabot kívül az N010 mondatban programozott ráhagyással az N080-N105 mondatok közötti kontur határolja (FROM=80 az adatfeldolgozási ciklus kezdő mondata, a G1 típusú konturlíró mondatok N085-N105 között találhatók)
- N035 pozicionálás szerszámváltáshoz.



74. ábra Menetes agy furatának nagyoló esztergálása

- N040 kontúrkorrekción, a belső felület simítási ráhagyásának programozása
- N045 T2-es szerszámpozíció beállítása, 02-es élkorrekció lehívása, előtolásérték és forgácsolósebesség módosítása, pozicionálás a belső felület nagyolásához a nyersdarabon kívülre (X=54-2, Z=58.5+0.5)
- N050 kontúrnagyoló ciklus belső felületen 2.5 mm fogásmélységgel oly módon, hogy nagyolás után a munkadarabot belül az N040 mondatban programozott ráhagyással az N115-N140 mondatok közötti kontúr határolja
- N055 pozicionálás szerszámváltáshoz



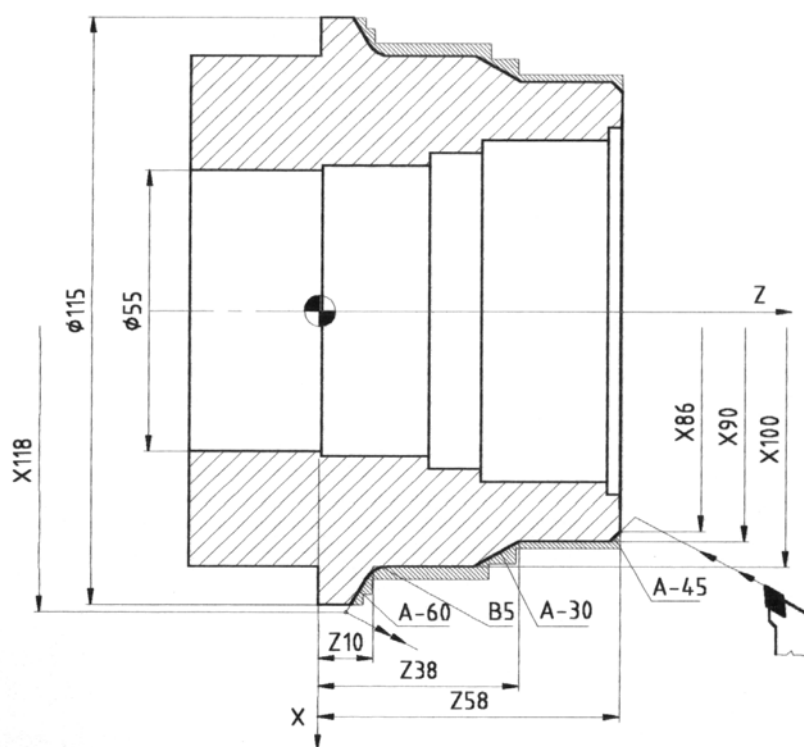
75. ábra Menetes agy simító oldalazása

N060 kontúrkorrekció feloldása (simítási műveletek következnek)

N065 T1-es szerszámpozíció beállítása, 01-es élkorrekció lehívása, előtolás és forgácsolósebesség módosítása, párhuzamos vonalvezetés jobbról (M42), pozicionálás az oldalfelület simításához (közvetlenül az anyag felszínére, az utolsó 1 mm út a következő mondat irányába történik előtolással)

N070 oldalazás

N075 pozicionálás szerszámváltáshoz.



N080	G57	T404	M41	X86	Z58			
N085	G1	X90	A-45					
N090	G1	X38						
N095	G1	X100	A-30					
N100	G1	Z10	B5					
N105	G1	X118	A-60					
N110	G40	X150	Z150					

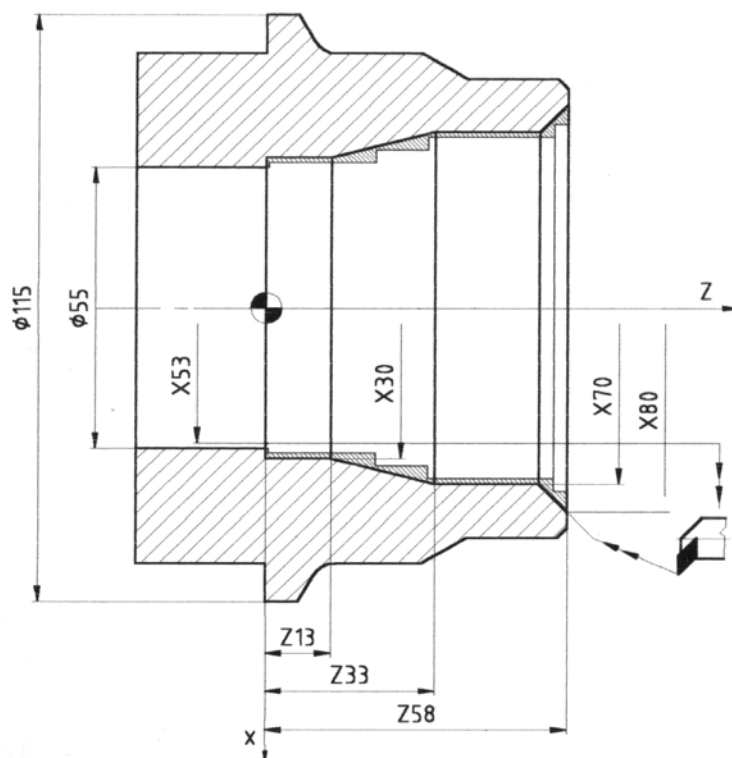
76. ábra Menetes agy külső simító esztergálása

N080 T4 szerszámpozíció beállítása, 04-es élkorrekció lehívása, párhuzamos vonalvezetés balról (M41), pozicionálás a külső felület simításához

N085- a külső kontúr simítóesztergálása (kontúr-leíró mondatok)

N105

N110 pozicionálás szerszámváltáshoz.



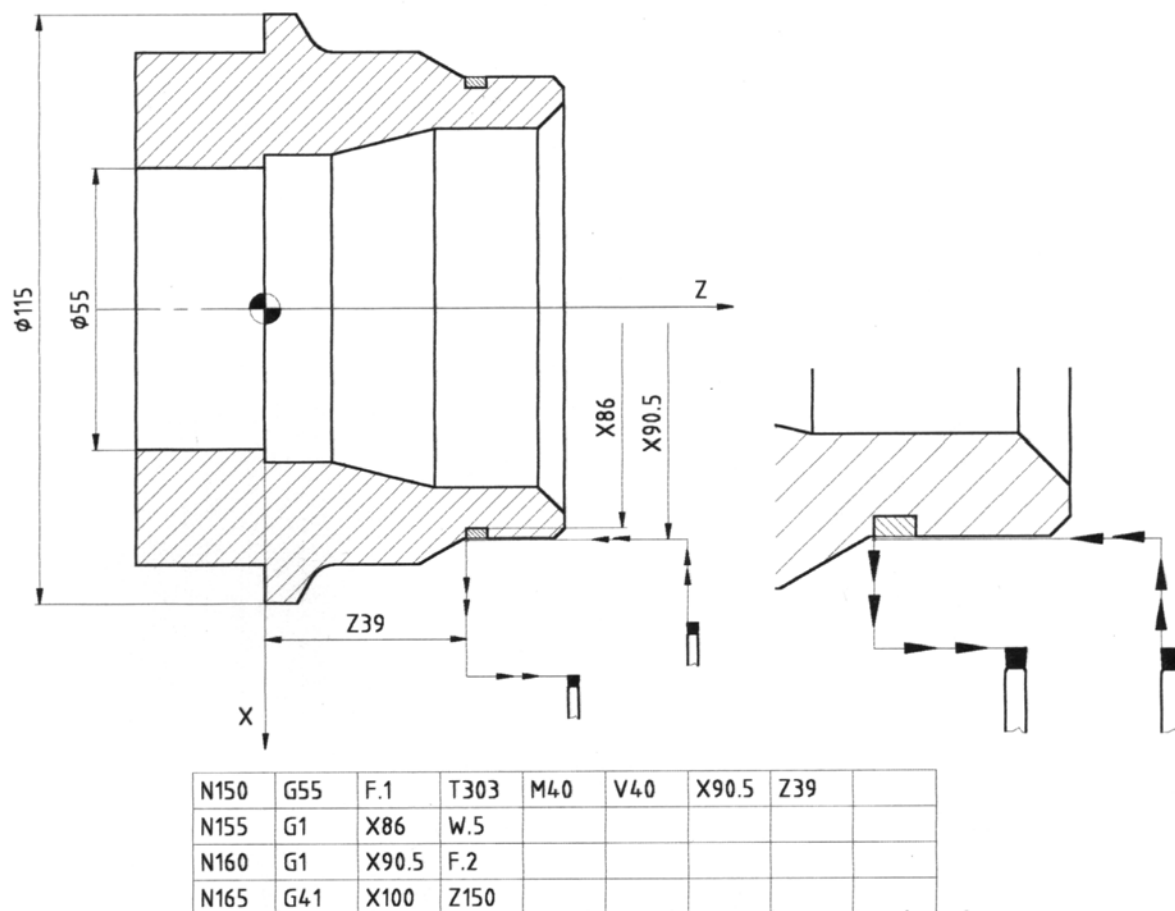
N115	G57	T202	M42	V150	X80	Z58		
N120	G1	X70	A45					
N125	G1	Z33						
N130	G1	X60	Z13					
N135	G1	Z0						
N140	G1	X53						
N145	G42	X100	Z125					

77. ábra Menetes agy belső simító esztergálása

N115 T2 szerszámpozíció beállítása, 02-es élkorrekció lehívása, forgácsolósebesség módosítása, párhuzamos vonalvezetés jobbról, pozicionálás a belső felület simításához

N120- a belső kontur simítóesztergálása (kontur leíró mondatok)

N145 pozicionálás szerszámváltáshoz.



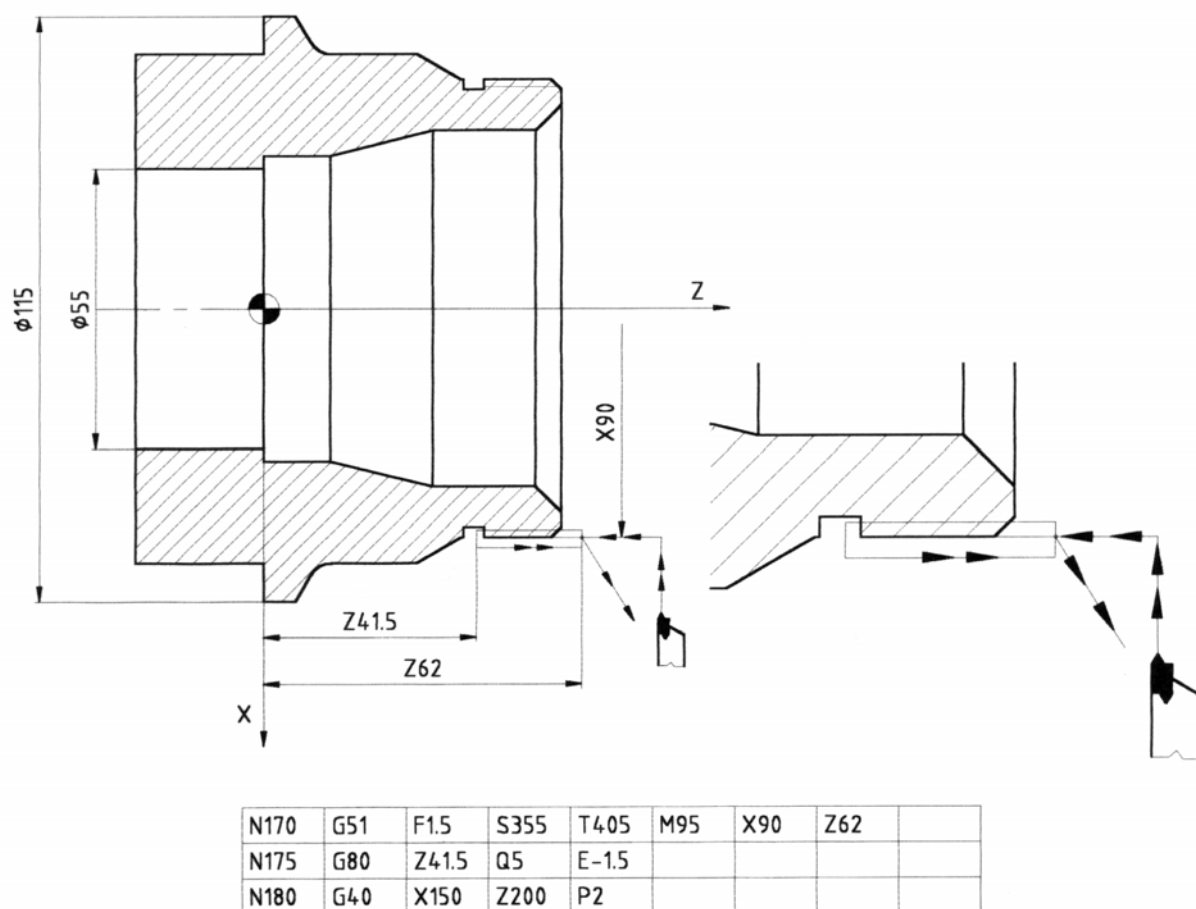
78. ábra Menetes agy beszúrása

N150 T3 szerszám pozíció beállítása, 03-as élkorrekció lehívása, párhuzamos vonalvezetés letiltása (M40), előtolás és forgácsolósebesség módosítása, pozicionálás beszúráshoz.

N155 beszúrási X86-ig, várakozás  $W=0.5$  sec

N160 szerszám visszahúzás növelt előtolással

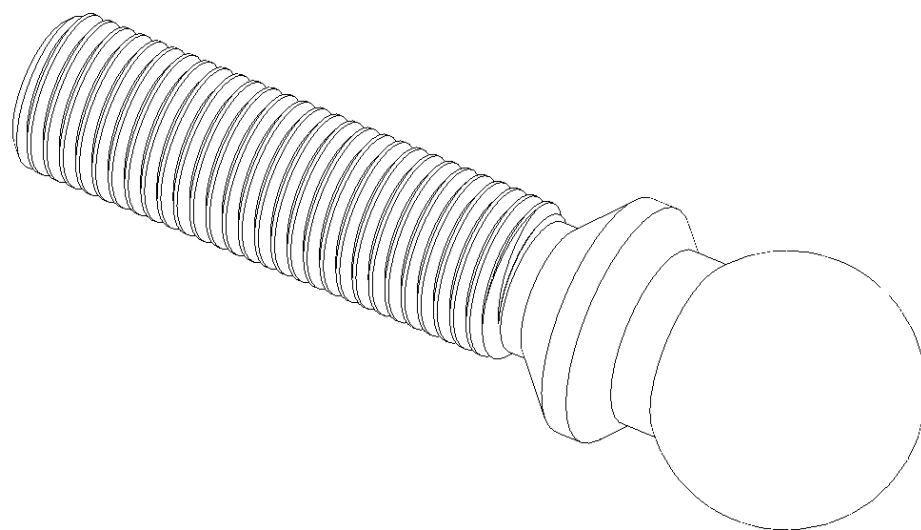
N165 pozicionálás szerszámváltáshoz.



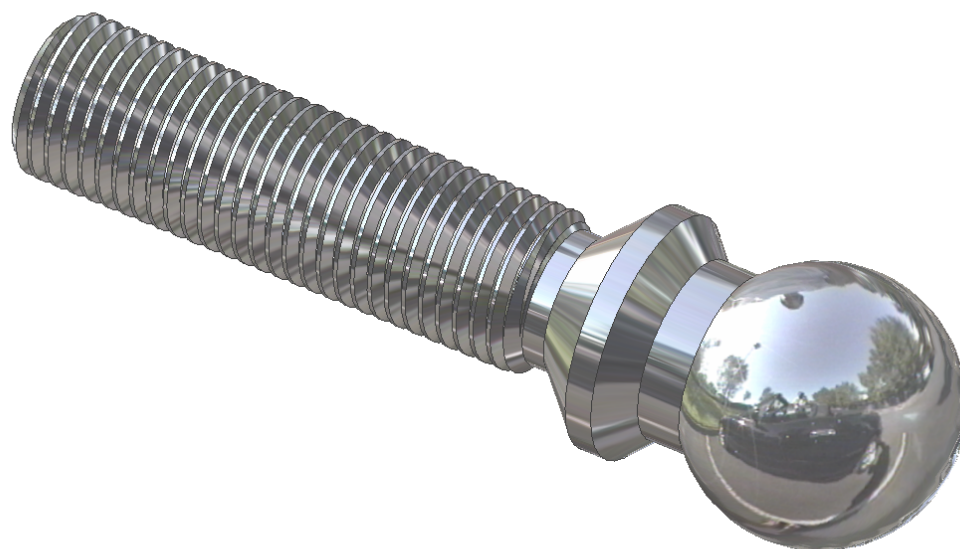
79. ábra Menetes agy menetvágása

- N170 T4-es szerszámpozíció beállítása, 05-ös élkorrekció lehívása, 355 ford/perc fordulatszám beállítása (S355), konstans forgácsolósebesség számítás letiltása (M95), pozicionálás menetvágáshoz (menet külső átmérőre, kb. 2P ráfutási úttal)
- N175 1.5 mm emelkedésű (E-1.5) metrikus élesmenet esztergálása 5 fogással (Q5), a hengeres menet 41.5 mm-es hosszkoordinátaig fut ki
- N180 szán visszahúzása, program vége.

## 6.2. Menetes orsó megmunkálása

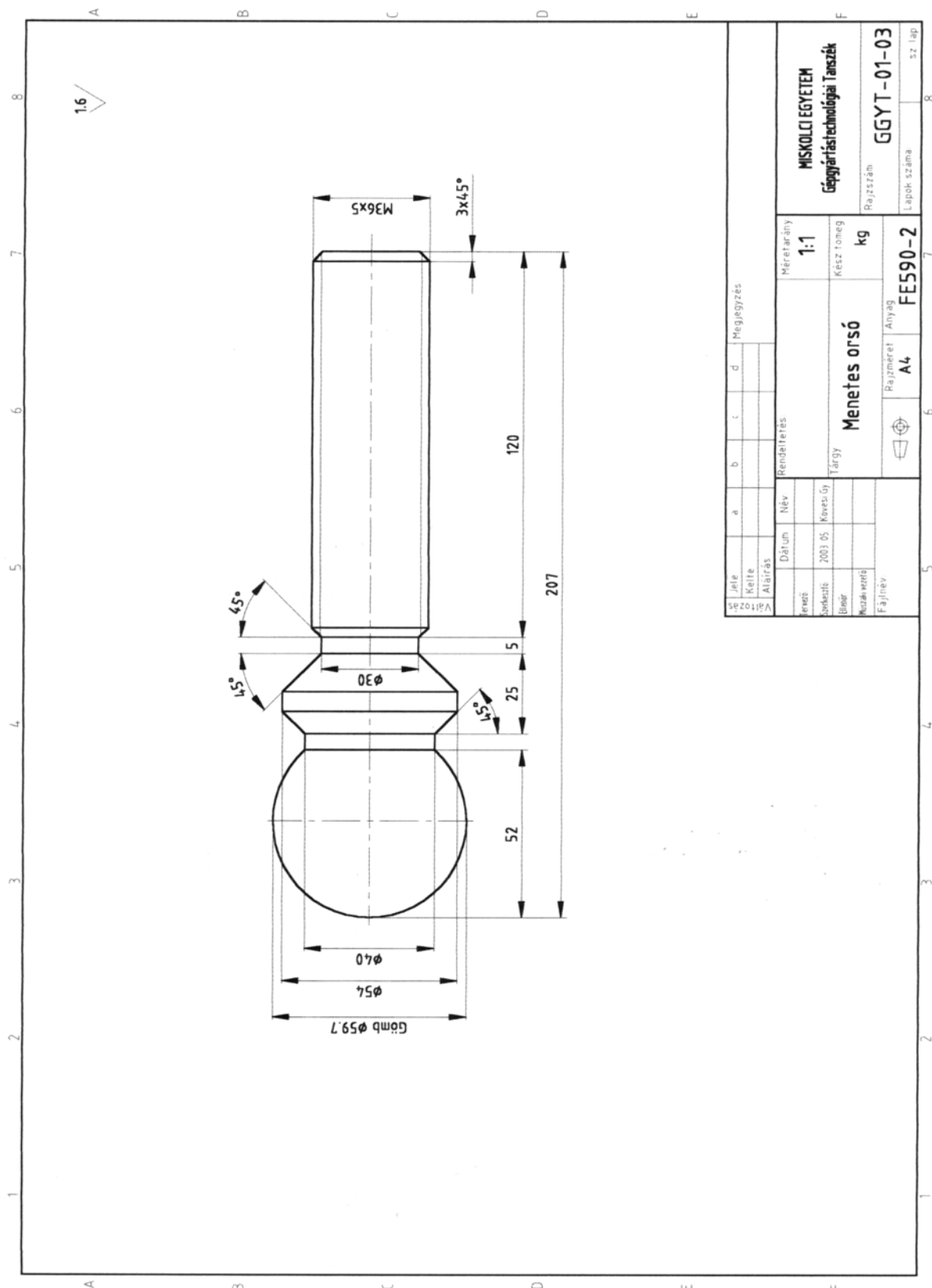


80. ábra Menetes orsó takartvonalas rajza

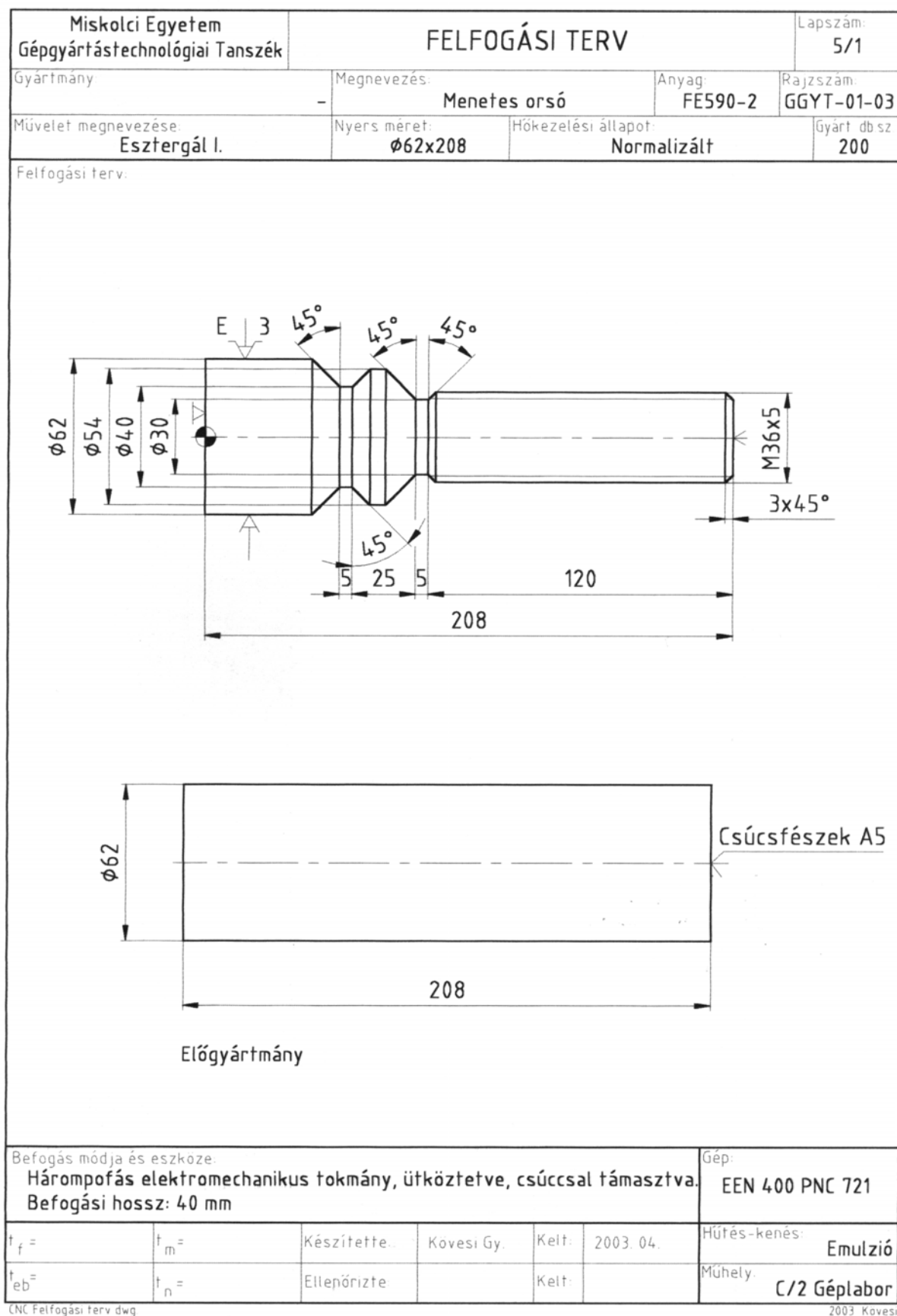


81. ábra Menetes orsó testmodellje





82. ábra Menetes orsó gyártási műhelyrajza



83. ábra Menetes orsó felfogási terv I. oldal

Miskolci Egyetem Gépgyártástechnológiai Tanszék		<b>FELFOGÁSI TERV</b>				Lapszám: <b>5/2</b>	
Gyártmány		Megnevezés: <b>Menetes orsó</b>		Anyag: <b>FE590-2</b>		Rajzszám: <b>GGYT-01-03</b>	
Művelet megnevezése: <b>Esztergál II.</b>		Nyers méret: <b>Ø62x208</b>		Hőkezelési állapot: <b>Normalizált</b>		Gyárt db sz <b>200</b>	
Felfogási terv:							
Befogás módja és eszköze: <b>Hárompofás elektromechanikus tokmány, ütköztetve, hasított perselybe</b> Befogási hossz: 40 mm						Gép: <b>EEN 400 PNC 721</b>	
$t_f =$	$t_m =$	Készítette:	Kövesi Gy	Kelt:	2003. 04.	Hűtés-kenés: <b>Emulzió</b>	
$t_{eb} =$	$t_n =$	Ellenőrizte:		Kelt:		Műhely: <b>C/2 Géplabor</b>	

CNC Felfogási terv.dwg

2003 Kövesi

84. ábra Menetes orsó felfogási terv II. oldal

Miskolci Egyetem Gépgyártástechnológiai Tanszék		CNC SZERSZÁMTERV		Lapszám: 5/3
Gyártmány		Megnevezés: Menetes orsó	Anyag: FE590-2	Rajzszám: GGYT-01-03
Művelet megnevezése: Esztergál I.-II.		Nyers méret: Ø62x208	Hőkezelési állapot: Normalizált	Gyárt db sz 200
Szerszám helyzet	Szerszámtartó	Szerszámtest	Lapka	
T101	SZIM 01.2.72	Coromant 171.5 R 32x25	KNUX 160405 P20	
T202	SZIM 01.2.72	Gyorsacél 25x25x160 R2		
T303	SZIM 01.2.72	Gyorsacél 16x25x140 R2		
T404	SZIM 01.2.72	Gyorsacél 16x16x140 R2		

T 101

60°

1

T 202

5

45°

2

T 303

60°

3

T 404

R3

2.5

4

Készítette:	Kövesi Gy.	Kelt:	2003. 04.	Ellenőrizte:		Kelt:	
-------------	------------	-------	-----------	--------------	--	-------	--

CNC Szerszámterv dwg 2003 Kövesi

85. ábra Menetes orsó CNC esztergálásának szerszámterve

Miskolci Egyetem Gépgyártástechnológiai Tanszék				CNC PROGRAM				Lapszám: 5/4	
Gyártmány: -				Megnevezés: Menetes orsó			Anyag: FE590-2		Rajzsám: GGYT-01-03
Művelet megnevezése: Esztergál I.				Nyers méret: Ø62x208		Hőkezelési állapot: Normalizált			Gyárt. db sz 200
N005	G50	F.2	S5	T101	M3	M40			
N010	G60	X.5	Z.5						
N015	G42	X63	Z208						
N020	G72	X36	D2	FROM40					
N025	G60	X0	Z0						
N030	G41	X100	Z208	P1					
N035	G50	F.1	S6	T101	M41				
N040	G42	X30	Z207.2						
N045	G1	X36	A-45						
N050	G1	Z82							
N055	G1	X54	A-45						
N060	G1	Z52							
N065	G41	X100	Z208	P1					
N070	G50	S3	T202	M40	X37	Z82			
N075	G1	X30							
N080	G41	X55	Z52						
N085	G1	X40							
N090	G41	Z60	Z208	P1					
N095	G50	S2	T303	M40	X36	Z208			
N100	G80	Z87	Q12	E-5					
N105	G41	X150	Z200	P2					
Készítette	Kovesi Gy	Kelt:	2003. 05.	Ellenőrizte:		Kelt:			

CNC Program dwg

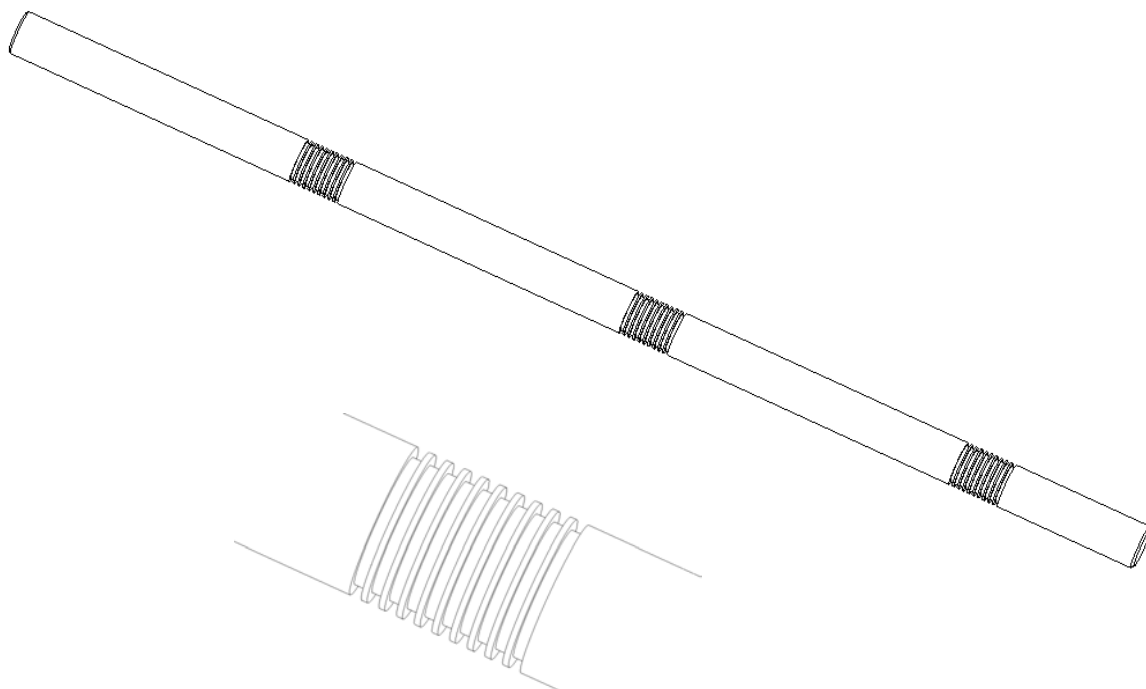
2003 Kovesi

86. ábra Menetes agy esztergálásának CNC programja I. oldal

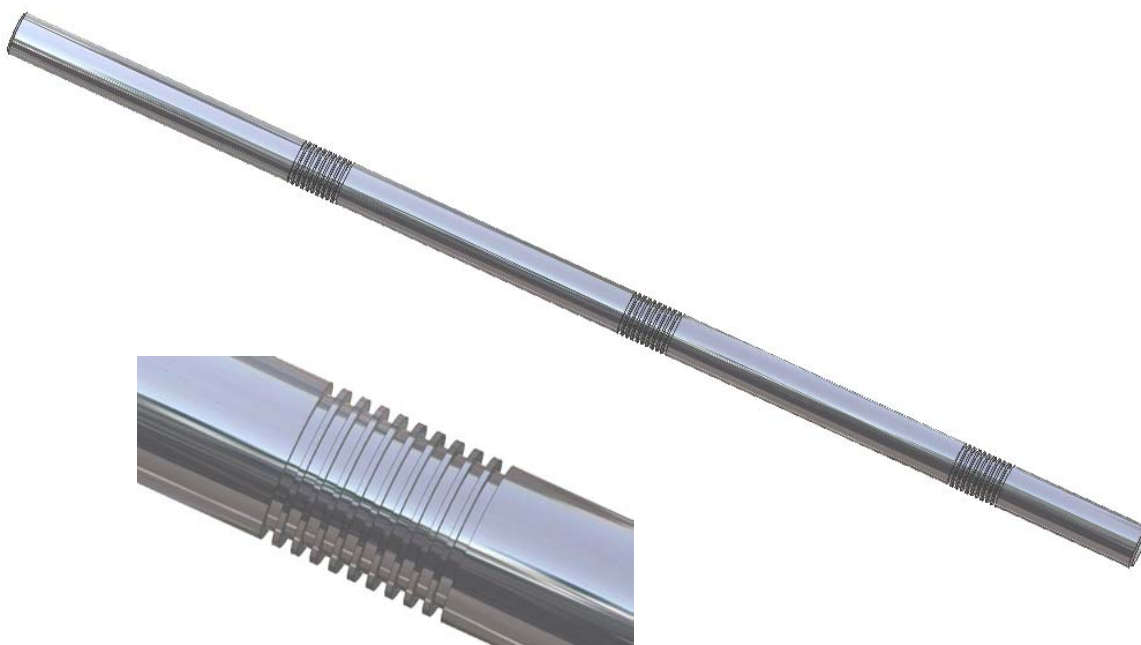
[illegible]

87. ábra Menetes agy esztergálásának CNC programja II. oldal

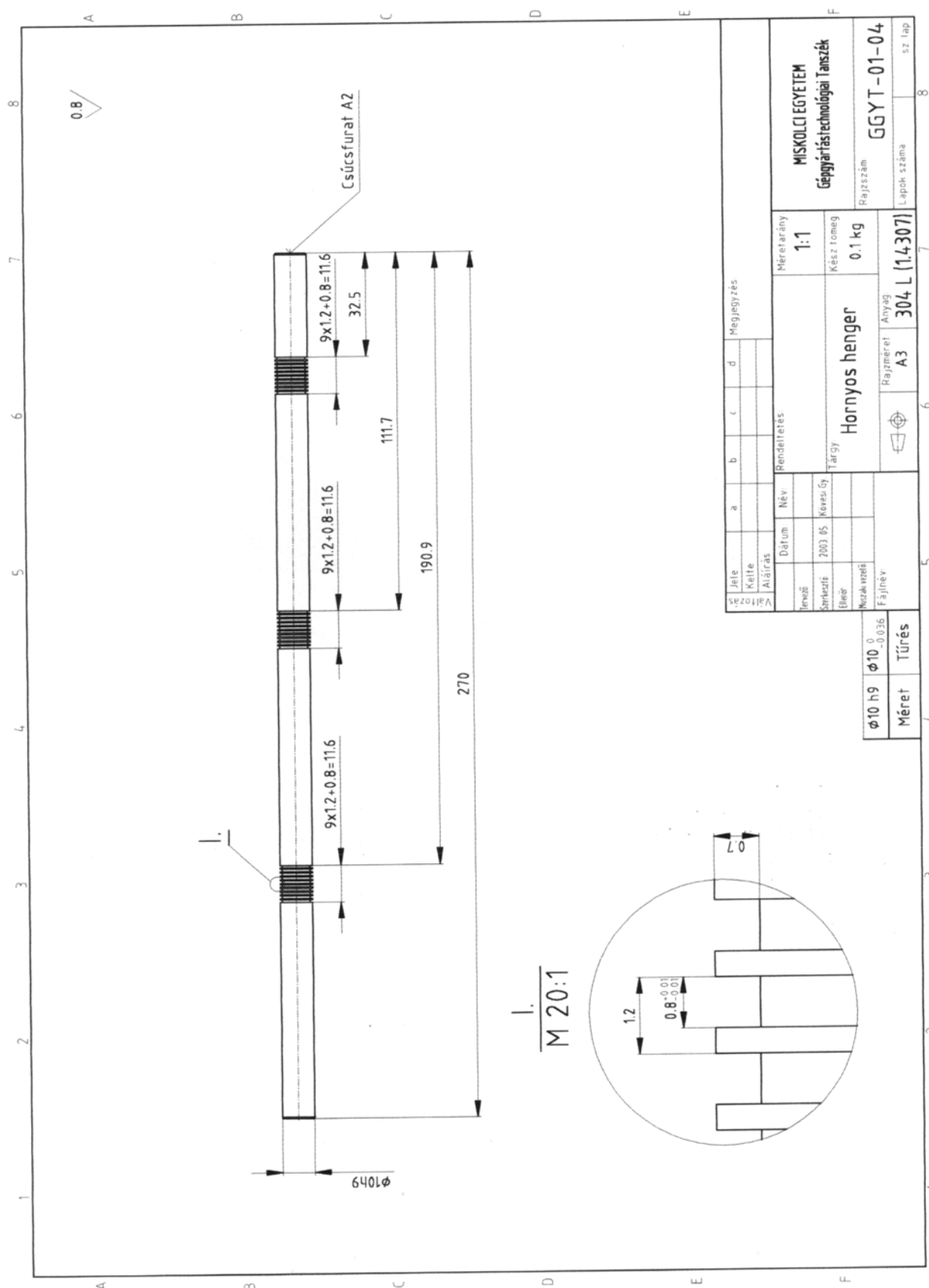
### 6.3. Hornyos henger megmunkálása



88. ábra Hornyos henger alkatrész 3D takartvonalas rajza

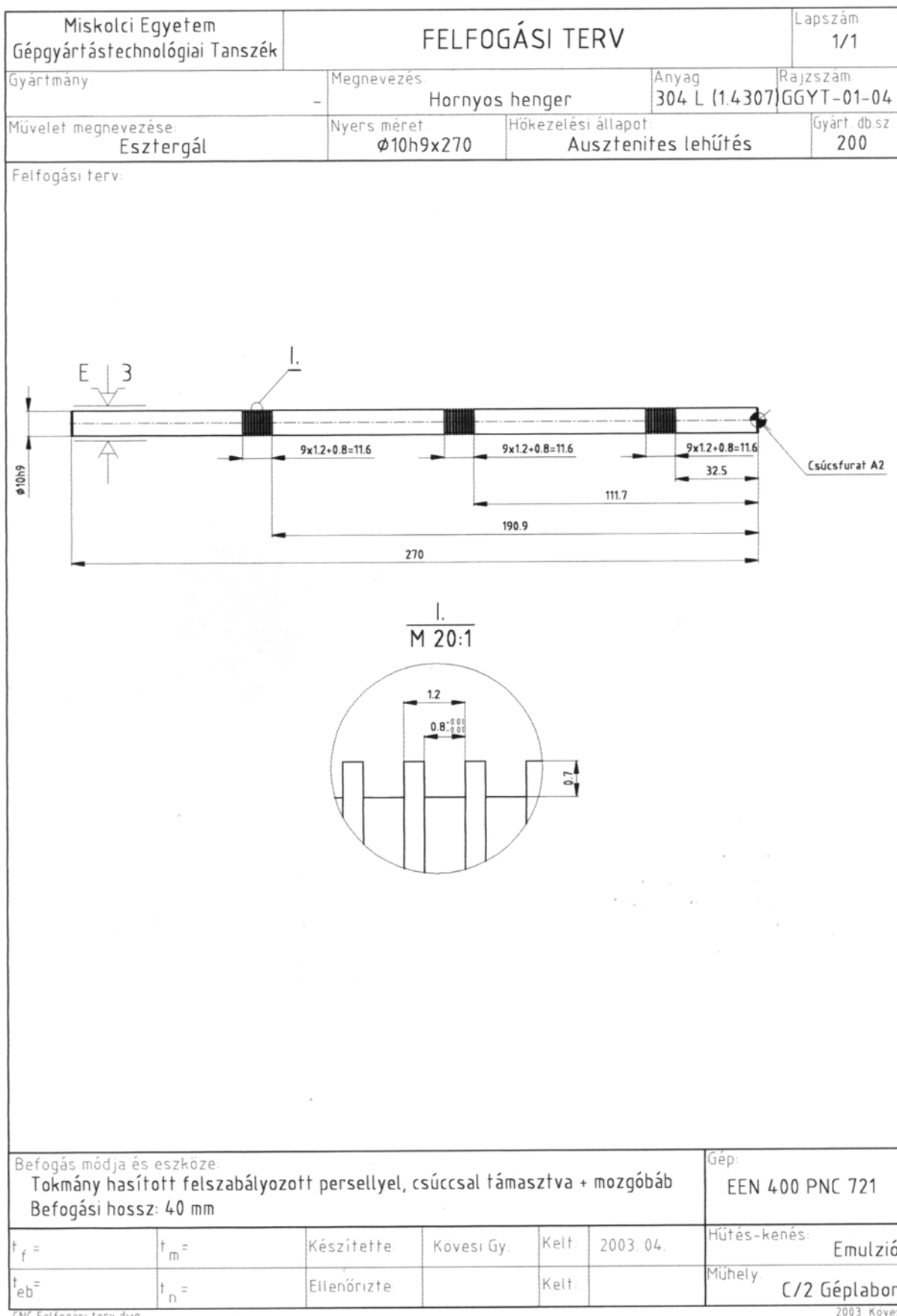


89. ábra Hornyos henger alkatrész testmodell részlete



90. ábra Hornyos henger gyártási műhelyrajza





91. ábra Hornyos henger felfogási terv

Miskolci Egyetem Gépgyártástechnológiai Tanszék		CNC SZERSZÁMTERV		Lapszám 3/2
Gyártmány		Megnevezés Hornycs henger	Anyag 304L (1.4307)	Rajzsám GGYT-01-04
Művelet megnevezése: Esztérgál		Nyers méret Ø10h9x270	Hőkezelési állapot Auszténites lehűtés	Gyárt. db sz 200
Szerszám helyzet	Szerszám tartó	Szerszám test	Lapka	
T101	SZIM 01.2.72	KOMET 220100 A00	A00 HSS/Co10	

I. részlet

0.8 ± 0.005  
R.5  
2  
1°  
2.2

Készítette	Kovesi Gy	Kelt:	2003. 05	Ellenőrizte		Kelt:	
------------	-----------	-------	----------	-------------	--	-------	--

CNC Szerszámterv dwg. 2003 Kovesi

92. ábra Hornycs henger esztérgálásának szerszámterve

[illegible]

93. ábra A hornyos henger esztergálásának CNC programja

### Irodalomjegyzék

1. Gépkönyv az EEN-400 típusú CNC esztergagéphez Szerszámgépipari Művek Esztergagépgyára, Budapest.
2. HUNOR PNC 721 2 tengelyes esztergagép vezérlés. Részletes leírás. Elektronikus Mérőkészülékek Gyára, Budapest, 1985.
3. HUNOR PNC 721 2 tengelyes esztergagép vezérlés. Kezelési utasítás. Elektronikus Mérőkészülékek Gyára, Budapest, 1987.
4. HUNOR PNC 721 2 tengelyes esztergagép vezérlés. Programozási utasítás. Elektronikus Mérőkészülékek Gyára, Budapest, 1987.
5. Deszpoth István-Dr. Nagy Sándor: CNC eszterga programozási példa Oktatási segédlet, ME Gépgyártástechnológiai Tanszék, Miskolc, 1987.
6. Dr. Boza Pál: Technológiai tervezés CNC gépekre Gépipari Automatizálási Műszaki Főiskola, Kecskemét, 1999.