



CNC programozás alapjai

Magyarkúti József

BGK-AGI

2009

Figyelem!

Az előadásvázlat nem helyettesíti a
tankönyvet:

Budapesti Műszaki Főiskola Bánki Donát
Gépészmérnöki Főiskolai Kar AGI
Gépgyártástechnológiai Tanszék jegyzete:

CNC–programozás alapjai

NC gépek fejlődése

- 1950-es évek eleje: első fejlesztések az Egyesült Államokban
- 1950-es évek vége: kb. 100 pályavezérlésű marógép a repülőgépiparban az USA-ban
- 1960-es évek: elterjednek Európában a KNC gépek
- 1970-es évek: megjelennek a CNC gépek
- 1980-as évek: új szerszámgépek már csak CNC-vel készülnek
- 1990-es évek: megjelennek a rugalmas gyártócellák, gyártórendszerek

A CNC gépek jellemző alkalmazási területei:

- **fémforgácsolás,**
- **kivágás, lyukasztás,**
- **szikraforgácsolás,**
- **hegesztés, lángvágás,**
- **lézeres vágás**
- **vízugaras vágás**
- **anyagmozgató berendezések, robotok**
- **rajzgépek,**
- **Mérőgépek, stb.**

A CNC gépek sajátosságai:

- a szerszámgép **két fő egység**ből, az alapgépből és a vezérlésből áll
- a megmunkálási folyamatot **kódolt** információk segítségével a **vezérlés irányítja**
- a geometriai **adatok** rendszerint **koordinátarendszerben elhelyezkedő pontok** koordinátái, valamint a **pontokat összekötő pályaszakaszok**

A CNC gépek sajátosságai:

- az automatikus megmunkálást **meg kell tervezni**
- előre, méretre **beállított szerszámokat** használunk
- a gépek kezelése csak **jól képzett**, tapasztalt szakmunkásokra bízható - ma már nem biztos!
- a befogott **szerszámok korrekciója**, utánállítása mechanikus állítás nélkül, elektronikusan **megvalósítható**

Az NC-CNC előnyei:

- termelékenység növekedése
- minőség javulása, szintentartása
- készülékek és különleges szerszámok megtakarítása
- technológiai fegyelem javulása
- átállási idő csökkenése
- átfutási idő programozhatósága

- **többsgépes** üzemeltethetőség lehetősége
- lehetőség a megmunkálás előtti **program-ellenőrzésre, tesztre**, ill. a képernyőn történő grafikus megjelenítésre, szerszámpálya kirajzoltatására
- **egyszerű kezelés**, minimális fizikai munka
- egyszerű és **kevés mechanikus elem** az alapgépben

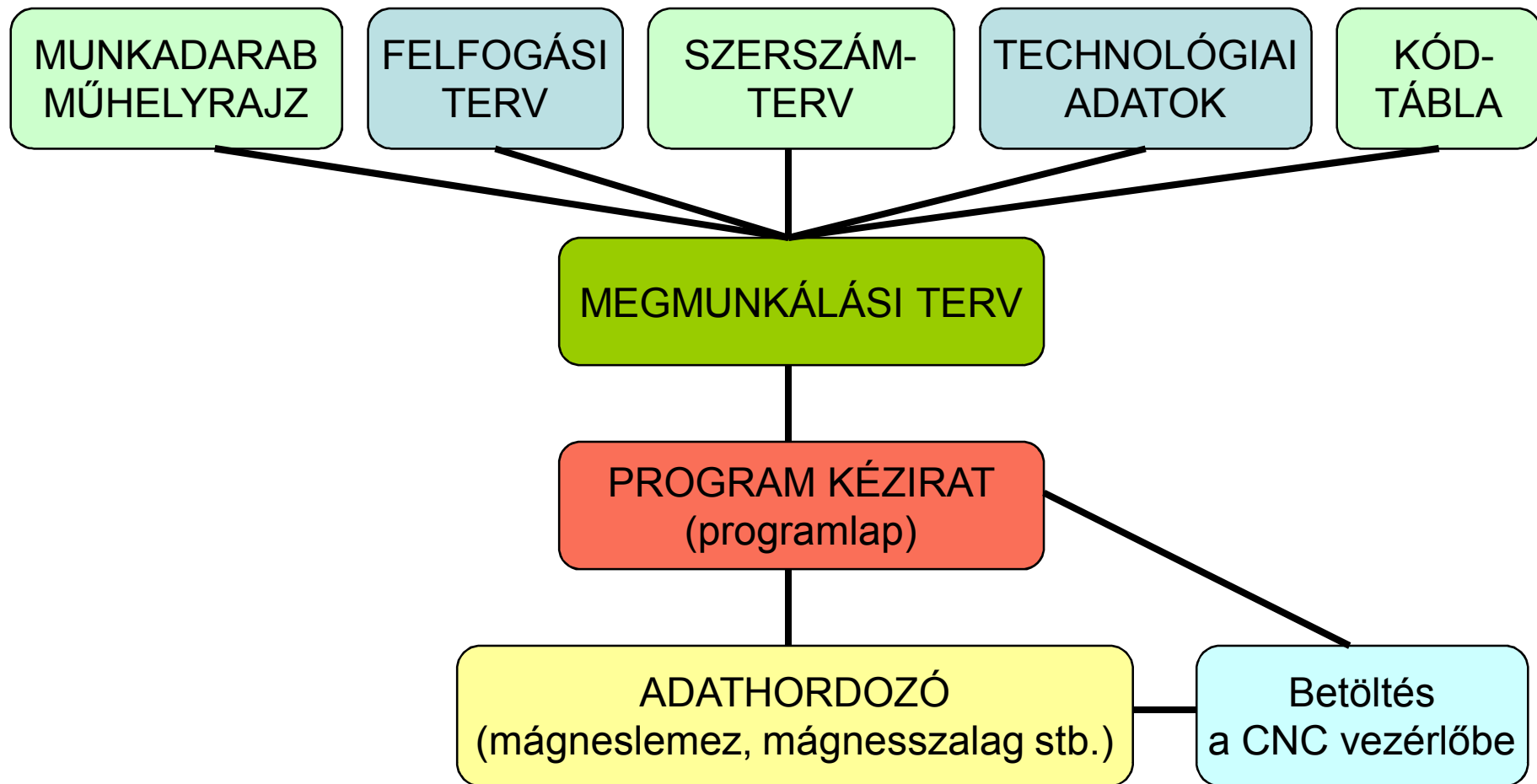
Az NC - gépek hátrányai:

- drága a szerszámgép
- magas követelmények a gépkezelőkkel szemben (?)
- fokozott karbantartási igény (elektronika)
- magasabb pontossági követelmények az előgyártmányokkal szemben

NC gépek kézi programozása

- Az **alapvető** eljárás a **kézi programozás**.
- Programnyelve a DIN66025 szabványnak megfelelő ún. **szócímezésű** NC programnyelv.
- A programot az **adott gépre értelmezett nyelven kell megírni**, ezt a változatot nevezzük az adott gép utasításrendszerének.

KÉZI PROGRAMOZÁS MENETE



NC művelettervek készítése

- NC művelettervek készítésénél természetesen érvényesek a **hagyományos gyártás művelettervezési szabályai** is
- Figyelembe veendő, hogy a **CNC gépeken összetettebb, több felületre kiterjedő megmunkálási lépéseket szoktunk egy műveletként kezelni.**
- A rendező elv: **egy szerszám egy művelet.**
- A másik fontos sajátosság, hogy már itt meg kell vizsgálni és tervezni a vezérlés **speciális szolgáltatásainak a használatát** is.
- Ilyen legfontosabb szolgáltatások a különféle részfeladatokhoz használható fúró, maró, esztergálási, menetmegmunkáló stb. **szubrutinok.**
- Ezek használatával **a programozási folyamatot egyszerűsíthetjük, könnyíthetjük, a programokat racionalizálhatjuk**

Felfogási terv

- Felfogási terv készítésénél a **hagyományos gyártástervezésnél is megszokott módon** meg kell határozni, ki kell választani a munkadarab helyzet-meghatározásának módját, a **befogás, felfogás** tipikus vagy egyedi **eszközeit** és módszereit.
- Jellegetesen **NC specifikus feladat az ún. programozási koordinátarendszer kijelölése**. Általánosan igaz, hogy a munkadarab minden egyes felfogási helyzetéhez tartozik egy-egy programozási koordináta rendszer.
- A programozás során a munkadarab méreteit, a programozandó geometriai adatokat ebben a koordinátarendszerben értelmezzük, ezért kijelölésekor **akkor járunk el helyesen, ha nem kell a rajz mérethálóját átszerkeszteni**, s a szubjektív hibák csökkentése érdekében a méretek többsége a pozitív síknegyedbe esik.

Szerszámozási terv

- A szerszámozási terv készítése valamilyen formában minden automatizált gyártási folyamat tervezésének elengedhetetlen része,
- Kiválasztjuk a rendelkezésre álló készletből a feladat elvégzésére alkalmas szerszámokat, meghatározzuk technológiai jellemzőiket, a gépre való felfogásuk eszközeit, módszereit.
- CNC gépeken mindig korszerű, egyszerű geometriájú, szabványos, váltólapkás szerszámok alkalmazására kell törekedni.
- Az NC technika lehetőségeinek egyik fontos jellemzője, hogy egyszerű szerszámokkal összetett, bonyolult felületek állíthatók elő, s ennek következtében elmarad az ún. alakos szerszámok alkalmazásának szükségessége.
- A szerszámozási terv készítésének CNC specifikuma a szerszám-koordinátarendszer és a szerszám programozott pont kijelölése, a szerszám típuskódjának meghatározása.
- Ezek kijelölésénél arra kell törekedni, hogy a szerszámok méreteit, az ún. szerszám hosszkorrekciókat mind a szerszámgépen, mind mérő-beállító készülékben egyszerűen meg lehessen határozni.
- Ez a magyarázata, hogy eszterga-szerű szerszámok programozott pontjaként a szerszám csúcssugar koordinátatengelyekkel párhuzamos érintőinek metszéspontját,
- forgó szerszámok esetén a forgástengely és a szerszám homloksíkjának dőléspontját szokás kijelölni.

CNC PROGRAM

- **Program:** olyan előírás, amely meghatározza a műveletek térbeli és időbeli lefolyását
- **Programtárolók, programhordozók:** lyukkártyák, lyukszalagok, mágnesszalagok, mágneslemezek, mágneskártyák, fotofilmek, cd-k stb.

PROGRAMTÁROLÓK, PROGRAMHORDOZÓK



Méretmegadás módjai

- Abszolút méretmegadás
- Növekményes méretmegadás
- Vegyes méretmegadás

Abszolút méretmegadás

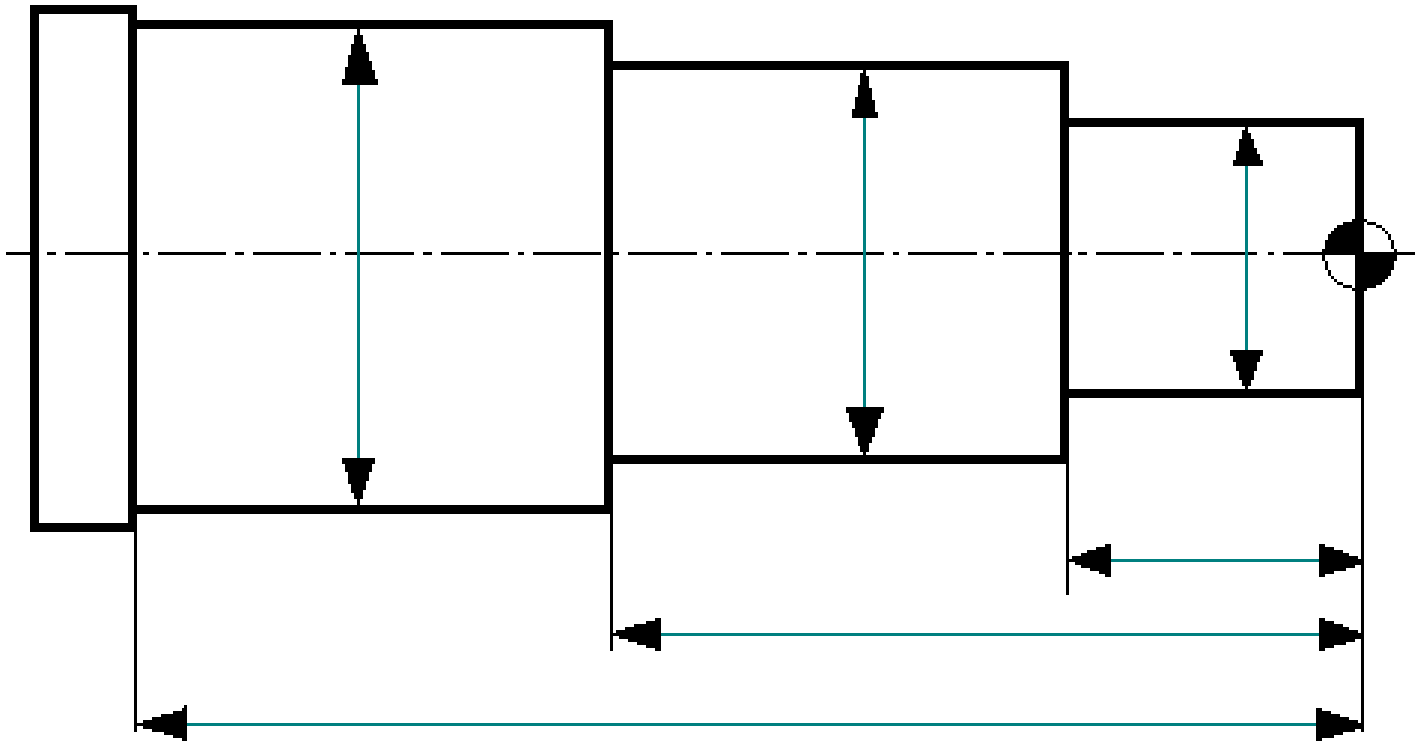
- **Alkalmazása:** akkor alkalmazzuk, ha minden X vagy Z méretet a **munkadarab nullpontjától** kívánunk megadni.

PI. N115 G01 X20

N120 G01 Z-12

N125 G01 X30

Abszolút méretmegadás



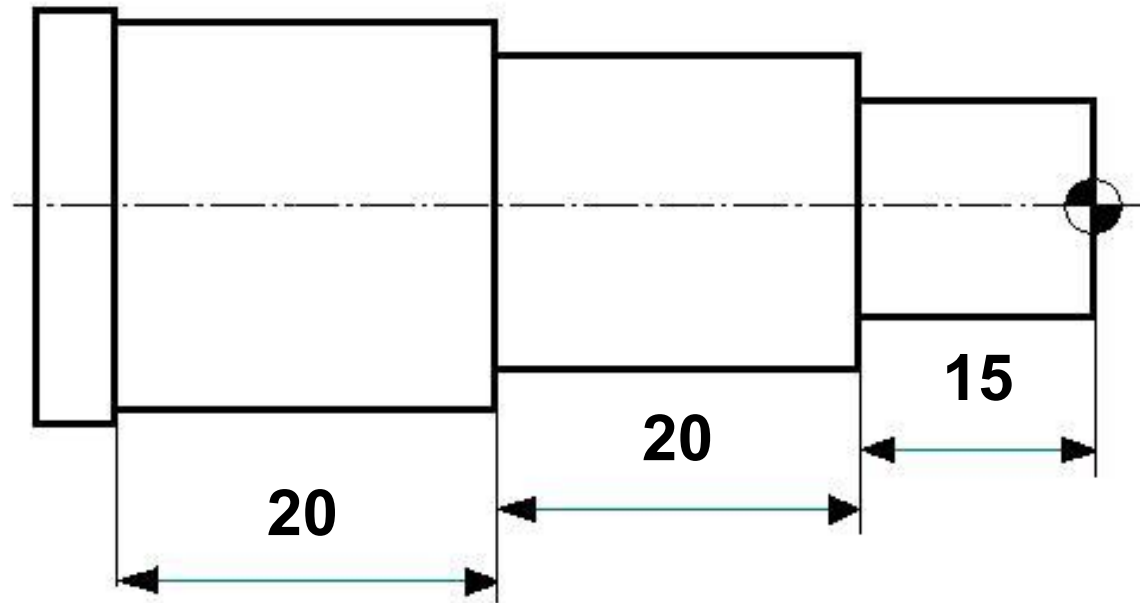
Növekményes (inkrementális) méretmegadás

- **Alkalmazása:** abban az esetben ha a méreteket méretnövekményként (inkrementként) kívánjuk az előző mérethez hozzáadni.

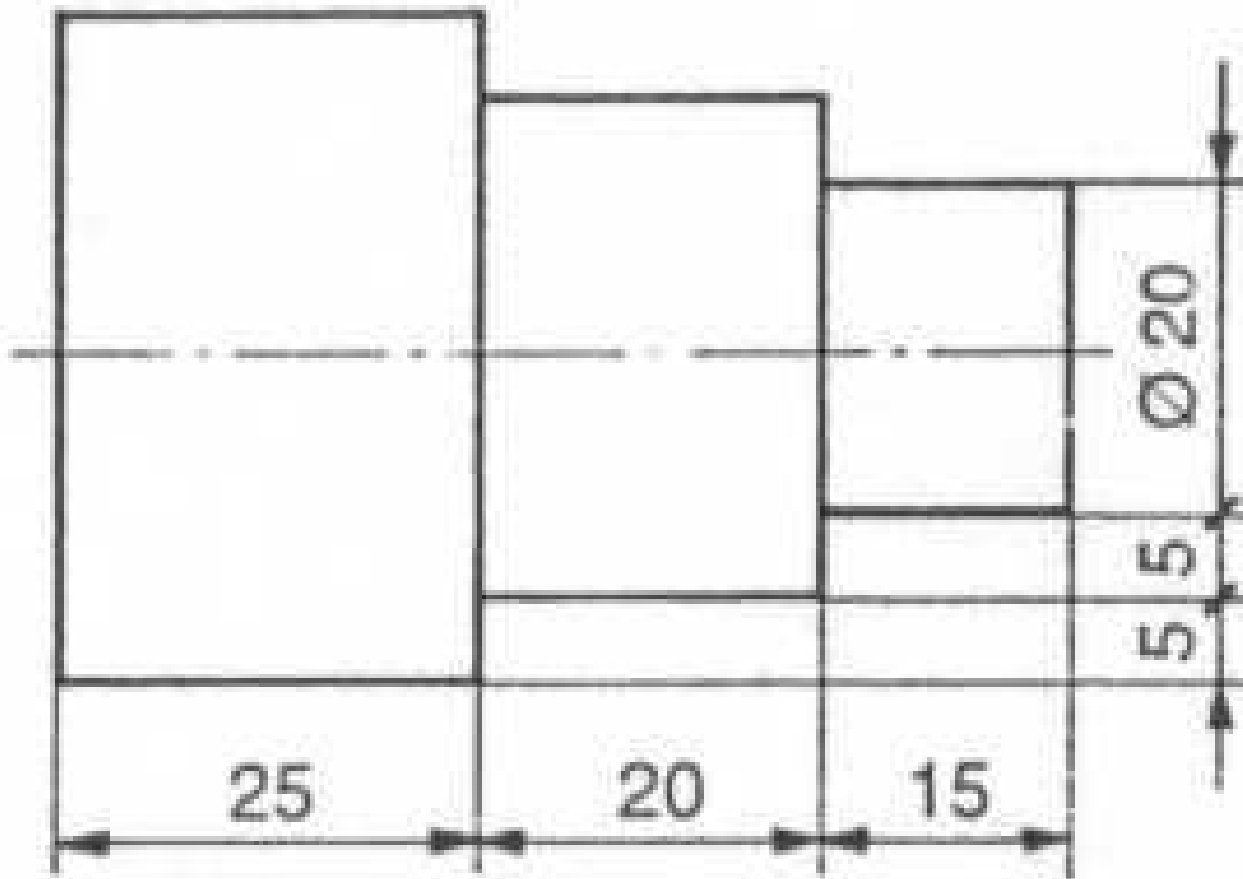
PI. N075 G01 **XI**12

N080 G01 **ZI**-20

Növekményes méretmegadás



Növekményes méretmegadás



Vegyes méretmegadás

- **Alkalmazása:** akkor alkalmazzuk, ha a méreteket váltakozva abszolút és növekményes méretmegadással adjuk meg.

PI. N125 G01 X25 (ABSZOLÚT)

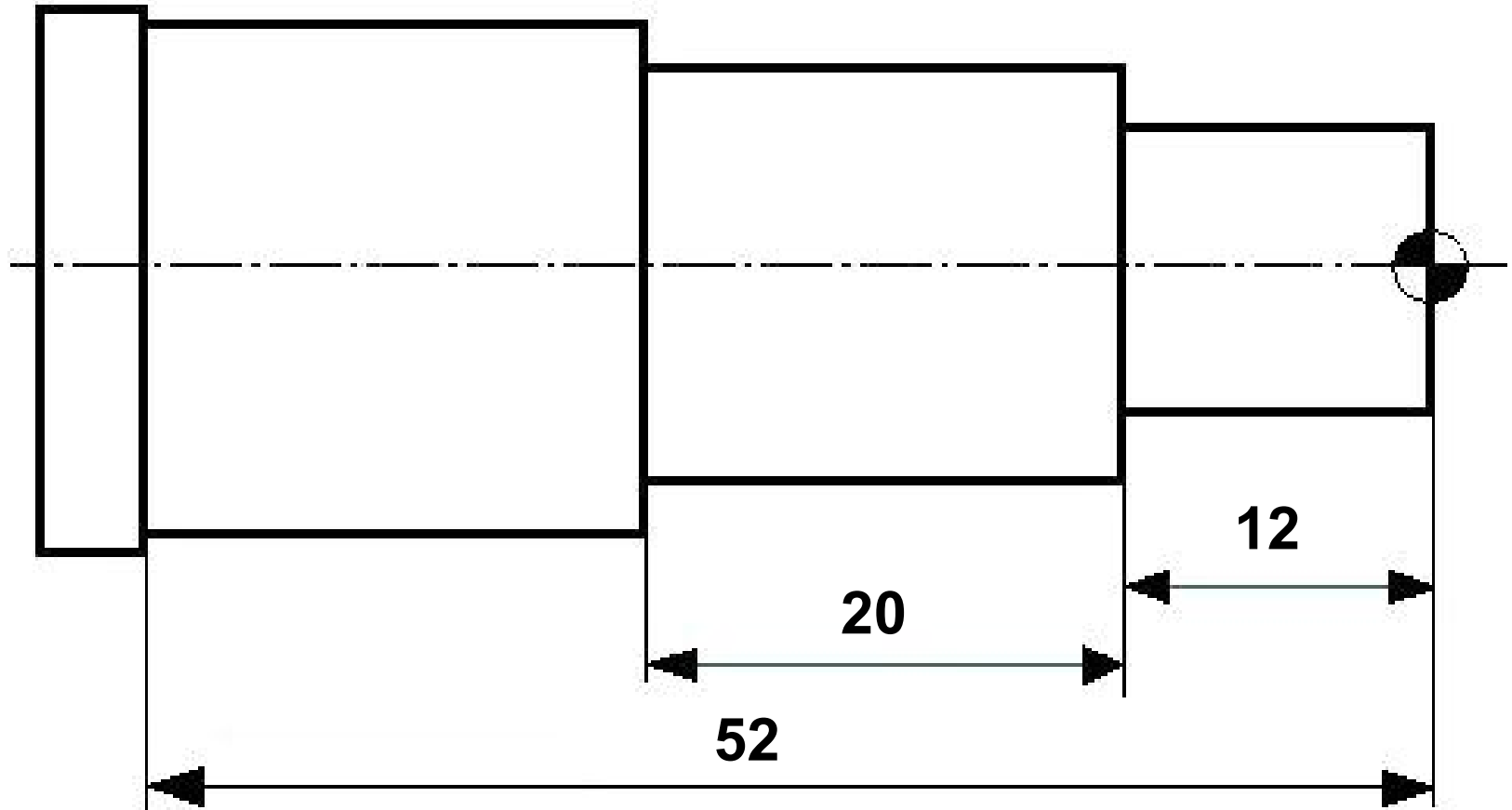
N130 G01 Z-12 (ABSZOLÚT)

N135 G01 XI10 (NÖVEKMÉNYES)

N140 G01 ZI-20 (NÖVEKMÉNYES)

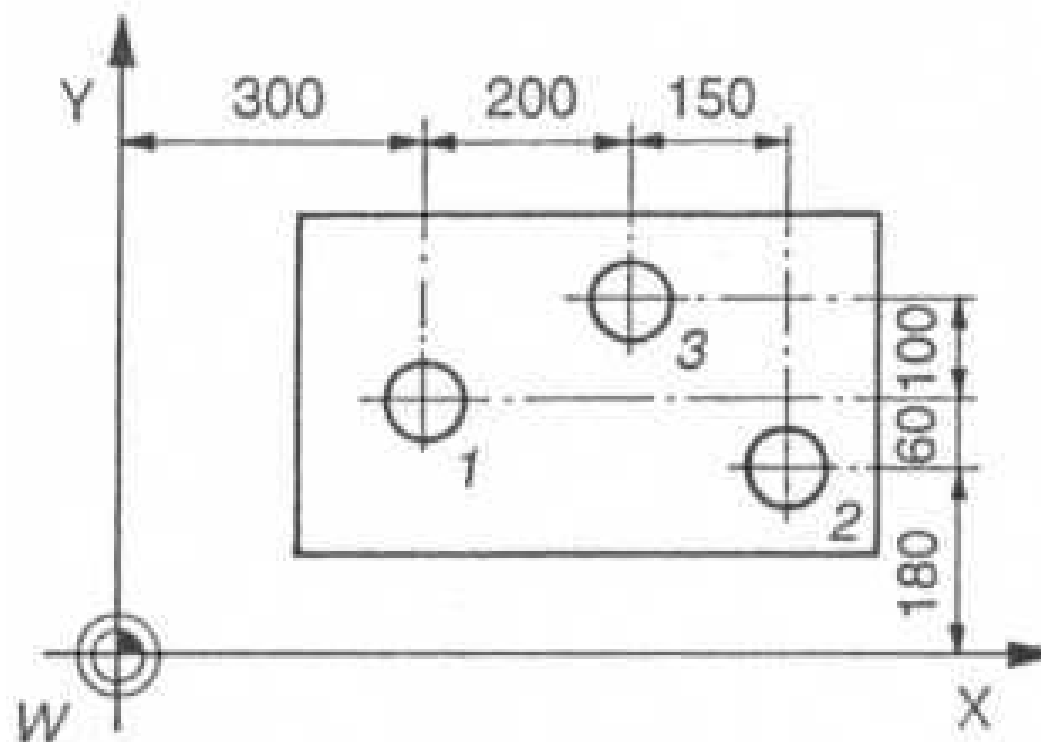
N145 G01 X50 (ABSZOLÚT)

N150 G01 Z-52 (ABSZOLÚT)



Növekményes méretmegadás pontvezérlésnél (fúrógép)

Az utolsó furat megmunkálása után a szerszámmal vissza kell állni a W kezdőpontra, különben a következő munkadarab selejt lesz.

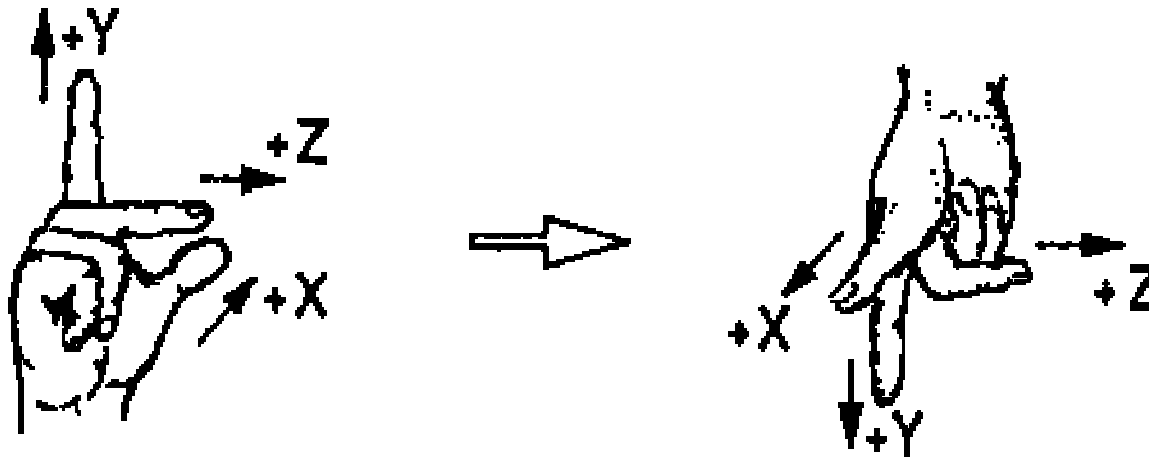


A CNC gépek koordinátarendszerei

Koordinátarendszerek szükségessége:

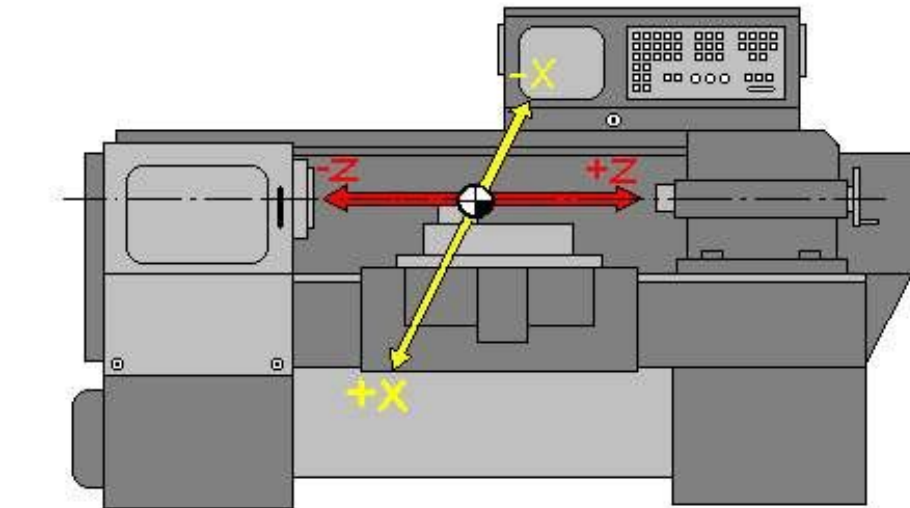
- **A program pontos útdatokat tartalmaz**
- **A munkatér összes pontját azonosítani kell**
- **Az azonosításhoz koordináta rendszereket használunk**

Jobb sodrású derékszögű koordináta rendszer

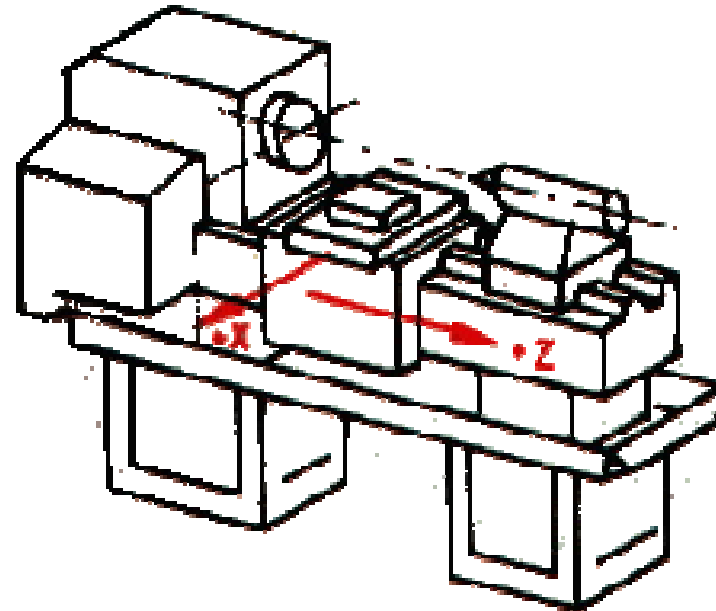
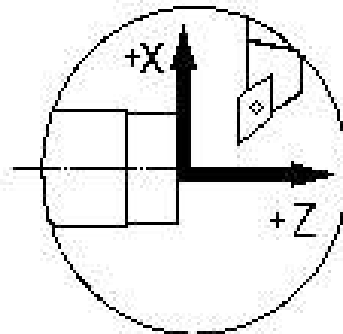
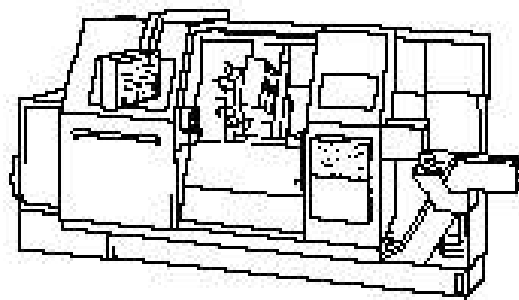


- Az NC- szerszámgépek fő mozgási irányait a jobbkez-szabály szerint elhelyezett derékszögű koordináta rendszer határozza meg, amely mindig a munkadarabra vonatkozik.
- Programozáskor a munkadarabot álló helyzetűnek kell feltételezni, a mozgásokat a szerszám végzi.
- A koordináta rendszer kezdőpontját (origóját) legtöbbször a gép alaphelyzetének megfelelő pontra helyezik.

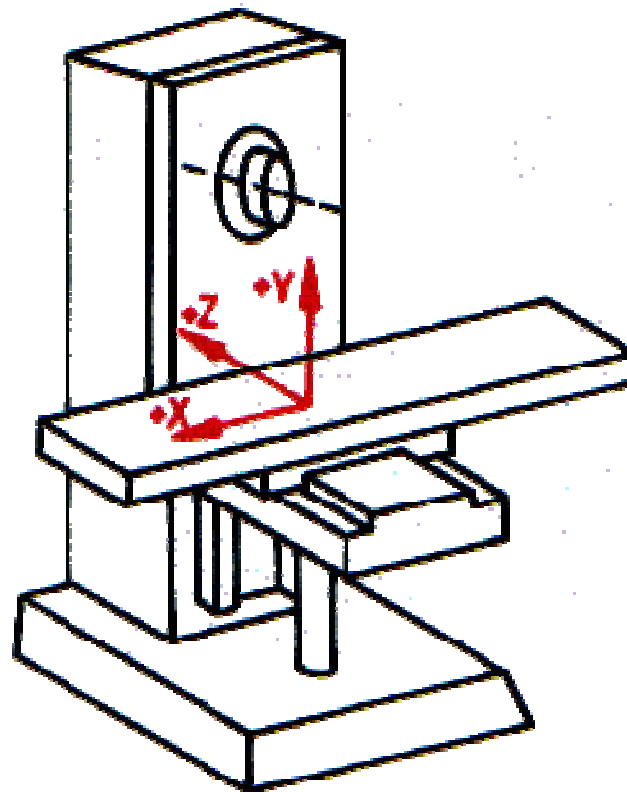
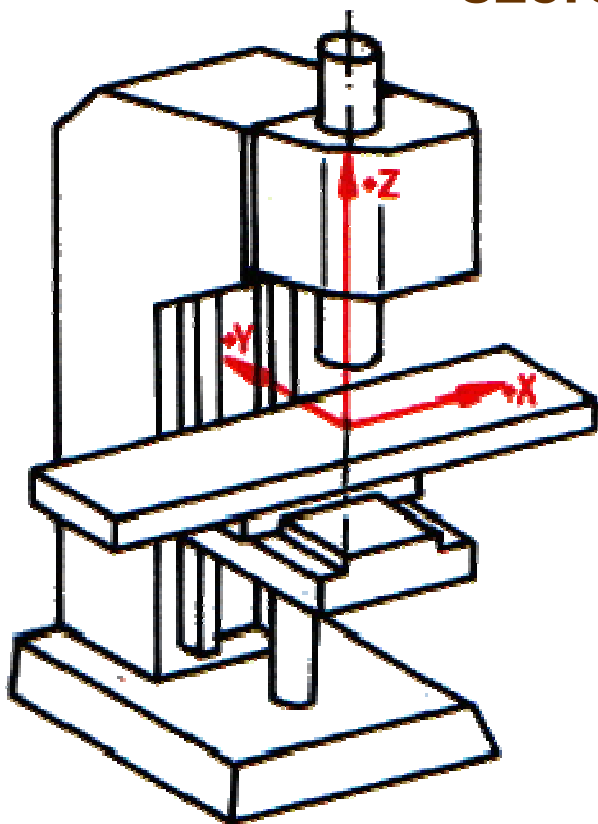
Eszterga koordinátarendszerek



- Egyezményesen a főorsó tengelye a "Z", a keresztcsán mozgása az "X" tengelyt jelöli ki



Koordináta rendszer egyéb szerszámgépeken



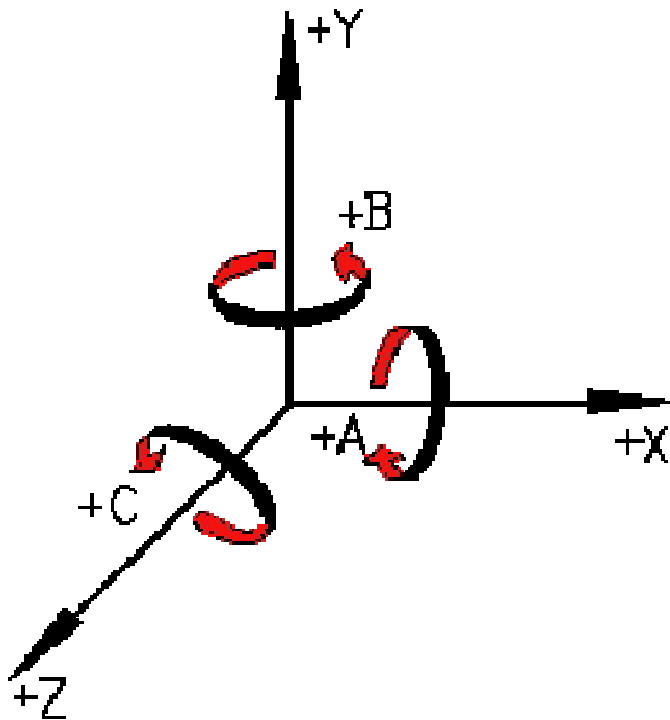
**A munkadarab koordináta rendszerét a főorsótól
nézik.**

Forgó mozgások

Az X, Y, Z koordinátatengelyek körüli forgatási tengelyeket A, B, C-vel jelölik

Pozitív forgásirány: a koordinátatengely pozitív iránya felé nézve a forgás az óramutató járásával megegyezik.

Negatív forgásirány: a koordinátatengely pozitív iránya felé nézve a forgás az óramutató járásával ellentétes.



Koordinátarendszerek fajtái:

1. **A szerszámgép koordináta rendszere** – gyártó adja meg
2. **a munkadarab koordináta rendszere,** amelyet a programozó vesz fel;
3. **a szerszám koordináta rendszere,** amelyet a szerszám beállításához kell figyelembe venni

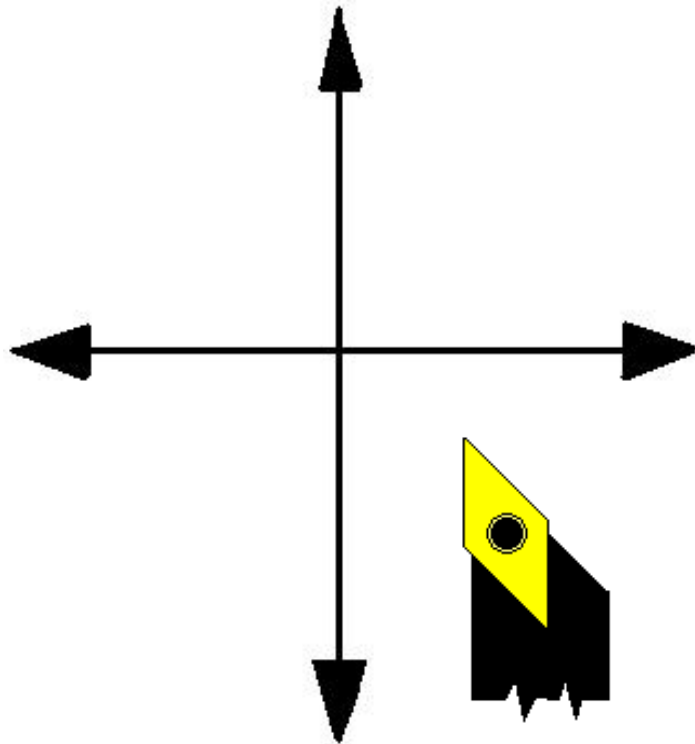
Koordinátarendszerek

- **Gépi koordinátarendszer:** a szerszám gép saját koordináta rendszere, **kezdő pontja a gépi nullapont (M).**
- Esztergagépeknél a főorsó homlokfelületén található. **a gyártó adja meg.**
- A gép referencia-pontja (R): Ahhoz hogy a szerszám gép tudja az egyes szánok abszolút helyzetét, ebbe a pontba kell elküldeni a szánokat.

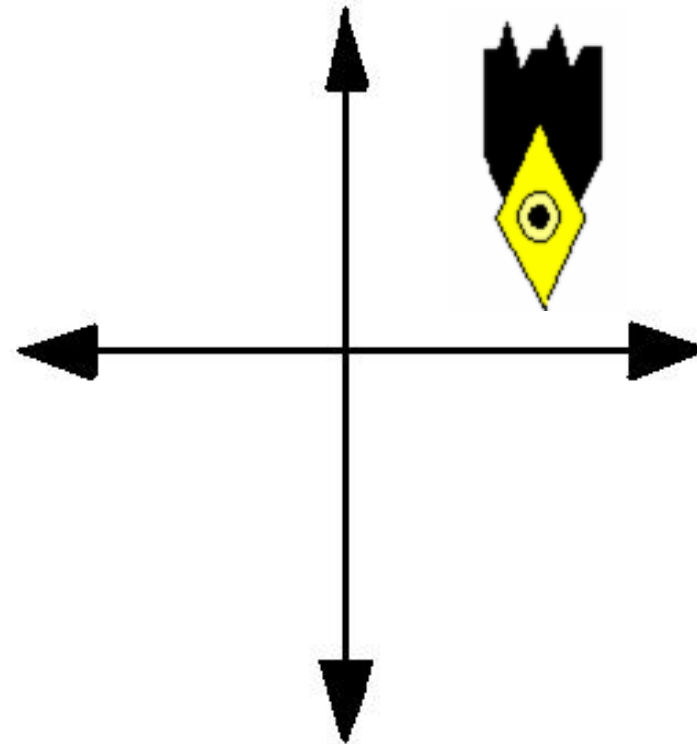
Munkadarab (programozási) koordinátarendszer:

- a programutasítások referenciájaként használt koordinátarendszer mely **kezdőpontjának helyzete a megmunkálandó munkadarabok fajtájától függően változik.**
- A kezdőpont helyzetét a nullponteltolási adatok beállításával határozzuk meg, **többnyire a munkadarab középvonalán.**
- **Az NC program készítésénél a munkadarab koordinátarendszert kell figyelembe venni és a programot ebben megírni.**

Munkadarab koordinátarendszerek



Késtartóval szerelt gépek esetén

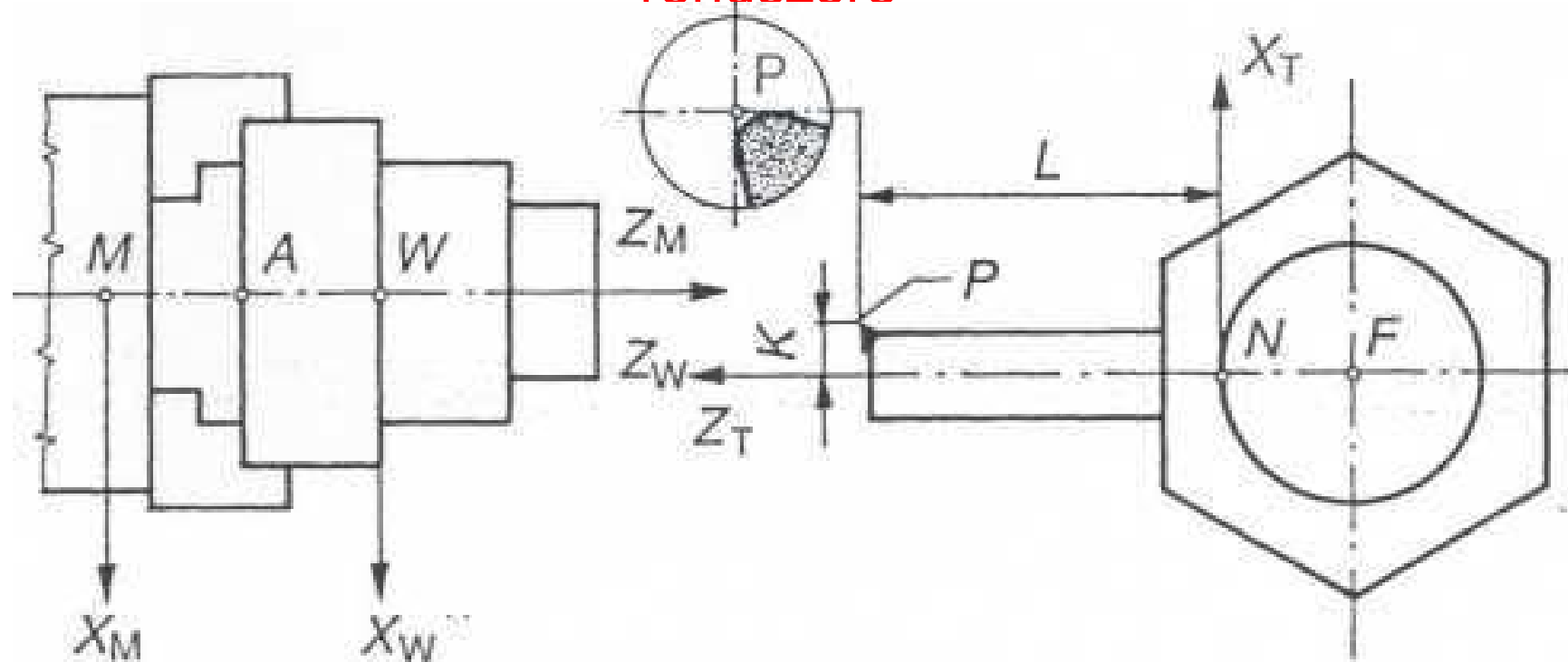


Revolverfejjel szerelt gépeknél

Szerszám koordináta rendszer:

- A **szerszám beállításához** kell figyelembe venni
- **Előzetes** szerszámbeállítás esetén
- Kiinduló pontja a **szerszám vonatkoztatási pont**

A munkadarab, a szerszámgép és a szerszám koordináta-rendszere

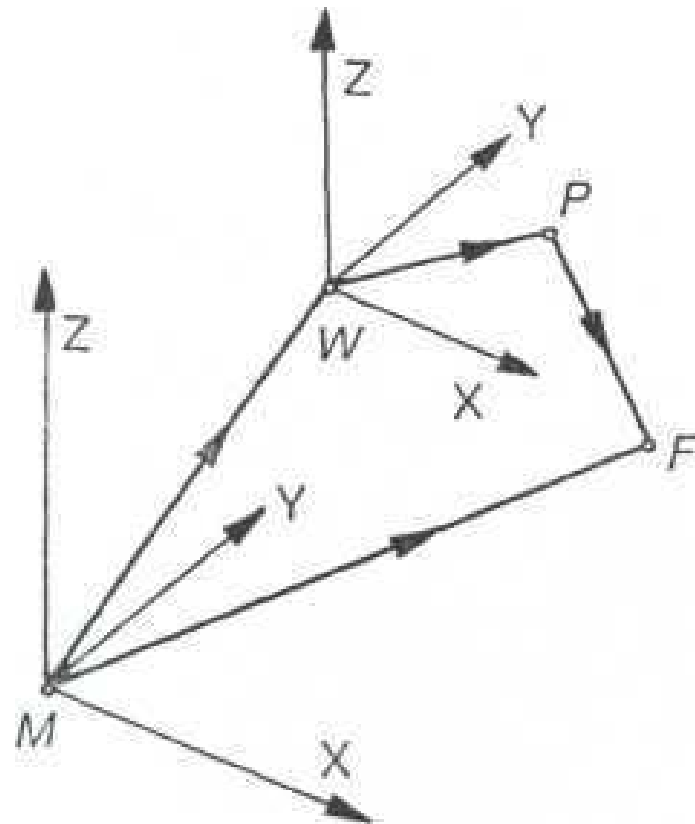


- A pozícionálási folyamatokat az NC- vezérlés a **gépi** koordináta-rendszerben **nyitja**.
- A tényleges szánhelyzetet nyilvántartó **regiszterek** a szánrendszer kitüntetett pontjának, az **F vonatkoztatási pontnak** a koordinátáit (az **MF távolság összetevőit**) **tartalmazzák**.
- A technológus a megmunkálási programban a **P programozott pont** koordinátáit írja elő.
- Általánosságban az **F pont** koordinátái az **M kezdőpontú** rendszerben **három részből állnak** :

$$MF = MW + WP + PF ,$$

A munkadarab, a szerszámgép és a szerszám koordináta-rendszere

- ahol az **MW távolság** X, Y, Z irányú derékszögű összetevői az ún. **nullapont-eltolási** értékek;
- a **WP távolság** X, Y, Z irányú összetevőit a vezérlőszalag tartalmazza (**ezek a program geometriai adatai**);
- a **PF távolság** X, Y, Z irányú összetevői a **szerszámkorrekciós értékek**, amelyeket a vezérlőpulton kell beállítani, NC-nél a **korrekciós tárba beírni.**)



Programozási alapelvek

0. alapelv: A hibátlan gyártáshoz **biztosítani kell a munkadarab és a gépi koordináta-rendszer azonosságát**, ennek feltétele a koordináta-irányoknak és a **nullpontoknak az azonossága**.

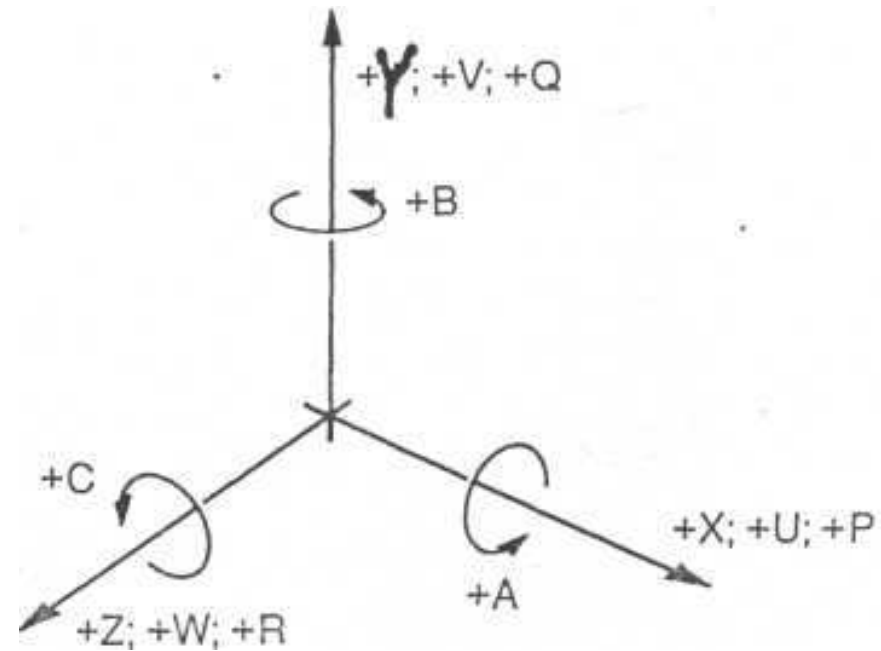
1. alapelv:

Mozgó szerszám-nyugvó munkadarab alapelvből 2 iránymeghatározási szabályt alkothatunk:

- azon koordinátatengelyeknél, amelyek irányában a **szerszám végzi a mozgást**, a **gépi** és a **munkadarab-koordinátarendszer tengelyeinek iránya megegyezik**;
- azon koordinátatengelyeknél, amelyek irányában a **munkadarab végzi a mozgást**, a **gépi** és a **munkadarab-koordinátarendszer tengelyeinek iránya ellentétes**.

Programozási alapelvek

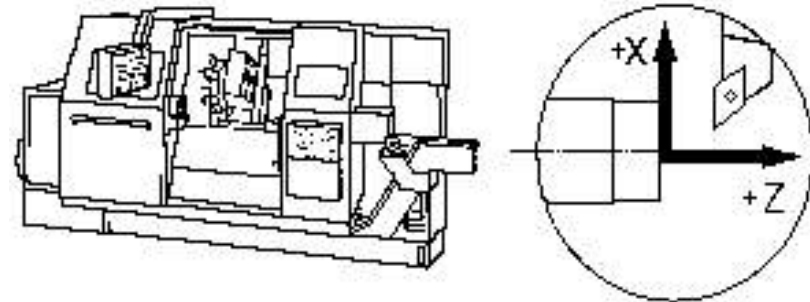
- A szabvány jobb sodrású munkadarab koordináta rendszerénél **XYZ** rendszert rendel a munkadarabhoz.
- A **másodlagos** mozgásokat rendre **U, V és W,**
- A **harmadlagos** mozgásokat **P, Q és R** jelöli.



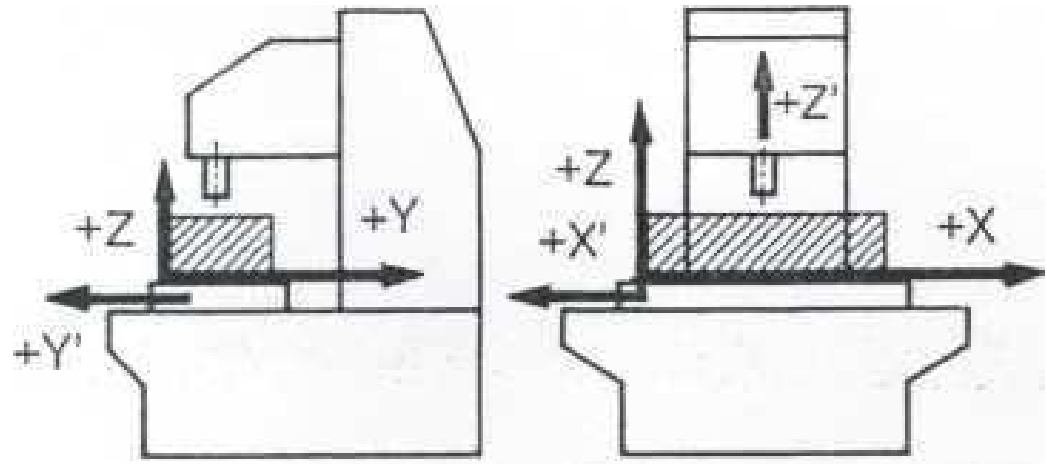
Programozási alapelvek

2. alapelv:

A Z tengely iránya mindig a szerszám fő mozgási (támadási) irányába mutat.

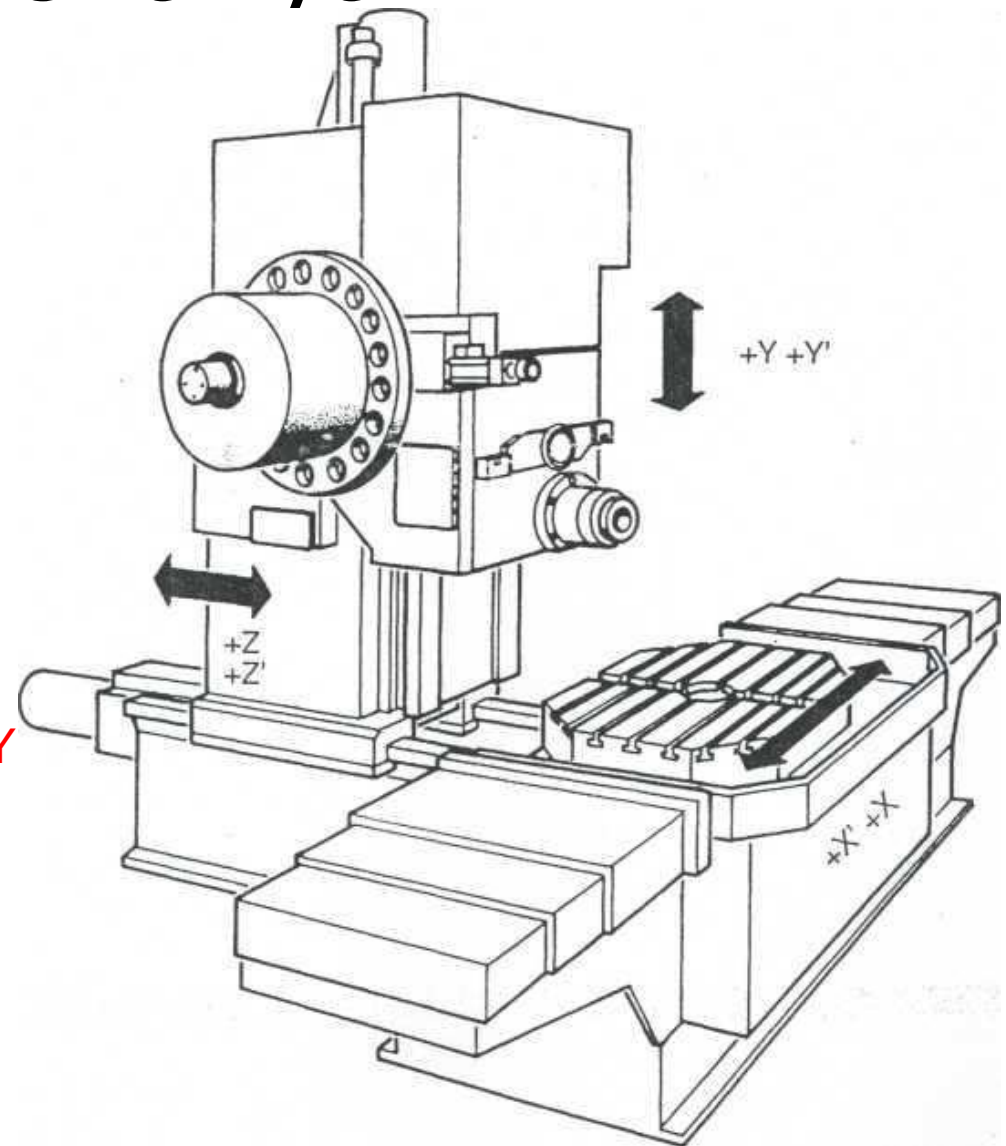


Az 1. és 2. alapelv ismeretében bármely szerszámgép koordinátatengelyi irányait meg lehet határozni.

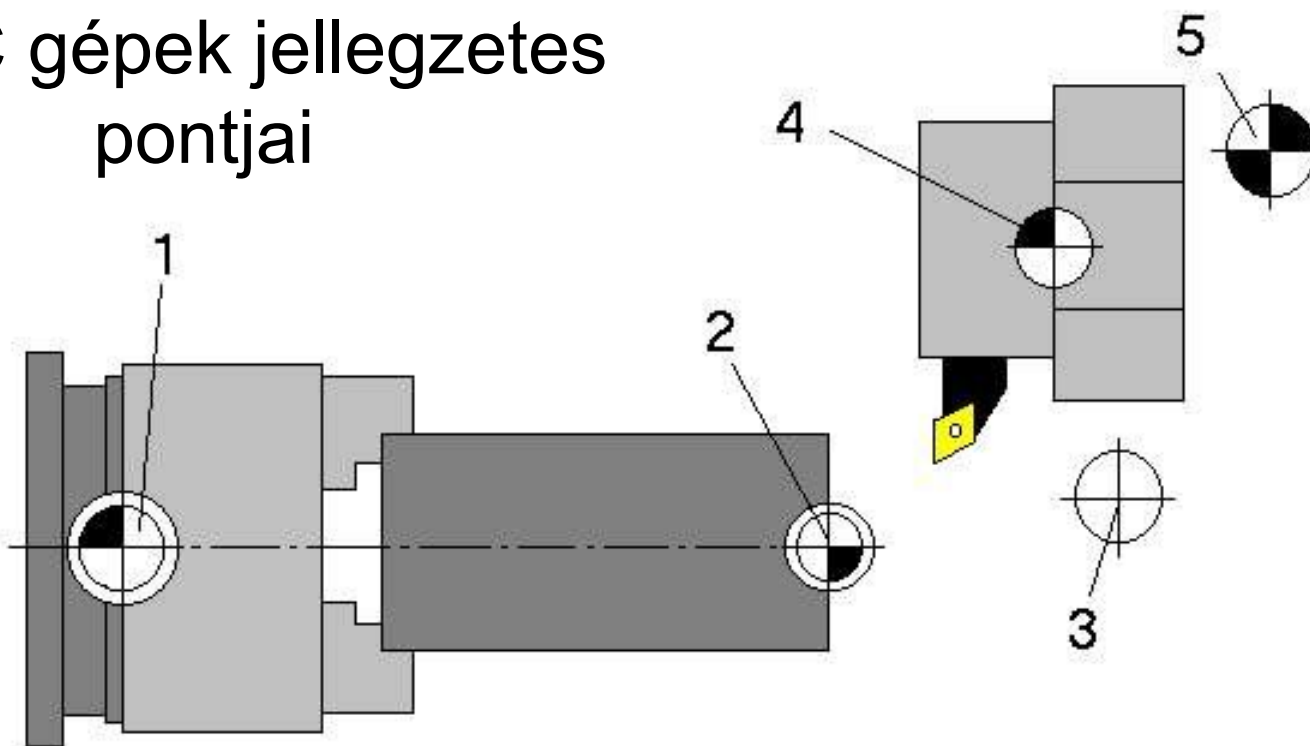


Megmunkáló központ mozgásirányai

- Megjelenik a **többoldalas megmunkálási** lehetőség.
- Ilyenkor a megmunkálási **síkokat** és a főorsó tengelyirányait is **váltani lehet**, ami a koordináta irányok megváltoztatását jelenti.
- Ugyancsak **belépnek a másodlagos, esetleg harmadlagos mozgások**, tehát a háromtengelyes megmunkálás mellett a **négy- és öttengelyes** megmunkálás is előfordulhat.
- Mivel a gép ún. **mozgótornyos**, a **Z és Y tengely irányában a gépi és a munkadarab-koordinátairányok megegyeznek**



A CNC gépek jellegzetes pontjai



1. Gépi nullapont (M)
2. Munkadarab nullapont (W)
3. Szerszámcsere pont
4. Szerszám vonatkoztatási pont (F)
5. Referenciapont (R)

Gépi nullapont

A gépi nullapont az irányítórendszer méréstartományán belül **elektronikusan beállítható pont**, amely a működő rendszer mérési bázisa (**a gép koordinátarendszerének a kezdőpontja**).

Jellege szerint a vezérlés lehet:

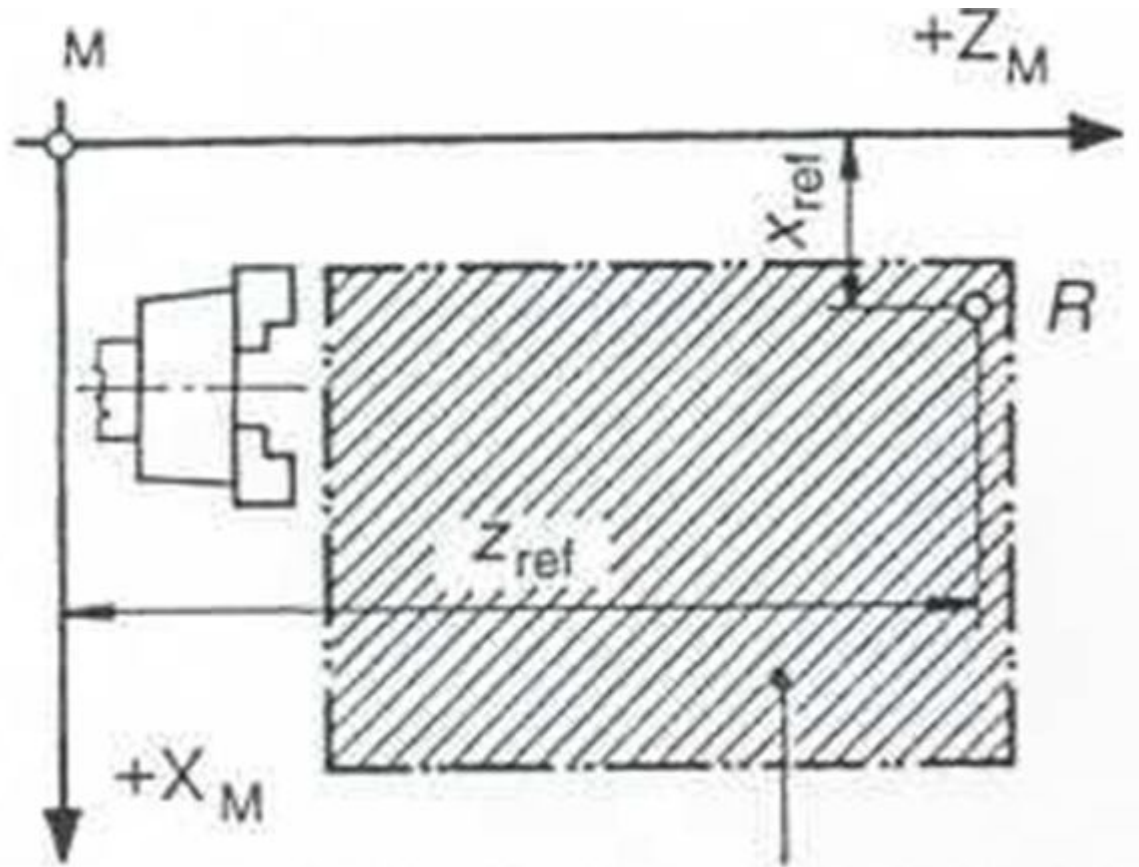
- **lebegő nullapontos vezérlés**, amikor a gépi nullapont a szerszámgép **mozgástartományán kívül** eső elméleti pont, a gépi koordináta-rendszer origója;
- **fix nullapontos vezérlés** (ez a gyakoribb), amikor a gépi nullapont a **mozgástartományon belüli**, rögzített pont, és egybeesik a referenciaponttal.

Referencia pont

A referenciapont az NC- szerszám gép mozgástományán belül rögzített pont, **ahova a szánokat vezérelve** a vezérlés mérőrendszere felveszi a gépi nullaponthoz viszonyított koordinátaértékeket.

- Bekapcsolás után **először a referenciapontra kell vezérelni** a szánokat, hogy a mérőrendszer felvehesse a gépi nullapontokhoz viszonyított koordinátaértékeket.
- A referenciapontról való távozás **után** a mérőrendszer és a szabályozókörön keresztül a szerszám beállított **élpontja a gépi koordináta-rendszerben megadott koordinátaértékekre áll.**
- A referenciapontra állás **külön üzemmód, minden NC-szerszám gépen megtalálható.**

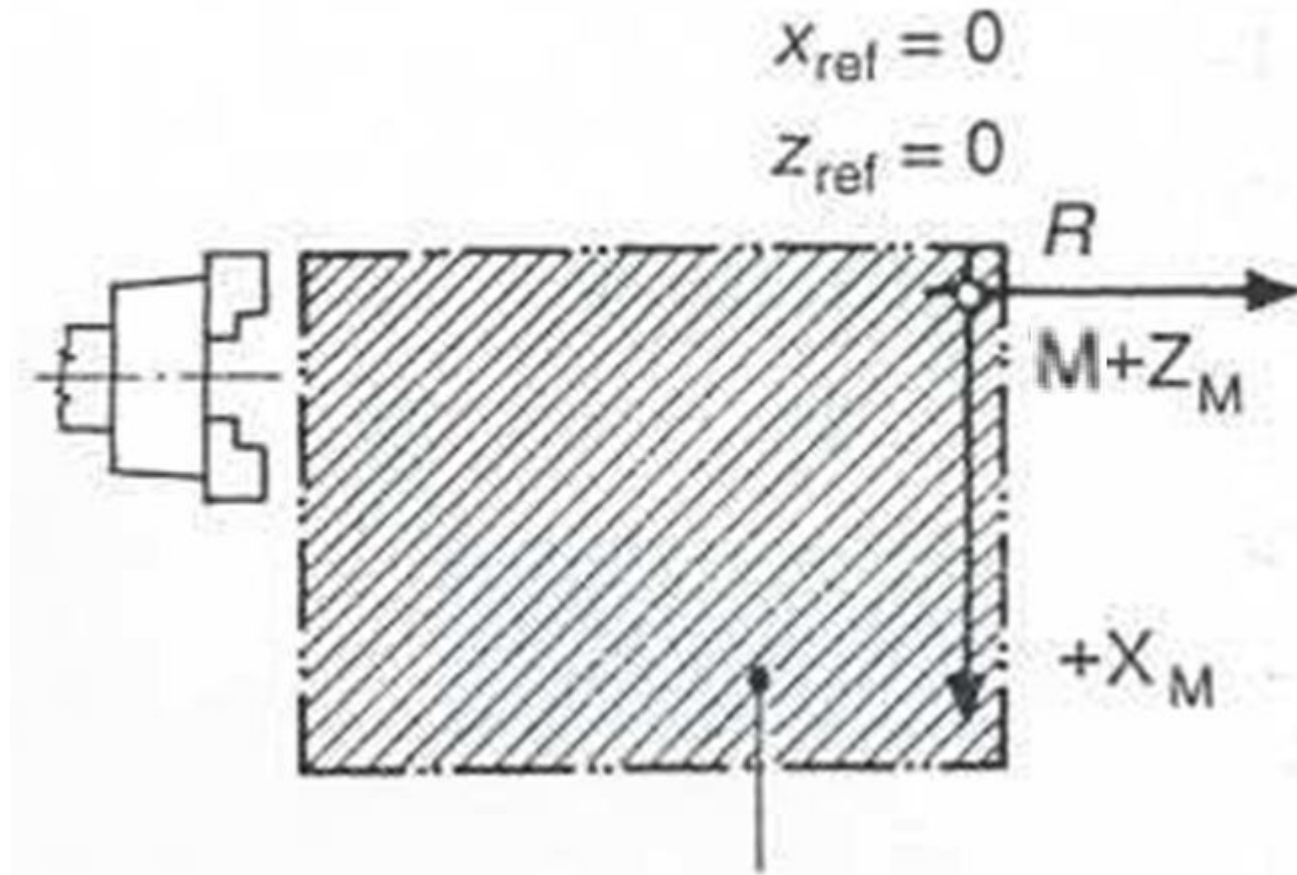
Lebegő nullapontos vezérlés



A gépi nullapont a szerszámgép mozgástatómányán **kívül** eső elméleti pont, a gépi koordináta-rendszer origója;

A referenciapont felvétel során a vezérlés a szánokat általában a munkatér szélén lévő pozíciókba mozgatja, s ott a **gépi helyzet regiszterekbe az X^{MR} , Z^{MR} referencia távolságokat betölti.**

Fix nullapontos vezérlés



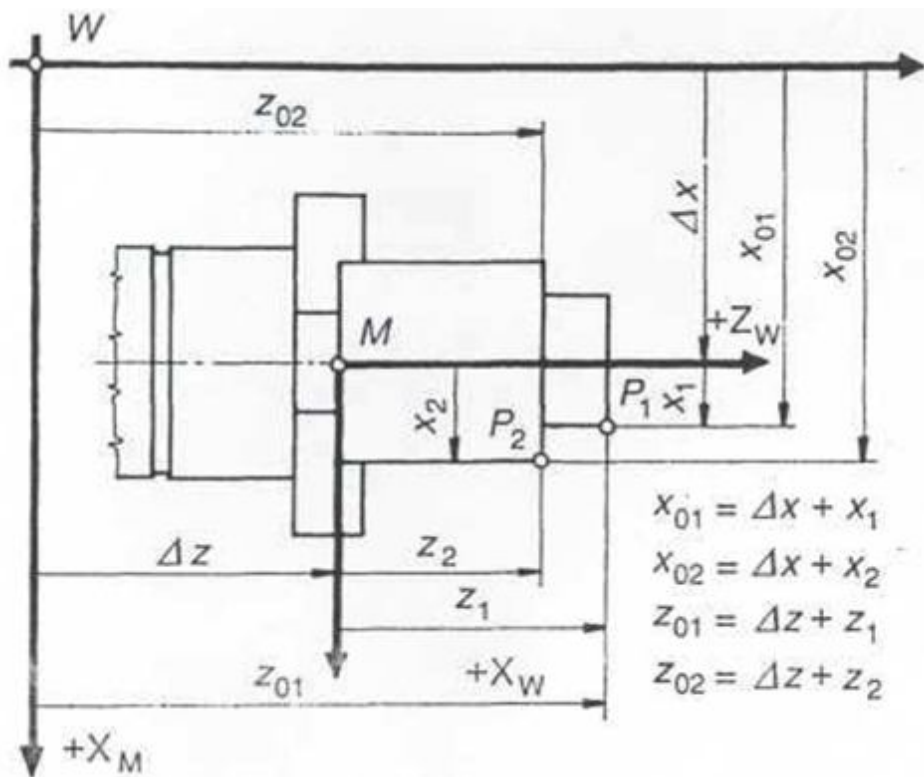
Fix nullapontos vezérlésnél a gépi nullapont a mozgástartományon **belüli**, rögzített pont, és egybeesik a referenciaponttal.

A **referenciapont felvétel során** a vezérlés a szánokat általában a munkatér szélén lévő pozíciókba mozgatja, s ott a gépi helyzet **regisztereket nullázza**,

Programozási (munkadarab) nulla pont

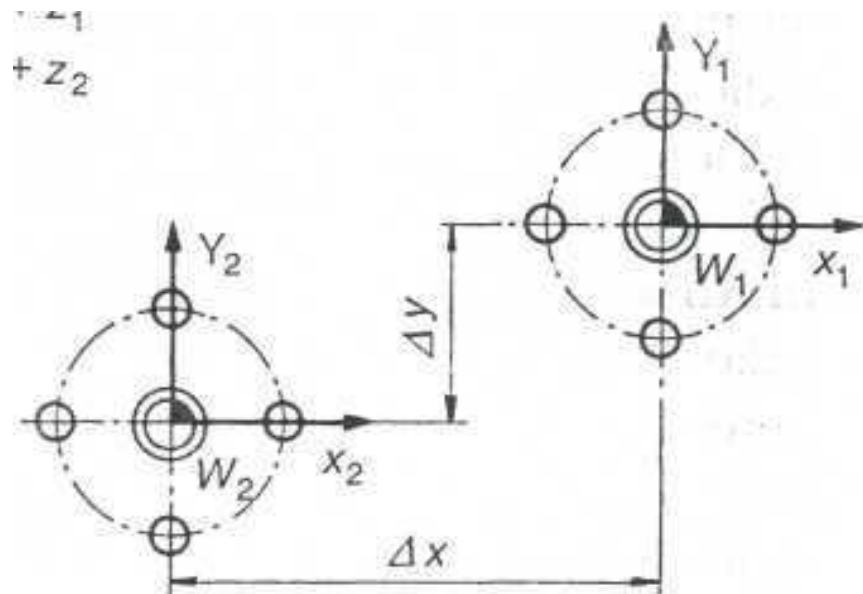
- A munkadarab-nullapont a programozás során alkalmazott pont, amely a **munkadarab koordináta-rendszerének kezdőpontja**.
- A munkadarab koordinátarendszerét a **programozó határozza meg** (irányai a jobbkéz-szabály szerintiek) **úgy**, hogy a munkadarab természetes (**rajz szerinti**) **méretei legyenek a koordinátaértékek**.
- Az ilyen nullapont-elhelyezés nagymértékben könnyíti a programozó munkáját. **Ellenkező esetben a méreteket át kell számítani** és ez hibalehetőséget jelent.

Nullponteltolás



- A **gépi** és a **munkadarab-** koordináta-rendszer közötti **eltérés** x és z koordinátáinként **állandó érték**.
- A **vezérlés** géprendszer a **gépi koordináta-rendszerben dolgozik**,
- a **program** geometriai adatait a **munkadarab koordináta-rendszerben** határozták meg, ezért a **x és a z** értékek az ún. **nullpont-eltolási értékek**.
- Ezeket az értékeket a vezérlés **hozzaadja a programozott koordinátaértékekhez** (x_1, x_2, z_1, z_2)

Nullponteltolás egyszerűsítési lehetőségei



1. Ismétlődő alakzatok programozása,
2. Simítási ráhagyások létrehozása,
3. Több azonos munkadarab (készülék) egy asztalra rögzítése esetén.

Nullpontfelvétel

- Az NC- gép **bekapcsolásakor** a regiszterek tartalma és a szánok tényleges helyzete között **nincs azonnali és közvetlen kapcsolat**, ezért a **regiszterek tartalmát** és a **tényleges szánhelyzetet** egyeztetni kell.
- Ezt a tevékenységet **nevezzük nullapontfelvételnek (gépi nullapont)**.
- A szerszámgép **szánjait** automatikusan, vagy kézi vezérléssel célszerűen választott, vagy a gép **szerkezeti kialakítása által megadott helyzetbe visszük**, majd ebben a helyzetben a **regiszterekbe** automatikusan, vagy kézi adatbevitellel alkalmasan választott **értékeket** írunk be.
- Esztergán **fix nullapontos** vezérlés esetén a **nullapontfelvétel** a koordinátairányonkénti **referenciapontra állást** jelenti.

Nullpontfelvétel

- **Marógépekhez** a módszer azonos az esztergánál ismertetett folyamattal, csak a koordinátairányok **száma lehet több**.
- **Megmunkáló központokon**, ahol szerszámcsereelő és esetleg asztalcserelő is van, **több gépi nullapont** is lehet.
- Az elsődleges nullapont mellett megjelenik a másodlagos és a harmadlagos nullapont is.
- A **másodlagos** nullapont a **szerszámcsereelés pozíciója**,
- a **harmadlagos** nullapont az **asztalcserelési pozíció**.
- Mindezek a helyek rögzített értékek,

Munkadarab nullpont felvétel

A gépi nullpont a munkadarab nullapontjába csak akkor helyezhető át, ha a munkadarab nullapontjának a helyét a gép munkaterében megkeressük.

Ez két módon lehetséges:

- a munkadarab-befogó készülék nullapontjának megérintésével (közvetlen vagy közvetett módon);
- a befogott munkadarab megérintésével.

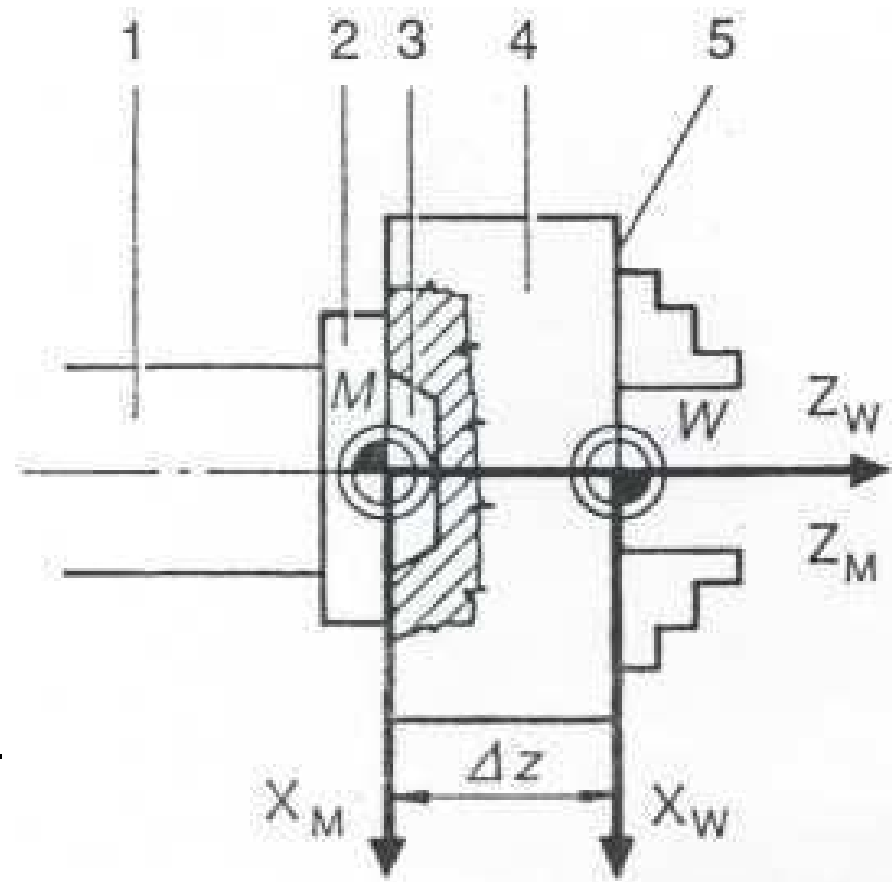
Munkadarab nullpont felvétel

Az **ütközési bázist** a szerszámtartóba befogott és ismert méretű **szerszámmal** kézi üzemmódban **érintjük** (általában inkrementálisan 1 mm-es, 0,1 mm-es vagy 0,01 mm-es lépésekben) és amikor befejeződik, a **méretkijelzőn szereplő érték lesz a nullaponteltolás értéke.**

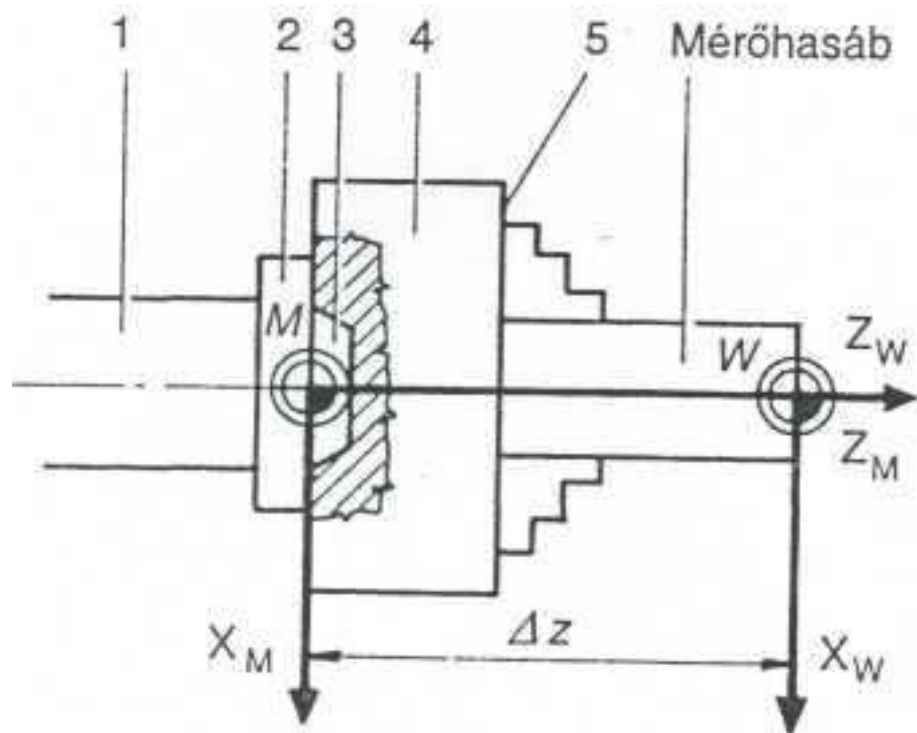
- **A másik irányban** a forgástengelyt kell megkeresni, pl. **ismert mérető munkadarab** befogásával és **átmérőjének megérintésével.**
- **Marógépen** a gép asztalára felfogott **munkadarab**, vagy a munkadarab-befogó **készülék nullapontját** kell megkeresnie a gépkezelőnek.

Ütközési bázisfelületek esztergagép tokmányán

- 1 főorsó;
 - 2 főorsó perem;
 - 3 központosító kúp;
 - 4 tokmány;
 - 5 ütközési bázis;
-
- M a gép koordináta-rendszerének nullapontja;
 - X_M , Z_M a gép koordináta-rendszerének tengelye (ebben dolgozik a gép);
 - W a munkadarab koordináta-rendszerének nullapontja;
 - X_W , Z_W a munkadarab koordináta-rendszerének tengelye



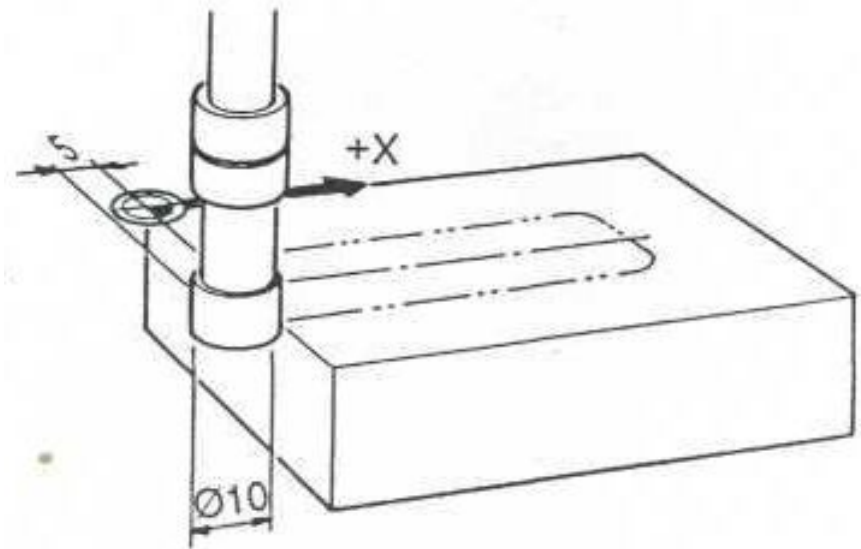
Munkadarab nullpont felvétel



- Ha a **nullpont a munkadarab homlokfelületén** van, akkor a munkadarab hossz méretét megtestesítő **mérőhasábot kell az ütközési bázishoz támasztani**, és azt kell megérintve a munkadarab nullpontjának rögzíteni.
- 1 főorsó;
- 2 főorsó perem;
- 3 központosító kúp;
- 4 tokmány;
- 5 ütközési bázis;

Munkadarab nullpont felvétel nullapont indikátor segítségével

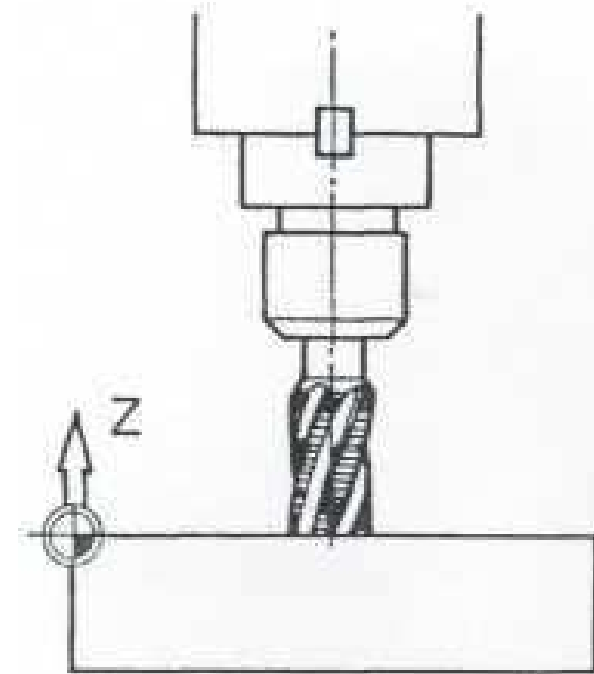
- Indikátor **két részből** álló túske, amely a főorsóba van befogva.
- A **két részt** rugó fogja össze, és **egytengelyűn forog**.
- Amikor az indikátor **megérinti a munkadarab valamely ismert felületét**, akkor az alsó rész a felsőhöz képest határozottan **eltolódik**, és a köszörült felületen megfigyelhető fénycsíkok megtörnek.
- Az ábrán az X irány érintése látható 10 mm-es nullapont-indikátorral, a főorsó pozíciója az érintéskor tehát $x = -5$.
- Az Y irány hasonló módon.



Munkadarab nullpont felvétel Z tengely irányában

A főorsóba befogott szerszámmal megérintjük a munkadarab felületét, majd a Z tengelyt nullázzuk.

Ennek a szerszámnak tehát a hosszát nullára vettük. A módszer gyors és jól használható, ha **csak egy szerszámmal** dolgozunk.

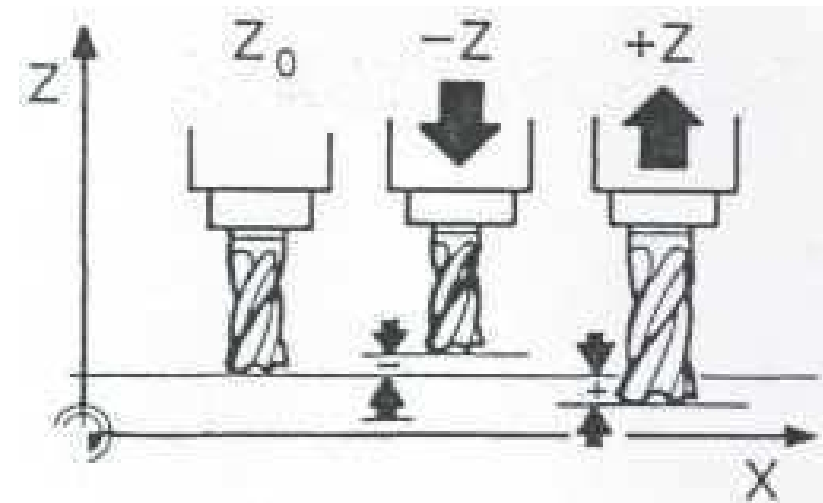


Munkadarab nullpont felvétel Z tengely irányában

Több szerszám esetén mindegyik szerszámmal meg kell érinteni a munkadarabot, de az **első szerszám (vezérszerszám)** után a Z tengelyt nullázzuk.

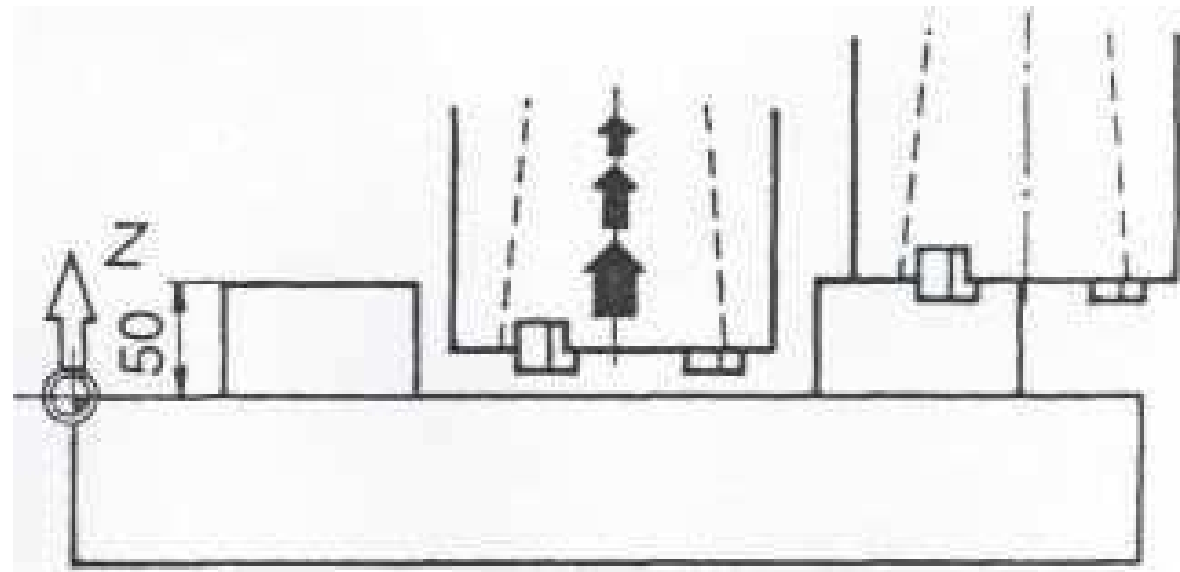
A **többi szerszám** esetén az érintési pozícióknak az **értékeit** (amelyeket a kijelző mutat) kell a **szerszámhossz korrekciós tárába** beírni.

A módszer **hátránya**, hogy ha a **vezérszerszám mérete változik**, az **összes szerszám méretét módosítani** kell



Munkadarab nullpont felvétel Z tengely irányában

Szerszám nélkül a főorsó homlokfelületét (a szerszám ütköztetési bázisát) hozzuk kapcsolatba a munkadarab felületével, pl. **50 mm-es mérőhasáb** alkalmazásával



Szerszámbemérés mérőtapintóval



Alkalmazása:
biztosítja a
mérőtapintó
pontosságával
arányos, gyors
szerszámbemérést,
mért adatok, értékek
azonnali, interfészen
(RS232) keresztül
történő átvitelét a
vezérlőbe.



Rubinfejes mérőtapintó

Szerszámkorrekció

Lehet:

- Szerszám-méret korrekció
- Szerszámkopás korrekció
- Csúcssugár korrekció

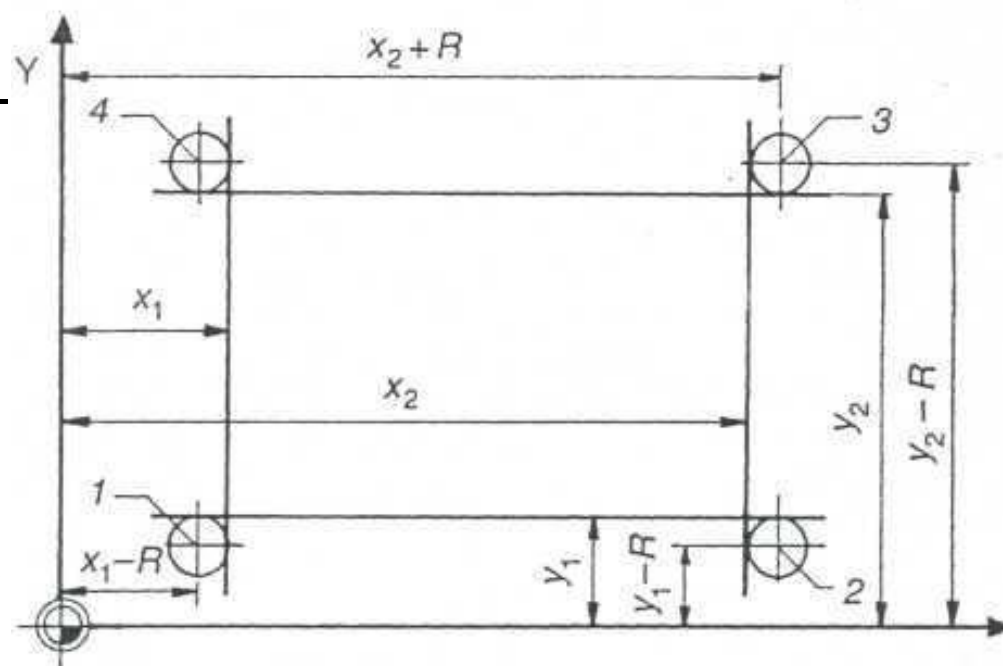
Szerszámméret-korrekción

Lényege:

- a megmunkálás során alkalmazott **szerszámok méreteit megmunkálás előtt közöljük a vezérléssel,**
- az útinformációk számításához nem kell ezeket a méreteket figyelembe venni,
- a megmunkáló programban a **munkadarab rajzi méreteit vesszük figyelembe.**

Szerszámméret-korrekción marógépeken

- Marógépeken a szerszámpálya függ a marószerszám átmérőjétől.
- Ha a vezérlés szerszámméret-korrekción, akkor a munkadarab méreteit lehet programozni.
- A vezérlés a beállított korrekció értékének és a programban előírt előjelének figyelembevételével határozza meg a szerszámpályát



Szerszámméret-korrekción eszterga gépeken

- A **programozott pontot** az alapszerszám **csúcspontjában** célszerű felvenni
- A **szerszám csúcsának helyzetét** a szerszámbefogó referenciapontjához képest **elhelyezzük** a **szerszámkorrekciós tárban** melyet a **vezérlő figyelembe vesz**, így a megmunkálás során végig ezekkel a **korrekciós értékekkel** számol.
- Esztergán a **szerszámméret-korrekción** **hossz-és keresztirányban egyaránt** értelmezhető.

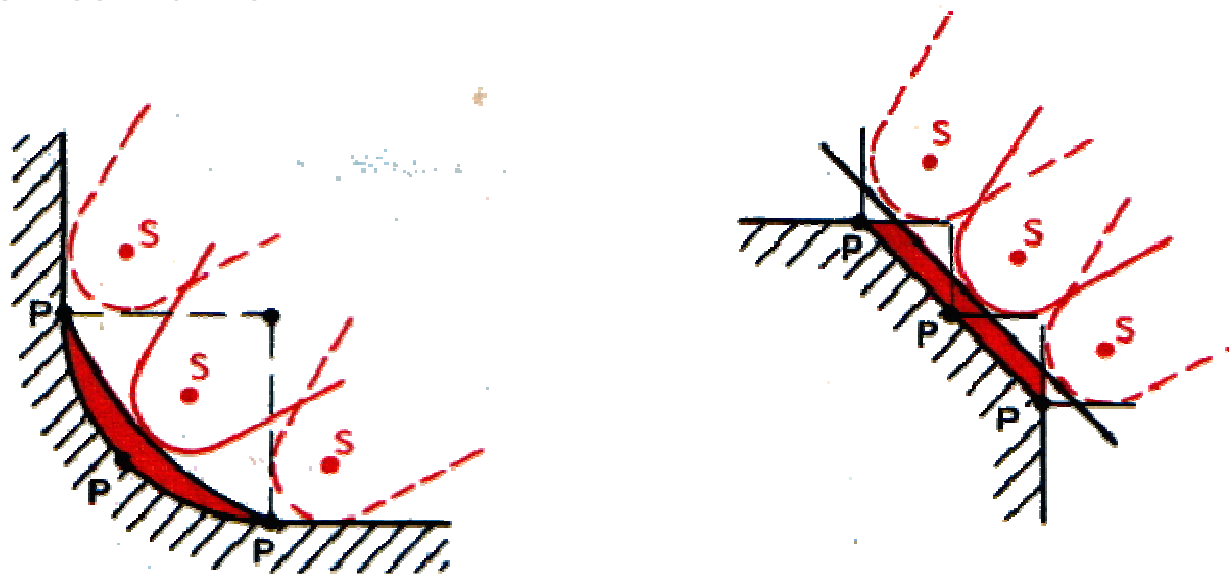
Szerszámkopás-korrekción

Lényege:

- a beállítási **pontatlanságokból** és a **szerszámkopásból** adódó méreteltérések kiküszöbölésére, kompenzálására alkalmazzuk,
- szerszámméret-korrekcións **tár** **tartalmát** **módosítjuk** a kívánt értékkel.
- Elsősorban **simításnál** érdekes

Csúcssugár korrekció

Mivel a szerszám csúcsa lekerekített, a ferde és köríves kontúrok torzulnak:



A pontatlanságok kiküszöbölésére a lekerekítési sugártól függő távolságban egyentávolságú pályát számít ki a gép mikroszámítógépe.

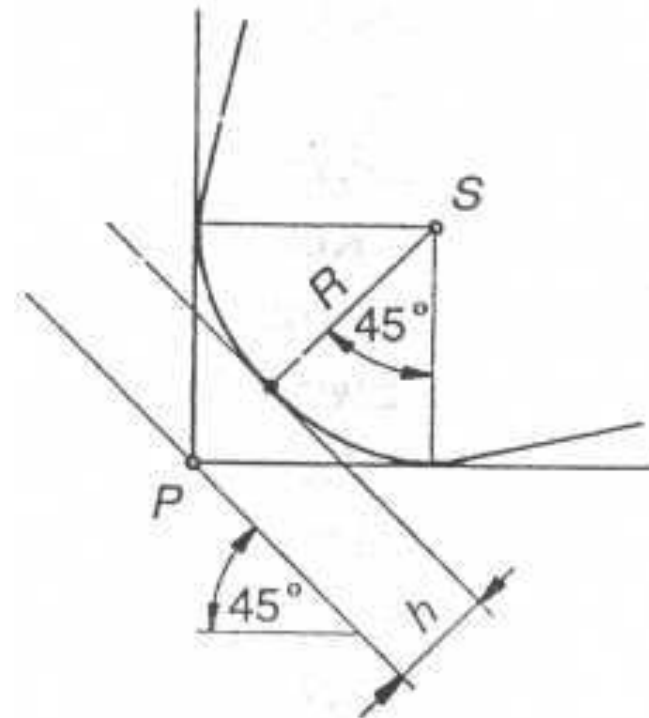
Csúcssugár korrekció

A legnagyobb eltérés az előírt profiltól 45° -os kúp esztergálásakor lép fel, mert itt van a P programozott pont a legtávolabb a forgácsoló ponttól.

$$PS = \sqrt{R^2 + R^2} = R \cdot \sqrt{2}$$

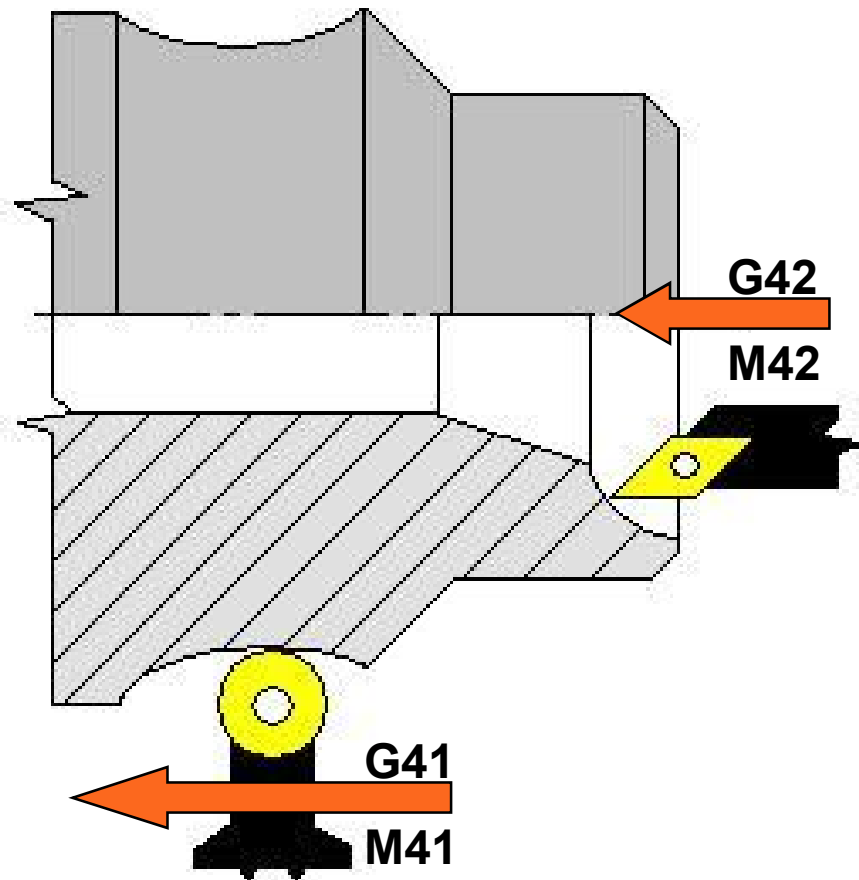
$$b_{\max} = R \cdot \sqrt{2} - R = R \cdot (\sqrt{2} - 1)$$

$$b_{\max} = R \cdot 0.41$$



Csúcssugár korrekció

- Mivel **különböző csúcssugarú szerszámokkal dolgozhatunk**, a csúcssugárral eltolt kontúr kezeléséhez (pályaadatok meghatározásához) a **vezérlésnek szüksége van az R csúcssugár értékére.**
- Ez a csúcssugár-korrekció, amelynek elsősorban a **pályavezérléseknél** van jelentősége.
- **A csúcssugárral eltolt pályát nevezzük egyenközű vonalnak.**



- A kontúrkövetést
külső-és belső
felületen egyaránt
programozzuk:
G40-G41-G42
(DIN66025),
M40-M41-M42
(pl. HUNOR / NCT)

- **G40** – szerszám csúcssugár korrekciós mód kikapcsolva
- **G41** – szerszám csúcssugár-korrekció baloldali
- **G42** – szerszám csúcssugár korrekció jobboldali

- **M40** – kontúrkövetés kikapcsolva
- **M41** – kontúrkövetés balról
- **M42** – kontúrkövetés jobbról

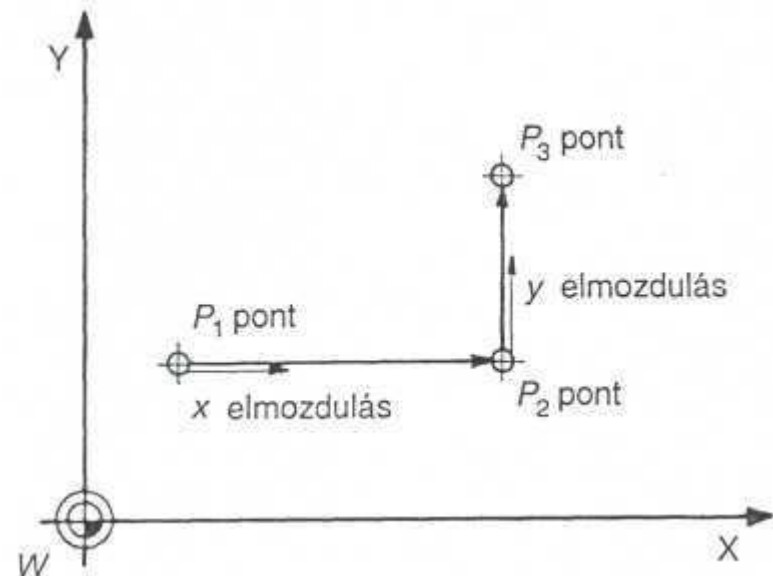
Az NC vezérlések csoportosítása

- Pontvezérlés
- Szakaszvezérlés
- Pályavezérlés

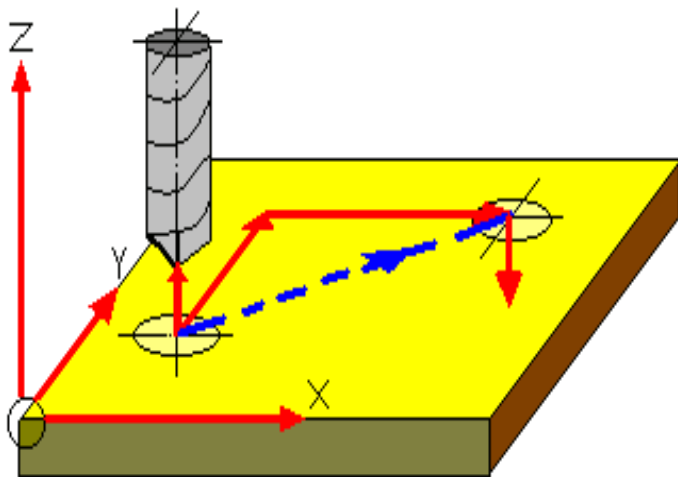
PONTVEZÉRLÉS

A megmunkálás **csak** a koordináta-rendszer **adott pontjában** folyik.

Két pont közötti **mozgatás** az alapmeghatározás szerint **csak a tengelyekkel párhuzamosan** lehetséges.



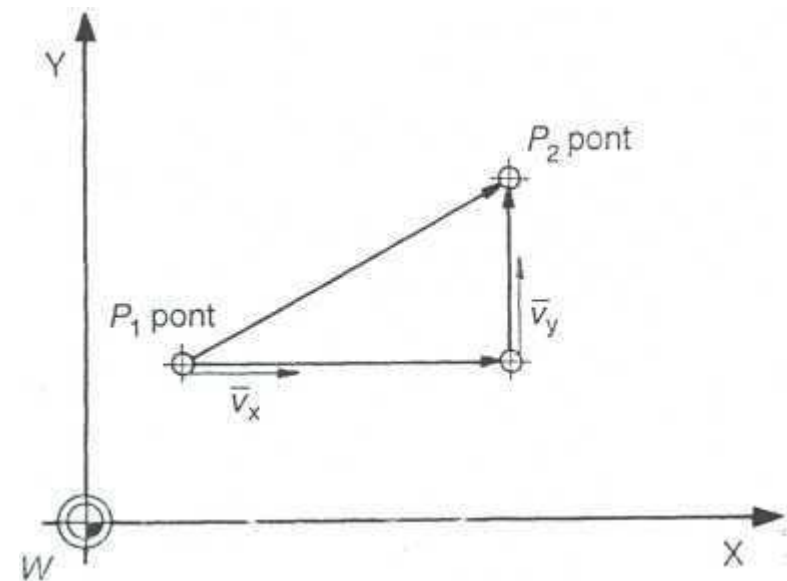
Pontvezérlésű:

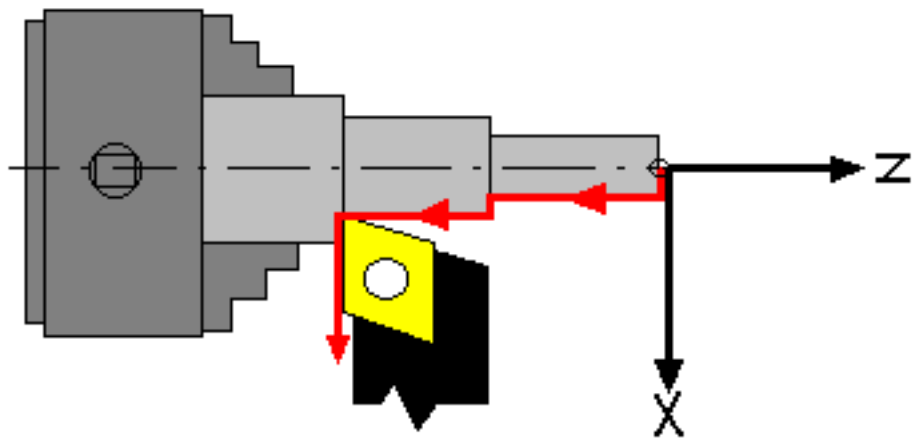


- **PI. NC-fúrógépek, ahol a kijelölt pontra egyszerre két koordináta mentén áll rá a szerszám, és az egyes tengelyek irányában az elmozdulások között nincs semmiféle függvénykapcsolat.**
- **Először az egyik tengely, majd a másik tengely mentén áll rá a szerszám a célpontkoordinátára.**
- **A másik lehetőség, hogy az elmozdulás mindkét tengely irányába 45°-ban együtt történik.**

Szakaszvezérlés

- A tengelyekkel **párhuzamos mozgás** mentén is lehetséges megmunkálás.
- A **kiterjesztett szakaszvezérlés** esetén már a **tengelyekkel szöget bezárva**, lineáris matematikai feladatnak megfelelően is végezhetünk megmunkálást.
- Ehhez a vezérlésben már **lineáris interpolátorra** van szükség.

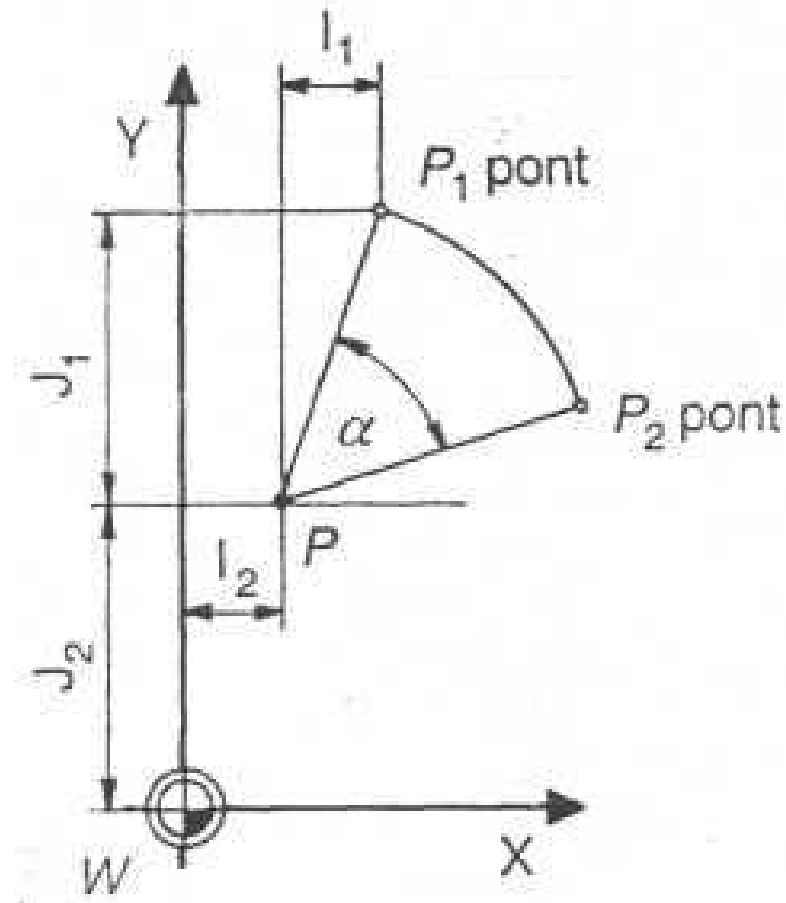


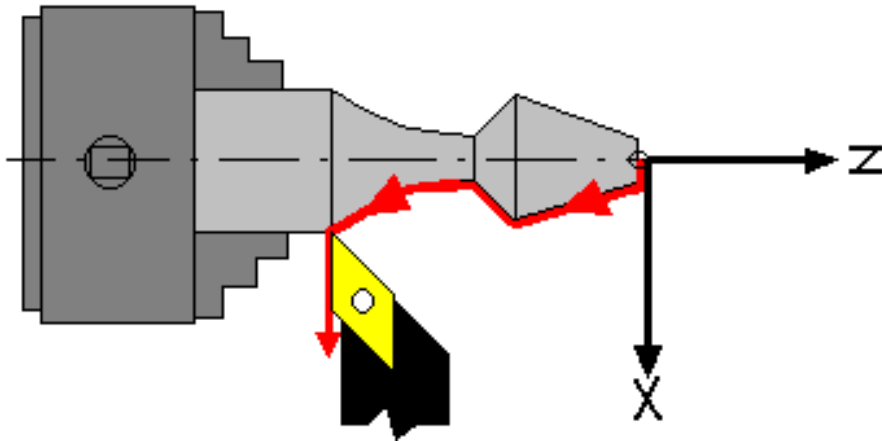


- **Szakaszvezérlésű:**
esztergák, marógépek, fúró-
marógépek, ahol a
koordinátatengelyekkel
párhuzamos és 45°-os
szöget bezáró egyenesekkel
határolt felületelemek
készíthetők.

Pályavezérlés

- a tengelymozgások között **másod- vagy magasabb fokú összefüggések** létrehozására is képes.
- A gépipari gyakorlatban másodfokú görbékkel általában minden munkadarabkontúr leírható, illetve előállítható





- **Pályavezérlésű:** esztergák, megmunkálóközpontok stb. ahol **interpolátorral** biztosítják a pont és szakaszvezérlés mellett **kúpok** (tetszőleges hajlásszöggel), **körívek**, **parabolaívek**, állandó emelkedésű menetek megmunkálását.

Az NC szerszámgépek csoportosítása

1, Vezérelt tengelyek szerint:

- **kéttengelyes:** NC esztergák
- **háromtengelyes:** NC marógépek, fúró-marógépek
- **négytengelyes:** NC fúró-marógépek körasztallal
- **öttengelyes:** az az NC, amelynek a három fő mozgásirányon kívül további két programozott mozgáslehetősége van, pl. körasztal+síkesztergálófej

Vezérlések alkalmazása különböző szerszámgépeken

Vezessük be a következő jelöléseket:

- **P Point** (pontvezérlés),
- **L Line** (szakaszvezérlés),
- **C Contur** (pályavezérlés).

Néhány alapvető géptípus vezérlése a következő (a számok a különböző koordináták mentén vezérelt mozgások számát jelentik):

- **fúrógépek**: 2P vagy 2P+ L,
- **marógépek**: 2L vagy 3L vagy 2C + L,
- **esztergák**: 2L vagy 2C,
- **megmunkálóközpontok**: 2P + L vagy 2C + L vagy 3C + L vagy 4C vagy 5C.

Interpoláció

Az interpolátor feladata:

az egyidejű elmozdulások közötti **függvénykapcsolat** létrehozása.

Az interpolátorral szemben támasztott követelmények:

- **jól közelítse** meg az előírt kontúrt,
- a létrejövő **mozgatási sebesség** széles határok között legyen **változtatható**,
- a programozáshoz szükséges **adatok száma kevés** legyen,
- a kitűzött **végpontot pontosan** érje el.

DDA interpolátor

A digitális elven működő, a **sebességkomponensek numerikus integrációján** alapuló DDA- (Digital Differential Analyzer = digitális differenciák analízise) interpolátor felel meg.

DDA-interpolátor az egyenes tengelyek mentén mozgó szánok hajtóművei számára **külön-külön hajtásimpulzusokat** állít elő.

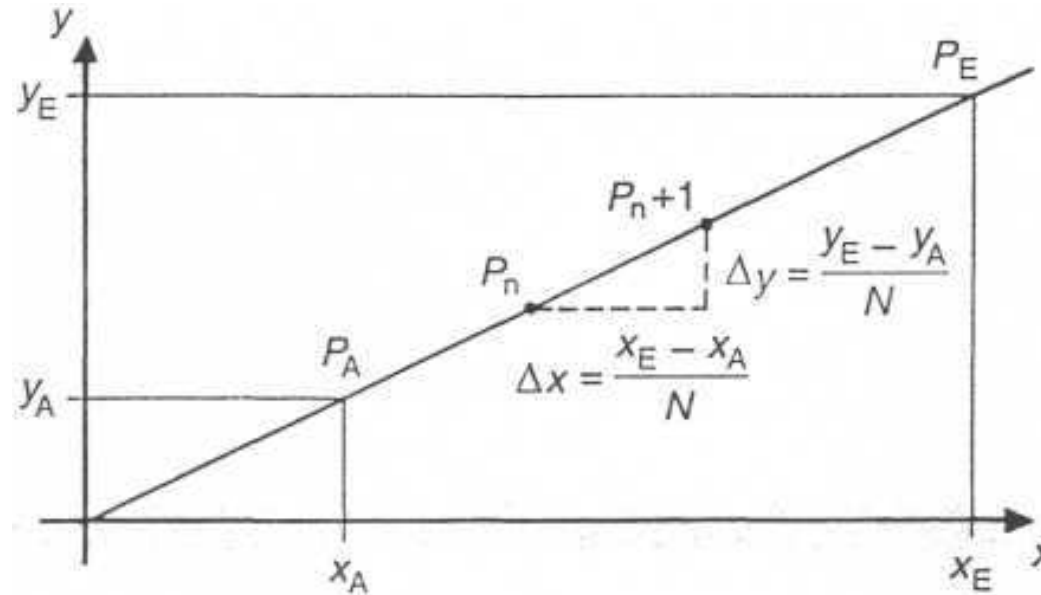
Egy hajtómű **egy impulzus** hatására **egy növekménnyel** (inkremenssel) mozdítja el a szánt.

Meghatározott **időegység** (pl. 1 ms) **alatt kiadott impulzusok száma** megfelel az adott tengely menti **mozgatási sebességnek**.

Ha több tengely hajtóművének **azonos időben adunk impulzusokat**, akkor a tengelyekkel **szöget bezáró ferde irányú** mozgás jön létre.

Elegendő **rövid ferde szakaszt sorba fűzve** megközelíthetők az **előírt görbe** kontúrfelületek.

Líneáris interpolátor



- Tételezzük fel, hogy a szerszámot a **PA** és **PE** pontjai közötti **ferde szakaszon** T interpolációs idő alatt kell végigmozgatni állandó előtolási sebességgel.
- T időt N azonos t időegységre bontjuk: $T = N \times \Delta t$
- A koordinátaértékek minden egyes összegzés után egy **konstanssal**, ún. interpolációs növekménnyel **növekednek**.
- Ezek a növekmények a **45°-os** egyenes esetét **kivéve különbözőek**

Cirkulációs (kör) interpolátor

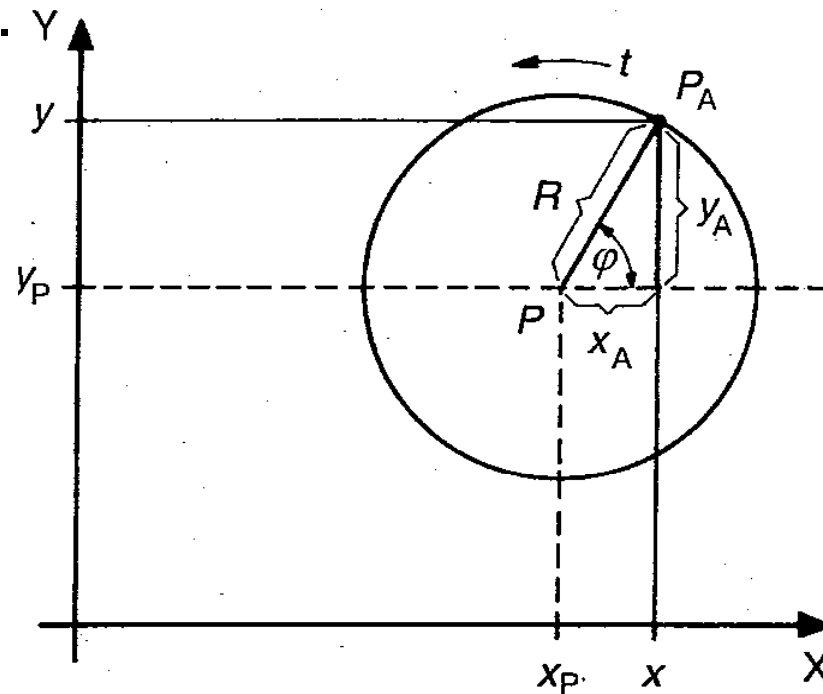
Körkontúrt megközelítő
érintőegyenesek sorba
fűzésével valósítjuk meg.

A mozgás ez esetben is
az idő függvényében
történik.

Ehhez az érintőirányú
sebességkomponensek
számítása is szükséges:

$$X = x_p + R \cdot x \cdot \cos\varphi$$

$$Y = y_p + R \cdot x \cdot \sin\varphi$$



Interpolációs főpontok

A kör interpolálása **lassú** a sok aritmetikai művelet miatt.

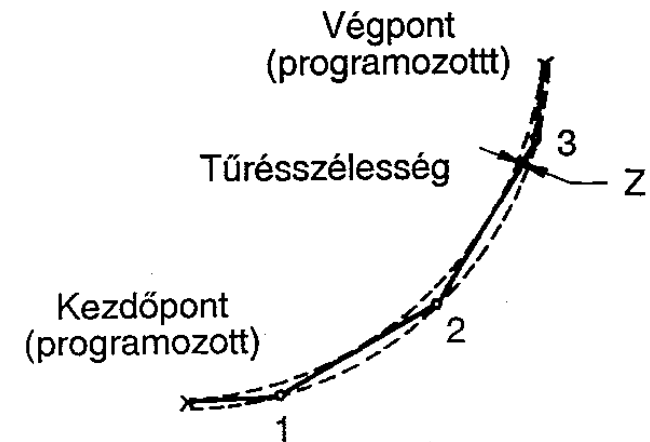
Ennek **kiküszöbölésére** alkalmazzuk az interpolációs **főpontok** számítását.

A **kört** hosszabb szakaszokból álló **húrokkal közelíti meg**, majd a **húrokon lineáris interpolációt** hajtunk végre.

Először **durva** interpolációra, a **húrok és a kör metszéspontjainak**, az interpolációs **főpontok** számítására van szükség.

A **finom** interpolációt már egy **lineáris interpolátor** is elvégzi a húrok által alkotott egyenes szakaszok mentén.

Mindezen feladatokat a **vezérlés automatikusan oldja meg**, nem terheli a programozót



Sebesség interpolátor

- **Sebességinterpoláció** szükséges minden olyan feladat elvégzéséhez, amikor a **szerszámmozgás és a munkadarab mozgása** között **kényszerkapcsolatot** kell létesíteni.
- Legjobb példa erre a **menetvágás** NC-esztergán.
- Menetvágáskor a főorsó fordulatszáma és a menetvágó szerszám előtolása között **szoros** kapcsolat van:
 - **egy főorsófordulat alatt** a szerszám **egy menetemelkedésnyi** távolságot tesz meg.
- A feladatot a sebességinterpolátor úgy oldja meg, hogy a **főorsófordulathoz rendeli az előtolási sebességet** a következő összefüggés szerint:
 - $v = P \cdot n$ mm/min,
 - ahol P a menetemelkedés, mm;
 - n a főorsó fordulatszáma, l/min.
- A sebességinterpolátor tehát **meghatározza az n-hez tartozó v sebességet** és ezzel a sebességgel indítja a szán mozgását.
- Az **indítás pillanata** a **főorsón lévő jeladótól függ**, így a mozgás **mindig ugyanakkor** indul.
- Így a kés mindig **ugyanabban a menetárookban** halad.

Útinformációk számítása pályavezérlés esetén

$$R^2 = b^2 + (R - z)^2,$$

$$\text{vagyis } R^2 = b^2 + R^2 - 2Rz + z^2$$

$$\text{egyszerűsítés után: } b^2 = 2Rz + z^2.$$

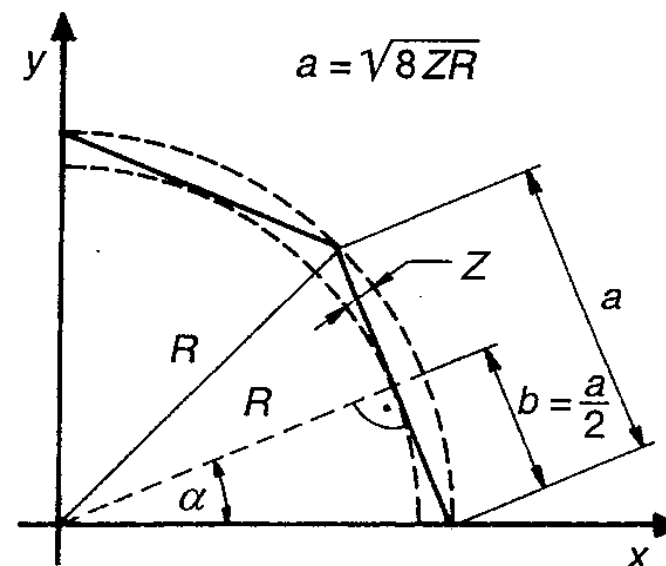
$$\text{Behelyettesítve a } b = \frac{a}{2} - t:$$

$$\left(\frac{a}{2}\right)^2 = 2Rz + z^2,$$

$$a^2 = 8Rz + 4z^2,$$

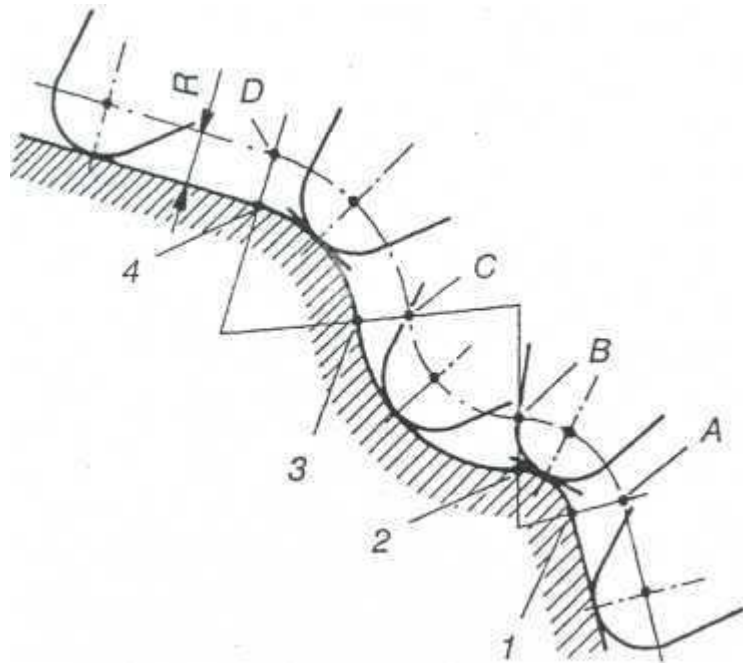
$$a = \sqrt{8Rz + 4z^2}.$$

A képletből a $4z^2$ -es rész elhanyagolható, így az eredmény $a = \sqrt{8Rz}$.



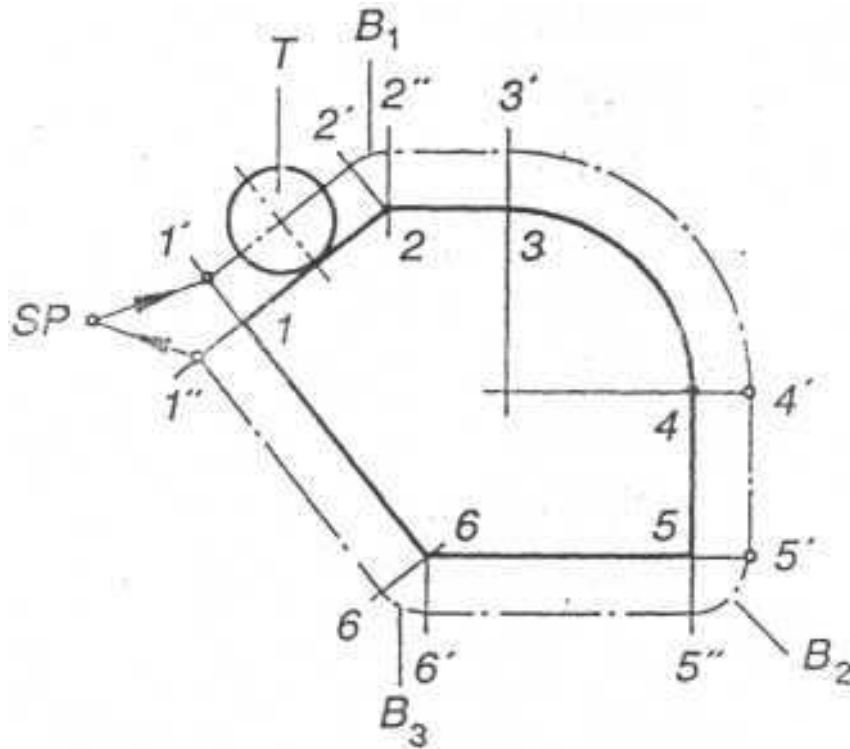
2.39. ábra. A hiba értelmezése húrmódszer esetén a szakaszhossz; z tűrés

Egyentávolságú vonal



- Pályavezérlésnél a **szerszámközep** **pályája** a munkadarab körvonalától mindenütt a **szerszámsugárral** **megegyező távolságra** van
- Ezt a pályát **egyetávolságú vonalnak** nevezzük.
- **Háromdimenziós** pályavezérlés esetén a szerszámközep az **egyetávolságú felületen** halad.
- Az ábrán az 1, 2, 3, 4 pontok a munkadarabkontúr **jellegzetes pontjai**,
- az A, B, C, D pedig az egyentávolságú vonal **illeszkedési pontjai**.

Nullakör alkalmazása



- Az ábrán 1, 2, 3, 4, 5 és 6 a munkadarab programtechnikailag jellegzetes pontja.
- A **vesszővel jelzett** pontokat kell programozni.
- **B1, B2, B3**-mal jelölt körív, melyet minden olyan kontúrpontnál alkalmazni kell, ahol **a megelőző és a következő kontúrelemek nem simulnak** egymáshoz.
- Ezeket az áthidaló köríveket **nullaköröknek** nevezzük.

Munkavédelmi előírások

- **Az NC, CNC szerszámgépeket csak az arra kiképzett és vizsgával rendelkező szakember kezelheti!**
- **Alkoholos ill. gyógyszeres befolyás alatt állók a szerszámgépeket nem használhatják!**
- **Az aktív passzív védelmi rendszert kiiktatni tilos!**
- **A szerszámgépet csak zárt munkatérrel lehet alkalmazni!**

- **A szerszámhoz csak a szabványban előírt szerszámmegfogókat lehet alkalmazni**
- **A szerszámmegfogásnak stabilnak kell lennie**
- **Szerszámot és idegen anyagot a munkatérben hagyni tilos**
- **A szerszám gép javítását csak az erre kiképzett szakember végezheti**

Karbantartási feladatok

Napi karbantartási feladatok:

- ✓ Pneumatikus, hidraulikus rendszerek állapotának, tömítettségének ellenőrzése
- ✓ Aktív, passzív védőberendezések ellenőrzése
- ✓ Munkadarab, szerszám meg-, illetve befogók rögzítettségének ellenőrzése
- ✓ Megfogók szorításának ellenőrzése

- ✓ **Kenő-, ill. hűtőolaj szintjének ellenőrzése**
- ✓ **Üzembehelyezés > lassú mozgatások, olajfilm ellenőrzése**
- ✓ **Hűtőfolyadék ellenőrzése:**
 - ✓ **PH érték**
- ✓ **Műszak végén gépkarbantartás, szerszámot a főorsóban hagyni TILOS!**
 - ✓ **Idegen olaj felvétele**

Folyamatos karbantartás:

- ✓ Pneumatika, hidraulika szűrőinek ellenőrzése, cseréje
- ✓ Szánok olajlehúzóinak ellenőrzése, cseréje
- ✓ Szerszámellátó pneumatikus rendszer vízte-lenítése
- ✓ Védőburkolatok mikrokapcsolóinak ellenőrzése