

CNC G-code Vezérlő

Felhasználói kézikönyv — LPT port alapú CNC vezérlés

1. Áttekintés

Az alkalmazás egy professzionális CNC vezérlőprogram, amely LPT (párhuzamos) porton keresztül vezérli a léptetőmotorokat. Támogatja mind a marógép (XY sík), mind az eszterga (ZX sík) üzemmódot. Beépített G-code szerkesztő, valós idejű pálya megjelenítés és munkadarab profil vizualizáció áll rendelkezésre.

2. Főablak felépítése

2.1 Vezérlő gombok

- ▶ **Start** — G-code program indítása
- ⏸ **Szünet** — Futtatás szüneteltetése / folytatása
- **Stop** — Program leállítása, mozgás megszakítása
- ⚙ — Beállítások ablak megnyitása
- 📁 — G-code fájl betöltése (.nc, .gcode, .tap, .txt)
- 💾 — Aktuális G-code mentése fájlba

2.2 DRO (Digitális kijelző)

Az X, Y, Z tengelyek aktuális pozícióját jeleníti meg mm-ben, 3 tizedesjegy pontossággal. A pozíció értékekre kattintva kézi szerkeszthető (pl. munkadarab nullázás). Minden tengelyhez tartozik egy Home (△) és egy nullázó (0) gomb. Az „ALL HOME” gomb az összes tengelyt hazaviszi a végállás kapcsolókra.

2.3 Kézi mozgatás (Jog)

- **Nyilak (▲▼◀▶)** — Folyamatos mozgatás az X/Y (maró) vagy Z/X (eszterga) síkban
- **Z▲ / Z▼** — Z tengely mozgatás (maró mód) vagy külön Z gomb (eszterga)
- **Shift + nyíl** — Rapid (gyors) mozgatás
- **Ctrl + nyíl** — Léptetés (egy lépésköz)

2.4 G-code szerkesztő

A bal alsó panelen található szerkesztőben közvetlenül írható és módosítható a G-code program. Futtatás közben a szerkesztő helyett egy kiemeléses lista jelenik meg, amelyen az aktuális sor sárgán látható.

2.5 MDI (Kézi parancs)

A „MDI” beviteli mezőben egyetlen G-code sor küldhető be végrehajtásra (Enter). ↑/↓ nyilakkal az előzmények között lehet navigálni.

3. Pálya nézet és munkadarab vizualizáció

A jobb oldali panel a szerszámpálya 2D nézetét jeleníti meg:

- **Sárga szaggatott** — Rapid (G0) gyorsmozgás
- **Kék vonal** — Lineáris (G1) előtolásos mozgás
- **Cián vonal** — Köríves (G2/G3) előtolásos mozgás
- **Narancs vonal** — Megközelítés (approach)
- **Fehér vonal** — Visszahúzás (retract)
- **Zöld vonal** — Már végrehajtott szegmensek
- **Piros szálkereszt** — Aktuális szerszám pozíció

3.1 Munkadarab profil (eszterga)

Eszterga módban a vágási kontúrból kiszámított munkadarab keresztmetszet jelenik meg félig átlátszó kitöltéssel. A tengelyvonal (narancssárga szaggatott) körül tükrözve mindkét fél látható, mint egy valódi forgácsolt alkatrész metszete.

3.2 Menet megjelenítés

G76 menetvágás esetén a menet zónájában V-hornyok jelennek meg a pitch (P) paraméter alapján. A tükrözött oldalon fél periódus eltolás látható — pontosan úgy, mint egy valódi csavarmenet keresztmetszetében. Több különálló menet is helyesen jelenik meg.

3.3 3D pálya nézet (interaktív)

Maró módban a pálya nézet bal felső sarkában található gombbal 3D nézetbe váltható. A 3D nézet interaktív kameravezérlést biztosít:

Egér művelet	Funkció
Jobb gomb húzás	Forgatás (Yaw/Pitch) — kamera orbitális forgatása a munkadarab körül
Középső gomb húzás	Mozgatás (Pan) — kép eltolása a képernyő síkjában
Görgő (scroll)	Nagyítás / Kicsinyítés (Zoom) — 15% lépésenként

Az alapértelmezett nézet izometrikus (yaw=225°, pitch=30°). A kamera a pálya bounding box közepe körül forog.

4. Támogatott G-code parancsok

4.1 Mozgás parancsok

Parancs	Leírás
G0 X.. Y.. Z..	Rapid (gyors) pozicionálás
G1 X.. Y.. Z.. F..	Lineáris interpoláció adott előtolással
G2/G3 .. I.. J..	CW/CCW körív I/J középpont offsettel (XY sík)
G2/G3 .. I.. K..	CW/CCW körív I/K középpont offsettel (XZ sík, eszterga)
G2/G3 .. R..	CW/CCW körív sugár megadással (R>0: rövid ív, R<0: hosszú ív)
G4 P..	Várakozás (dwell) — P értéke másodpercben
G33 X.. Z.. K.. Q..	Főorsó szinkronizált egyenes mozgás. K = menetemelkedés (mm/ford), Q = kezdőszög (°). Encoder szükséges.
G33.1 Z.. K.. Q..	Merev menetfűrés jobbos (M3). K = emelkedés, Q = csipegelési mélység (opcionális).
G33.2 Z.. K.. Q..	Merev menetfűrés balos (M4). K = emelkedés, Q = csipegelési mélység (opcionális).

4.2 Üzem mód parancsok

G90	Abszolút pozicionálás
G91	Inkrementális pozicionálás
G61	Pontos megállás mód
G64 P..	Folyamatos pálya mód (P = tolerancia mm)
G7 / G8	Átmérő mód (G7) / Sugár mód (G8) — eszterga X tengely értelmezése
G53–G58	Koordináta rendszer választás (G54 = alapértelmezett munkadarab nullpont)
G94	Előtolás percenkénti módban (F = mm/min) — alapértelmezett
G95	Előtolás fordulatonkénti módban (F = mm/ford) — eszterga műveleteknél ajánlott
G96 S..	Állandó felületi sebesség (CSS) bekapcsolása — S = felületi sebesség m/perc (RPM automatikusan változik az átmérővel)
G97 S..	Fix fordulatszám mód — CSS kikapcsolása, S = ford/perc (RPM)

G50 S..	Maximális fordulatszám korlátozás (G96 CSS módhoz — kis átmérőnél védi az orsót). Csak S paramétert kezel, koordináta-beállításra NEM használható (lásd megjegyzés lent).
G48	Fordulatszám korlátozás megszüntetése

4.2.1 Állandó felületi sebesség (G96 CSS) — részletek

Eszterga módban a G96 utasítás állandó felületi sebességet tart fenn. A vezérlő automatikusan változtatja az orsó fordulatszámát az aktuális munkadarab átmérő alapján:

$$\text{RPM} = (S \times 1000) / (\pi \times \text{átmérő}_{\text{mm}})$$

Kis átmérőnél az RPM nagyon magasra nőhet — ezért **mindig használj G50 S.. korlátozást** a G96 előtt!

Példa: G50 S3000 (max 3000 RPM)

Példa: G96 S200 M3 (200 m/perc felületi sebesség, CW)

Példa: G97 S1500 M3 (visszakapcsolás fix 1500 RPM-re)

⚠ G50 megjegyzés: Egyes ipari vezérlőkön (pl. Fanuc régebbi sorozat) a G50 koordináta-beállításra is szolgál (hasonlóan a G92-höz). **Ebben a vezérlőben a G50 kizárólag fordulatszám-korlátozás (S paraméterrel).** Koordináta-beállításhoz használd a G92-t (→ 25. fejezet) vagy a G10 L2-t (→ 20. fejezet).

4.3 M-kódok

M0	Program megállítás (kötelező) — végrehajtás leáll
M1	Opcionális program megállítás — szünetel, Start gombra folytatódik
M3 S..	Orsó bekapcsolás CW (óramutató) irányba, S = fordulatszám
M4 S..	Orsó bekapcsolás CCW irányba
M5	Orsó leállítás
T.. M6	Szerszámcsere — T szó kiválasztja a szerszámot, M6 végrehajtja a cserét (makró-alapú, lásd 17 fejezet)
M7 / M8	Hűtőfolyadék bekapcsolás (kód / áradat)
M9	Hűtőfolyadék kikapcsolás
M2 / M30	Program vége

4.4 Menetvágás (G76)

A G76 ciklus többmenetes menetvágást hajt végre orsó-szinkronizált mozgással. A fogásmélység automatikusan csökken (állandó forgácskeresztmetszet).

Paraméter	Leírás
X	Menetalj sugár (végső X pozíció)
Z	Menet vége (Z pozíció)
P	Menetosztás (pitch) mm-ben
H	Első fogás mélysége (mm, sugár)
I	Befogási szög (fok, 0 = radiális)
R	Induló X sugár (menetcsúcs)
K	Induló Z pozíció
Q	Rugózó fogások száma (spring pass)
C	X irányú biztonsági távolság
T	Kúposág (taper, X változás a Z hosszon)

Példa: G76 X17 Z-16 P1.5 H0.3 I29.5 C2 Q2

4.5 G33 — Főorsó szinkronizált mozgás

A G33 utasítás a főorsó fordulataival szinkronban mozgatja a szerszámot. Használatához főorsó encoder (A/B + Index csatorna) szükséges.

G33 X.. Z.. K.. Q.. — K = fordulatonkénti elmozdulás (mm/ford), Q = kezdőszög (°, opcionális). Ha mind X és Z programozva van, a mozgás az XZ síkon egyenes mentén történik, és a K a hosszabb utat megtevő tengelyre vonatkozik (kúpos menet). Egymás utáni G33 soroknál Q nélkül a szinkron megmarad (változó emelkedésű menet).

4.6 G33.1 / G33.2 — Merev menetfűrés

G33.1 Z.. K.. Q.. — Jobbos (M3) merev menetfűrés. **G33.2 Z.. K.. Q..** — Balos (M4) merev menetfűrés. Z = furat alja, K = menetemelkedés, Q = csipegelési mélység/ciklus (opcionális, 0 = egyszeri).

A ciklus lépései: 1) Index jel várakozás + szinkron. 2) Z lefelé szinkronizálva. 3) Orsó irányváltás az alján. 4) Z felfelé szinkronizálva vissza. 5) Orsó visszaállítás. Q megadásakor a menet lépcsőzetesen mélyül ciklusonként.

Példa: G33.1 Z-20 K1.5 (egy menetes M8 menetfűrés, 20mm mély)

Példa: G33.1 Z-20 K1.5 Q5 (csipegelés: 5mm mélységenként)

5. Beállítások

- **Gép típus** — Maró (XY sík) vagy Eszterga (ZX sík) üzemmód; átmérő mód opció
- **Port cím** — LPT báziscím hexadecimálisan (alapértelmezett: 0x378). **2. LPT port** — opcionális második port cím (pl. 0x278). Extra ki-/bemenetek: pin 20–27 (Data2), pin 30–33 (Control2), bemenet 20–27 (Status2). Értéke 0 = letiltva.
- **Tengelyek** — Léptető/irány pin, lépés/mm, max előtolás, gyorsulás tengelyenként
- **Orsó / Hűtés** — Kimenet pin hozzárendelés, invertálás opció
- **Orsó meghajtás típusa** — Három üzemmód közül választható:
 - **On/Off** — Egyszerű relés ki/be kapcsolás, fordulatszám szabályozás nincs.
 - **PWM** — Szoftver PWM jel frekvenciaváltónak vagy ESC-nek. Beállítható: PWM pin, frekvencia (Hz), min/max RPM tartomány, invertálás.
 - **Step/Dir szervó** — Szervómotor hajtáshoz (pl. Beckhoff AX2010/AX2526). A kívánt RPM-nek megfelelő frekvenciájú step impulzusokat generál. Beállítható: Step/Dir/Enable pin, invertálások, step/fordulat (100–200000), gyorsulás (RPM/s), max RPM. Támogatja: M3 (CW), M4 (CCW), M5 (leállítás rampával), S parancs (fordulatszám váltás futás közben), orsó override csúszka.

A meghajtás típusának kiválasztásakor csak a releváns beállítások jelennek meg a beállítások ablakban.

- **Főorsó enkóder** — Index jel (1 PPR, RPM mérés), opcionális A/B kvadratura csatornák (4× CPR felbontás). Menetvágáshoz és G33 szinkronhoz szükséges.
- **Makrók** — M-kód makrók szerkesztése (M6 szerszámcseré, egyéni makrók). A „Makró szerkesztő” gombbal érhető el.
- **Home / Végállás** — Home kapcsoló bit, sebesség, visszahúzás, irány; végállás és E-Stop
- **Mozgás** — Gyorsulás, rapid sebesség, impulzus időzítés, pálya tolerancia

Maró beállítások:

E-Stop

▶ Start

⏮ Szű

⏹ Stoj

⏏

⏪

⏩

⏴

⏵

⏶

⏷

ALL HOME

X

47,180

⏴

0

Y

13,750

⏴

0

Z

-5,500

⏴

0

G53

G54

G55

G56

G57

G58

F 100%

R 100%

S 100%

F

F 0 mm/min

Orsó KI

S 18000

→ 0 RPM

0%

Szég:

6/429

(1%)

Mód:

Hardver

⬆

⬅

➡

⬆

XY

➡

Z

⬆

Z

⬆

NYitó: folyamatos | Shift: rapid | Ctrl: lépés

Lépésköz: 1 mm

Váratlan: 33:42

Eltelet: 00:14

Hátralévő: --:--:--

G-code

⏴

⏹

/B0

1 M1 G17 G40 G90 G80

2 M1 G21

3 M1 G54

4 M1 T2 M6

5 M1 S18000.000 M3

6 (Zsebkészítés)

7 M1 G0 X-13.500 Y12.250 Z5.000

8 M1 G1 X-13.500 Y12.250 Z-0.500

9 F150.000

10 M1 G1 X-13.500 Y12.250 Z-0.500

11 F400.000

MDI>

Leállítva

Pálya nézet

Maró CAM

Pálya nézet (XY sík)

Beállítások

Gép típus

Maró (XY sík)

Eszterga (ZX sík)

Átmérő mód (X érték = átmérő)

Csatlakozás típusa

LPT (párhuzamos port)

GRBL (USB soros port)

LPT alap cím (hex): 378

2. LPT port (hex, 0=k): 278

Tengelyek

	Step pin	Dir pin	Step & Dir	Lépés/mm	Gyorsulás	Max mm/m	Backlash
X	D3 (Pin 2)	D1 (Pin 3)		200	100	3000	0
Y	D2 (Pin 4)	D3 (Pin 5)		200	100	3000	0
Z	D4 (Pin 6)	D5 (Pin 7)		200	100	3000	0

Orsó / Hűtés / Jeladó

Orsó pin: D6 (Pin 8)

Hűtés pin: D7 (Pin 9)

Orsó invertálás

Hűtés invertálás

Orsó meghajtás típusa

PWM (frekvenciaváltó, ESC)

PWM pin: D2 (Pin 4)

PWM invertálás

Frekvencia (Hz): 1000

Min RPM: 0

Max RPM: 24000

Jeladó (encoder) — menetvágáshoz / G33 szinkron mozgáshoz

Index jel: C2 (Pin 17, Selectin)

Impulzus/ford: 1

Index jel invertálás

A/B kvadratura csatlakozás (opcionális — nagyobb felbontás)

A csatolna: C2 (Pin 16, Init)

B csatolna: C1 (Pin 14, AutoL)

CPR (vonal/ford): 100

A inv.

B inv.

Makrók (M-kód)

M-kód makrók szerkesztése (M6 szerkesztése, egyéni makrók)

Makró szerkesztő megnyitása

Orsó BE

Szerszámcseré

Q3

Q4

Q5

Q6

Q7

Q8

Q9

Q10

E-Stop

▶ Start

⏮ Szű

⏹ Stoj

⏏

⏪

⏩

⏴

⏵

⏶

⏷

ALL HOME

X

47,180

⏴

0

Y

13,750

⏴

0

Z

-5,500

⏴

0

G53

G54

G55

G56

G57

G58

F 100%

R 100%

S 100%

F

F 0 mm/min

Orsó KI

S 18000

→ 0 RPM

0%

Szég:

6/429

(1%)

Mód:

Hardver

⬆

⬅

➡

⬆

XY

➡

Z

⬆

Z

⬆

NYitó: folyamatos | Shift: rapid | Ctrl: lépés

Lépésköz: 1 mm

Váratlan: 33:42

Eltelet: 00:14

Hátralévő: --:--:--

G-code

⏴

⏹

/B0

1 M1 G17 G40 G90 G80

2 M1 G21

3 M1 G54

4 M1 T2 M6

5 M1 S18000.000 M3

6 (Zsebkészítés)

7 M1 G0 X-13.500 Y12.250 Z5.000

8 M1 G1 X-13.500 Y12.250 Z-0.500

9 F150.000

10 M1 G1 X-13.500 Y12.250 Z-0.500

11 F400.000

MDI>

Leállítva

Pálya nézet

Maró CAM

Pálya nézet (XY sík)

Beállítások

Gép típus

Maró (XY sík)

Eszterga (ZX sík)

Átmérő mód (X érték = átmérő)

Csatlakozás típusa

LPT (párhuzamos port)

GRBL (USB soros port)

GRBL soros port beállítások

COM port: COM6

Baud: 115200

A GRBL vezérlő USB-n csatlakozik. Az LPT beállítások (pin konfiguráció, PWM jeladó) nem használtak GRBL módban.

Tengelyek

	Step pin	Dir pin	Step & Dir	Lépés/mm	Gyorsulás	Max mm/m	Backlash
X	D3 (Pin 2)	D1 (Pin 3)		200	100	3000	0
Y	D2 (Pin 4)	D3 (Pin 5)		200	100	3000	0
Z	D4 (Pin 6)	D5 (Pin 7)		200	100	3000	0

Orsó / Hűtés / Jeladó

Orsó pin: D6 (Pin 8)

Hűtés pin: D7 (Pin 9)

Orsó invertálás

Hűtés invertálás

Orsó meghajtás típusa

PWM (frekvenciaváltó, ESC)

PWM pin: D2 (Pin 4)

PWM invertálás

Frekvencia (Hz): 1000

Min RPM: 0

Max RPM: 24000

Jeladó (encoder) — menetvágáshoz / G33 szinkron mozgáshoz

Index jel: C3 (Pin 17, Selectin)

Impulzus/ford: 1

Index jel invertálás

A/B kvadratura csatlakozás (opcionális — nagyobb felbontás)

A csatolna: C2 (Pin 16, Init)

B csatolna: C1 (Pin 14, AutoL)

CPR (vonal/ford): 100

A inv.

B inv.

Makrók (M-kód)

M-kód makrók szerkesztése (M6 szerkesztése, egyéni makrók)

Makró szerkesztő megnyitása

Orsó BE

Szerszámcseré

Q3

Q4

Q5

Q6

Q7

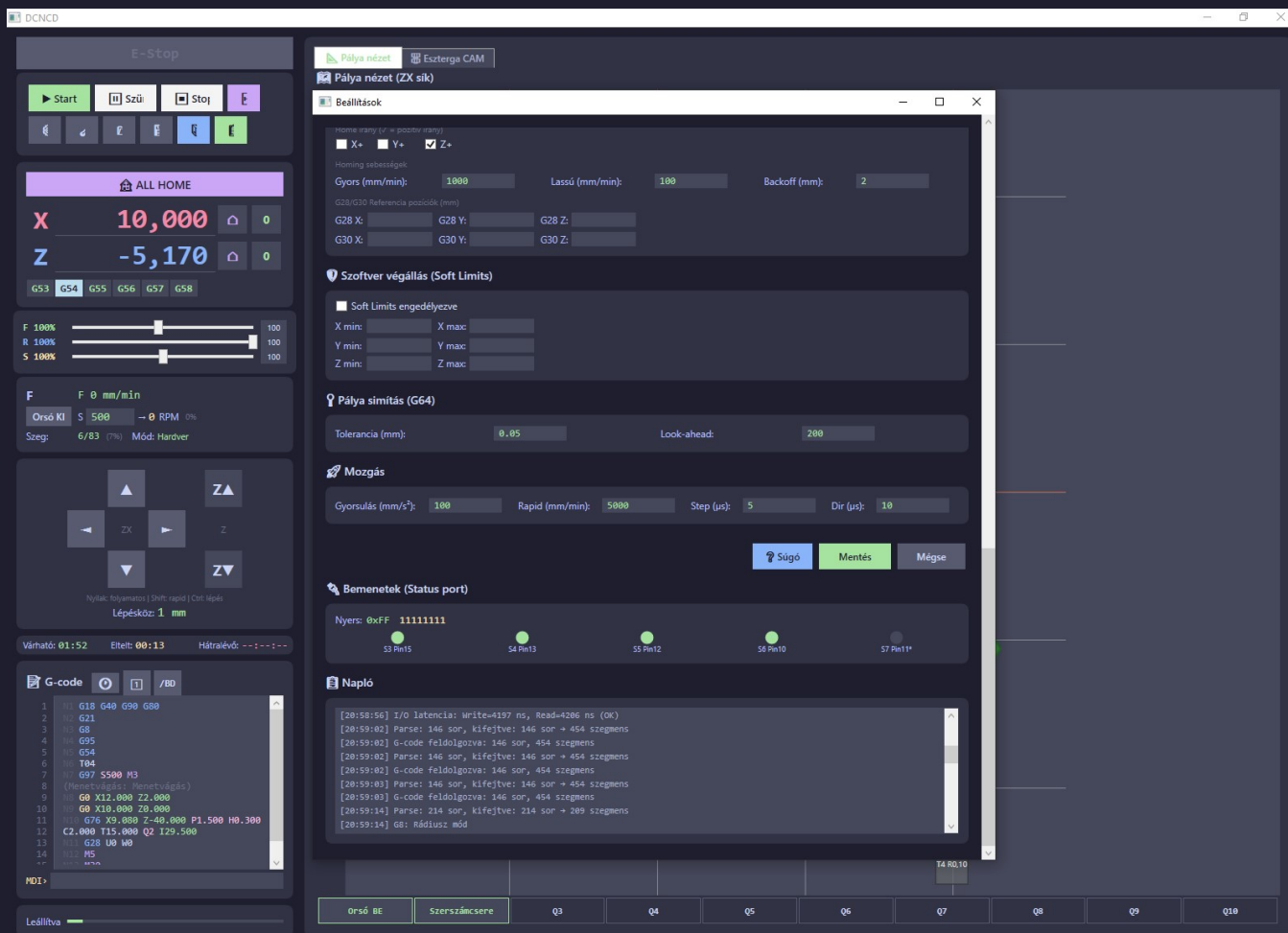
Q8

Q9

Q10

Eszterga beállítások:

The image displays a CNC control software interface. The main window is titled "E-Stop" and features a dark theme. At the top, there are buttons for "Start", "Szű", "Stoj", and "E". Below these are buttons for "G53", "G54", "G55", "G56", "G57", and "G58". A large display shows "X 10,000" and "Z -5,170". Below the display are sliders for "F 100%", "R 100%", and "S 100%". A section for "F 0 mm/min" shows "Orsó KI S 500 → 0 RPM 0%" and "Szeg: 6/83 (7%) Mód: Hardver". A directional pad is located below the sliders. At the bottom, it shows "Várható: 01:52", "Ellett: 00:13", and "Hátralévő: --:--:--". A "G-code" window is open on the left, showing a list of G-codes. A secondary window titled "Pálya nézet (ZX sík)" is open on the right, showing "Beállítások" (Settings) for "Makrók (M-kód)" (Macros). It includes sections for "Kézi mozgás" (Manual movement) with "Lépésköz (mm): 1" and "Előtölés (mm/min): 100", "Bemenetek & Home" (Inputs & Home) with "X Home: Nincs (kikapcsolva)", "Y Home: Nincs (kikapcsolva)", "Z Home: Nincs (kikapcsolva)", "Végállás kapcsolók" (End switch controls) with "X Limit: Nincs (kikapcsolva)", "Y Limit: Nincs (kikapcsolva)", "Z Limit: Nincs (kikapcsolva)", "Vészleállítás" (Emergency stop) with "E-Stop: Nincs (kikapcsolva)", "E-Stop aktív", "Limiték aktív", "Inv. Home (NC)", "Inv. Limit (NC)", "Inv. E-Stop (NC)", "Home irány (Z+ pozitív irány)", "X+", "Y+", "Z+", "Homing sebességek" (Homing speeds) with "Gyors (mm/min): 1000", "Lassú (mm/min): 100", "Backoff (mm): 2", "G28/G30 Referencia pozíciók (mm)" (Reference positions) with "G28 X:", "G28 Y:", "G28 Z:", "G30 X:", "G30 Y:", "G30 Z:", "Szoftver végállás (Soft Limits)" (Soft limits) with "Soft Limits engedélyezve", "X min:", "X max:", "Y min:", "Y max:", "Z min:", "Z max:", "Pálya simítás (G64)" (Path smoothing) with "Tolerancia (mm): 0.05" and "Look-ahead: 200", and "Mozgás" (Movement) with "T4 R0.10". At the bottom of the main window, there are buttons for "Orsó BE", "Szerszámcseré", "Q3", "Q4", "Q5", "Q6", "Q7", "Q8", "Q9", and "Q10".



6. Billentyűparancsok

F1	Súgó megnyitása (bárhonnan elérhető)
Alt + R	Program indítása / folytatása (bármely tab-ról)
Space	Szünet / Folytatás — azonnal megáll, akár szegmens közben is (bármely tab-ról)
Escape	Program leállítás (bármely tab-ról)
Nyíl gombok	Folyamatos kézi mozgatás (jog)
Shift + Nyíl	Rapid kézi mozgatás
Ctrl + Nyíl	Léptető kézi mozgatás (egy lépésköz)
PgUp / PgDn	Z tengely mozgatás (maró módban)
Ctrl + O	G-code fájl megnyitása
Ctrl + S	G-code fájl mentése
Alt + Q	Váltás Pálya nézet ↔ CAM tab között
Alt + W	Visszatekerés az elejére
Alt + S	Orsó be/ki kapcsolás
Enter (MDI mezőben)	MDI parancs végrehajtása
↑ / ↓ (MDI mezőben)	MDI előzmények böngészése
Ctrl + / -	Előtolás (Feed) override $\pm 10\%$
Shift + / -	Gyorsjárat (Rapid) override $\pm 10\%$
AltGr + / -	Főorsó (Spindle) override $\pm 5\%$

7. Projekt mentés / betöltés

Az alkalmazás saját projektformátumot (.cncproj) használ, amely JSON alapú és tartalmazza a CAD rajzot, a G-code programot, az üzemmódot és az átmérő mód beállítását.

-  **Projekt mentés** — Elmenti az aktuális állapotot (CAD entítások + G-code + mód beállítások)

-  **Projekt betöltés** — Visszatölti a teljes projekt állapotot a .cncproj fájlból
- **Legutóbbi fájlok** — A legutóbb megnyitott G-code fájlok listája gyors hozzáféréshez

8. CAD rajzoló rendszer

A beépített 2D CAD rendszer lehetővé teszi a megmunkálási kontúrok rajzolását közvetlenül az alkalmazásban. A rajzolt geometria a CAM műveletekhez használható: kijelölés után a G-code generátor automatikusan felismeri a kontúrokat.

8.1 Rajzoló eszközök

Eszköz	Leírás
 Kijelölés	Elemek kijelölése kattintással vagy téglalap húzással (Esc is váltja)
 Pont	Pont entitás elhelyezése (pl. fúrás középpont)
 Vonal	Egyenes vonal rajzolása két pont között
 Téglalap	Téglalap rajzolása két sarokpont megadásával
 Kör	Kör rajzolása középpont + sugár megadásával
 Ív	Körív rajzolása
 Ellipszis	Ellipszis rajzolása
 Sokszög	Szabályos sokszög (poligon) rajzolása: 1. katt = középpont, 2. katt = sugár és szög Alapértelmezett: 6 oldal. Dupla kattintással szerkeszthető (oldalszám, sugár, pozíció, forgatás).
 Vonallánc	Polyline rajzolása (több pont, dupla kattintás: befejezés)
A Szöveg	Szöveg entitás elhelyezése (gravírozáshoz)

8.2 Szerkesztő parancsok

-  **Törlés (Del)** — Kijelölt elemek törlése
-  **Másolás** — Kijelölt elemek eltolt másolása
-  **Visszavonás (Ctrl+Z)** — Utolsó művelet visszavonása (max 50 lépés)
-  **Újra (Ctrl+Y)** — Visszavont művelet ismétlése
- **Ctrl+A** — Összes elem kijelölése
- **Esc** — Aktuális rajzolás megszakítása / kijelölés törlése

8.3 Transzformációk

-  **Tükrözés X** — Kijelölt elemek tükrözése függőleges tengelyen
-  **Tükrözés Y** — Kijelölt elemek tükrözése vízszintes tengelyen
-  **Forgatás 90°** — Kijelölt elemek 90°-os forgatása

8.4 Egyesítés és lekerekítés

-  **Egyesítés (Join)** — Több vonal/ív összefűzése egyetlen polyline-ná
-  **Lekerekítés (Fillet)** — Két kijelölt vonal közötti sarok lekerekítése megadott sugárral (R: mező)

8.5 Szétrobbantás, Vágás, Felosztás

Ezek az eszközök lehetővé teszik az összetett entitások szétbontását és geometriák precíz vágását metszéspontoknál.

-  **Szétrobbantás (Explode)** — Összetett entitások primitív elemekre bontása:
 - Téglalap → 4 vonal
 - Ellipszis → 32 vonal szegmens
 - Vonallánc → egyedi vonalak (zárt esetén + záróvonallal)

Megjegyzés: A kör nem explode-olható, mert közvetlenül trimmelhető és splittelhető.

-  **Vágás (Trim)** — Kattints egy entitás szegmensére, és az a legközelebbi metszéspontokig levágásra kerül. A többi rész megmarad önálló entitásként. Ha nincs metszéspont, az egész entitás törlődik.
Támogatott: vonal, ív, kör. A téglalap/ellipszis/vonallánc vágóelemként működik (metszéspontot ad), de maga nem vágható — előbb

explode-old!

- **// Felosztás (Split)** — Kattints egy entitásra és a legközelebbi metszéspontnál kettévágja két önálló részre.
Kör → két félkör (ív), vonal → két rövidebb vonal, ív → két kisebb ív. Mindkét művelet Ctrl+Z-vel visszavonható.

Tipikus munkafolyamat: rajzolj egy téglalapot + egy kört benne → Explode a téglalapot → Trim a felesleges szegmenseket a metszéspontoknál.

8.6 Illesztés (Snap)

- **Rács** — Rajzolás közben az egér rácshálózathoz igazodik
- **Végpont** — Meglévő elemek végpontjaihoz illesztés (vonaleg, kör pontok, stb.)

8.7 DXF import / export

A  gombbal DXF fájl importálható, amely vonalakat, köröket, íveket és polyline-okat tölt be. A  gombbal az aktuális rajz DXF formátumba exportálható más CAD programokkal való kompatibilitás érdekében.

9. Kényszer rendszer (Constraints)

A CAD rajzoló parametrikus kényszereket támogat, amelyekkel a geometriai elemek között pontos kapcsolatok definiálhatók. A kényszerek automatikusan érvényesülnek szerkesztéskor.

Kényszer	Leírás
H Vízszintes	A kijelölt vonal vízszintessé kényszerítése
V Függőleges	A kijelölt vonal függőlegessé kényszerítése
○ Egybeesés	Két pont vagy végpont egymásra illesztése (coincident)
Párhuzamos	Két vonal párhuzamossá kényszerítése
⊥ Merőleges	Két vonal merőlegessé kényszerítése
L Rögzített hossz	Vonal hosszának rögzítése adott értékre
R Rögzített sugár	Kör/ív sugarának rögzítése adott értékre
= Egyenlő	Két elem hosszának vagy sugarának egyenlővé tétele
✕ Törlés	Kijelölt elemhez tartozó kényszerek eltávolítása

10. Réteg kezelő

A bal oldali réteg panel segítségével a rajz elemei rétegekbe szervezhetők. Minden réteghez tartozik szín, láthatóság és zárolás.

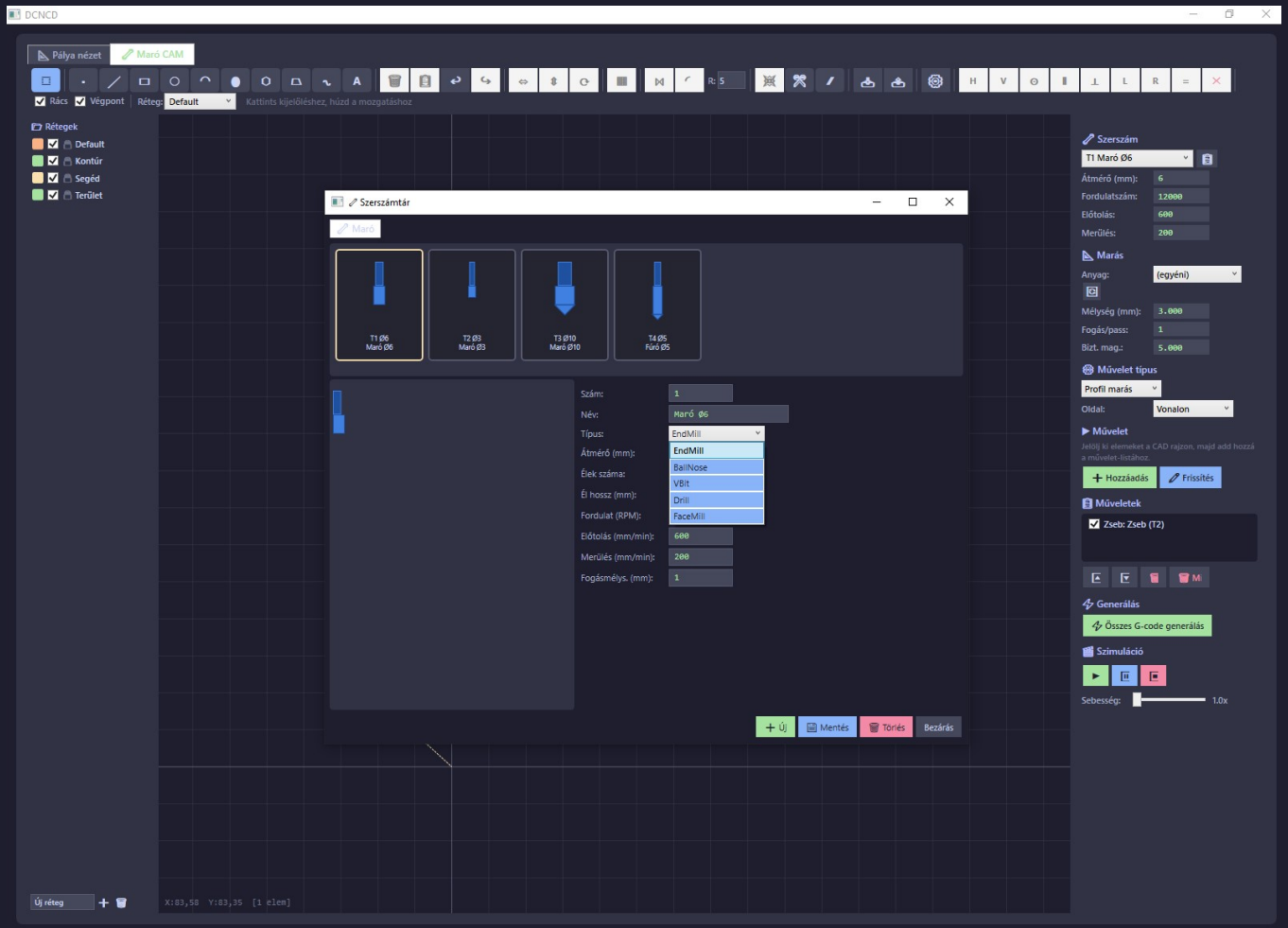
- **Szín négyzet** — Kattintással a réteg színe változtatható
- **Szem ikon (✓)** — Réteg láthatóság ki/bekapcsolása
- **Lakat ikon** — Réteg zárolása (zárolva nem szerkeszthető)
- **+ Új réteg** — Új réteg hozzáadása egyedi névvel
- **Törlés** — Kijelölt réteg törlése (Default réteg nem törölhető)
- **Aktív réteg** — A toolbar-on választható az aktív réteg, amelyre az új elemek kerülnek

11. Szerszámtár

Az alkalmazás beépített szerszámtárral rendelkezik, amelyben maró és eszterga szerszámok kezelhetők. A szerszámtár JSON fájlba (tool_library.json) mentődik az alkalmazás mappájában.

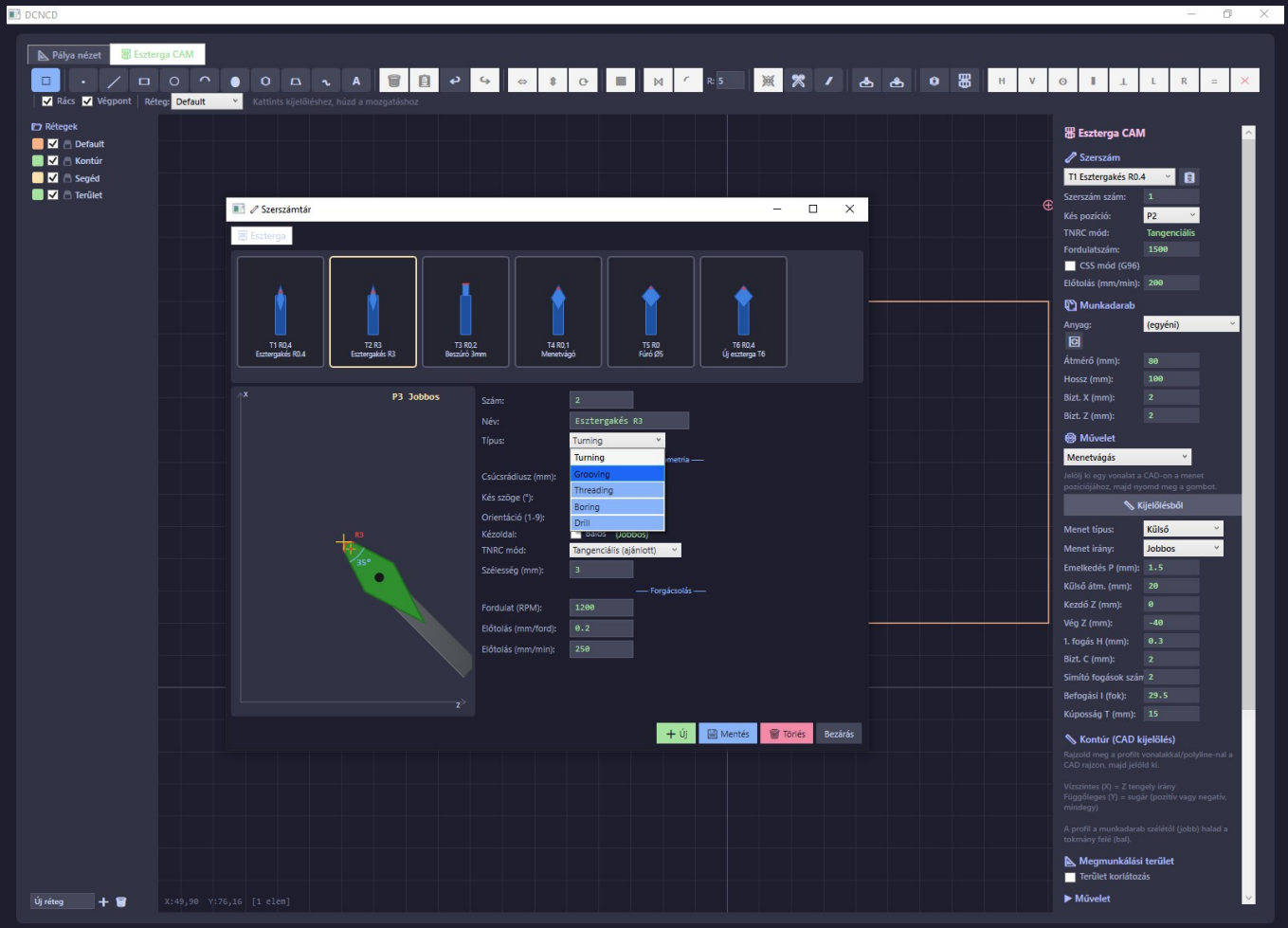
11.1 Maró szerszámok

- Szerszám szám, név, típus (Végmaró, Gömb, V-bit, Fúró, Homlokmaró)
- Átmérő, élszám, élhossz
- Fordulatszám, előtolás, merülési sebesség, fogásmélység, lépésköz



11.2 Eszterga szerszámok

- Szerszám szám, név, típus (Esztergakés, Beszúró, Menetvágó, Belső, Fúró)
- Orrhossz, szélesség (beszúróhoz)
- Fordulatszám, előtolás (mm/ford és mm/min)



12. Anyag adatbázis

A CAM panelek anyag választó legördülő menüjében előre definiált anyagtípusok közül lehet választani. Az anyag kiválasztásakor az alkalmazás automatikusan kiszámolja az ajánlott vágóparamétereket (fordulatszám, előtolás, merülési sebesség, fogásmélység) a szerszám átmérője és az anyag tulajdonságai alapján.

- **Maró** — Felületi sebesség → RPM, forgácsvastagság → előtolás, mélység a szerszám átmérő arányában
- **Eszterga** — Felületi sebesség → RPM (munkadarab átmérőhöz), előtolás mm/ford, nagyolási fogásmélység
- **Újrászámolás** — Bármikor újrászámolhatók a paraméterek a módosított szerszám/anyag kombináció alapján

13. Maró CAM

A „ Maró CAM” fülön rajzolható a megmunkálási geometria, és generálhatók a szerszám pályák. Több művelet összerakható egyetlen G-code programba a művelet-lista segítségével.

13.1 Művelet típusok

Művelet	Leírás
Profil marás	Kontúr menti marás, választható oldal (vonalon, kívülről, belülről, balról, jobbról)
Zseb marás	Zárt kontúr belső anyagának eltávolítása (párhuzamos/koncentrikus stratégia, átfedés %, szög tisztító kontúr). Sziget (island) támogatás: ha több zárt kontúrt jelölsz ki, a legnagyobb a pocket határ, a benne lévő automatikusan szigetként kezelődnek — a szerszám kikerüli őket.
Fúrás	Pont vagy kör középpontokon fúrás, állítható csipegelési mélységgel (peck drilling)
Gravírozás	Szöveg vagy kontúr gravírozása adott mélységre (stroke font alapú)
Horony marás	Horony (slot) vágása kontúr mentén, szélesítés mindkét/bal/jobbs oldalra
V-Carve	V-maróval két kontúr között marás. A mélység a szélességből és a V-szögből automatikusan számolódik. Sarkoknál a szerszám kiemelkedik. Opcionális többlépcsős nagyolás.

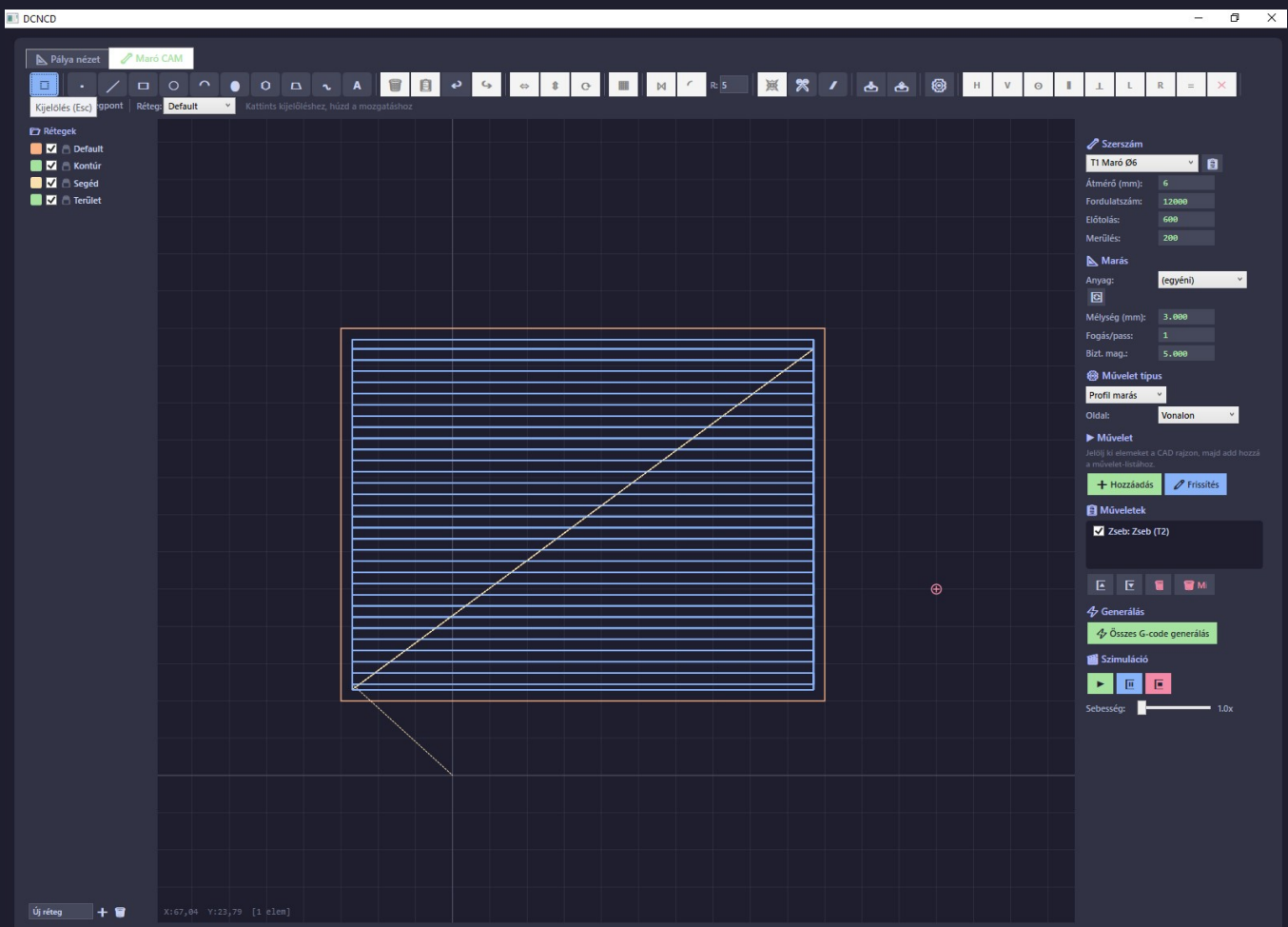
13.2 Közös paraméterek

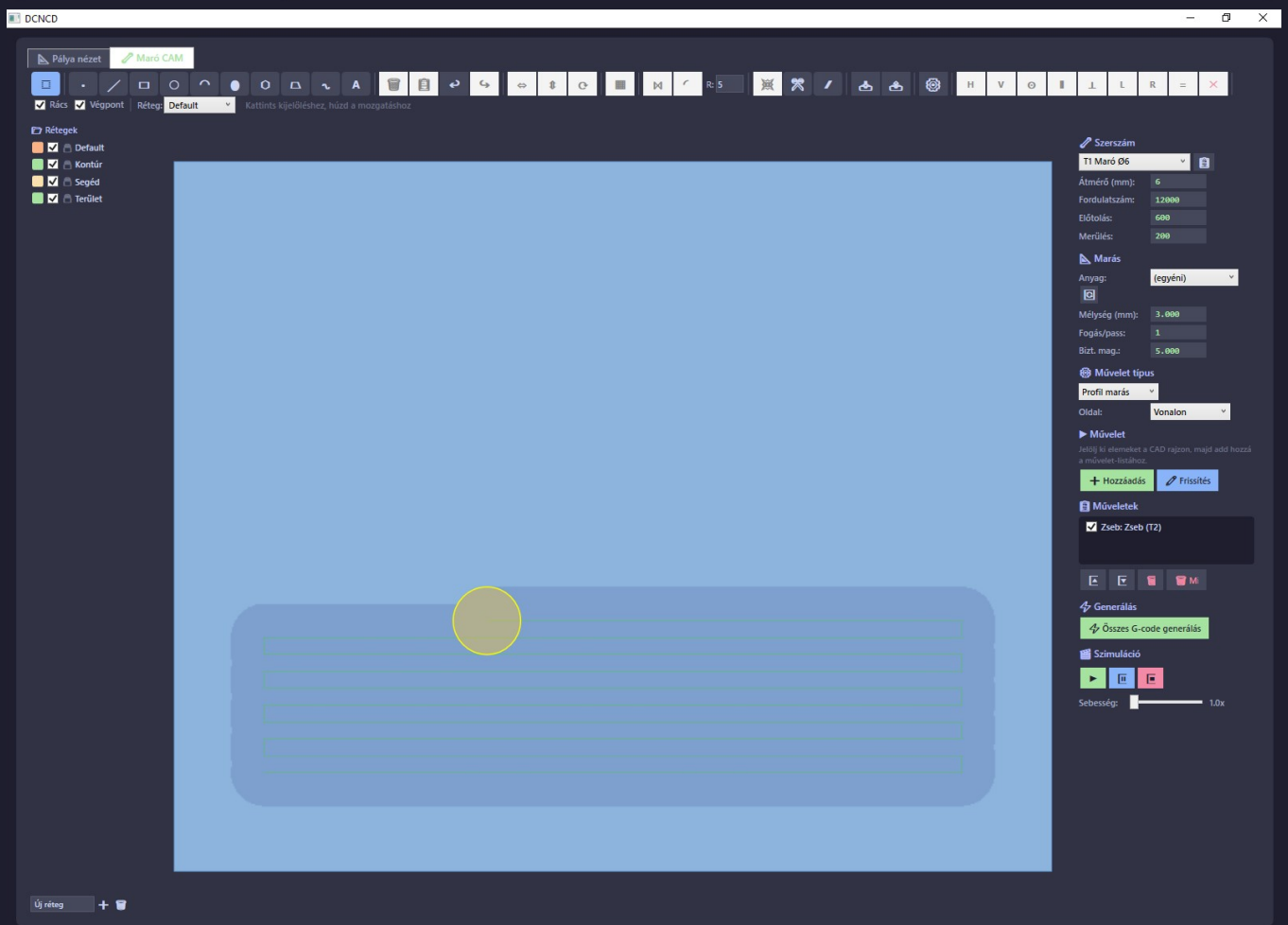
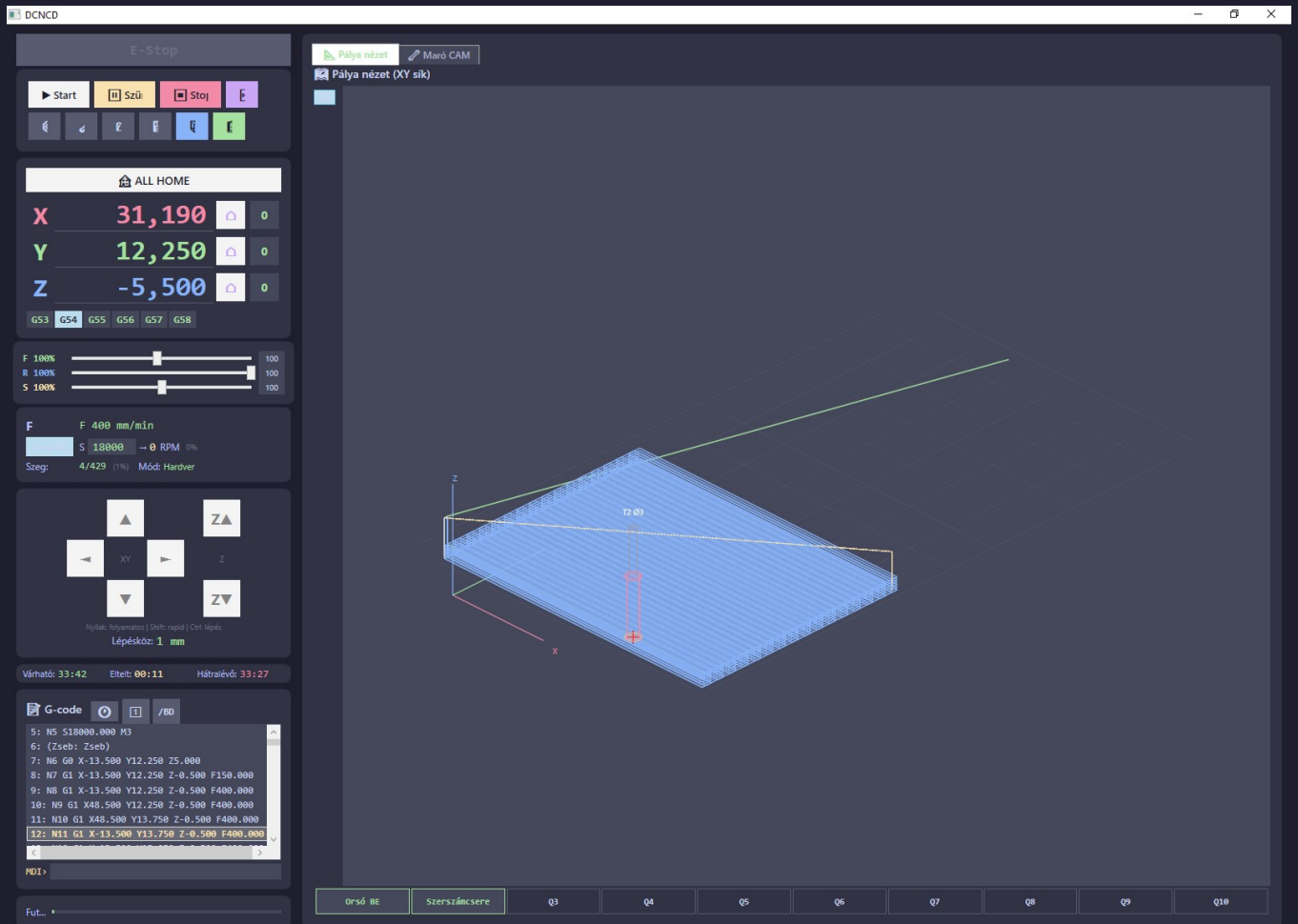
- **Szerszám** — Átmérő, fordulatszám, előtolás, merülési sebesség (szerszámtárból vagy kézi bevitel)
- **Mélység (mm)** — Teljes vágási mélység
- **Fogás/pass** — Egy menet mélysége (DepthPerPass)
- **Bizt. mag.** — Biztonsági magasság (SafeHeight) — ide emelkedik a szerszám rapid mozgáskor

13.3 Zseb marás részletesen

A zseb marás zárt kontúrban belül távolítja el az anyagot. Két kitöltési stratégia érhető el:

- **Párhuzamos (zigzag)** — Párhuzamos scanline vonalak a megadott szög alatt. Gyors anyageltávolítás nagy felületen.
- **Koncentrikus** — Befelé csökkenő gyűrűk. Jobb felületminőség, kisebb szerszámterhelés.





Sziget (Island) támogatás

Ha egy zseb-en belül egy vagy több zárt kontúr is van (pl. kör, téglalap), azokat a rendszer automatikusan **szigetként** (island) felismeri. A szerszám kikerüli a szigeteket — nem mar beléjük.

- **Használat:** Jelöld ki az összes kontúrt (külső + belső szigeteket), válaszd a „Zseb marás” típust, majd kattints a „Hozzáadás” gombra.
- **Automatikus felismerés:** A legnagyobb területű zárt kontúr lesz a pocket határ, az összes kisebb, benne lévő zárt kontúr → sziget.
- **Párhuzamos stratégiánál:** A scanline vonalak feldarabolódnak a szigeteknél — a szerszám retract + rapid mozgással átugrik.
- **Koncentrikus stratégiánál:** A gyűrűk pontjai kihagyásra kerülnek a sziget területeken.
- **Tisztító kontúr:** Ha be van kapcsolva, a pocket fal és minden sziget körül is megy egy finish pass.

13.4 V-Carve megmunkálás

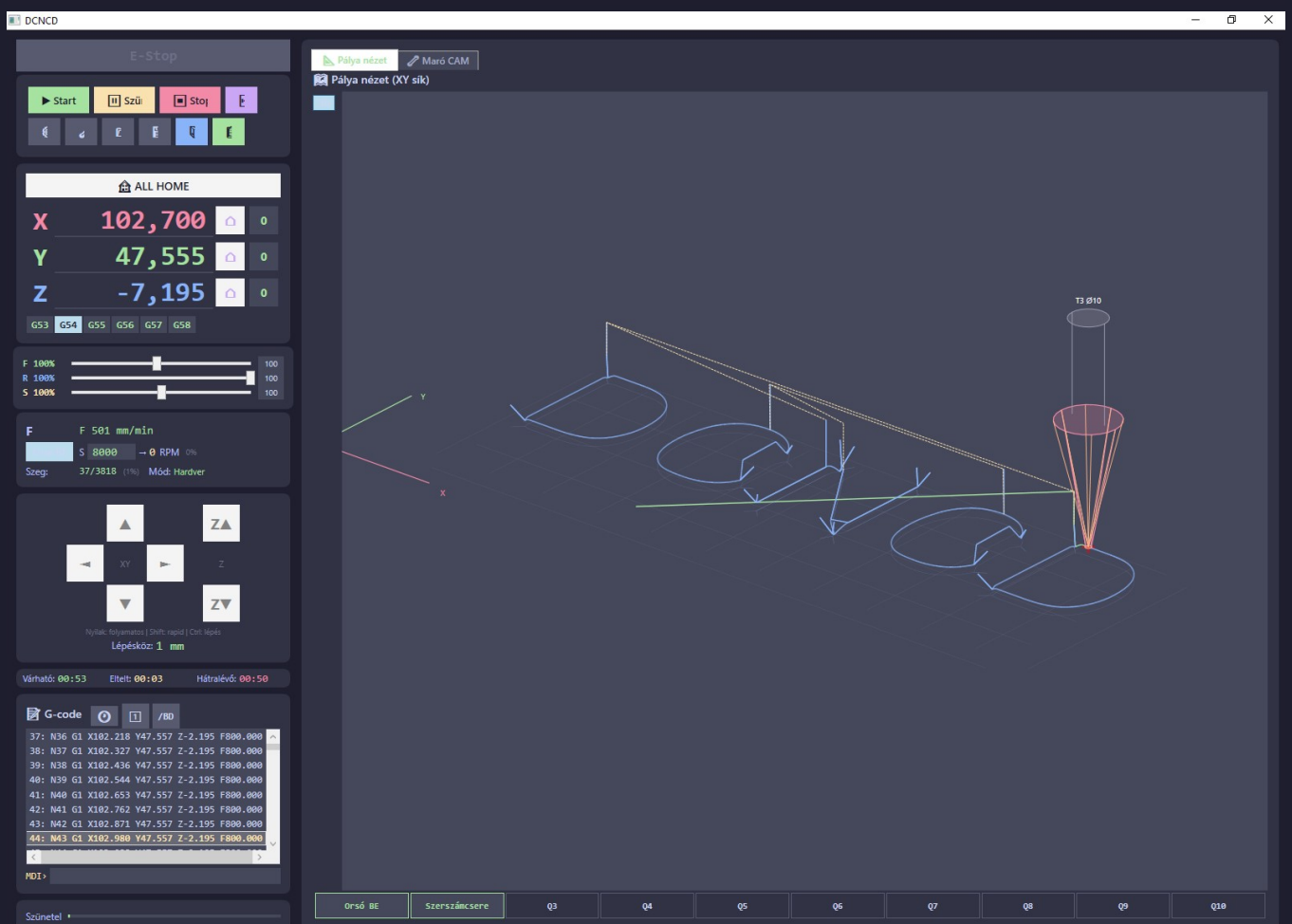
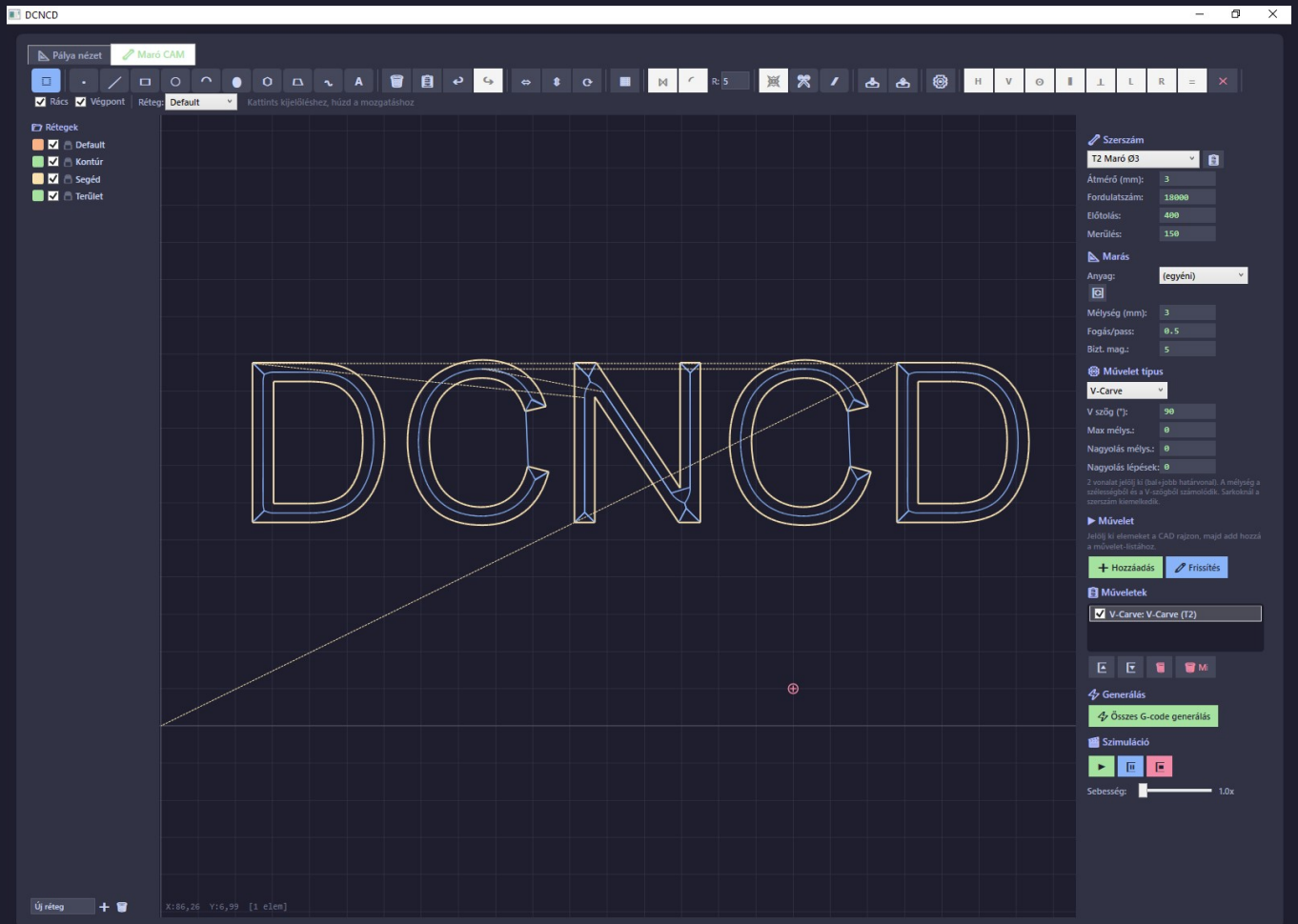
A V-Carve művelet V-maróval végzi a megmunkálást két kontúr (bal/jobbs határvonal) között. A mélység a helyi szélességből és a V-maró szögéből automatikusan számolódik:

$$\text{mélység} = (\text{szélesség} / 2) / \tan(\text{szög} / 2)$$

- **V szög (°)** — A V-maró befogott szöge (pl. 60°, 90°). A szerszámtárból automatikusan átveszi, ha V-bit típusú szerszám van kiválasztva.
- **Max mélység** — Maximális mélység korlátozás (0 = nincs limit, csak a geometria számít).
- **Sarkok kezelése** — Ahol a kontúrok összeszűkülnek (sark), a szélesség csökken → a mélység automatikusan csökken → a szerszám kiemelkedik. Ez adja a V-Carve jellegzetes megjelenését.
- **Nagyolás (opcionális)** — Ha nagyolási mélység és lépésszám meg van adva, először lapos mélységben nagyol (akár lapos maróval is), majd a V-maró végzi a simítást a változó mélységgel.

Használat

1. Rajzolj két kontúrt (bal és jobb határvonal) — vagy egyetlen zárt kontúrt
2. Jelöld ki mindkettőt
3. Válaszd a „V-Carve” műveletet, állítsd be a V szöget
4. Kattints a „Hozzáadás” gombra



13.5 V-maró profil marás

A profil marás is támogatja a V-maró szerszámot. Ha a kiválasztott szerszám V-bit típusú ($VBitAngle > 0$), a szerszámpálya offset-je automatikusan a mélységből és a V-szögből számolódik:

$$\text{offset} = \text{mélység} \times \tan(\text{szög} / 2)$$

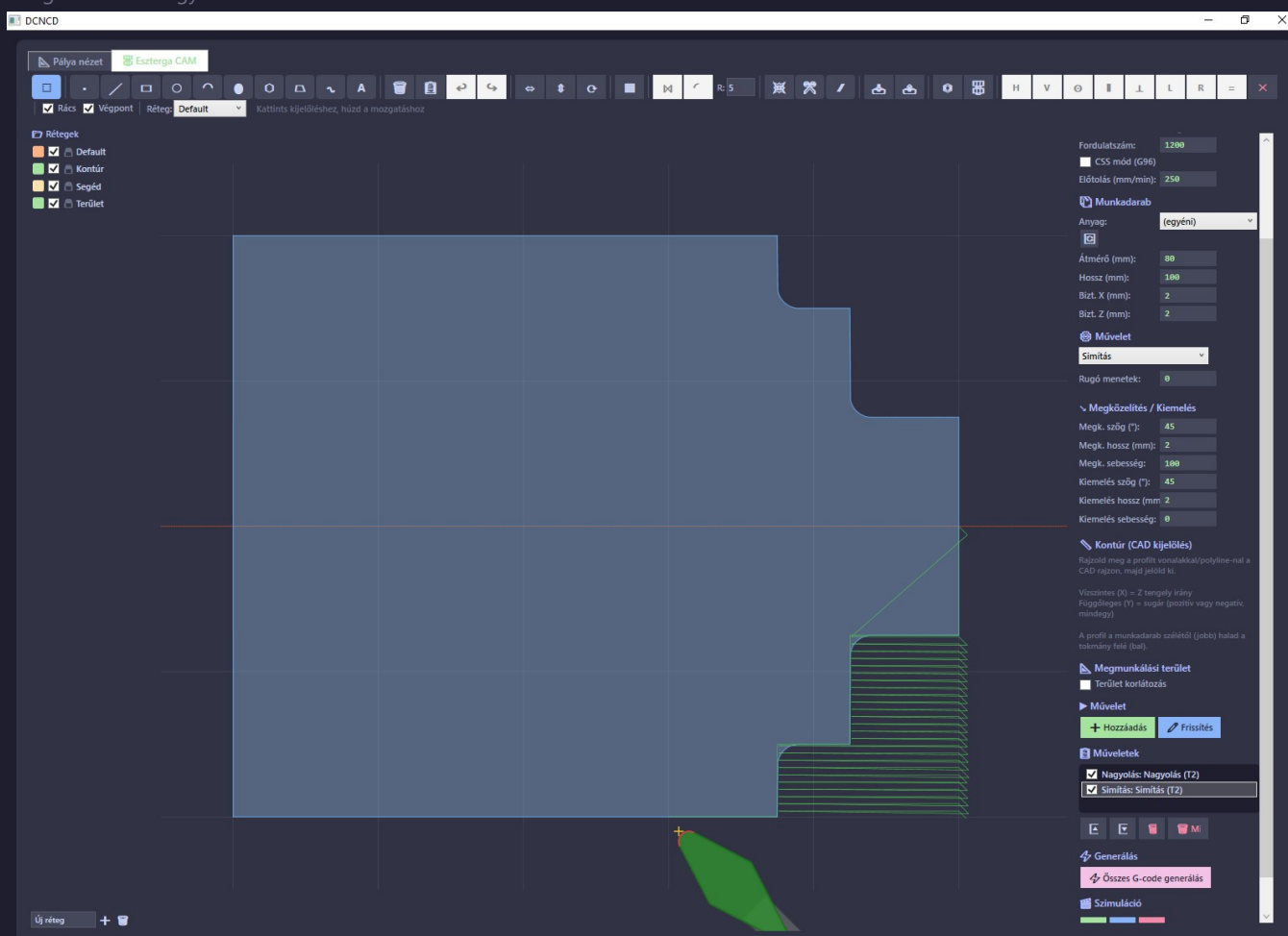
Ez azt jelenti, hogy a V-maró minden passzban más offsettel halad — mélyebbre megy → szélesebb vágás → nagyobb offset. Így kintről és bentről is pontosan az adott mélységhez illő helyre pozicionálja magát.

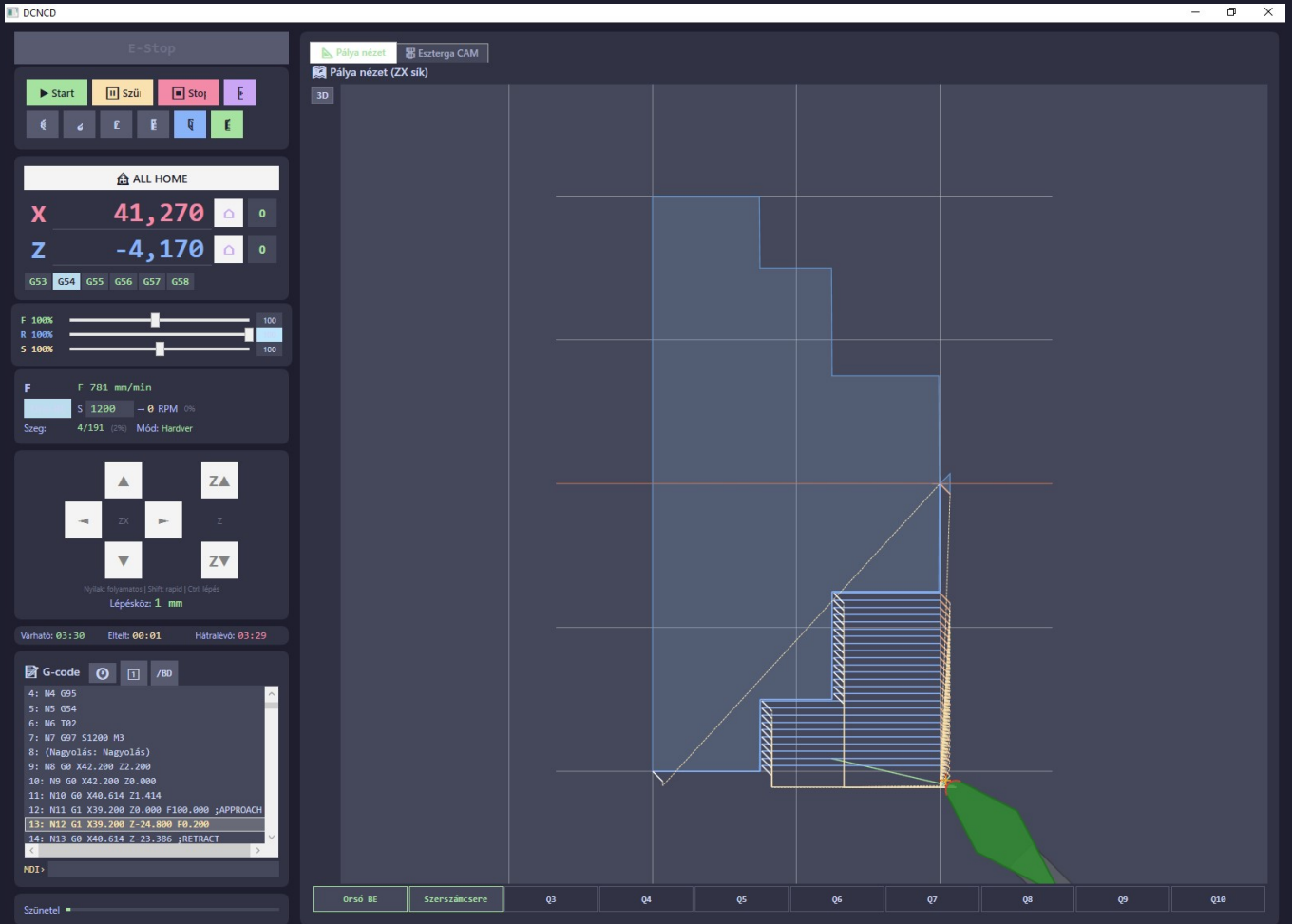
- Többlépcsős marás: minden fogásmélységnél újraszámolja az offsetet
- Kompatibilis: Vonalon / Kívülről / Belülről / Balról / Jobbról oldal beállítás

14. Eszterga CAM

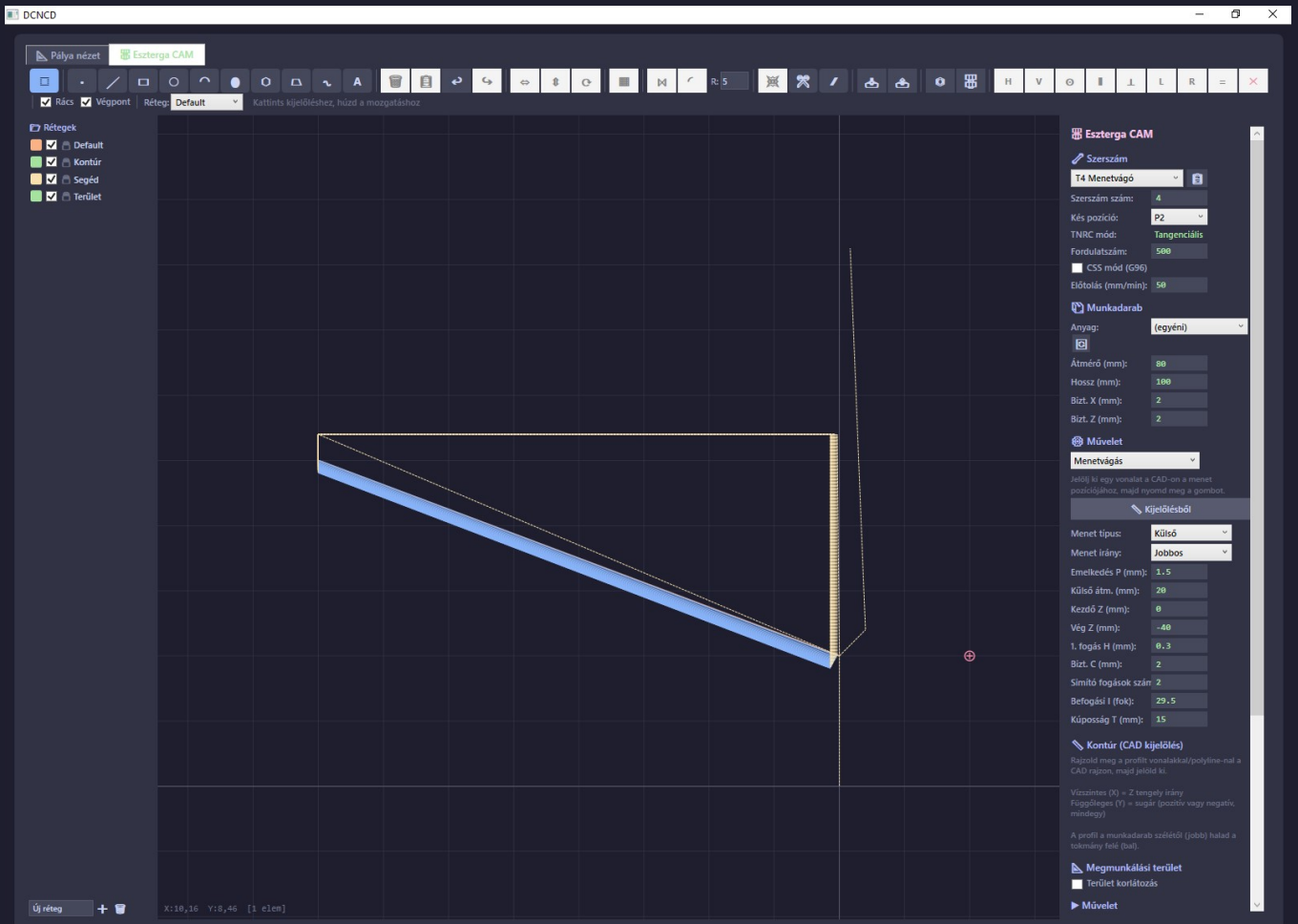
A „Eszterga CAM” fülön rajzolható a munkadarab kontúrja és generálhatók az eszterga szerszámpályák. A CAD rajzon a vízszintes tengely (X) a Z tengelynek, a függőleges (Y) a sugárnak (X) felel meg. Több művelet összefűzhető egyetlen G-code programba.

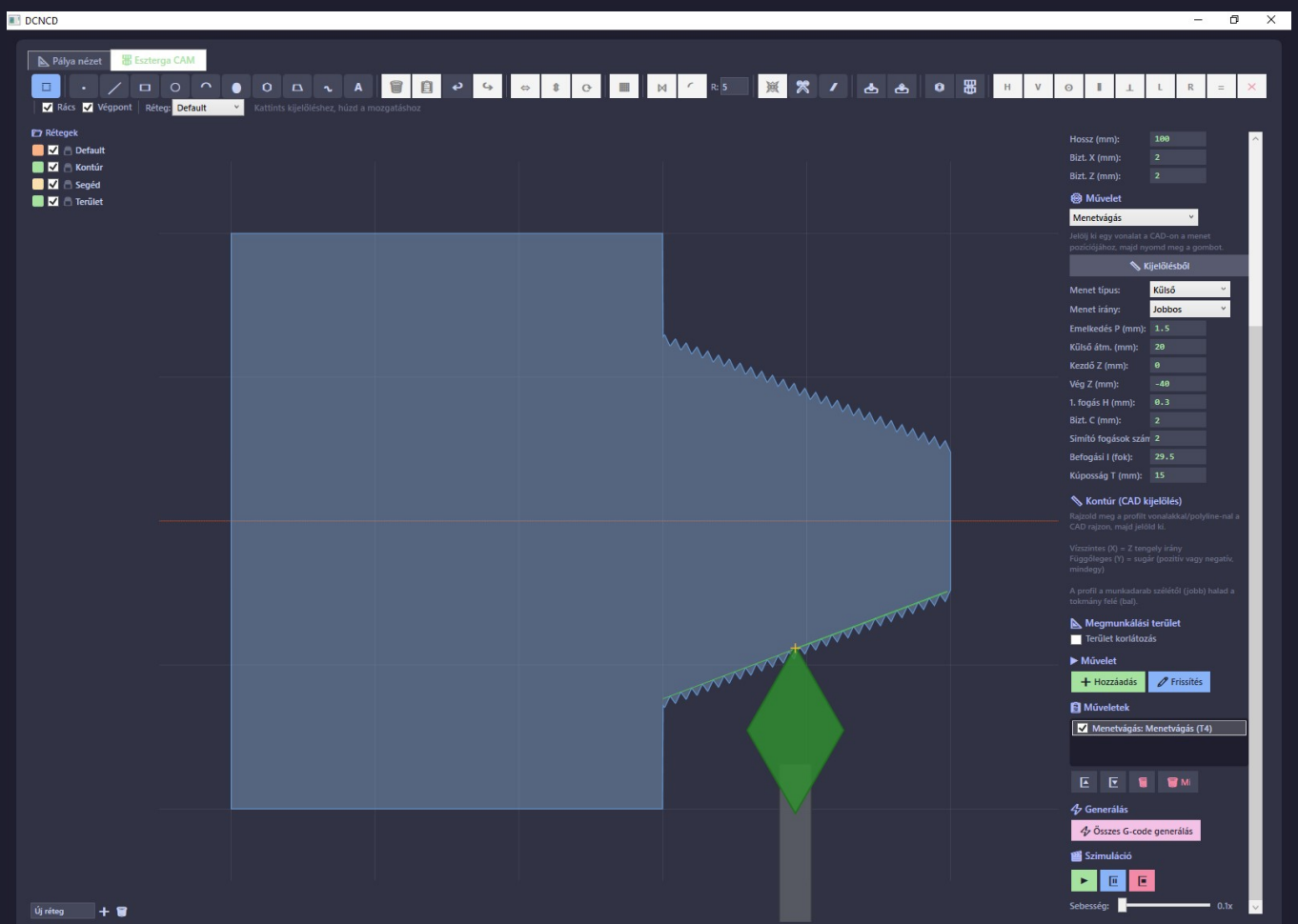
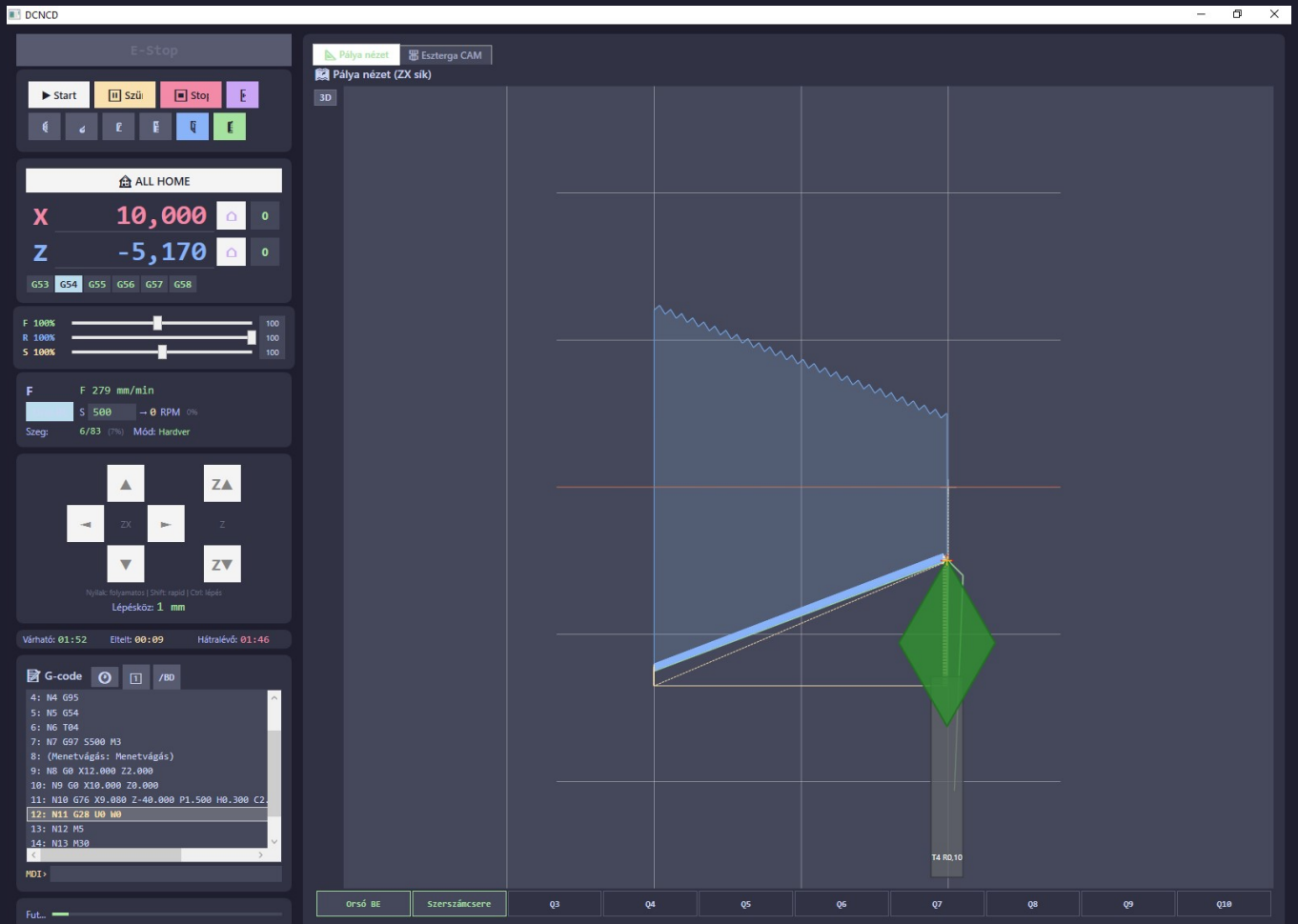
Eszterga CAM — Nagyolás és simítás:





Eszterga CAM — Menetvágás:





14.1 Művelet típusok

Művelet	Leírás
Nagyolás	Külső nagyolás a kontúr mentén, fogásmélység és simítási ráhagyás beállítással. Opcionális „Simítás is” kapcsoló.
Simítás	Pontos kontúrkövetés a végleges profil eléréséhez, rugó menetek opció.
Menetvágás	G76 ciklusú menetvágás. Külső/belső, jobbos/balos, emelkedés, kúposág, befogási szög rugó fogás beállítható. CAD vonalból is paramétereizhető.
Beszúrás	Beszúró kés (grooving) adott Z pozícióban, cél átmérőig, csipegelési mélységgel.
Homlokesztergálás	Homlokfelület esztergálása sugárirányú menetekkel.
Fúrás	Központfúrás / fúrás a tengelyben, csipegelési mélységgel (peck).
Belső nagyolás	Belső esztergálás (boring): előfúrt átmérőtől a kontúrig nagyol. Opcionális „Simítás is” kapcsoló.
Belső simítás	Belső kontúr pontos simítása, rugó menetek opcióval.

14.2 Megközelítés / Kiemelés

Az eszterga műveleteknél beállítható a szerszám megközelítési és kiemelési módja:

- **Szög (°)** — Megközelítési / kiemelési szög (0° = egyenes X behatolás, 45° = átlós, 90° = Z irányú)
- **Hossz (mm)** — Megközelítési / kiemelési mozgás hossza
- **Sebesség** — Előtolás a megközelítéshez / kiemeléshez (0 = rapid)

14.3 Megmunkálási terület (Region)

Opcionálisan korlátozható a megmunkálás egy meghatározott területre:

- **Terület korlátozás** ✓ — X min/max (sugár), Z min/max értékek beállítása
-  **Kijelölésből** — Jelölj ki egy téglalapot a CAD rajzon, és az automatikusan beállítja a terület határait
- A kijelölt területet a rendszer „Terület” rétegre helyezi és automatikusan frissíti szerkesztéskor

15. Több műveletes projekt (Multi-toolpath)

Mind a maró, mind az eszterga CAM támogatja több művelet összefűzését egyetlen G-code programba. Ez lehetővé teszi komplex megmunkálások tervezését (pl. fúrás → belső nagyolás → belső simítás → külső nagyolás → simítás → menetvágás), amelyek egyetlen futtatással végrehajthatók.

15.1 Használat

1. Válassz művelet típust és állítsd be a paramétereket a panelen
2. Jelölj ki geometriát a CAD rajzon (ha szükséges)
3. Kattints a **+ Hozzáadás** gombra — a művelet bekerül a listába
4. Ismételd meg más művelet típusokkal és szerszámokkal
5. Kattints az  **Összes G-code generálás** gombra — az összes engedélyezett művelet egyetlen G-code-ba kerül

15.2 Művelet-lista kezelés

- ✓ **Jelölőnégyzet** — Művelet engedélyezése/letiltása (letiltott művelet nem kerül a G-code-ba)
-   — Művelet feljebb/lejjebb mozgatása a sorrendben
-  **Frissítés** — A kijelölt művelet felülírása az aktuális panel beállításokkal
-  **Törlés** — Kijelölt művelet eltávolítása
-  **Mind** — Összes művelet törlése

A G-code generáláskor az alkalmazás automatikusan kezeli a szerszámcsereket (T kódok): ha egymás utáni műveletek ugyanazt a szerszámot használják, nem ismétli a cserét. A fejléc és lábléc (G18/G17, G21, G54, M5, M30) egyszer kerül a program elejére/végére.

16. Szimulációs mód

16.1 Mi ez és miért kell?

A legtöbb modern számítógépen nincs LPT (párhuzamos) port, ezért a gép vezérlő elektronikáját nem lehet közvetlenül meghajtani. Ilyenkor az alkalmazás automatikusan **szimulációs módba** lép. Ebben a módban a teljes szoftver ugyanúgy működik — szerkesztheted a G-kódot, futtathatod, nézheted a pályát — csak a **fizikai kimenetek** (lépés impulzusok, orsó, hűtés) szimuláltak.

🧐 Képzeld el: „A gép összes villanymotorja ki van húzva a konnektorból, de a szoftver tökéletesen fut — mint egy repülőgép-szimulátor!”

16.2 Hogyan aktiválódik?

Az alkalmazás induláskor megpróbálja megnyitni az LPT port drivert. Ha nem elérhető (nincs telepítve, USB-LPT adapter nincs csatlakoztatva, vagy a Windows nem engedi), automatikusan szimulációs módba lép. Nem kell semmit beállítanod!

Helyzet	Mi történik?
LPT driver elérhető	Normál mód — lépés impulzusok a portra mennek, a gép mozog
LPT driver NEM elérhető	Szimulációs mód — minden szimulált, a bal alsó sarokban jelzi

⚠️ A bal alsó sarokban mindig látható: „ SZIMULÁCIÓ” felirat, ha szimulált módban vagy!

16.2.1 Második LPT port (dual port)

Ha a géped több ki-/bemenetet igényel mint amennyit egyetlen LPT port biztosít (8 Data + 4 Control kimenet, 5 Status bemenet), beállíthatod a **2. LPT port** címét a Beállításokban. A második port teljes pin-készlete elérhető:

Pin tartomány	Regiszter	Felhasználás
20–27	2. port Data (kimenet)	Extra léptető/irány, orsó, hűtés, PWM, stb.
30–33	2. port Control (kimenet)	4 extra kimenet (HW invertált: bit 0,1,3)
20–27	2. port Status (bemenet)	Extra végállás, home, szonda, enkóder

Tipikus címek: **0x378** (LPT1), **0x278** (LPT2), **0x3BC** (LPT3). A 2. port cím = 0 → letiltva (egyetlen port mód).

16.2.2 LPT kártya választás — miért fontos a hardver?

A lépésimpulzusok pontos időzítéséhez nem mindegy, milyen LPT kártyát használsz. Az alkalmazás szoftveres oldala minden ismert időzítési hibát kompenzál (rising-edge latching, minimum LOW idő, backpressure handshake, valós idejű prioritás), de ha maga a port írás **magas és kiszámíthatatlan késleltetésű** (jitter), akkor hosszú futás során (10+ perc, magas lépésfrekvencia, eszterga / menetvágás) lépésvesztés keletkezhet.

Kártya típus	Minősítés	Megjegyzés
Brainboxes (UC-475, PX-157, PCI-1L LPT...)	✅ AJÁNLOTT	Dedikált, alacsony latency, jitter-mentes. Hosszú futás eszterga / menetvágás üzemre is alkalmas.
Alaplapi SuperIO LPT (régi gépek)	⚠️ KORLÁTOZOTT	Rövid futásra megfelel, de hosszú menetvágásnál drift léphet. Ellenőrizd a Latency benchmarkkal.
Sunix / MosChip PCI(e) LPT	❌ KERÜLENDŐ	Kompatibilitás módban magas jitter, hosszú futás lépésvesztés. Tipikus port-cím: 0xD000–0xEFFF.
USB → LPT „adapter”	❌ NEM HASZNÁLHATÓ	Nem valódi LPT — csak printer protokollra való, nincs közve port I/O. CNC célra alkalmatlan.

16.2.3 Latency benchmark — hogyan értelmezd?

A **Beállítások** → **LPT alap cím** szakaszban található  **Latency benchmark** gomb 2000 egymás utáni port-írás mérési idejét veszi fel és kiírja a min / átlag / P99 / max / jitter értékeket nanoszekundumban, valamint egy minősítést.

Minősítés	Átlag (ns)	P99 (ns)	Jitter (ns)
-----------	------------	----------	-------------

✓ KIVÁLÓ	< 1 500	< 4 000	< 20 000
⚠ ELFOGADHATÓ	< 4 000	< 15 000	< 80 000
✗ GYENGE	> 4 000	> 15 000	> 80 000

💡 A **jitter** (max – min) a legfontosabb mutató: ez okozza a hosszú futású drift-et, nem az átlag. Egy 800 ns átlagú, de 200 000 ns max-spike-os kártya rosszabb, mint egy 1 500 ns átlagú, de 5 000 ns spike-os kártya.

Megjegyzés: a benchmark legjobban tétlen géppel, a CNC futtatás megkezdése ELŐTT futtatva ad reprezentatív képet. Háttérfolyamatok (vírusirtó, Windows Update) ideiglenesen ronthatják az értéket.

16.3 Mi működik szimulációban?

Funkció	Működik?	Megjegyzés
G-code szerkesztés	✓ Igen	Teljes szerkesztő, betöltés, mentés
Pálya megjelenítés	✓ Igen	2D pálya nézet, rapid/vágás színek
CAD rajzoló	✓ Igen	Minden rajzoló eszköz elérhető
CAM generálás	✓ Igen	Maró és eszterga CAM, G-code generálás
Program futtatás	✓ Igen	DRO frissül, aktuális sor kiemelve, pálya rajzolódik
Makrók (M6, egyéni)	✓ Igen	MSG, WAIT, mozgások szimulálva futnak
3D szimuláció	✓ Igen	Maró: felülnézeti anyagleválasztás, Eszterga: keresztmetszet
Fizikai kimenetek	✗ Nem	Lépés impulzusok, orsó, hűtés nem jutnak a portra

16.4 Időzítés és sebesség

Szimulációs módban az **időzítések valósak** — a gyorsulás, előtolás, rapid sebesség és dwell (G4) várakozás pontosan ugyanannyi ideig tart, mint valódi gépen. Ez azért fontos, mert így a futtatás ideje reálisan becsülhető.

💡 Tipp: Ha csak a pályát akarod megnézni (nem érdekel az idő), a sebesség csúszkával gyorsíthatod a szimulációt!

16.5 Vizuális szimuláció (anyagleválasztás)

A szimulációs nézet valós idejű anyagleválasztást jelenít meg — láthatod, ahogy a szerszám „kimarja” az anyagot:

Mód	Mit lát?
🔧 Maró szimuláció	Felülnézet (XY sík) — a munkadarab „felülről” látszik, a maró kör alakú nyomot hagy. A mélységet szín árnyalattal jelzi.
🔲 Eszterga szimuláció	Keresztmetszet nézet (ZX sík) — a hengerből a szerszám levágja az anyagot. A tokmányfej és a szerszám orrhossz is látható.

16.6 Szimuláció vezérlő gombok

Gomb	Funkció
▶ Play	Szimuláció indítása — a szerszám elkezd mozogni a pálya mentén
⏸ Pause	Szimuláció szüneteltetése — a szerszám megáll az aktuális pozícióban
■ Stop	Szimuláció leállítása és visszaállítás a kezdőpontra
▶▶ Sebesség	Szimuláció sebessége: 0.1× (lassú) – 50× (villámgyors). Alapértelmezés: 1×

16.7 Mire használd?

- Program ellenőrzés** — Futtasd le szimulációban mielőtt valódi anyagba mész! Nézd meg a pályát, az időzítést, a szerszámcsereket.
- CAM fejlesztés** — Próbálgasd a CAM paramétereket (mélység, lépésköz, stratégia) és nézd az eredményt azonnal.
- Tanulás** — Tanuld meg a G-kódot valódi gép nélkül! Írd be az MDI-be a parancsot, és nézd mit csinál.
- Bemutató** — Mutasd meg az ügyfélnek vagy kollégának a tervezett megmunkálást a szimulációval.

💡 Lényeg: A szimulációs mód nem egy „korlátozott verzió” — ez a teljes alkalmazás, csak fizikai gép nélkül! Ideális tervezéshez, tanulásához és ellenőrzéshez.

17. M-kód makró rendszer

17.1 Mi ez és miért kell?

A G-kódban az M-kódok „gépi utasítások” — például M3 = orsó be, M5 = orsó ki. De mi van, ha **egyéni viselkedést** akarsz? Például szerszámcserékor a gép automatikusan felemelkedjen, kiírja hogy „Cseréld a szerszámot!”, majd megvárja amíg megnyomod a Start gombot? Erre való a **makró rendszer** — saját script-et írhatsz bármely M-kódhoz!

💡 Képzeld el: „Az M6 egy gomb a gépen. Megnyomod → a makró lefut, mint egy kis robot: mozog, ír üzenetet, vár rád.”

17.2 Hogyan nyitom meg a szerkesztőt?

1. Kattints a **Beállítások** gombra a főablakban
2. Görgess le a **Makrók** szekcióhoz
3. Kattints a „**Makró szerkesztő**” gombra

Megnyílik a makró szerkesztő ablak, ahol a bal oldali listában látod az összes makrót, a jobb oldalon pedig szerkesztheted a kiválasztott makró script-jét.

📁 Tárolás: %APPDATA%\CncController\Macros\macros.json — automatikusan mentődik.

17.3 Alapértelmezett M6 szerszámcseré

Az alkalmazás egy kész M6 makróval érkezik. A G-kódban **T2 M6** azt jelenti: „Válaszd ki a 2-es szerszámot és hajtsd végre a cserét.” A makró lépésről lépésre:

```
; ===== M6 Szerszámcseré makró =====  
IF #tool_req == #tool ; 🔍 Ugyanaz a szerszám?  
LOG Szerszám azonos, csere kihagyva  
RETURN ; ↩ Kilépés – nincs csere  
ENDIF  
SPINDLE_OFF ; 1🔌 Orsó leáll  
COOLANT_OFF ; 2🔌 Hűtés ki  
RAPID Z50 ; 3🔌 Z felemeli biztonságos magasságra  
RAPID X0 Y0 ; 4🔌 Csere pozícióra mozog  
MSG Cserélje a szerszámot: T#tool_req – majd nyomja meg a Start gombot  
WAIT ; 5🔌 Vár a Start gombra (vagy Alt+R)  
SET #tool = #tool_req ; 6🔌 Frissíti az aktuális szerszám számát  
LOG Szerszámcseré kész: T#tool
```

💡 Tehát ha T2 M6-ot írsz a G-kódba: orsó leáll → Z felemelkedik → XY csere pozícióra megy → kiírja „Cserélje T2” → vár → frissít. Teljesen testreszabható!

17.4 Makró parancsok — teljes referencia

Parancs	Mit csinál?
RAPID X.. Y.. Z..	Gyorsjáratú (rapid) mozgás a megadott pozícióra. Nem írt tengely = nem mozdul.
MOVE X.. Y.. Z.. F..	Előtolásos mozgás adott sebességgel (F = mm/min). Mint a G1.
SPINDLE_ON [CW CCW] S..	Orsó bekapcsolás. CW = óramutató, CCW = ellentétes. S = fordulatszám.
SPINDLE_OFF	Orsó leállítás (megegyezik az M5-tel).
COOLANT_ON	Hűtőfolyadék bekapcsolás (megegyezik az M8-cal).
COOLANT_OFF	Hűtőfolyadék kikapcsolás (megegyezik az M9-cel).
DWELL P..	Várakozás P másodpercig. Pl.: DWELL P2 = 2 másodperc szünet.
WAIT	Megállás — addig vár, amíg a felhasználó megnyomja a Start gombot (vagy Alt+R).
MSG szöveg	Üzenet megjelenítés a státuszsorban. Változók behelyettesítődnek!

LOG szöveg	Napló bejegyzés a log ablakba. Hibakereséshez ideális.
SET #var = érték	Változó értékének beállítása. Pl.: SET #tool = #tool_req
IF #var == érték	Feltételes blokk kezdete. Operátorok: ==, !=, >, <, >=, <=
ENDIF	Feltételes blokk vége. Kötelező minden IF-hez!
RETURN	Makró azonnali kilépés. Hasznos feltételes esetekben (pl. nincs csere).
PROBE X.. Y.. Z.. F..	Szondázó mozgás — érintésig mozog. Eredmény: #probe_tripped, #probe_x/y/z (lásd 26.7).
CALL fájl [L..]	Külső G-kód alprogram fájl futtatása a makróból, L = ismétlésszám (lásd 17.10).
M98 (fájl) [L..]	Ugyanaz mint a CALL — Fanuc-stílusú szintaxis.

⚠ Pontosvesszővel (;) kezdődő sorok megjegyzések — a rendszer átugorja őket. Használd bőven!

17.5 Változók — honnan jön az adat?

A makrókban # jellel kezdődő változókat használhatsz. A rendszer automatikusan kitölti a beépített változókat a gép aktuális állapotával:

Változó	Jelentés	Példa érték
#x	Aktuális X pozíció	25.400 (mm)
#y	Aktuális Y pozíció	10.000 (mm)
#z	Aktuális Z pozíció	50.000 (mm)
#tool	Aktuális szerszám száma	1 (T1 van bent)
#tool_req	Kért szerszám (T szó)	2 (T2-t kért a G-kód)
#feed	Aktuális előtolás	200 (mm/min)
#rpm	Orsó fordulatszám	12000 (ford/perc)
#1..#99	Felhasználói változók	Bármit tárolhatsz (szám). Alapérték: 0

💡 A változók a MSG és LOG parancsokban is behelyettesítődnek! Pl.: MSG Szerszám: T#tool → kiírja: „Szerszám: T1”

17.6 Egyéni makró létrehozása — lépésről lépésre

1. Nyisd meg a **Makró szerkesztőt** (Beállítások → Makrók → Makró szerkesztő)
2. Kattints a **+** gombra új makró hozzáadásához
3. Add meg az **M-kód számot** (pl. 600 → M600-ként hívható a G-kódból)
4. Add meg a **nevet** (pl. „Szerszámhossz mérés”) — ez csak neked segít emlékezni
5. Írd meg a **script-et** a jobb oldali szerkesztőbe
6. Kapcsold **be az engedélyezve** jelölőt (✓)
7. Zárd be a szerkesztőt — automatikusan mentődik

Ezután a G-kódban **M600** meghívja a makró!

17.7 Teljes példa — egyéni „munkadarab mérés” makró (M601)

Ez a makró felemeli a Z-t, odamegy a mérési pontra, és megvárja a felhasználót:

```
; ===== M601 Munkadarab mérési pont =====
SPINDLE_OFF ; 🛑 Orsó le (biztonság!)
RAPID Z30 ; ⬆ Felemeljük a Z-t
RAPID X50 Y50 ; 📍 Mérési pontra mozgás
MSG Mérje le a munkadarabot, majd nyomja meg a Start gombot!
WAIT ; ⏸ Vár a felhasználóra
LOG Mérés kész, pozíció: X#x Y#y Z#z
MSG Mérés rögzítve – program folytatódik...
DWEll P1 ; ⌚ 1 mp szünet (olvasni lehessen)
```

💡 A G-kódban csak annyit írsz: M601 → és a teljes mérési rutin lefut!

17.8 Feltételes logika — IF / ENDIF példa

A makrókban feltételhez kötheted a parancsokat. Példa: csak akkor kapcsolod be a hűtést, ha az orsó forog:

```
IF #rpm > 0 ; 🔍 Forog az orsó?  
COOLANT_ON ; ✅ Igen → hűtés be  
MSG Hűtés bekapcsolva  
ENDIF
```

Támogatott operátorok:

Operátor	Jelentés	Példa
==	Egyenlő	IF #tool == 1
!=	Nem egyenlő	IF #tool_req != #tool
>	Nagyobb	IF #rpm > 0
<	Kisebb	IF #z < 5
>=	Nagyobb vagy egyenlő	IF #feed >= 100
<=	Kisebb vagy egyenlő	IF #1 <= 10

17.9 Fontos szabályok és tippek

Szabály	Részletek
Megjegyzések	Pontosvesszővel (;) kezdődő sorok. Használd bőven a dokumentáláshoz!
Egy makró = egy M-kód	Minden M-kódhoz egy makró tartozik. Ha M6 + M600 kell, az két külön makró.
Engedélyezve/Letiltva	A ✓ jelölővel ki/be kapcsolhatod anélkül, hogy törölnéd a kódot.
WAIT + szimuláció	Szimulációs módban is működik! A Start gombra (Alt+R) vár.
Változók MSG-ben	MSG és LOG-ban #változók automatikusan behelyettesítődnek a tényleges értékre.
RETURN = azonnali kilépés	A makró végéig egyébként is lefut — RETURN csak korai kilépéshez kell.

🔗 Tipp: Kezdd egyszerűen! Írj egy MSG + WAIT makró, nézd meg hogy fut, aztán bővítsd mozgásokkal és feltételekkel.

17.10 Külső G-kód fájl futtatása makróból (CALL / M98)

A makróból **teljes G-kód fájlt** is futtathatsz — pl. egy szerszámmérő rutint vagy egy ismétlődő megmunkálási mintát. A fájl a szabványos G-kód feldolgozón megy át (alprogramok is működnek benne), majd a mozgások a makró csatornáján hajtódnak végre.

```
; Makró példa:  
MSG Szerszámmérés indul...  
CALL szerszameres.tap ; külső fájl futtatása 1x  
M98 (furas_minta) L3 ; Fanuc stílus, 3x ismétléssel  
MSG Kész!
```

- Fájl keresés: a betöltött program könyvtára, majd %APPDATA%\CncController\Subprograms\
- Kiterjesztés nélküli névnel automatikusan próbálja: .tap, .nc, .ngc, .gcode, .txt
- A napló mutatja: „CALL fájlnev L1 — N szegmens” — ha a fájl nem található, hibaüzenet jelenik meg
- G-kód programból és MDI-ből is hívható külső fájl — lásd a 23.7 fejezetet

18. Szerszám tábla (Tool Offset Table)

18.1 Mi ez és miért kell?

Képzeld el, hogy a műhelyben van 5 különböző szerszámod — egy rövid maró, egy hosszú fúró, stb. Mindegyiknek más a hossza, tehát ha cseréled őket, a gép „Z nullája” megváltozik. A **szerszám tábla** eltárolja, hogy melyik szerszám mennyivel hosszabb vagy rövidebb a többinél. Így a gép automatikusan korrigálja a különbséget, és a munkadarab

mindig jó méretre készül.

💡 Egyszerűen: „Megmondom a gépnek, hogy a 2-es szerszám 3mm-rel hosszabb, mint az 1-es — és a gép automatikusan lejjebb megy 3mm-rel.”

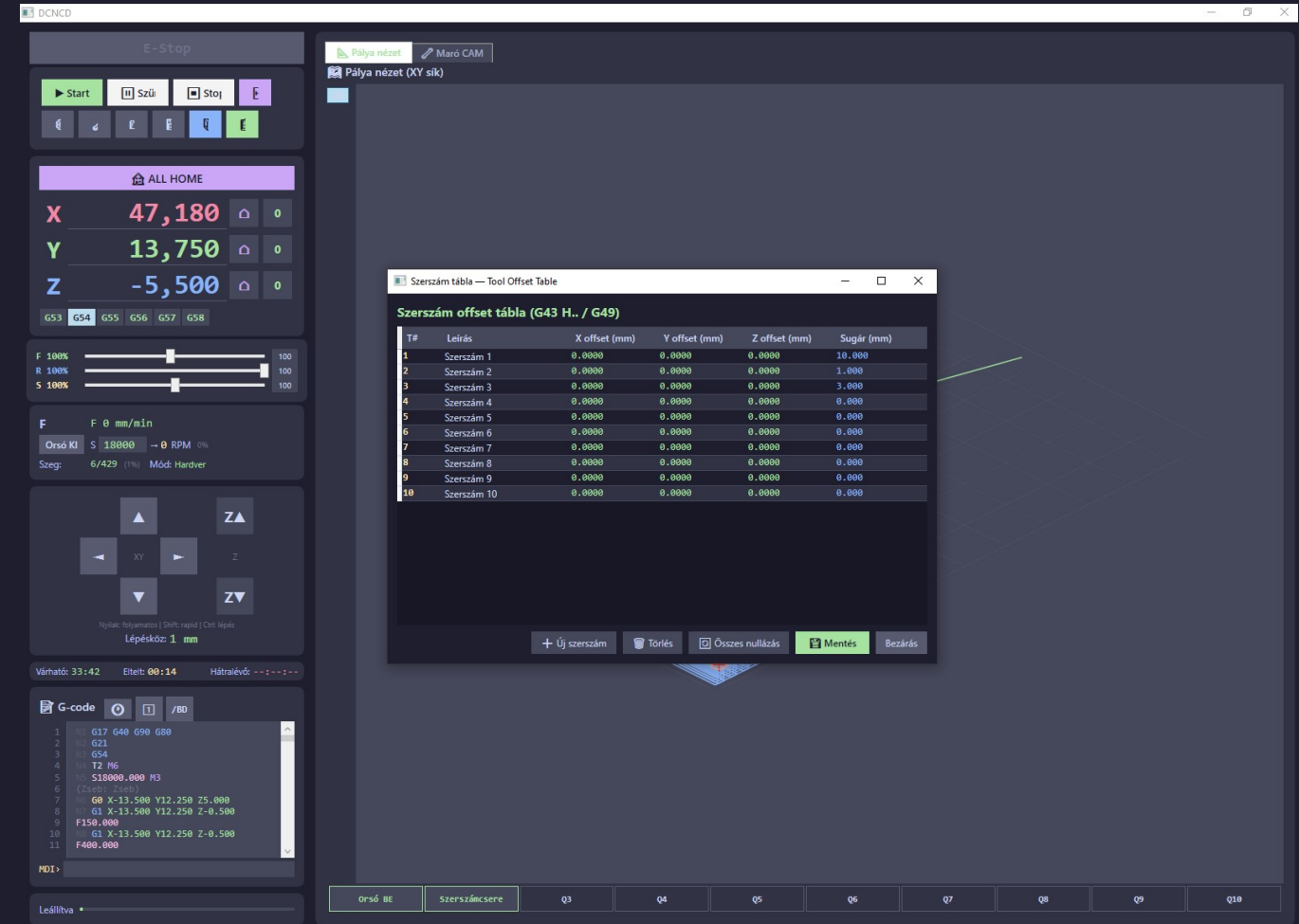
18.2 Hogyan nyitom meg?

Kattints a főablak tetején a  gombra (a  beállítások melletti csavarkulcs ikon). Egy táblázat nyílik meg, ahol kitöltheted a szerszámokat:

T#	Leírás	X offset	Y offset	Z offset	Sugár
T1	Maró Ø6	0.000	0.000	-52.345	3.000
T2	Fúró Ø5	0.000	0.000	-55.120	2.500

- **T#** — Szerszám sorszám (ugyanaz a szám mint a G-kódban: T1, T2, ...)
- **Leírás** — Bármit írhatasz ide, neked segít emlékezni melyik melyik
- **X / Y / Z offset** — Mennyivel kell eltolni a pozíciót mm-ben. A legtöbb esetben csak Z-t használjuk (szerszám hossz)
- **Sugár** — A szerszám sugara mm-ben (G41/G42 sugárkompenzációhoz — lásd 21. fejezet)

📁 A tábla automatikusan mentődik ide: **%APPDATA%\CncController\tooltable.json**



18.3 G43 / G49 — Hogyan használd G-kódban?

A G43 parancs „bekapcsolja” egy szerszám offsetjét. Ettől kezdve minden mozgás automatikusan eltolódik. A G49 parancs „kikapcsolja” — visszaáll az eredeti állapotba.

Parancs	Mit csinál?
G43 H1	Bekapcsolja a T1 szerszám offsetjét (a tábla 1-es sora)
G43 H2	Bekapcsolja a T2 szerszám offsetjét

G43	H nélkül → az aktuális T szám offsetjét használja
G49	Offset kikapcsolás — minden eltolás nullázódik

18.4 Teljes példa — lépésről lépésre

Tegyük fel: T1 Z offset = -52.345 a táblában. Mit csinál a gép?

```
T1 M6 ; 🔧 Betesszük az 1-es szerszámot
G43 H1 ; 📏 Bekapcsoljuk T1 offsetjét
G0 Z10 ; ↑ Programozott: Z10
; Valós gépi pozíció: Z10 + (-52.345) = Z-42.345
G1 Z0 F200 ; ↓ Programozott: Z0 → Valós: Z-52.345
G49 ; ❌ Offset ki – mostantól Z0 = Z0
```

🔑 Lényeg: Te csak „Z10”-et írsz, és a gép magától tudja, hogy a valóságban hova kell mennie!

19. G28/G30 — Referencia pozíció (Hazamenet)

19.1 Mi ez és miért kell?

A CNC gépnek van egy „otthona” — egy előre beállított pont, ahova bármikor visszaküldheted. Ez tipikusan a **gép teteje** (Z felül), ahol biztonságosan tudsz szerszámot cserélni. A G30 egy **második otthon** — például a szerszámcseré pozíció, ha az más helyen van.

🏠 Képzeld el úgy: „G28 = Menj haza!” / „G30 = Menj a garázsba!”

19.2 Beállítás

⚙️ Beállítások → Bemenetek & Home panel alján állítsd be a koordinátákat:

Pozíció	X	Y	Z	Mire jó?
G28	0	0	50	🏠 Gép referencia (Z felül)
G30	100	0	80	🔧 Szerszámcseré pozíció

19.3 Parancsok részletesen

Parancs	Mit csinál?
G28	Egyenesen a G28 pozícióra ugrik (rapid sebesség)
G28 Z0	ELŐSZÖR Z0-ra megy → AZTÁN a G28 pozícióra. Biztonságos, mert Z-t előbb felemeli!
G28 X5 Y5	Előbb X5 Y5-re, aztán G28 pozícióra (közbülső pont)
G30	Másodlagos referencia pozícióra (G30) ugrik
G30 Z0	Közbülső ponton át a G30 pozícióra

19.4 Teljes példa — szerszámcseré rutin

Megmunkálás után szerszámot cserélünk és folytatjuk:

```
; === 1. szerszám: Maró Ø6 ===
T1 M6 ; 🔧 Betesszük T1-et
G43 H1 ; 📏 T1 offset bekapcs
G0 X10 Y10 ; Pozícióba mozgás
G1 Z-5 F200 ; Megmunkálás...
G0 Z10 ; Z felemeli

; === Szerszámcseré ===
G28 Z0 ; 🏠 Z haza (közbülső: Z0, aztán G28 pozíció)
T2 M6 ; 🔧 Betesszük T2-t
G43 H2 ; 📏 T2 offset bekapcs
```



```
; === 2. szerszám: Fűrő Ø5 ===
G0 X20 Y20 ; Új pozícióba
G1 Z-15 F100 ; Fúrás...
G49 ; ✕ Offset ki
G28 ; 🏠 Haza
M30 ; ✅ Program vége
```

20. G10 L2 — Munkadarab offset beállítás G-kódból

20.1 Mi ez és miért kell?

Normálisan a munkadarab nulláját (G54, G55, stb.) a gép előtt állod be, kézzel. De néha a **G-kód programból** akarsz megmondani: „A G54 X nullája legyen 10mm-nél.” Erre való a G10 L2 parancs — programból állítod be az offsetet, nem kell kézzel piszkálni!

💡 Képzeld el: „Felírod egy papírra, hogy a nullapont itt van — és leteszed a gép mellé. A G10 L2 ugyanezt csinálja, csak G-kódból!”

20.2 Szintaxis

```
G10 L2 P<szám> [X..] [Y..] [Z..]
```

Ahol:

Paraméter	Érték	Jelentés
L2	kötelező	Mindig L2 — ez jelzi hogy munkadarab offset beállítás
P1	→ G54	Az 1-es munkadarab koordinátarendszer (leggyakoribb)
P2	→ G55	A 2-es koordinátarendszer
P3	→ G56	A 3-as koordinátarendszer
P4	→ G57	A 4-es koordinátarendszer
P5	→ G58	Az 5-ös koordinátarendszer
X/Y/Z	opcionális	Csak a megadott tengelyek módosulnak! A többi változatlan marad.

20.3 Példák lépésről lépésre

```
; 1. példa: G54 teljes nullázás
G10 L2 P1 X0 Y0 Z0 ; G54 minden tengelye = 0

; 2. példa: Csak G54 Z offset módosítás
G10 L2 P1 Z-52.3 ; G54 Z = -52.3 (X és Y változatlan!)

; 3. példa: Több munkadarab egymás mellett
G10 L2 P1 X0 Y0 ; G54 = 1. munkadarab (bal oldalt)
G10 L2 P2 X100 Y0 ; G55 = 2. munkadarab (100mm-rel jobbra)
G10 L2 P3 X200 Y0 ; G56 = 3. munkadarab (200mm-rel jobbra)
;
G54 ; Átváltás az 1. darabra
G0 X0 Y0 ; Ez az 1. darab X0 Y0 pozíciója
; ...mégmunkálás...
G55 ; Átváltás a 2. darabra
G0 X0 Y0 ; Ez a 2. darab X0 Y0 (valójában X100!)
; ...ugyanaz a mégmunkálás...
```

💡 Tipp: MDI-ből is működik! Írd be: G10 L2 P1 X0 Y0 Z0 → és a DRO azonnal frissül!

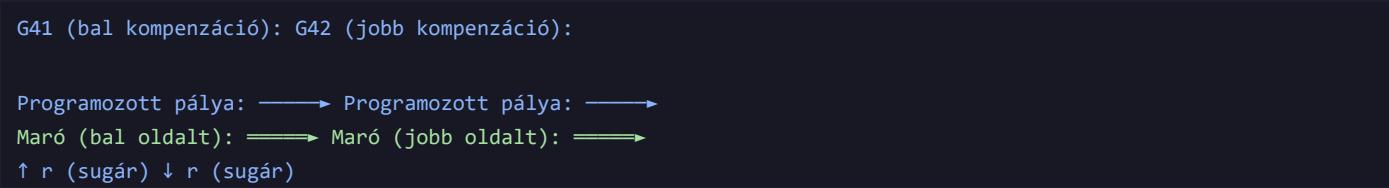
21. G40/G41/G42 — Sugárkompenzáció (Cutter Radius Compensation)

21.1 Mi ez és miért kell?

Ha rajzolsz egy négyzetet a papírra, és egy **vastag filctollal** akarod körberajzolni, a toll nem a vonalra megy, hanem **mellé** — mert a toll hegye vastag! Ugyanez igaz a marógépre: a maró nem egy pont, hanem van sugara (pl. Ø6 = 3mm sugár).

🔗 A sugárkompenzáció azt jelenti: „Te rajzold meg a végleges alakot, és a gép magától kiszámolja, hogy a marónak hova kell mennie mellé!”

Felülnézet (XY sík):



21.2 Parancsok

Parancs	Mit csinál?
G41 D3	Bal kompenzáció, 3mm sugárral (climb milling — a maró a pálya BAL oldalán halad)
G42 D3	Jobb kompenzáció, 3mm sugárral (conventional — a maró a pálya JOBB oldalán halad)
G40	Kompenzáció ki — a maró pontosan a programozott pályán halad

21.3 Honnan tudja a sugarat? (D paraméter)

A D paramétert háromféleképpen értelmezheted:

Amit írsz	Honnan jön a sugár?
G41 D3	1 Megkeresi a 🔗 Szerszám tábla T3 „Sugár” mezőjét. Ha az > 0, azt használja.
G41 D3	2 Ha a tábla Sugár = 0, akkor a D értékét közvetlenül sugárnak veszi (3mm).
G41	3 D nélkül → az aktuális T szám szerint keres a táblában.

21.4 Teljes példa — négyzet marása

Ø6mm maróval (sugár = 3mm) egy 50×50mm négyzetet marunk:

```
T1 M6 ; 🔗 Maró Ø6
G43 H1 ; 📏 Szerszám offset
G0 X-10 Y0 ; Indulás a négyzettől balra
G1 Z-3 F200 ; Lemegy a mélységbe
G41 D3 ; 🔗 Bal kompenzáció BE (3mm sugár)
G1 X0 Y0 F300 ; A négyzet sarka — maró 3mm-rel balra halad
G1 X50 Y0 ; Alsó él
G1 X50 Y50 ; Jobb él
G1 X0 Y50 ; Felső él
G1 X0 Y0 ; Vissza a starthoz
G40 ; ✖ Kompenzáció ki
G0 Z10 ; Z felemeli
```

🔗 Eredmény: A programban 50×50mm négyzetet rajzoltál, és a kész darab IS pontosan 50×50mm lesz, mert a gép automatikusan 3mm-rel arrébb ment!

21.5 Fontos szabályok

- **Csak maró (Mill) módban** működik — eszterga módban nincs hatása
- **Csak XY síkban** kompenzál — a Z irányra nincs hatással
- **G2/G3 ívek is** kompenzálva vannak — az ív sugara automatikusan nő/csökken
- **G0 rapid is** kompenzálva van, ha G41/G42 aktív
- **G40-et mindig** add ki a kontúr végén! Különben a következő mozgás is kompenzálva lesz.

22. Szoftver végállás (Soft Limits)

22.1 Mi ez és miért kell?

A CNC gépednek van egy fizikai munkaterülete — pl. az asztal 500×500mm, a Z tengely 100mm. Ha a program véletlenül túl messzire akar menni, **az ütközést okozhat** — eltörhet a szerszám, kicsúszhat a vezető, vagy beüthet a gép végébe!

A **szoftver végállás** egy láthatatlan „kerítés” a gép körül. Ha a gép el akarná hagyni ezt a területet, a szoftver **automatikusan megállítja** a határon.

🔒 Képzeld el: „Egy láthatatlan gumifal van a gép szélén — nem engedi ki!”

22.2 Beállítás

⚙ Beállítások → 🔒 Szoftver végállás panel:

Tengely	Min	Max	Jelentés
X	-500	500	X tengely mozgási tartomány (mm)
Y	-500	500	Y tengely mozgási tartomány (mm)
Z	-100	100	Z tengely mozgási tartomány (mm)

☒ **Soft Limits engedélyezve** checkbox — ha nincs bejelölve, a védelem kikapcsolt.

22.3 Hol véd?

Helyzet	Viselkedés	Példa
👤 Jog léptetés	Célpozíció levágva	X=499, step=5 → X=500 (nem 504!)
👤 Folyamatos jog	Megáll a határon	X+ nyomva tartás → megáll X=500-nál
▶ Program futás	Szegmensek levágva	G1 X600 → X500-nál áll meg
🖨 MDI parancs	Szintén levágva	G0 Z-200 → Z-100-nál áll meg

⚠ A log ablakban mindig megjelenik: „Soft limit figyelmeztetés: 3 sor levágva” — így tudod, ha valami túl messze ment volna!

22.4 Holtjáték kompenzáció (Backlash)

Ha egy tengely irányt vált (pl. jobbra ment → most balra), a csavarorsó holtjátéka miatt az első pár lépés „üresben” pörög — a tengely nem mozdul. A **backlash kompenzáció** extra lépéseket szűr be irányváltáskor, hogy ezt a holtjátékot kiszedje.

💡 Képzeld el: „A csavar kicsit laza, ezért ha megfordítod, először pörög egy kicsit mire megfogja. A kompenzáció ezt a pörgést kiszedi.”

⚙ Beállítás: Beállítások → Tengely tábla → **Backlash** oszlop (mm). Tipikus értékek: 0.01 – 0.1 mm. Nulla = kikapcsolt.

Tengely	Backlash	Mit jelent?
X	0.05	X irányváltáskor 0.05mm extra lépés (10 lépés ha 200 step/mm)
Y	0.02	Y irányváltáskor 0.02mm extra
Z	0.00	Z nem kap kompenzációt (golyósorsó, nincs holtjáték)

23. Alprogramok (Subroutine)

23.1 Mi ez és miért kell?

Képzeld el, hogy 100-szor akarod ugyanazt a lyukat fúrni, csak más helyen. Ahelyett, hogy 100-szor beírod ugyanazt a kódot, egyszer leírod egy „receptbe” (alprogram), és aztán csak „csinálj még egyet”-et mondasz a gépnek.

💡 Olyan mint egy recept a konyhában: egyszer leírod → bármikor előveszed!

23.2 O-word szintaxis (ajánlott)

Parancs	Mit csinál?
O100 SUB	 Alprogram KEZDETE — a „100” egy név/szám amit te adsz
O100 ENDSUB	 Alprogram VÉGE
O100 CALL	► Futtasd le a 100-as alprogramot (1 alkalommal)
O100 CALL L5	► Futtasd le 5-ször egymás után!
O100 REPEAT L5	► Ugyanaz mint CALL L5 (alternatív szintaxis)

23.3 M98/M99 szintaxis (kompatibilitás)

Parancs	Mit csinál?
M98 P100 L3	Hívd meg a 100-as alprogramot 3-szor (P = O-szám, L = ismétlés)
M99	Visszatérés alprogramból (ENDSUB alternatíva)

23.4 Teljes példa — négyzet rajzolás 4-szer

Definiálunk egy „rajzolj négyzetet” alprogramot, aztán 4-szer meghívjuk:

```
; === A „recept” (alprogram definíció) ===
O100 SUB ;  Recept kezdete: „100-as négyzet”
G91 ; Relatív mód (mindig az aktuális helyhez képest)
G1 X10 F200 ; → 10mm jobbra
G1 Y10 ; ↑ 10mm felfelé
G1 X-10 ; ← 10mm balra
G1 Y-10 ; ↓ 10mm lefelé (vissza a start-ra)
G90 ; Vissza abszolút módba
O100 ENDSUB ;  Recept vége

; === Használat ===
G0 X0 Y0 ; Menj a kiindulásra
G1 Z-2 F100 ; Lemegy a mélységbe
O100 CALL L4 ; ► Rajzolj 4 négyzetet!
G0 Z10 ; Z felemeli
```

 **Eredmény:** A gép 4 négyzetet rajzol, de a kód csak egyszer tartalmazza a négyzet mozgásait!

23.5 Hogyan működik belül?

- A rendszer **futtatás előtt kifejti** az alprogramokat — beilleszti a kódot oda, ahol meghívta
- A **pálya nézetben** is megjelenik a kifejttet eredmény (vizuálisan ellenőrizheted!)
- A log jelzi: „Szubrutinok kifejtve: 24 sor → 12 szegmens”

23.6 Korlátozások

Szabály	Részletek
Egymásba ágyazás	Max. 10 szint (alprogram hívhat alprogramot, az is hívhat másikat, stb.)
Max sorok kifejtés után	100 000 sor — végtelen ciklus védelem
Definíció helye	A program elején VAGY végén — nem kell a hívás előtt legyen

23.7 Külső fájl alprogramok

Az alprogram **külön fájlban** is lehet — így a gyakran használt rutinok (pl. fúrás minta, szerszámmérés) egyszer megírva több programból is hívhatók. Két szintaxis támogatott:

```
; — 1. Fanuc stílus: M98 (fájlnév) —
M98 (alprogram_fajl.tap) L1 ; külső fájl futtatása 1x
M98 (furas_minta) L3 ; kiterjesztés nélkül is – automatikusan próbálja: .tap .nc .ngc .gcode .txt

; — 2. Nevesített O-word stílus —
O<kulso_fajl> CALL ; a "kulso_fajl" nevű külső fájl futtatása
```

```
O<kulso_fajl> CALL L5 ; 5x ismétléssel
```

- **Fájl keresési sorrend:** 1) a betöltött program könyvtára, 2) %APPDATA%\CncController\Subprograms\ mappa
- Az **O<név> CALL** először a programban definiált **O<név> SUB ... O<név> ENDSUB** blokkot keresi; ha nincs, külső fájlként oldja fel
- A külső fájlban lévő **M99** visszatérést jelent, az **M2/M30** nem állítja le a főprogramot (a hívható törzsből kimarad)
- A külső fájl saját **O<név> SUB** definíciói is használhatóvá válnak a hívó program számára
- Működik **G-kód programból, MDI-ből és makróból** is (lásd 17.10)
- Védelem: max. 10 szint egymásba ágyazás, önhívó fájl (ciklus) blokkolva, fájl-cache a gyors ismételt hívásokhoz

```
; Példa MDI-ből:  
M98 (elolap_gravir.tap) L1  
  
; Külső fájl (elolap_gravir.tap) tartalma:  
G0 X0 Z2  
G1 Z-0.5 F100  
G1 X20  
M99 ; visszatérés a hívóhoz
```

24. Gyorsgombok, szerszámcseré mód, hangjelzések

24.1 Gyorsgombok (Q1–Q10)

A főablak alján 10 programozható **gyorsgomb** található. Mindegyikhez név és többsoros G-kód rendelhető — a kód soronként, a teljes MDI csatornán fut le (szerszámcseré M6 T., makrók, külső fájlok is működnek benne). A sorok **szekvenciálisan** hajtódnak végre: a következő sor csak akkor indul, ha az előző mozgás/orsó művelet befejeződött.

- **Szerkesztés:** jobb-klikk a gombra — név és kód megadása a felugró ablakban
- **Billentyűzetről:** Q lenyomva tartva + 1..9 = Q1..Q9, Q + 0 = Q10
- A (zárójeles) megjegyzés-sorok és % sorok kimaradnak a végrehajtásból
- Amíg egy gyorsgomb fut, másik nem indítható (a log jelzi: „Gyorsgomb: előző még fut”)
- E-Stop azonnal megszakítja a hátralévő sorokat; 5 perc várakozás után időtúllépés-védelem lép be
- A gombok a %APPDATA%\CncController\quickbuttons.json fájlban tárolódnak

24.2 Szerszámcseré mód (kézi / automatikus)

A Beállításokban választható a **szerszámcseré mód:** **Kézi** módban az M6 makró WAIT parancsainál a gép megáll és a Start gombra (Alt+R) vár — te cseréled a szerszámot. **Automatikus** módban a WAIT lépések kimaradnak, a csere megszakítás nélkül fut le (pl. revolverfejes eszterga vagy automata szerszámváltó esetén).

24.3 Aktív szerszám kijelzés

A DRO mellett látható az aktív szerszám (pl. **T3**; ha nincs szerszám: T—). A kijelzés a szerszámtáblával összekapcsolt: mutatja a szerszám sugarát és leírását, és a G41/G42 sugárkompenzáció is innen veszi az értéket, ha nincs D megadva.

24.4 Hangjelzések

Az alkalmazás a beépített Windows rendszerhangokkal jelez a fontos eseményeknél — nincs szükség külön hangfájlokra:

- **Program indítás / Home indítás** — Asterisk hang
- **Szünet / Folytatás** — Beep hang
- **Stop** — Exclamation hang
- **E-Stop aktiválás / végállás elérés** — Hand (kritikus) hang
- **E-Stop feloldás** — Asterisk hang

25. G92 — Koordináta eltolás

25.1 Mi ez és miért kell?

Elfordul, hogy a munkadarabot nem pontosan a gép nullapontjára szorítod fel. Ilyenkor a legegyszerűbb módja a nullázásnak: **odamész a szerszámmal a kívánt pontra**, és megmondod a gépnek: „Ez legyen a nulla!” A G92 pontosan ezt csinálja — G-kódból!

🔗 Képzeld el: „Fogod a vonalzót, odateszed a munkadarab sarkára, és azt mondod: ez a 0. Nem számít, hol van a gép — innentől ez a kiindulópont!”

25.2 Hogyan működik?

A G92 nem mozgatja a gépet — csak **átnevezi** az aktuális pozíciót. Ha a gép éppen X=73.5 Y=42.1 Z=-10.0 pozícióban áll, és kiadod:

```
G92 X0 Y0 Z0
```

Ettől kezdve a DRO (digitális kijelző) X=0 Y=0 Z=0 értéket mutat — de a gép fizikailag ugyanott maradt! Az eltolás eltárolódik, és minden további koordináta ehhez az új nullához képest értendő.

🔗 Lényeg: A G92 nem mozgat — csak „átcímkezi” a pozíciót!

25.3 Parancsok

Parancs	Mit csinál?
G92 X0 Y0 Z0	Az aktuális pozíció legyen X=0, Y=0, Z=0 (teljes nullázás)
G92 X0 Y0	Csak X és Y nullázása — a Z változatlan marad!
G92 Z0	Csak Z nullázása — X és Y változatlan
G92 X10 Y20	Az aktuális pozíció legyen X=10, Y=20 (nem feltétlenül nullára állítod!)
G92.1	G92 eltolás törlése — visszaáll az eredeti koordináta-rendszer

25.4 Teljes példa — lépésről lépésre

A gép éppen X=73.5 Y=42.1 Z=-10.0 pozícióban áll. Nullázzuk és dolgozunk:

```
; === Nullázás a munkadarab sarkára ===
G92 X0 Y0 Z0 ; 🔗 „Ez a nulla!” – DRO: X0 Y0 Z0
; (a gép NEM mozdult, csak a kijelzés változott!)

; === Megmunkálás az új nullához képest ===
G0 X10 Y10 ; Ez az új X10 Y10 (valójában X83.5 Y52.1)
G1 Z-5 F200 ; Lemerülés 5mm-re
G1 X50 Y10 F300 ; Vágás...
G0 Z10 ; Z felemeli

; === Visszaállítás ===
G92.1 ; ✖ Eltolás törlés – DRO visszamutatja az eredeti koordinátákat
M30 ; ✅ Program vége
```

25.5 Második példa — csak Z nullázás (eszterga)

Eszterga módban a szerszámot hozzáérintjük a munkadarab homlokfelületéhez, és Z-t nullázzuk:

```
; Szerszám a homlokfelületen áll
G92 Z0 ; 🔗 Z nulla = homlokfelület (X változatlan!)
G0 Z2 ; Z hátrahúzás
G1 Z-30 F0.15 ; Esztergálás 30mm-re a homlokfelülettől
```

25.6 G92 vs G10 L2 — mi a különbség?

Szempont	G92	G10 L2
Mit csinál?	„Az aktuális pozíció legyen ennyi”	„A G54 nullapont legyen ennyi”
Relatív/abszolút	Az aktuális pozícióhoz képest számolja az eltolást	Abszolút offset értéket állít be

Melyik rendszer?	Külön G92 eltolás (minden coord.rendszerre hat)	G54–G58 valamelyikét módosítja (F paraméterrel)
Törlés	G92.1 — visszaáll az eredeti	G10 L2 P1 X0 Y0 Z0 — kézzel nullázd
Mikor használd?	Gyors nullázás a gép előtt	Több munkadarab, előre kiszámolt offsetek

🔗 Ökölszabály: Ha a gép előtt állsz és gyorsan nullázni akarsz → G92. Ha a programban előre megtervezed a nullapontokat → G10 L2.

25.7 Fontos szabályok

- **Nem mozgat!** — A G92 soha nem indít mozgást, csak a koordinátarendszert tolja el.
- **Csak a megadott tengelyek** módosulnak — ha csak Z-t írod, az X és Y változatlan marad.
- **Nem nulla értéket is adhatsz!** — G92 X10 azt jelenti: „az aktuális pozíció legyen 10" (nem feltétlenül 0).
- **G92.1 töröl mindent** — visszaállítja az eredeti koordinátákat (eltolás = 0).
- **Eszterga átmérő mód** — G7 (átmérő) módban a G92 X értéke is átmérőben értendő, a rendszer automatikusan sugárrá konvertálja.
- **MDI-ből is működik!** — Írd be az MDI mezőbe: G92 X0 Y0 Z0 → a DRO azonnal nullára áll.

⚠ Vigyázat: Ha elfelejtetted a G92.1-et a program végén, a következő futtatásnál az eltolás még aktív marad! Ajánlott a program elején G92.1-gyel tiszta lappal indulni.

26. Szondázás (G38.2 / G38.3)

26.1 Mi ez és miért kell?

A szondázás (probing) a CNC gép „tapintó érzéke”. Egy érzékeny szonda (probe) segítségével a gép **érintésre megáll** és megjegyzi, hol találta meg a munkadarabot vagy a szerszám hegyét. Így nem kell kézzel beállítanod a nullapontot — a gép megméri magának!

🔗 Képzeld el: „A gép kinyújtja az ujját, megérinti a munkadarabot, és azt mondja: Megvan, itt van a felszín!”

26.2 Hogyan működik?

A G38.2 / G38.3 paranccsal a gép **lassan elindul** a megadott irányba, és folyamatosan figyeli a szonda bemenetét az LPT Status porton. Amint a szonda érintést jelez, a gép **azonnal megáll**, és eltárolja az érintési pozíciót (ProbeX, ProbeY, ProbeZ).

A különbség a két parancs között:

- **G38.2** — Ha a szonda NEM ér hozzá semmihez a teljes úton → **ALARM! Megáll a program.**
- **G38.3** — Ha nem ér hozzá → **semmi baj, folytatódik** (csendes mérés).

26.3 Parancsok

Parancs	Mit csinál?
G38.2 Z-50 F50	Szonda Z irányba lefelé, max 50mm, F50 mm/min — ALARM ha nem ér hozzá
G38.3 Z-50 F50	Ugyanaz, de NEM ad alarm-ot ha nem ér hozzá
G38.2 X10 Y10 F100	Szonda mozgás XY irányban (oldalsó mérés)
G38.2 Z-30 F30	Tipikus szerszámhossz mérés: lassan lefelé a mérőtömbre

26.4 Szonda Status port bit konfiguráció

A szonda jelet az LPT Status porton olvassuk. A **Beállítások** ablakban kell megadni:

Beállítás	Leírás
ProbeBit	Status port bit indexe (3–7). -1 = nincs szonda bekötve
InvertProbe	Invertálás NC (normally closed) szondához — true = NC, false = NO

ProbeMaxTravel

Maximális szonda úthossz mm-ben (biztonsági limit, 0 = nincs limit)

Az LPT Status port bitjei: S3 (Pin 15), S4 (Pin 13), S5 (Pin 12), S6 (Pin 10), S7 (Pin 11, HW invertált).

💡 Tipikus bekötés: Szonda jel → Pin 15 (S3 bit), ProbeBit = 3. NC szondánál InvertProbe = true.

26.5 Példa — Z nullázás szondával

A szerszámot a munkadarab fölé pozícionáljuk, majd a szonda Z irányba lemegy és megáll érintéskor:

```
; === Egyszerű Z nullázás szondával ===  
G90 ; Abszolút mód  
G38.2 Z-50 F50 ; ▾ Szonda lefelé, max 50mm, F50 mm/min  
; (megáll amint hozzáér a felülethez!)  
G92 Z0 ; 🔔 „Ez a Z nulla!” – a szonda érintési pontja lesz Z=0  
G0 Z5 ; ↑ Felemelkedés 5mm-re  
M30 ; ✅ Kész – Z nullapont beállítva!
```

🔗 Eredmény: A Z nullapont most pontosan a munkadarab felszínén van, érintésből mérve!

26.6 Szerszámhossz mérés automatizálás

A leggyakoribb felhasználás: **automatikus szerszámhossz mérés**. Egy fix helyen van egy mérőtömb (tool setter), és a gép minden szerszámcserenél lemegy rá, megméri a szerszám hosszát, és beírja az offset-et. Többé nem kell kézzel mérned!

```
; === Automatikus szerszámhossz mérés (M6 makróból) ===  
; Előfeltétel: mérőtömb X100 Y50-nél, Z0 a tömb teteje  
G0 Z50 ; ↑ Biztonsági magasság  
G0 X100 Y50 ; ➡ Mérőtömb fölé  
G38.2 Z-80 F50 ; ▾ Szonda lefelé a tömbre  
; → A gép megjegyezte: ProbeZ = az érintés helye  
G92 Z0 ; 🔔 Érintési pont = Z nulla (vagy számold ki az offsetet)  
G0 Z50 ; ↑ Vissza biztonsági magasságra
```

💡 Profi tipp: Az M6 (szerszámcsere) makróba építheted be ezt a mérést, így minden csere után automatikusan fut!

26.7 Makróból szondázás (PROBE parancs)

A makró nyelv is támogatja a szondázást a PROBE paranccsal:

```
PROBE Z-50 F50 ; Szonda mozgás Z irányba
```

A mérés után elérhetőek a szonda változók:

Változó	Jelentés
#probe_tripped	1 = volt érintés, 0 = nem volt (a szonda végigment)
#probe_x	Érintési pont X koordinátája
#probe_y	Érintési pont Y koordinátája
#probe_z	Érintési pont Z koordinátája

26.8 Fontos szabályok

- **Szonda bemenet konfigurálva kell legyen!** — ProbeBit = -1 esetén a G38 nem működik.
- **F (feed rate) kötelező!** — A szonda mindig lassan mozog, a megadott előtolással. Tipikus: F30–F100.
- **G38.2 alarm-ot ad** ha a szonda nem ér hozzá — ez szándékos, mert valami nincs rendben!
- **G38.3 csendben folytatja** — használd ha nem biztos, hogy lesz érintés (pl. pozíció keresés).
- **Szonda érintés után a gép MEGÁLL** — a pozíció eltárolódik, de a gép nem húzódik vissza automatikusan. A visszahúzást neked kell megadni (G0 Z...).
- **EStop ellenőrzés aktív** szondázás közben is — biztonsági leállítás bármikor működik.

- **NC (Normally Closed) szonda** — Ipari szondáknál állítsd `InvertProbe = true`, hogy a jelszint-váltás érintést jelentsen.

⚠ Vigyázat: Mindig lassan szondázz (F50 vagy kevesebb)! Gyors mozgásnál a szonda eltörhet, vagy a megállási pontosság romlik a tehetetlenség miatt!

27. Futtatás sortól (Run from line N)

27.1 Mi ez és miért kell?

Előfordul, hogy a program közepén áll meg a gép (törés, áramszünet, hiba) — ilyenkor nem akarsz az egész programot előlről futtatni. A **Futtatás sortól** funkció lehetővé teszi, hogy **bármelyik sortól elindítsd** a végrehajtást, miközben a gép helyesen visszaállítja az állapotot (orsó, hűtés, mód, offsetek).

💡 Képzeld el: „A film közepén megnyomod a szünetet. Amikor folytatod, nem kell az elejétől nézned — de a sztori összefüggéseivel tisztában kell lenned. A gép pontosan ezt csinálja: visszaszámolja, mi történt az adott sorig.”

27.2 Hogyan működik belül?

Amikor kiválasztod a sorokat és elindítod, a rendszer **4 lépésben** dolgozik:

1. **Állapot szimuláció** — A program 1. sorától a kiválasztott sorig „fejben végigfuttatja” a G-kódot. Nem mozgatja a gépet, csak kiszámolja: mi lenne az orsó állapota? Milyen mód aktív (G90/G91)? Milyen feed rate? Milyen offsetek? Milyen koordináta rendszer?
2. **Pozíció ellenőrzés** — Összehasonlítja a szimulált pozíciót a gép aktuális pozíciójával. Ha eltérés van (például kézzel mozgattad a gépet), figyelmeztetést ír a logba.
3. **Állapot alkalmazás** — Bekapcsolja az orsót, hűtést, beállítja a koordináta rendszert — pontosan úgy, ahogy a program közepén lenne.
4. **Végrehajtás** — Megtervezi és végrehajtja a kiválasztott sortól a program végéig tartó mozgásokat.

27.3 Hogyan használd?

1. Kattints a G-code szerkesztőben arra a sorra, ahonnan indítani szeretnéd.
2. Jobb klikk → „► **Futtatás innen (Run from line)**”
3. A rendszer szimulálja az állapotot, bekapcsolja az orsót/hűtést ha kell, és elindul!

💡 A kurzor (caret) pozíciója határozza meg a sor számát — nem kell kijelölni, elég ha a kívánt sorban áll a kurzor!

27.4 Mit szimulál a rendszer?

Az alábbi állapotokat számolja vissza a szimuláció:

Állapot	Mi történik?
Pozíció (X, Y, Z)	Kiszámolja, hol lenne a gép — összeveti az aktuális pozícióval
Orsó (M3/M4/M5)	Ha kellene forognia → bekapcsolja, ha nem → kikapcsolja
Hűtés (M7/M8/M9)	Bekapcsolja ha a szimulált állapot szerint aktív
Mód (G90/G91)	Abszolút vagy relatív mód helyreállítása
Előtolás (F)	Az utoljára beállított feed rate érvényes lesz
Koordináta rendszer	G54–G58 aktív rendszer, work offsetek, G92 eltolás
Szerszám kompenzáció	G43 tool length, G41/G42 cutter comp — folytatódik ha aktív volt
Útvonal mód	G61 (pontos megállás) vagy G64 (folyamatos) és tolerancia

27.5 Példa

A program 20. soránál leállt a gép. A szerszámot kicserélted, visszaállítottad a pozíciót, és a 20. sortól folytatod:

```
; A program tartalma (részlet):  
N10 G90 G54 ; Abszolút mód, G54 rendszer
```

```
N11 M3 S12000 ; Orsó bekapcs 12000 RPM
N12 M8 ; Hűtés be
N13 G0 X0 Y0 Z5 ; Kiindulás
... ; (sorok 14-19)
N20 G1 X50 Y30 F500 ; ← ITT akarod folytatni
N21 G1 X50 Y60 ; ...
```

Jobb klikk a 20. sorra → „Futtatás innen” — a rendszer:

- Szimulálja az 1–19. sort → Tudja: G90, G54, M3 S12000, M8, F500
- Bekapcsolja az orsót S12000 RPM-re és a hűtést
- Ellenőrzi a pozíciót (figyelmeztet ha eltér)
- Elindítja a végrehajtást a 20. sortól!

27.6 Log üzenetek

A futtatás indításakor a log ablakban részletes információkat láthatsz:

```
► Futtatás 20. sortól – Szimuláció: 19 sor feldolgozva
Szimulált pozíció: X=45.000 Y=25.000 Z=-3.000
Mód: G90, Coord: G54, F500
Orsó: M3 S12000
⚠ FIGYELEM: A gép pozíciója eltér a szimulálttól (12.500 mm)!
Program indítva (20. sortól)
```

27.7 Fontos szabályok

- **A gép NEM mozog a kiindulási pozícióba!** — Az aktuális pozícióból indul, nem a szimulált pozícióból. Előtte kézzel (jog) vagy MDI-vel állítsd be a gépet!
- **Pozíció figyelmeztetés** — Ha a gép pozíciója eltér a szimulálttól (>0.1mm), a log jelzi. Ez normális, de légy tudatában!
- **Orsó/Hűtés automatikus** — Ha a szimuláció szerint az orsónak forognia kellene, automatikusan bekapcsol a megfelelő fordulatszámmal.
- **Szubrutinok kifejtése** — Ha a kiválasztott sor egy szubrutin közepén van, a rendszer a kifejtett (expanded) sorokból dolgozik.
- **A kontextus menü a szerkesztőben érhető el** — Nem futás közben, hanem megállás után: jobb klikk a kívánt sorra!

⚠ Vigyázat: Ha a kijelölt sor előtt szerszámcseré (M6) volt és a szerszám más, akkor kézzel kell cserélned! A szimuláció beállítja a tool offset-et, de fizikailag nem cserél szerszámot.

28. Egysoros léptetés (Single Step) + Block Delete

28.1 Mi ez és miért kell?

Két egymást kiegészítő funkció, ami a **program teszteléséhez és hibakereséshez** elengedhetetlen:

- **Single Step (Léptető mód)** — A program soronként fut: végrehajt egy sort, megáll, és vár a „Start” gombra. Így láthatod, mit csinál a gép minden egyes sorban.
- **Block Delete (/)** — A perjellel (/) kezdődő sorokat kihagyja a program. Így opcionális lépéseket tehetsz a G-kódba, amiket igény szerint bekapcsolhatsz vagy kikapcsolhatsz.

💡 Képzeld el: A Single Step mint egy léptető videó — képkockáról képkockára nézheted. A Block Delete mint a zárójelbe tett mondatok egy könyvben — csak akkor olvasod el, ha akarod.

28.2 Single Step (Léptető mód) — Soronkénti végrehajtás

Amikor a léptető mód aktív, a program **minden G-code sor után megáll** és várakozik. A „Start” gomb megnyomásával

léptetted a következő sorra.

Hogyan aktiváld?

1. Kattints a **1** gombra a felső gombsoron (sárgára vált ha aktív)
2. Nyomd meg a **▶ Start** gombot — a program elindul és az első sor után megáll
3. Minden „Start” gombnyomás = egy sor végrehajtása
4. Ha ki akarod kapcsolni futás közben: kattints újra a **1** gombra → a program folyamatosan folytatódik

A log ablakban látod, melyik sornál áll:

```
▶ Single Step: 5. sor kész – várakozás
▶ Single Step: 6. sor kész – várakozás
```

💡 Tipp: A léptető mód futás közben is ki-be kapcsolható! Ha meguntad a léptetést, kapcsold ki és a program végigfut.

28.3 Block Delete (/) — Perjeles sorok kihagyása

Ha egy G-kód sor **/ (perjel)** karakterrel kezdődik, az egy „opcionális sor”:

- **Block Delete KI** — A perjeles sorok normálisan végrehajtnak (a / jel nem befolyásolja)
- **Block Delete BE** — A perjeles sorok **TELJES EGÉSZÉBEN kihagyva** lesznek, mintha nem is lennének ott

Példa G-kód:

```
G90 G54
M3 S12000
/ M8 ; ← Opcionális hűtés (csak ha Block Delete KI)
G0 X0 Y0 Z5
G1 Z-3 F200
/ G1 X50 Y50 F100 ; ← Opcionális extra fogás
G0 Z50
M30
```

Ha Block Delete BE → a „/ M8” és „/ G1 X50 Y50 F100” sorok kihagyva. Ha Block Delete KI → minden sor fut.

Hogyan aktiváld?

1. Kattints a **/BD** gombra a felső gombsoron (lilára vált ha aktív)
2. Indítsd a programot — a / sorok automatikusan kihagyva lesznek
3. A log jelzi: „Block Delete: N sor kihagyva (/)”

28.4 Tipikus felhasználási esetek

Eset	Melyiket használd?
Új program tesztelése	Single Step — soronként figyeled mi történik
Opcionális hűtés ki/be	Block Delete — / M8 sor a programban
Extra simító fogás kihagyása	Block Delete — / G1... sorok a simítóhoz
Gép viselkedés vizsgálata	Single Step — látod mit csinál minden sorban
Hibakeresés crash után	Mindkettő + Futtatás sortól (27. fejezet)

28.5 Fontos szabályok

- **Single Step futás közben is kapcsolható!** — Bekapcsolod, léptetted, kikapcsolod → a program folytatódik normálisan.
- **Block Delete a program INDÍTÁSA előtt kell bekapcsolni!** — A szűrés a tervezési (planning) fázisban történik, a / sorok a szegmens-tervből is kimaradnak.
- **A perjel (/) a sor legelején kell legyen!** — Szóköz vagy más karakter előtte → nem számít block delete sornak.
- **Block Delete + Single Step együtt is működik!** — A / sorok kihagyva, a többi soronként fut.
- **A Start gomb a léptető** — Single Step módban a Start gomb = „következő sor”.

⚠ Vigyázat: Single Step módban az orsó forog és a hűtés aktív marad a sorok között is! Ha meg akarod állítani, nyomd meg a Stop gombot!

29. Canned Cycles — Fúróciklusok (G81–G89)

29.1 Mi ez és miért kell?

A fúróciklusok (canned cycles) **automatizált fúrási, menetfúrási és furatmegmunkálási** mozgássorozatok. Egyetlen G-kód sor több mozgást hajt végre: XY pozicionálás, Z süllyedés, visszahúzás — mindezt automatikusan.

💡 Képzeld el: Ahelyett hogy minden furathoz 5-6 sort írnál (rapid oda, rapid le R-re, feed le Z-re, rapid vissza), egyetlen sorral megoldod: „G81 X10 Y20 Z-15 R2 F200” — és a gép mindent elvégez!

29.2 Általános működés — Minden ciklus 4 lépésben dolgozik

1. **Rapid XY** — Gyorsmozgás a furat pozíciójába (X, Y)
2. **Rapid Z → R sík** — Gyorsmozgás lefelé az R (referencia/visszahúzási) síkig
3. **Feed Z → mélység** — Előtolásos mozgás a ciklus-specifikus Z mélységig (a ciklus típusa határozza meg a részleteket)
4. **Retract** — Visszahúzás R síkra (G99) vagy a kiindulási Z-re (G98)

29.3 Paraméterek

Paraméter	Jelentés
X, Y	Furat pozíció (gép rapid-dal megy oda)
Z	Furat végleges mélysége (a ciklus ide fúr le)
R	R sík magasság (referencia / visszahúzási sík, pl. R2 = Z2 felett)
F	Előtolás mm/min (fúrási sebesség)
Q	Csipegelés mélysége (G83 peck drill — pl. Q3 = 3mm-enként visszahúz)
P	Várakozás a furat alján másodpercben (G82, G88, G89)

29.4 Támogatott ciklusok

G81 — Egyszerű fúrás

Rapid XY → Rapid R → Feed Z mélységig → **Rapid retract**. A legegyszerűbb fúróciklus.

```
G81 X10 Y20 Z-15 R2 F200 ; Furat: X10 Y20, mélység Z-15, R sík Z2
```

G82 — Fúrás várakozással (dwell)

Mint G81, de a furat alján **P másodpercet vár** (chipek eltávolítása, felület javítása).

```
G82 X10 Y20 Z-15 R2 F200 P0.5 ; + 0.5s várakozás a furat alján
```

G83 — Csipegelő fúrás (Peck Drill)

Q mélységenként fúr le, visszahúz az R síkra (chipek eltávolítása), majd újra lemerül — ismétli amíg el nem éri a Z mélységet. Mély furatoknál elengedhetetlen!

```
G83 X10 Y20 Z-30 R2 Q5 F150 ; 5mm-es csipegelés, 30mm mély furat
```

💡 A Q5 azt jelenti: fúr 5mm-t, visszahúz R-re, rapid vissza 1mm-re az előző mélység fölé, fúr megint 5mm-t... és így tovább amíg Z-30-at el nem éri.

G84 — Menetfúrás (Tapping)

Feed lefelé Z mélységig → **orsó irányváltás** → feed felfelé R síkig → **orsó visszafordul**. Az előtolás (F) és fordulatszám (S) a menet szájából adódik: $F = S \times \text{menetrézlépés}$.

```
G84 X10 Y20 Z-12 R2 F500 ; Menetfúrás M6x1 (S500, F=500mm/min)
```

⚠ Menetfúrásnál az orsónak előtte forognia kell (M3)! A ciklus automatikusan megfordítja és visszafordítja.

G85 — Furatmegmunkálás (Bore) — Feed retract

Feed le Z-ig → **feed retract** (nem rapid!). Simább felület mint G81, mert a visszahúzás is előtolásos.

```
G85 X10 Y20 Z-15 R2 F100 ; Furatmegmunkálás, feed retract
```

G86 — Furatmegmunkálás — Orsó leáll, rapid retract

Feed le Z-ig → **orsó leáll** → rapid retract → **orsó újraindul**. Megakadályozza a furat felületének karcolását visszahúzáskor.

```
G86 X10 Y20 Z-15 R2 F100 ; Bore, orsó stop + rapid retract
```

G87 — Hátoldali furatmegmunkálás (Back Bore)

Speciális ciklus hátoldali furatmegmunkáláshoz. Egyszerűsített implementáció: feed le + rapid retract.

G88 — Furatmegmunkálás + várakozás + kézi visszahúzás

Feed le Z-ig → **P várakozás** → **kézi megállás** (M1 szerű szünet — Start gombbal folytatás) → retract. Kezelő ellenőrizheti a furatot a visszahúzás előtt.

G89 — Furatmegmunkálás + várakozás + feed retract

Feed le Z-ig → **P várakozás** → **feed retract** (nem rapid). Kombinálja a G82 és G85 előnyeit.

```
G89 X10 Y20 Z-15 R2 F100 P1 ; Bore + 1s dwell + feed retract
```

29.5 G80 — Ciklus törlés

A **G80** parancs törli az aktív fúróciklust. Ezután az XY mozgások nem ismétlik a ciklust.

```
G80 ; Ciklus törlés — innentől nem fúr automatikusan
```

29.6 G98 / G99 — Visszahúzási mód

Kód	Visszahúzási cél
G98	Visszahúzás a kiindulási Z -re (a ciklus előtti pozíció) — biztonságos magasan
G99	Visszahúzás az R síkra (gyorsabb, furatok közötti minimális mozgás) — alapértelmezett

💡 G98 használd ha a furatok között akadályok vannak (szorítók, lépcsők). G99 gyorsabb ha a felület sima.

29.7 Sticky paraméterek és ismétlés

A canned cycle paraméterek **„ragadósak” (sticky)**: egyszer megadod, és a következő soroknál csak az új XY koordinátákat kell megadni — a többi (Z, R, F, Q, P) megmarad!

```
G83 X10 Y10 Z-30 R2 Q5 F150 ; 1. furat: teljes paraméterezés
X30 Y10 ; 2. furat: csak XY változik
X50 Y10 ; 3. furat: megint csak XY
X50 Y30 Z-20 Q3 ; 4. furat: XY + új mélység + kisebb peck
G80 ; Ciklus vége
```

29.8 Összefoglaló táblázat

Ciklus	Név	Visszahúzás	Speciális
G81	Egyszerű fúrás	Rapid	—

G82	Fúrás + várakozás	Rapid	P dwell az alján
G83	Csipegelő fúrás	Rapid	Q peck mélység
G84	Menetfúrás	Feed (visszafelé)	Orsó irányváltás
G85	Furatmegmunkálás	Feed	Sima felület
G86	Bore + orsó stop	Rapid	Orsó leáll → újraindul
G87	Hátoldali bore	Rapid	Speciális
G88	Bore + dwell + kézi	Rapid	P dwell + szünet
G89	Bore + dwell + feed	Feed	P dwell + sima visszahúzás

29.9 Teljes példa — 4 furatos lemez

```
; 4 furat lemezben: G83 csipegelő fúrás
G90 G54 ; Abszolút, G54 rendszer
M3 S3000 ; Orsó be
G0 Z20 ; Biztonságos magasság
G99 ; R síkra visszahúzás
G83 X20 Y20 Z-25 R2 Q5 F150 ; 1. furat
X60 Y20 ; 2. furat (sticky params)
X60 Y60 ; 3. furat
X20 Y60 ; 4. furat
G80 ; Ciklus vége
G0 Z50 ; Visszahúzás
M5 ; Orsó ki
M30 ; Program vége
```

29.10 Fontos szabályok

- **G80 kötelező a ciklus végén!** — Nélküle minden XY mozgás újabb fúrást indít!
- **R sík legyen a munkadarab felett!** — Az R érték az a Z magasság, ahonnan a fúrás indul. Ha R az anyagban van → probléma!
- **G83 Q értéke legyen a fúró átmérőjénél kisebb** — Ajánlott: $Q = \text{fúró_átmérő} \times 0.5\text{--}1.0$
- **G84 menetfúrásnál: $F = S \times \text{menetosztás!}$** — Pl. M6×1 menet S500-nál: $F = 500 \times 1 = 500 \text{ mm/min}$
- **G98 vs G99: ha kétséges, G98 biztonságosabb** — Visszahúz a kiindulási magasságra, elkerüli a szorítókat
- **A paraméterek „ragadósak”!** — Csak akkor add meg újra, ha változtatni akarsz (Z, Q, F stb.)

⚠ Vigyázat: A fúróciklus NEM ellenőrzi a fúró törését! Mély furatoknál ($>3 \times \text{átmérő}$) mindig használj G83 csipegelést, és figyelj a chip eltávolításra (hűtés, levegő befúvás)!

30. G-code szerkesztő

30.1 Áttekintés

A beépített G-code szerkesztő **három fő funkcióval** rendelkezik, amelyek megkönnyítik a G-code írását, olvasását és hibakeresését:

- **Szintaxis kiemelés** — Színes kódolás: G-kódok, M-kódok, koordináták, paraméterek, megjegyzések mind más-más színnel
- **Sorszámozás** — A szerkesztő bal oldalán folyamatos sorszámozás, ami mindig szinkronban van a tartalommal
- **Auto-complete** — Gépelés közben felugró javaslat lista a G/M kódokról és paraméterekről, leírással

30.2 Szintaxis kiemelés — Színkódok

A szerkesztő automatikusan felismeri és színezi a G-code elemeket. A kiemelés 200ms késleltetéssel frissül az utolsó billentyűleütés után (nem lassítja a gépelést).

Elem típus	Szín	Példa
------------	------	-------

G-kódok (G1, G90...)	● Kék	G1 G90 G54 G43
G0 Rapid mozgás	□ Sárga	G0
G2/G3 Köríves mozgás	□ Cián	G2 G3
M-kódok (M3, M5...)	□ Lila	M3 M5 M8 M30
Koordináták (X, Y, Z, I, J, K)	□ Zöld	X10.5 Y-20 Z5 I0 J15
Paraméterek (F, S, R, Q, P, H, D, L)	□ Rózsaszín	F200 S12000 R2 Q5 P0.5
Megjegyzések (; ...)	● Szürke	; Ez egy megjegyzés
Sorszámok (N...)	● Halvány	N10 N20 N100
O-szó (szubrutinok)	□ Narancs	O100 SUB, O100 CALL
Block delete (/)	● Piros	/ M8

30.3 Sorszámozás

A szerkesztő bal oldalán szürke számok jelzik a sorok számát. Ez **nem azonos az N sorszámokkal** a G-kódban — ez a fizikai sorszámszám (1, 2, 3...), ami mindig szinkronban van a tartalommal.

- A sorszám automatikusan frissül ahogy írsz (sorok hozzáadása/törlése)
- A „Futtatás innen” (Run from line) funkció ezeket a sorszámokat használja
- Futás közben a ListBox nézet mutatja az aktív sort (kiemelve)

30.4 Auto-complete — Gépelési segítség

Amikor G, M, X, Y, Z, F, S vagy más paraméter betűt írsz, egy **felugró javaslat lista** jelenik meg a lehetséges kódokkal és rövid magyar leírással.

Használat:

1. Kezdd el gépelni a kódot (pl. „G8”)
2. Megjelenik a javaslat lista (G8 → G80, G81, G82, G83... stb.)
3. **↓ / ↑ nyíl** — navigálás a listában
4. **Enter / Tab** — kiválasztott elem beszúrása
5. **Escape** — lista bezárása
6. Tovább gépelés → a lista automatikusan szűkül

Példa — „G8” begépelése után megjelenő lista:

```
G80 – Canned cycle törlés
G81 – Fúrás ciklus
G82 – Fúrás + dwell
G83 – Csipegelő fúrás (Peck)
G84 – Menetfúrás (Tapping)
...
```

💡 Az autocomplete 70+ G-kódot, M-kódot és paramétert ismer, mindegyik magyar leírással!

30.5 Billentyűkombinációk a szerkesztőben

Billentyű	Funkció
Enter / Tab	Autocomplete elem beszúrása (ha lista nyitva)
↓ / ↑	Autocomplete lista navigálás
Escape	Autocomplete bezárás / Szerkesztő elhagyás
Jobb klikk	Kontextus menü (Futtatás innen, Kivágás, Másolás, Beillesztés)

30.6 Technikai részletek

- **A kiemelés 200ms késleltetéssel működik** — Gyors gépelés közben nem frissül minden billentyűre, így nincs lassulás

- **A kurzor pozíciója megmarad** — A kiemelés frissítésekor a kurzor visszakerül az eredeti pozícióra
- **RichTextBox alapú** — A szintaxis kiemelés WPF RichTextBox-on alapul, ami több szín megjelenítését teszi lehetővé egyetlen szövegmezőben
- **Regex tokenizer** — A szintaxis elemzés reguláris kifejezésekkel történik: minden token típus (G-kód, M-kód, koordináta, megjegyzés stb.) külön szabállyal

⚠ **Megjegyzés:** Nagyon hosszú programoknál (10.000+ sor) a szintaxis kiemelés némi késleltetést okozhat. Ilyenkor érdemes fájlból betölteni (Ctrl+O) a G-kódot — a kiemelés egyszer fut le.

31. Programidő becslés

31.1 Áttekintés

A bal oldali panelen három időkijelző mutatja a megmunkálás állapotát:

Kijelző	Szín	Jelentés
Várható	□ Zöld	Teljes becsült megmunkálási idő (gyorsulással, dwell-lel)
Eltelt	□ Sárga	Valós eltelt idő (szünet nem számít)
Hátralévő	● Piros	Becsült hátralévő idő az aktuális szegmens alapján

31.2 Gyorsulás/lassulás figyelembevétele

Az időbecslés **trapéz mozgásprofil** használ, ami realisabb képet ad a tényleges megmunkálási időről:

- **Gyorsulási fázis** — A gép 0-ról felgyorsul a célsebességre (F előtolás). Idő: v / a
- **Egyenletes fázis** — Állandó sebességgel halad. Idő: $\text{maradék_táv} / v$
- **Lassulási fázis** — A célsebesség 0-ra lassul. Idő: v / a

Ha a szegmens túl rövid ahhoz, hogy elérje a célsebességet (háromszög profil), az időbecslés azt is kezeli: $t = 2 \times \sqrt{(d / a)}$.

🔗 A gyorsulás értéke a Beállítások → „Gyorsulás (mm/s²)” mezőből jön. Minél magasabb a gyorsulás, annál gyorsabb a becsült idő. Alapértelmezett: 100 mm/s².

31.3 Mit számol bele az időbecslés?

Elem	Beleszámít?	Hogyan
G0 gyorsmozgás	✓ Igen	Rapid feed rate + gyorsulás
G1/G2/G3 előtolásos mozgás	✓ Igen	F érték + gyorsulás
G4 Dwell (várakozás)	✓ Igen	P paraméter (másodperc)
G81–G89 fúróciklusok	✓ Igen	Minden szegmens egyenként
Feed/Rapid override	✗ Nem	A becslés 100%-kal számol
M1 opcionális megállás	✗ Nem	Kezelőfüggő, nem becsülhető
M6 szerszámcsere (makró WAIT)	✗ Nem	Kezelőfüggő, nem becsülhető

31.4 Hátralévő idő — Hogyan működik?

A „Hátralévő” kijelző futás közben frissül (33ms-enként):

1. A tervezés során minden szegmenshez kiszámoljuk a **kumulatív időt** (összes idő a program elejétől addig a szegmensig)
2. Futás közben a polling timer lekérdezi az **aktuális szegmens indexet** a StepGenerator-től
3. Hátralévő = Teljes becsült idő – Kumulatív idő az aktuális szegmensig

🔗 A hátralévő idő a becslés alapján számít, nem a valós idő alapján. Ha az override 50%-on áll, a tényleges idő kétszerese lesz a becsültnek, de a hátralévő kijelző nem tudja ezt — a valós eltelt időt kijeld mellette!

31.5 Állapotok

Állapot	Hátralévő	Magyarázat
Nincs futás	--:--:--	Nincs aktív program
Indítás	= Várható	A teljes becsült idővel indul
Futás közben	Csökken	Szegmensenként frissül
Befejezés	00:00:00	Program sikeresen véget ért
Leállítás (Stop)	--:--:--	Visszaáll alapértelmezettre

⚠ A becslés mindig optimista: nem számol szerszámcseré idővel, kezelői várakozással (M1), vagy feed override-dal.
Valós idő = becsült × (100 / override%).

32. GRBL USB vezérlő támogatás

Az alkalmazás az LPT porton kívül **GRBL 1.1** kompatibilis USB CNC vezérlőket is támogat (Arduino + GRBL firmware, CNC Shield stb.). GRBL módban a G-code sorok közvetlenül a vezérlőre kerülnek streaming-gel — a lépés-generálás, gyorsulás-tervezés és mozgásvezérlés a GRBL firmware-ben történik.

32.1 Beállítás

1. Beállítások → Csatlakozás típusa → **GRBL (USB soros port)**
2. Válassza ki a COM portot (pl. COM3) és az átviteli sebességet (alapértelmezett: 115200)
3. Kattintson a Mentés gombra — az alkalmazás automatikusan csatlakozik

🔔 A  gombbal frissítheti az elérhető COM portok listáját (USB kábel csatlakoztatása után).

32.2 Működési különbségek (LPT vs GRBL)

Funkció	LPT mód	GRBL mód
Mozgásvezérlés	PC generálja a lépés-impulzusokat	GRBL firmware (valós idejű)
Jog (kézi mozgatás)	StepGenerator + LPT	\$J parancs (jog cancel: 0x85)
Homing	Status port végállás olvasás	\$H parancs (GRBL kezeli)
Szünet / Folytatás	StepGenerator.Pause/Resume	Feed Hold (!) / Cycle Start (~)
Vészleállítás	E-Stop bemenet + szoftver stop	Soft Reset (0x18) + ALARM figyelés
Pozíció lekérdezés	Lépés-számláló (StepGenerator)	? státusz lekérdezés (MPos/WPos)
Orsó vezérlés	LPT pin + opcionális PWM	M3/M5 G-code parancs

32.3 GRBL valós idejű parancsok

- ? — Státusz lekérdezés (pozíció, állapot, előtölés, override)
- ! — Feed Hold (azonnali megállás, pozíció megtartás)
- ~ — Cycle Start (folytatás hold után)
- 0x18 — Soft Reset (teljes leállítás, GRBL újraindítás)
- 0x85 — Jog Cancel (jog mozgás azonnali leállítása)
- \$H — Homing ciklus (GRBL firmware kezeli a végállás kapcsolókat)
- \$X — Alarm feloldás (unlock)

32.4 Ajánlott GRBL beállítások

A GRBL firmware \$-beállításait közvetlenül az MDI mezőn keresztül módosíthatja (pl. **\$110=2000** az X tengely max sebességéhez). A legfontosabb paraméterek:

- \$100-\$102 — Lépés/mm (X, Y, Z tengely)
- \$110-\$112 — Max sebesség mm/min (X, Y, Z)
- \$120-\$122 — Gyorsulás mm/s² (X, Y, Z)
- \$22=1 — Homing ciklus engedélyezése
- \$10=1 — Státusz riport: MPos (gépi koordináta)

33. STB4100 USB vezérlő (RNR ECO MOTION)

Az alkalmazás támogatja az **STB4100** USB HID mozgásvezérlő kártyát (RNR ECO MOTION 2.0, RobotAndRobot.com). A Beállításokban a kapcsolat típusát **STB4100**-ra állítva a lépésgenerálást a kártya végzi — a PC a tervezett szegmenseket streameli USB-n keresztül.

33.1 Beállítás

- Beállítások → Kapcsolat típusa → **STB4100**
- Az eszköz automatikusan felismerésre kerül a termékneve alapján (VID_A720 / PID_F803)
- Csatlakozáskor a log mutatja: „STB4100 csatlakoztatva: ... SN=...”

33.2 Működési jellemzők

- **Mozgás:** G0/G1/G2/G3 szegmensek streamelve a kártyára; jog, MDI, teljes programfutás támogatott
- **Homing:** saját USB-alapú home szekvencia (nem az LPT-s HomingSequence)
- **Bemenetek:** I1–I4 bemenet olvasható (végállás, szonda, E-Stop bekötéshez)
- **Előtolás kijelzés:** a kártya nem jelez vissza élő előtolást — a kijelzett érték a pozícióváltozásból számított becslés (simított)
- **Makrók, szerszámcsere, külső fájl alprogramok** ugyanúgy működnek, mint LPT módban

Megjegyzés: LPT módra jellemző funkciók (pl. PC-oldali lépésgenerálás, encoder alapú G33) STB4100 módban a kártya képességeitől függenek — a nem támogatott funkciókat a log jelzi.

34. C tengely (főorsó pozícióvezérlés)

Amikor a főorsó Step/Dir szervó módban van konfigurálva (Beállítások → Orsó meghajtás típusa → Step/Dir szervó), a C tengely pozícióvezérlés automatikusan elérhető. A DRO panelen megjelenik a **C** pozíció kijelzés fokokban.

34.1 Üzem módok

A főorsó két üzemmód között vált automatikusan:

Üzem mód	Leírás
Folyamatos forgás	M3/M4 parancsra a főorsó folyamatosan forog az S paraméter szerint fordulatszámmal. Normál esztergálás/marás.
C tengely pozíció	M5 után, ha G0/G1 parancsban C paraméter szerepel, a főorsó pozícióvezérlésre vált és a megadott szögbe áll.

34.2 G-code használat

G-code	Funkció
M3 S1000	Orsó bekapcsolás → folyamatos forgás 1000 RPM
M5	Orsó leállítás (ezután C tengely használható)
G0 C0	C tengely gyors pozícionálás 0°-ba
G1 C90 F100	C tengely vezérelt mozgás 90°-ba
G1 X5 Z-2 C180	Egyidejű XZ mozgás + C forgatás
M3 S800	Visszaváltás folyamatos forgásra → C mód automatikusan kikapcsol

34.3 Tipikus felhasználás

- **Marás esztergán (C tengely + Y/X)** — Hornyok, lapok, hatszög profil marása a munkadarabon az orsó indexelésével
- **Szög-pozícionált fúrás** — Radiális furatok egyenlő szögosztással (pl. 0°, 120°, 240°)
- **Gravírozás forgó alkatrészen** — Szöveg vagy minta a palást felületen C tengely + Z koordinálásával

Megjegyzés: A C tengely DRO csak akkor jelenik meg, ha a főorsó Step/Dir módban van konfigurálva. A 0 gomb nullázza a C pozíciót. Az abszolút/inkrementális mód (G90/G91) a C tengelyre is vonatkozik.

35. Megjegyzések

- Ha az LPT port driver nem elérhető, az alkalmazás automatikusan szimulációs módba lép (lásd 16. fejezet).
- A beállítások a **%APPDATA%\CncController\pinconfig.json** fájlban tárolódnak.
- A makrók a **%APPDATA%\CncController\Macros\macros.json** fájlban tárolódnak.
- Eszterga módban az X tengely a sugarat jelenti; átmérő módban (G7) a kijelző és a G-code X értékek átmérőben értendők.
- A körív parancsok (G2/G3) automatikusan az XZ síkot használják eszterga módban (I/K), és XY síkot maró módban (I/J).
- A G33/G33.1/G33.2 parancsokhoz főorsó encoder szükséges (Beállítások → Enkóder szekció). Minimum: Index jel; ajánlott: A/B + Index.
- A szünet gomb (Space) szegmens közben is azonnal megállítja a mozgást, és a folytatás ugyanonnan indul.
- M1 opcionális megállásnál a státuszsor jelzi az állapotot, a Start gomb (vagy Alt+R) folytatja a programot.
- GRBL módban a G-code közvetlenül a vezérlőre kerül streaming-gel — a PC nem végez lépésgenerálást.