

A grayscale photograph of a CNC machine tool. A long, thin probe is extended from the tool's head, touching a complex metal part. The part has several circular holes and a textured surface. The background is a plain, light color.

Ipari mérés technika

Forgácsoló szakirány részére

2009-2012 © Kis Ferenc

Ipari (hossz)méréstechnika

Mi tartozik az IPARI MÉRÉSTECHNIKA
körébe?

- Koordináta mérés technika
- Futó folyamatok mérés technikája („On-line” mérés technika)
 - Folyamat közbeni mérés
 - Beküldéses mérés
- Csoport-mérés (finomtapintó csoportok stb.)

Real-time on-line mérés

Fogalma, alkalmazási területe

A real-time on-line mérés az a mérés technológia, amikor a mérési adat **a gyártási folyamat** során, annak **megszakítása nélkül** képződik, illetve a mérés nem okoz időnövekedést a gyártás során.

(Értsd: a munkadarab ugyanannyi idő alatt készül el méréssel, mint mérés nélkül.)

Tipikus megoldás: a futószalagon stb. a két művelet közötti továbbítás közben végzett mérés ; szálhúzás közbeni átmérő mérés stb.

Beküldéses (pseudo-on-line) mérés

A beküldéses mérés az a mérés technológiai folyamat, amikor a darabot ellenőrzés céljából **kiemeljük az előállító gyártási folyamatból**, de a mérőberendezés része a gyártási folyamatnak (gyártósornak). A mérés után a darab azonnal visszakerül a gyártási folyamatba.

Tipikus megoldás a gyártósorba integrált, automatizált mérőgép, mely a gyártósorból kiemelt minden n-edik darabot **automatikusan lefutó programmal** leméri, a mérés után a darabot „visszaengedi” a további műveletek végzésére.

Mi tartozik a KMT tárgykörébe ?

- **MÉRÉS**, mint adatfelvétel egy ismeretlen tárgyról

Célja: adatmegismerés (pl. gyártáshoz)
modellezés (virtuális modellépítés)

- **ÖSSZEHASONLÍTÁS** – rajzzal, modellel

Mi a koordináta mérés technika?

Koordináta mérés technika:
a mérendő darabot egy koordináta
rendszerbe helyezve vizsgáljuk.

A KMT alkalmazási területei

Mit mérhetünk a koordináta mérés technika segítségével?

KMT alkalmazási területei

MINDENT !

KMT alkalmazási területei

Méretileg:

Mechanikus karórávázttól > repülőgép szárnyfelületekig

Alakforma szerint:

Egyszerű geometriai alakzatoktól > bonyolult szabadfelületekig

Funkció szerint:

geometriai alakzatokon kívül fogaskerekek, csigakerekek,
speciális menetek, speciális profilok, görbetárcsák,
hullámhajtómű, speciális profilok, felületek

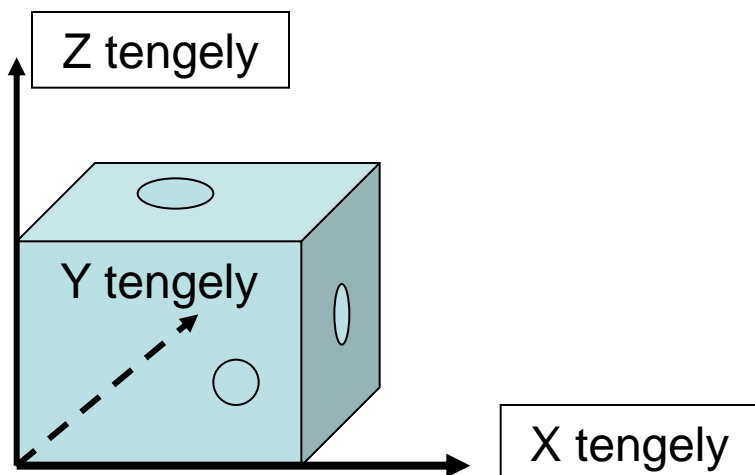
KMT alkalmazási területei



KMT - Csúcstechnika az iparban

Koordináta- méréstechnika (KMT)

Egy tárgy mérése koordináta-
rendszerben elhelyezve.



Hagyományos mérés	KMT
Szekrényre való eszköz	Egy eszköz
Összefüggések hez (pl. furat- tengelytáv) újabb eszközök	Minden összefüggést rögtön ismerhetünk

Bonyolultabb alkatrészek – összefüggések keresése



?

Tengelyek távolsága,
szöghibák

Furatok (mint henger)
MÉRÉSE

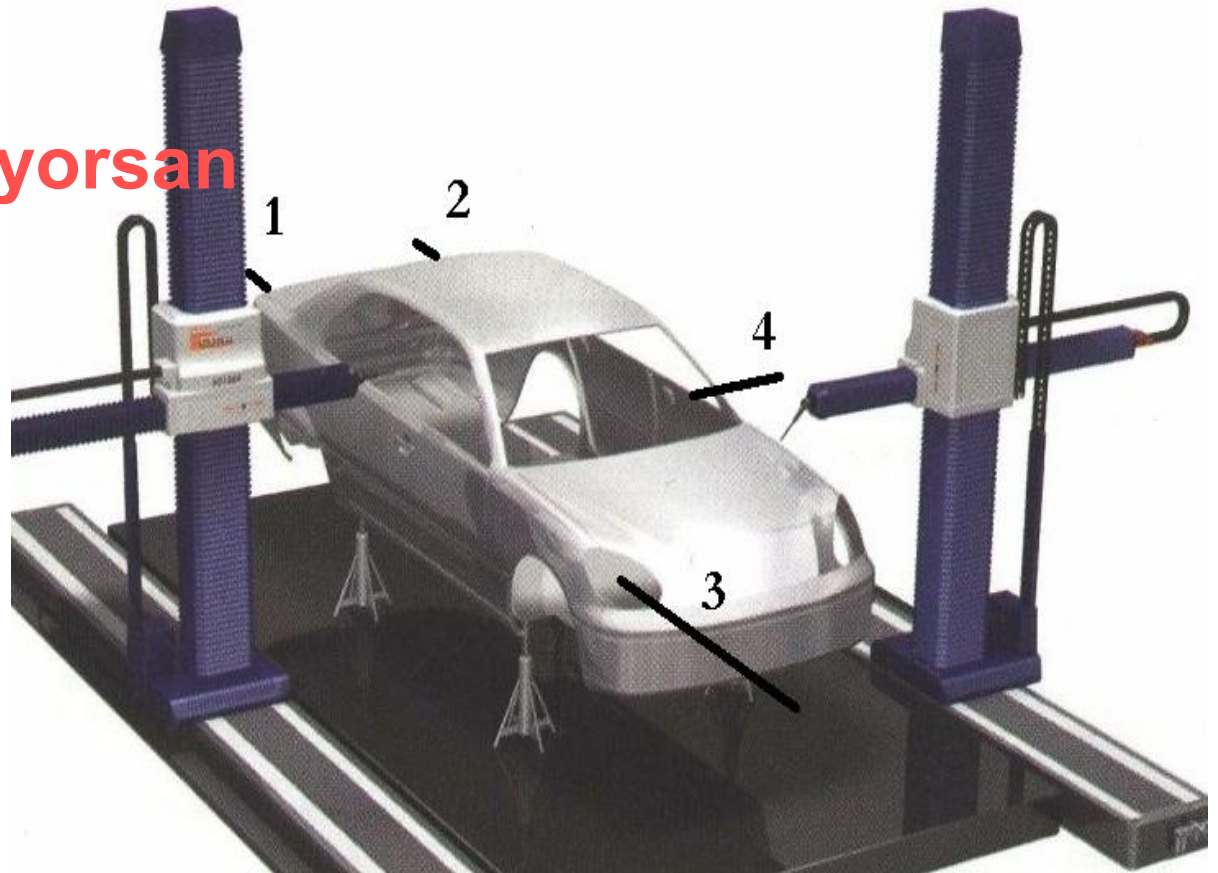
**Összefüggések:
Távolságok,
szögállások
LEKÉRDEZÉSE**

KMT az autógyártásban

**Mérjük meg a
lehetetlent...
.....ráadásul gyorsan**

Valós ipari feladat:

**virtuális pontok
mérése**



Gyakori autóipari feladat:

Az összeállított (hegesztett) karosszéria visszaellenőrzése a CAD-modellhez.

A hegesztett karosszéria elcsavarodásának mérése a hegesztőrobotok beállításához

KMT az autóiparban

A feladat problematikája a következőkből adódik:

1. A CAD tervezők által meghatározott NULLA-PONT, fizikálisan nem létezik, azaz *virtuális pont*.
2. Az autókarosszéria ívelt felületei nem tartalmaznak „jól megfogható” pontokat.

Bizonyos karosszéria-elemek tartalmaznak zárt térgörbéket, amelyeknek pl. a súlypontja – görbék mérése útján – kiszámítható.

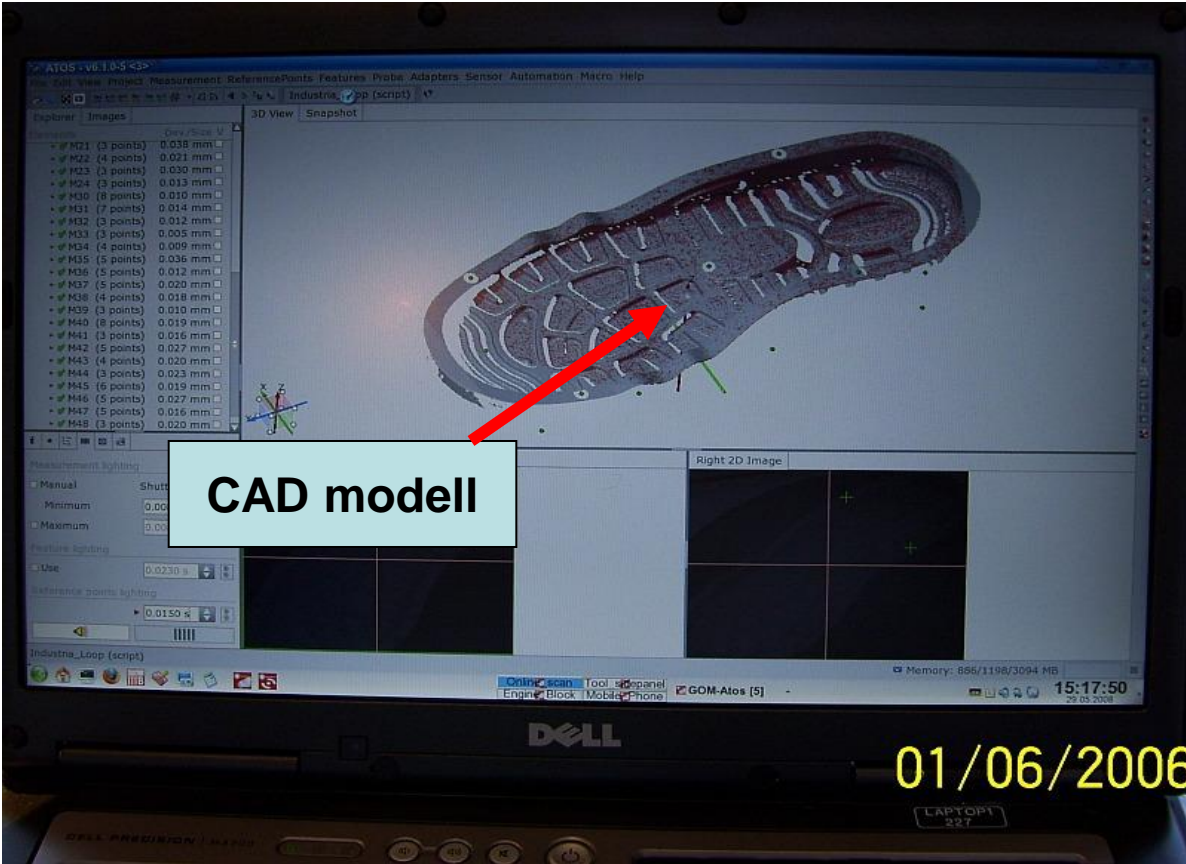
Ez - KMT nélkül – hagyományos módon nem megoldható

KMT – a KMT eszközei

- Tapintással dolgozó mérőgépek
- Érintés nélkül dolgozó mérőgépek (lézer, optikai kamerás)
- Scanner-mérőgépek
- Alakelemző projektorok
- Fotogrammetriás (GOM) és Moire-elvű alakscannerek

GOM-scanner

A munkadarabot három kamera figyeli – különböző szögből



Moire-scanner

Alkalmazási területe:

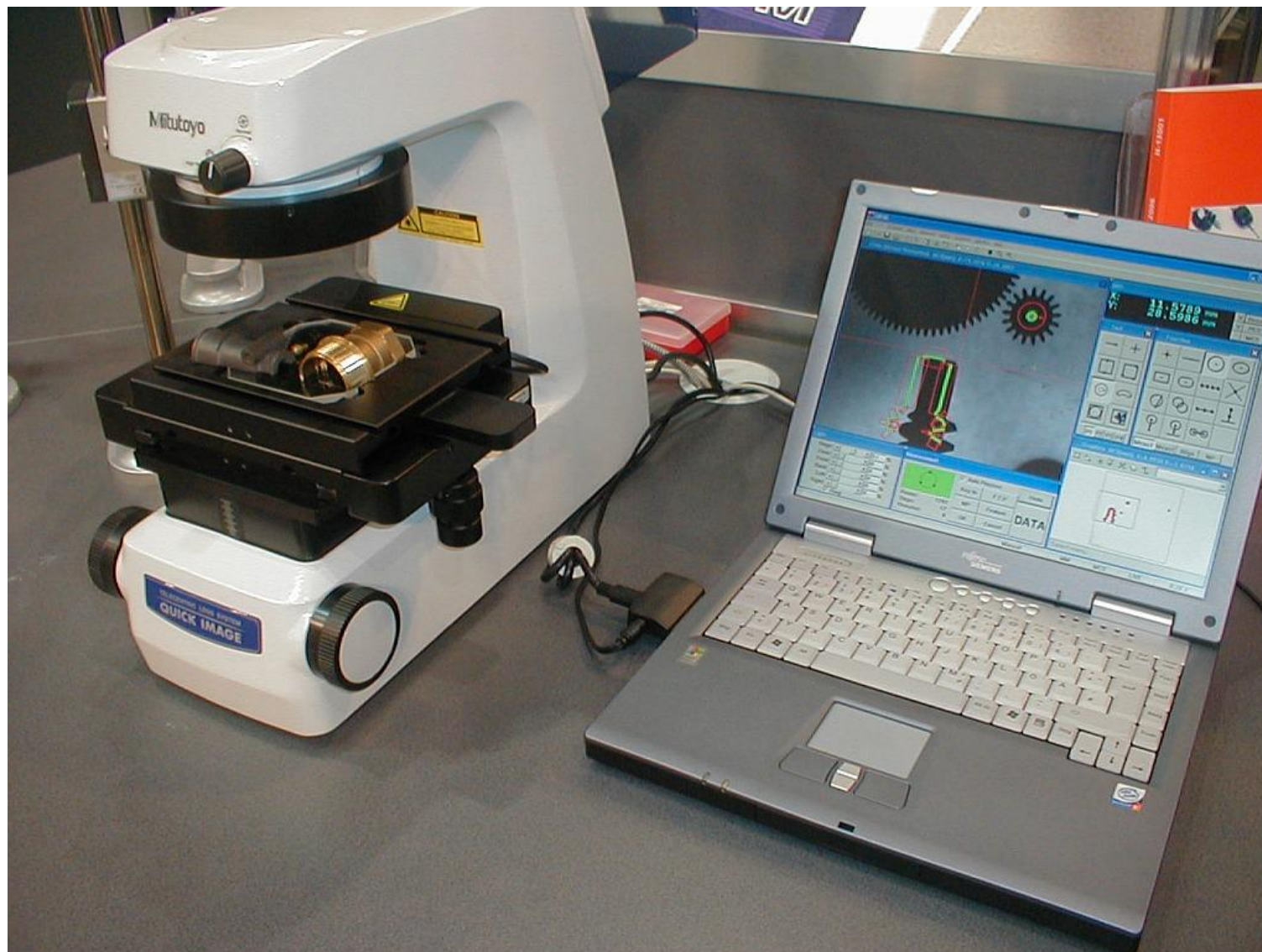
- lágy, fényt szóró anyagok felületének digitalizálása
- Felület-deformációk azonnali nyomonkövetése

Alakelemző berendezések és projektorok

Az alakelemző projektorok olyan- általában CCD kamerával dolgozó – mérőberendezések, amelyek az alak vizsgálatára képesek oly módon, hogy a munkadarabok képét (pixeltérképét) számítógépes modellé alakítják.

Az alakfelismerő projektorok legújabb generációja a teljes átvilágítási tartományban képesek a munkadarab alakjának elektronikus rögzítésére és a „cél”-munkarabbal való összehasonlítására.

Alakelemző berendezések és projektorok



3D-scanner mérőgépek

A scanner-mérőgépek kifejezetten a térfelületek önműködő digitalizálására kifejlesztett mérőberendezések.

Jellemzőjük:

- a gépi oldalról a CNC vezérlés, a scanning-mérőfej illetve lézeres mérőfej
- software oldalról célorientált algoritmusú digitalizáló software (A program nem alkalmas egyedi geometriai elemek leprogramozására .)

Koordináta mérés technika

Hogyan történik a mérés?
Pontok meghatározásával

Miért jók nekünk a pontok?

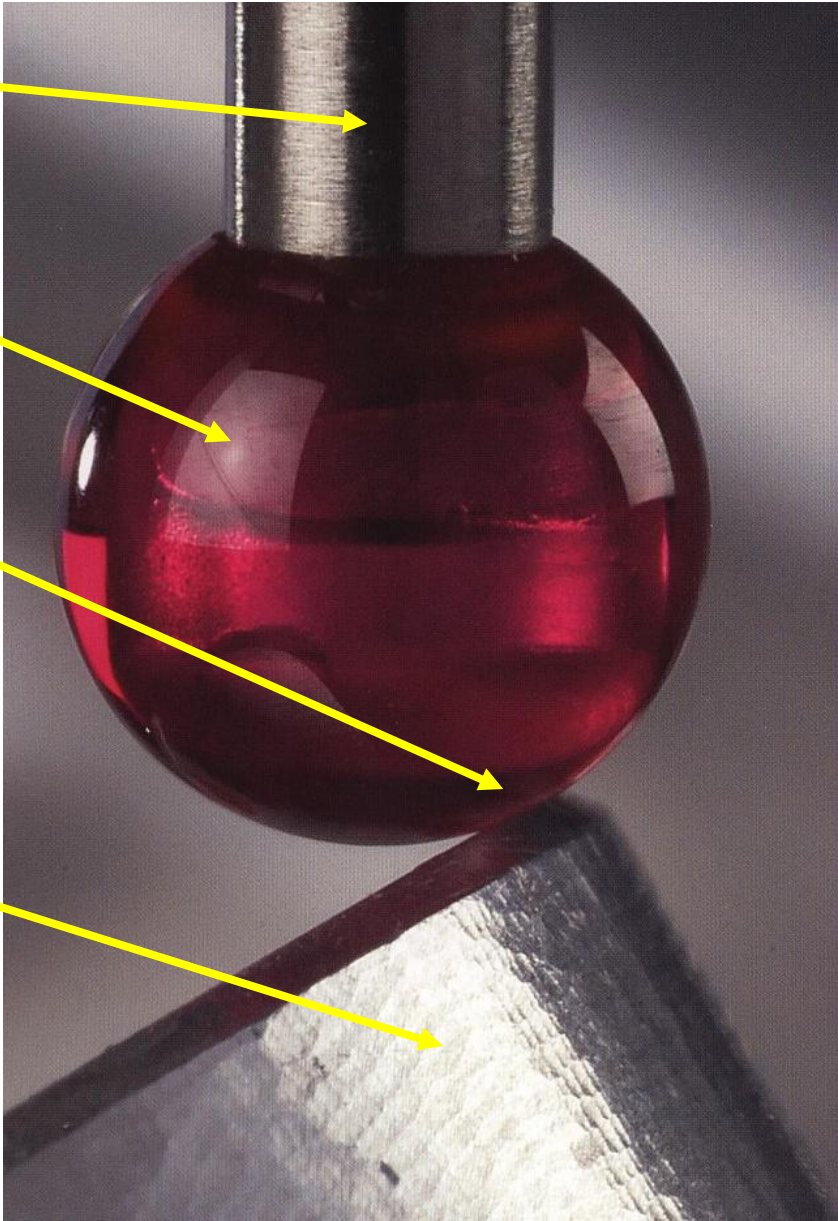
Pontok sokaságából bármilyen sík-, vagy
térelem képezhető.

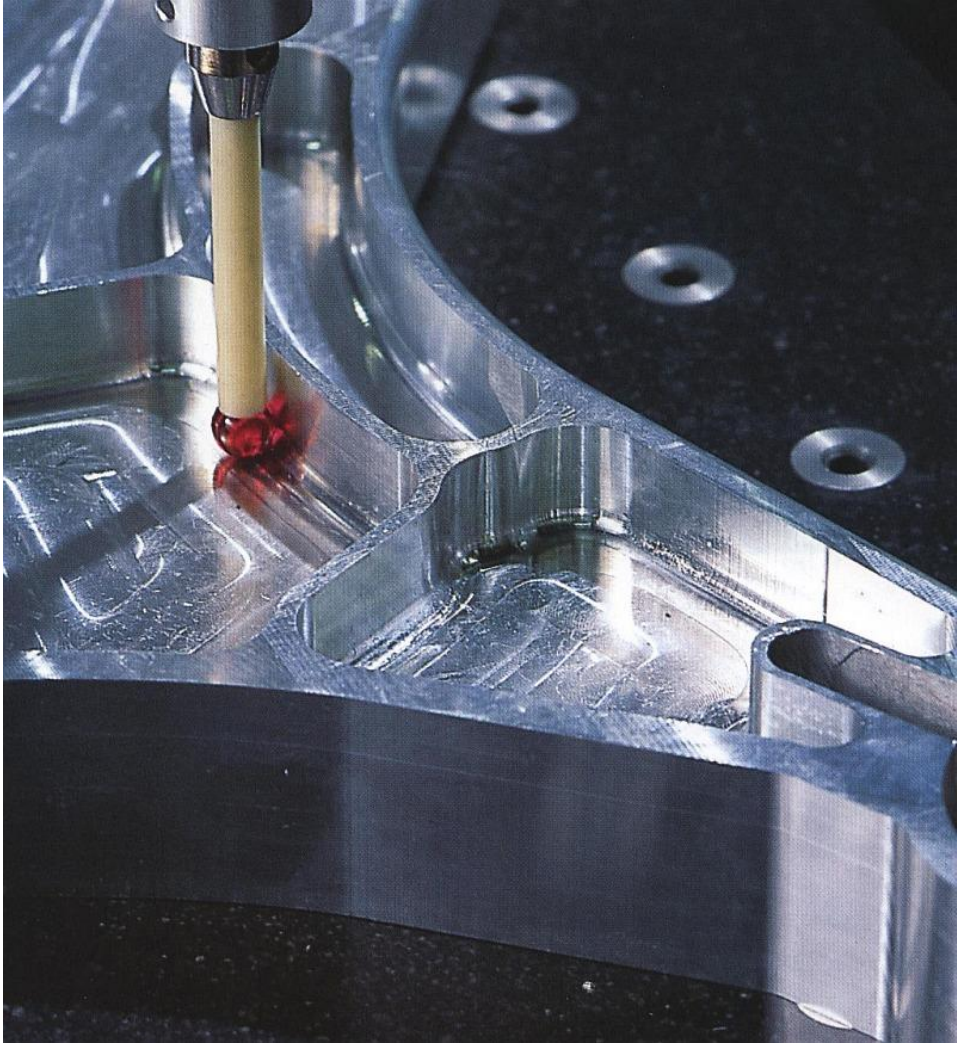
tapintószár

tapintógömb

Pontszerű érintkezés

munkadarab





KMG – a mérőgépek csoportosítása

Miért szükséges a csoportosítás?

A feladatokhoz a legjobban illő mérőgépet választhatjuk ki.

KMG – a mérőgépek csoportosítása

Pontosság szerint	-	üzemi vagy fokozott pontosságú (labor) gépek. Az üzemi mérőgépek kb. 2-3 század mm (/1000 mm) pontosságúak, a laborgépek 0,001-0,01 mm pontosságúak
Dimenziófok szerint	-	2, 2 ½, 3, többdimenziófokú gépek.
Méret szerint	-	kis mérési tartományú, közepes, nagy, kvázi kötetlen mérési tartományú.
Konstrukció szerint	-	Hídportálos, horizontálkaros, humanoid (csuklóskaros), egyéb.
Automatizáltság foka szerint	-	nem automatizált, automatizált autonóm (CNC), rendszerbe integrálható (távvezérelt CNC)

KMG

Méret szerint:

- kisméretű (kis méréstartományú) mérőgépek
- közepes méretű mérőgépek
- nagyméretű mérőgépek

Külön kategória:

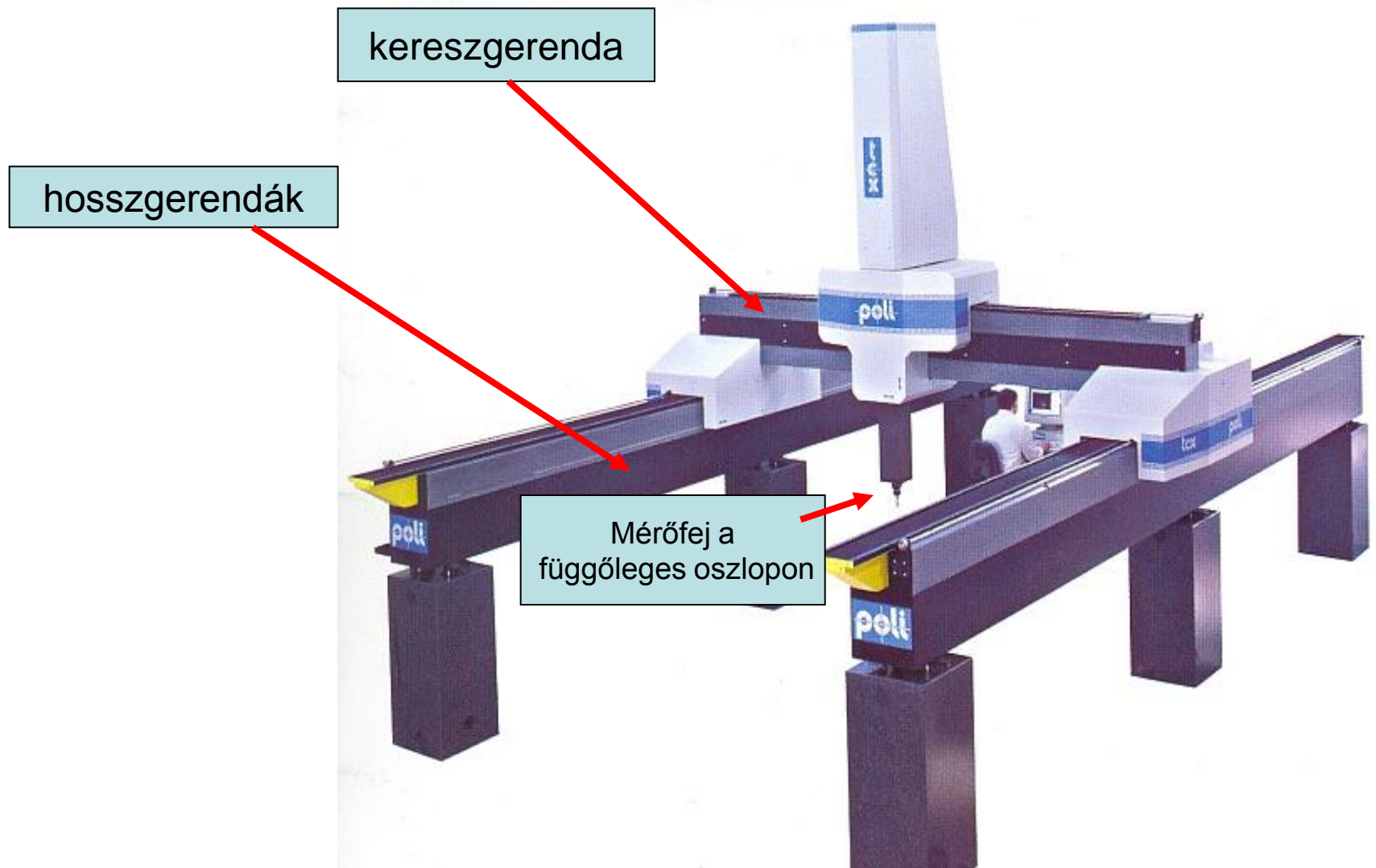
- a kvázi kötetlen mérőterű mérőgépek
(hordozható mérőgépek, hordozható mérőfejek)

Konstrukció szerint

- Portális
- Horizontálkaros (egy vagy két horizontálkar)
- Csuklóskaros (humanoid mérőkar)
- C-forma (egyportális, mérőasztalos)
- Egyéb

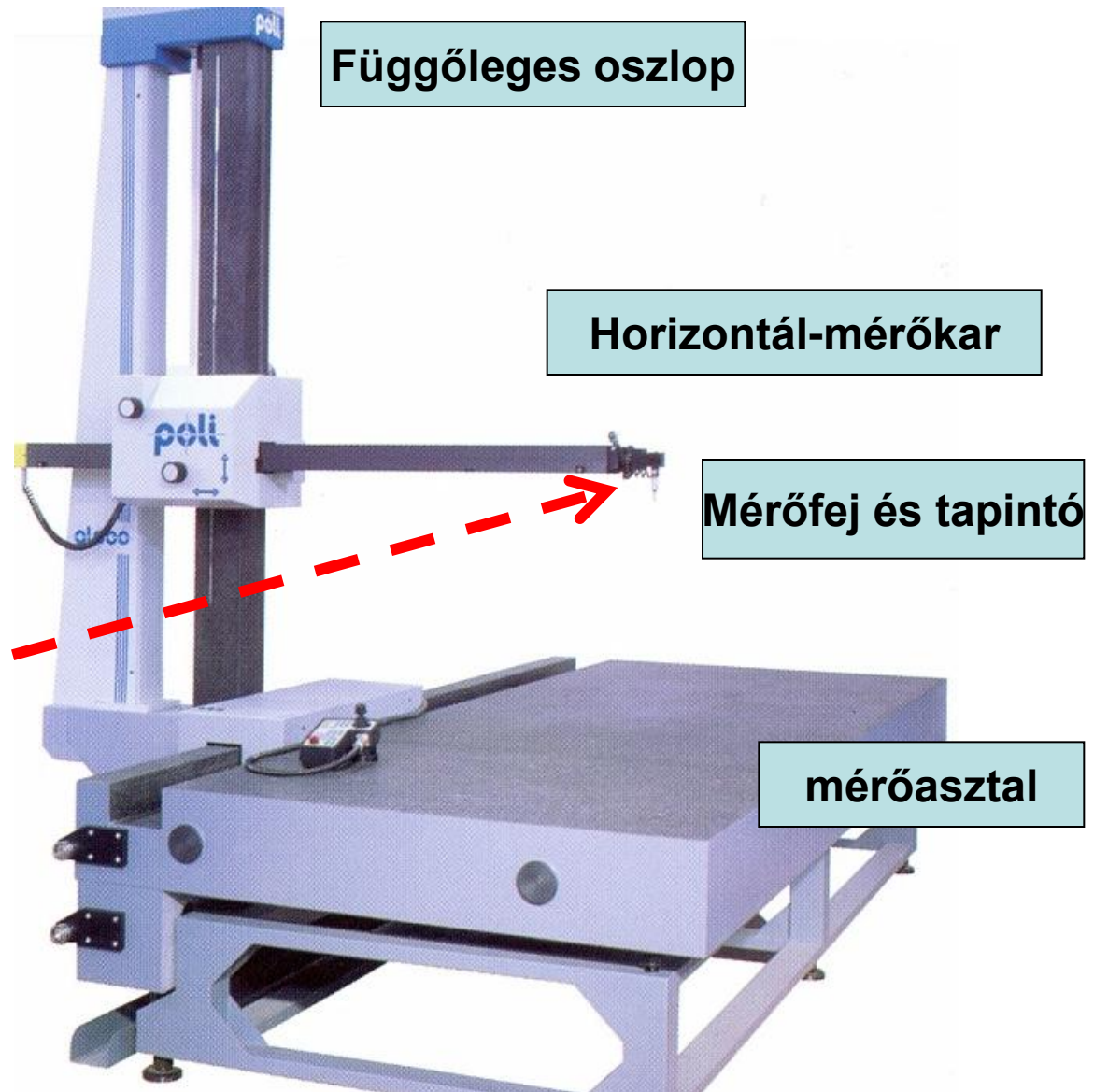
KMT – 3D mérőgépek

Nagyméretű, portális kivitelű mérőgép



KMT – 3D mérőgépek

Közepes méretű,
horizontál-karos
kivitelű
mérőgép



Függőleges oszlop

Horizontál-mérőkar

Mérőfej és tapintó

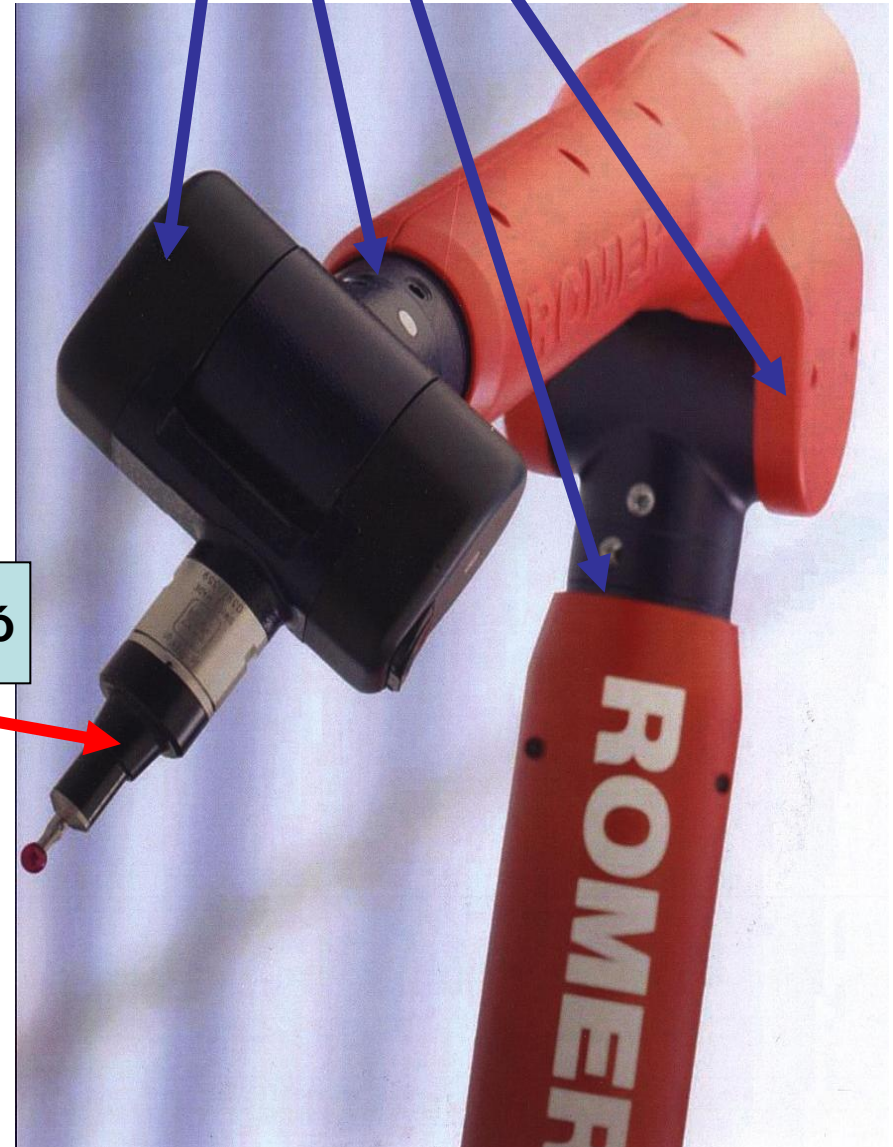
mérőasztal

KMG - mérőkar

csuklók, benne szögjeladók

A mérőkarok a csuklós robotokhoz hasonlóan vannak felépítve.

cserélhető, de merev tapintó



KMT – kisméretű, csuklókaros
kivitelű üzemi mérőgép

Ezen mérőgép
konstrukciónál a tapintó
két csukló segítségével
egy síkban mozgatható, a
síkra merőleges irány a
függőleges szán
segítségével állítható be.



Mérőgépek csoportosítása

- Pontosság szerint

Üzemi mérőgépek

Fokozott pontosságú (labor) gépek

A határ 0,01 mm körül van, de konstrukciós különbségek is vannak.

Mérőgépek csoportosítása

Pontfelvétel módja szerint

Érintéses ill. érintés nélküli

Érintéses: tapintóval dolgozó

Érintés nélküli: lézer, CCD kamerával
dolgozó mérőfejek

Mérőgépek csoportosítása

Az automatizáltság foka szerint

Kézi mozgatású

Kézi vezérlésű

CNC vezérlésű

CNC vezérlésű, rendszerbe integrálható

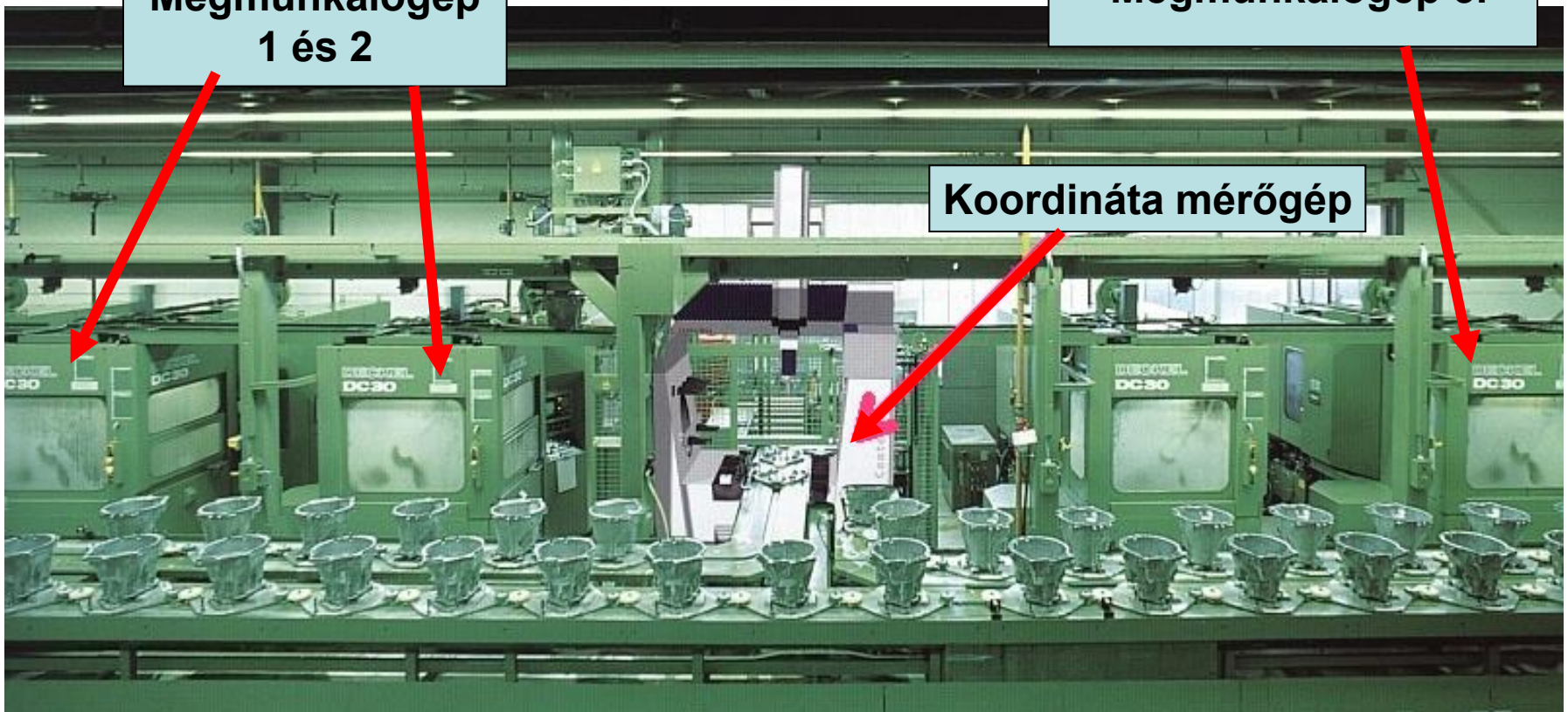
Mérőgépek csoportosítása

A rendszerbe integrálható mérőgép az alkatrész-folyam szerves része. Az **automatikusan működő mérőgép** szükség esetén akár beavatkozást is kezdeményezhet.

Megmunkálógép
1 és 2

Megmunkálógép 3.

Koordináta mérőgép



Mérőgépek csoportosítása

Dimenziófok szerint:

2 és 2 ½ D gépek

Tapintós mérőgépeknél már elavult, kihalt.

3 D-s gépek

Kézi mérőgépek, CNC mérőgépek vezérléstől függően.

Több D-s gépek

CNC mérőgépek vezérléstől függően, opcióként.

CNC-körasztal: plusz egy tengely.

Vezérelt mérőfej: plusz két tengely.

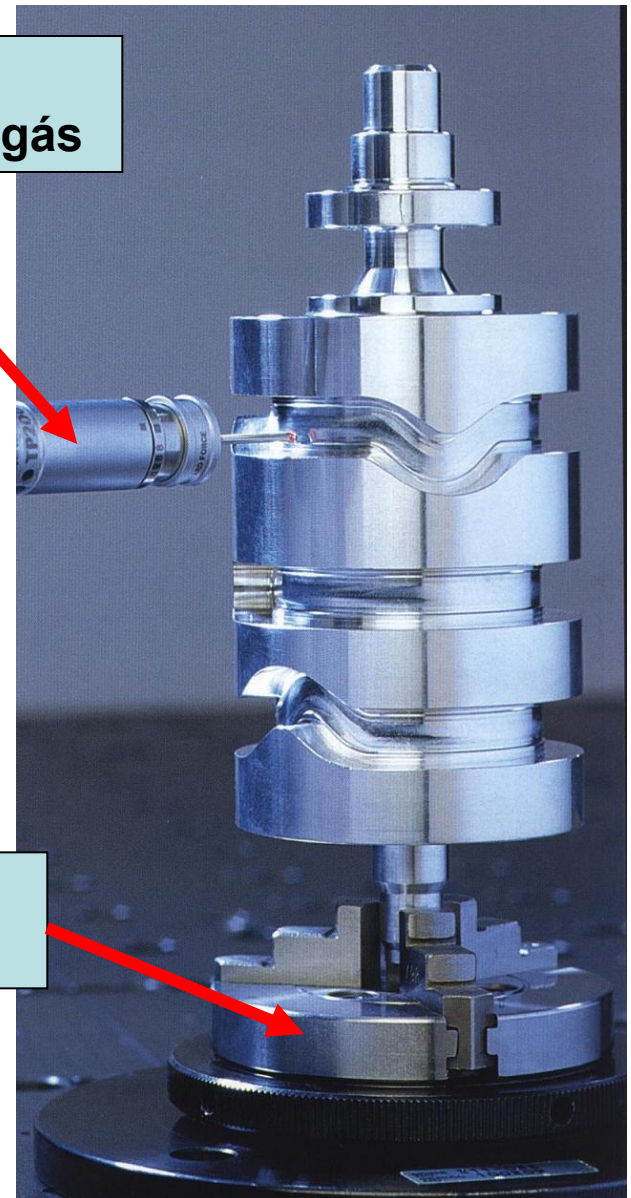
Mérőgépek csoportosítása

**CNC mérőfej
három irányú mozgás**

Henger formájú
munkadarab mérése
CNC-körasztal
segítségével.

A körasztal vízszintes
forgástengelyű is lehet.

**Összehangolt forgómozgás
(4. D)**



KMG – a mérőgép részei

Gép alapzat (géptest)

Tapintó

Mérőfej

Mozgató (mérőfej-hordó) karok,
oszlopok

(Mérőasztal)

PLC vezérlés

Munkaállomás

A klasszikus koordináta mérés technika

Eszköze:
a koordináta
mérőgép



KMG – Mérőfej és a tapintó

A **mérőfej** a mérőgép adatfelvevő egysége.

A konstrukcióját tekintve:

érintéses v. érintés nélküli mérőfej

Érintéses mérőfej: mechanikus tapintós.

Érintés nélküli mérőfej: CCD-kamerás, lézeres letapogatású.

KMT

Koordináta mérés technika
Érintés nélküli mérőfejjel

KMG – Mérőfej és tapintó

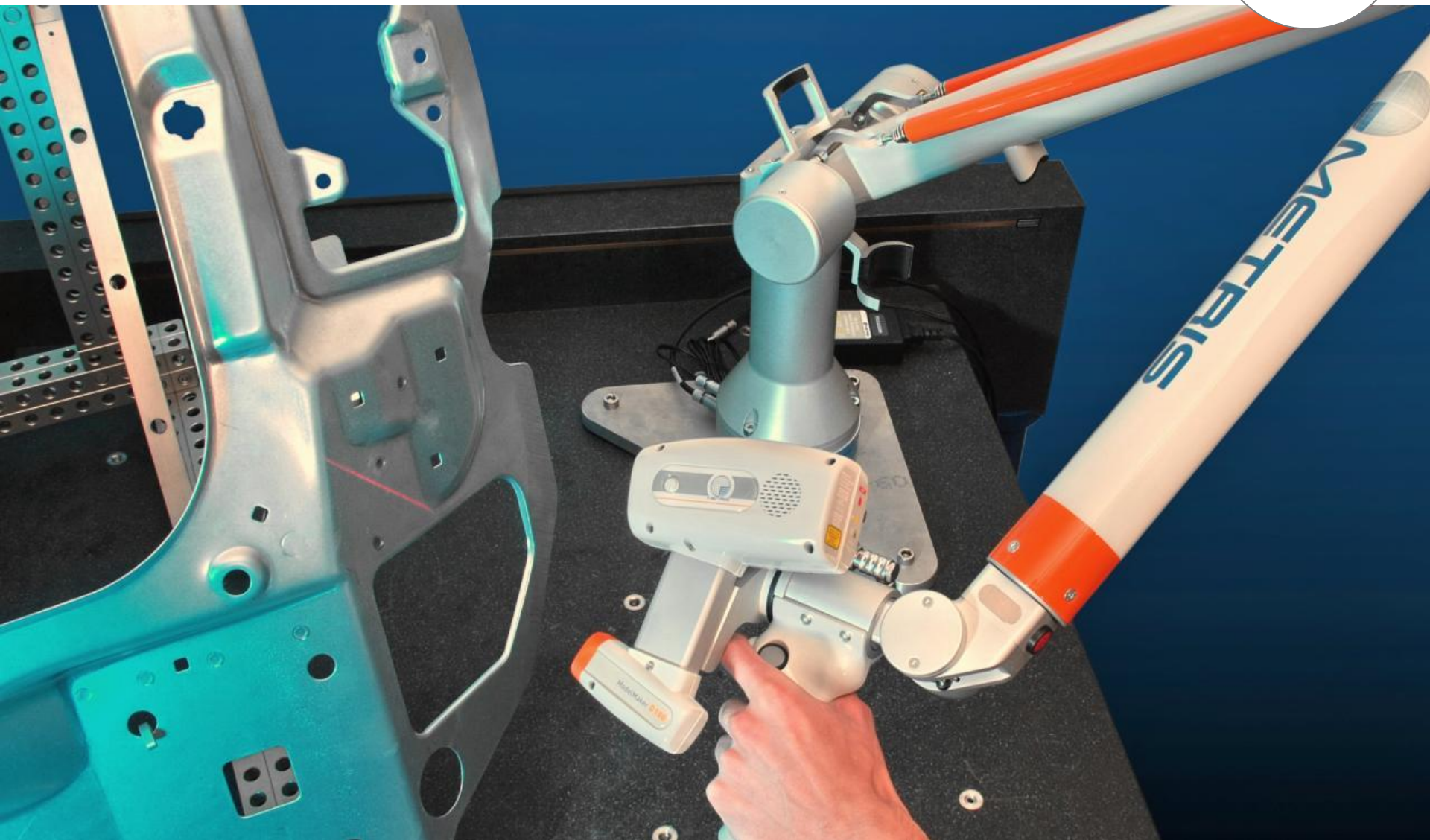
Érintés nélküli
mérőfejek (CCD
kamerás,
lézeres)



CMM alapú lézerszkennelés



Hordozható karos lézershkenner

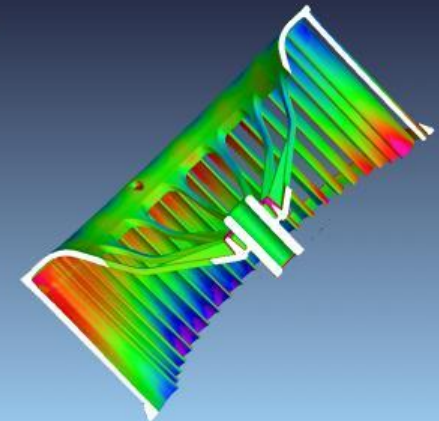
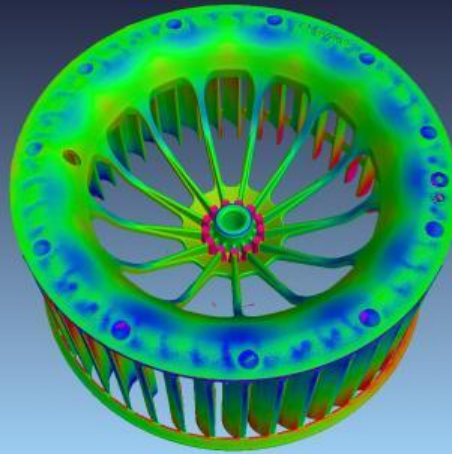
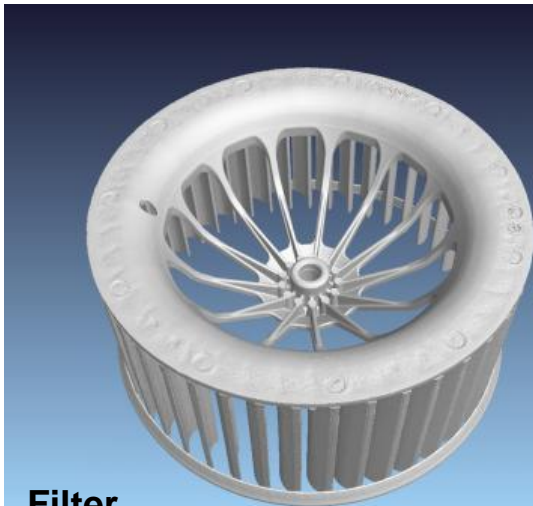
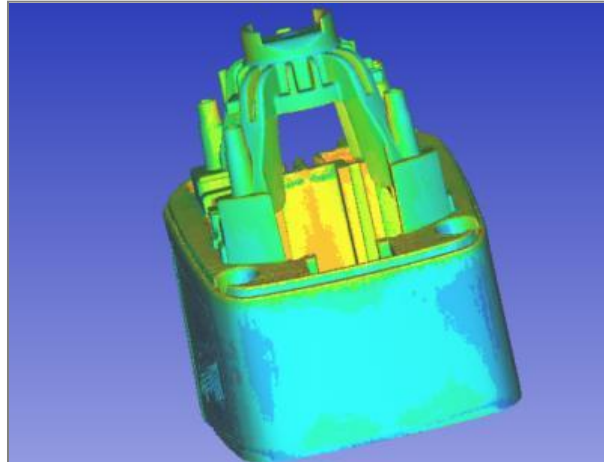
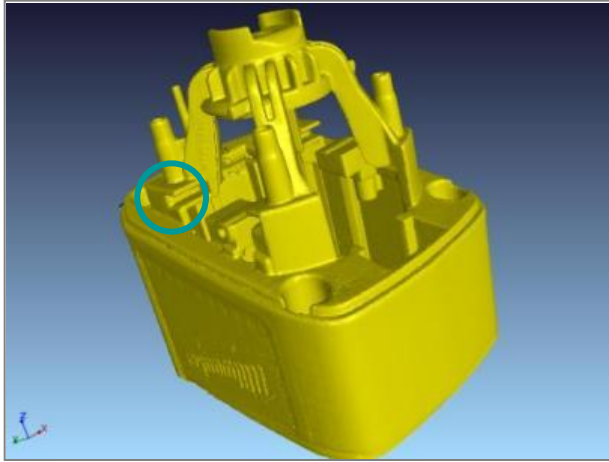


KMT – 3D mérőgépek

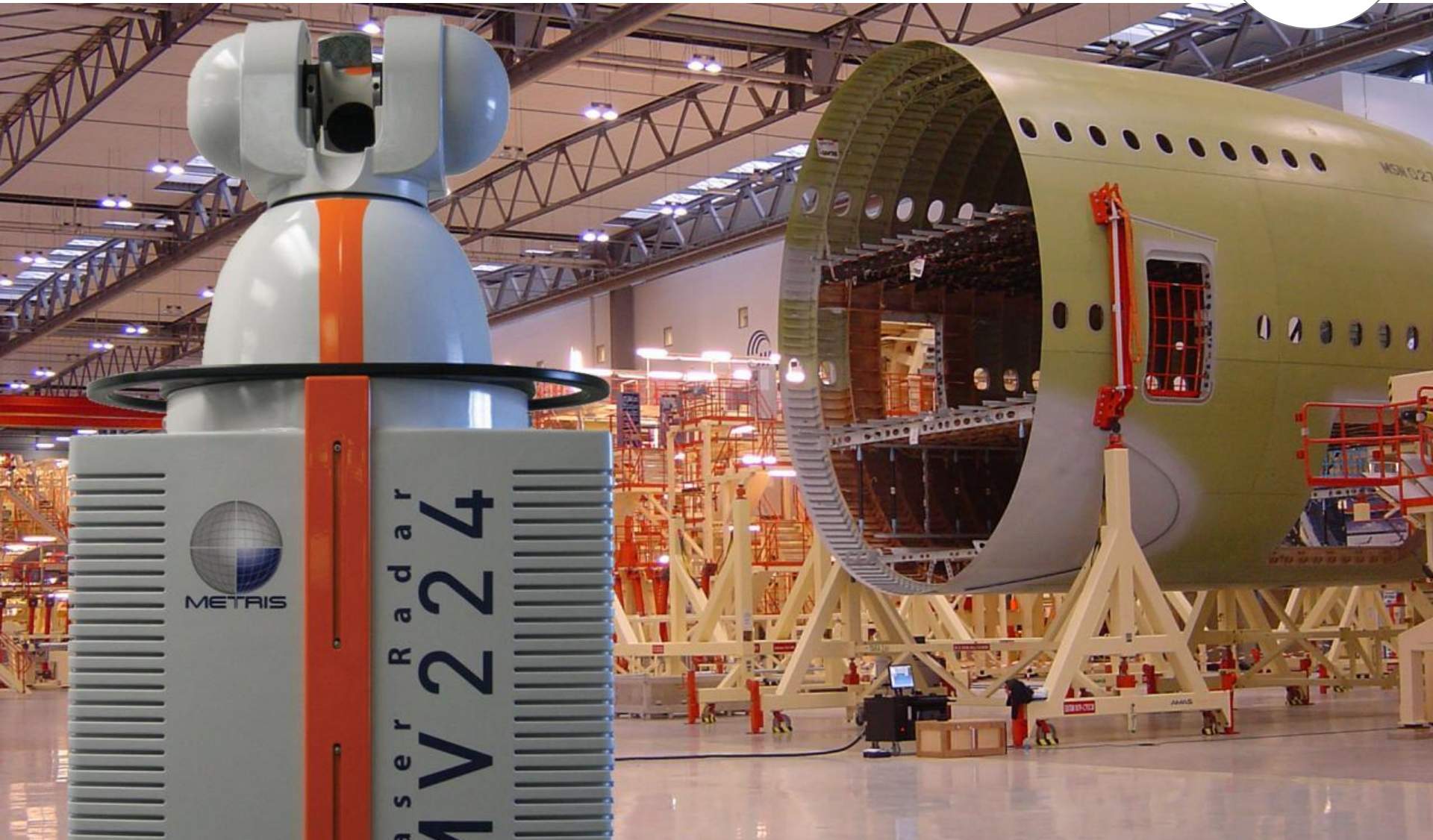
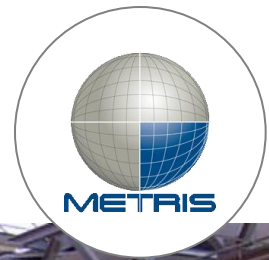
Csuklóskaros mérőgép kézi scanning lehetőséggel



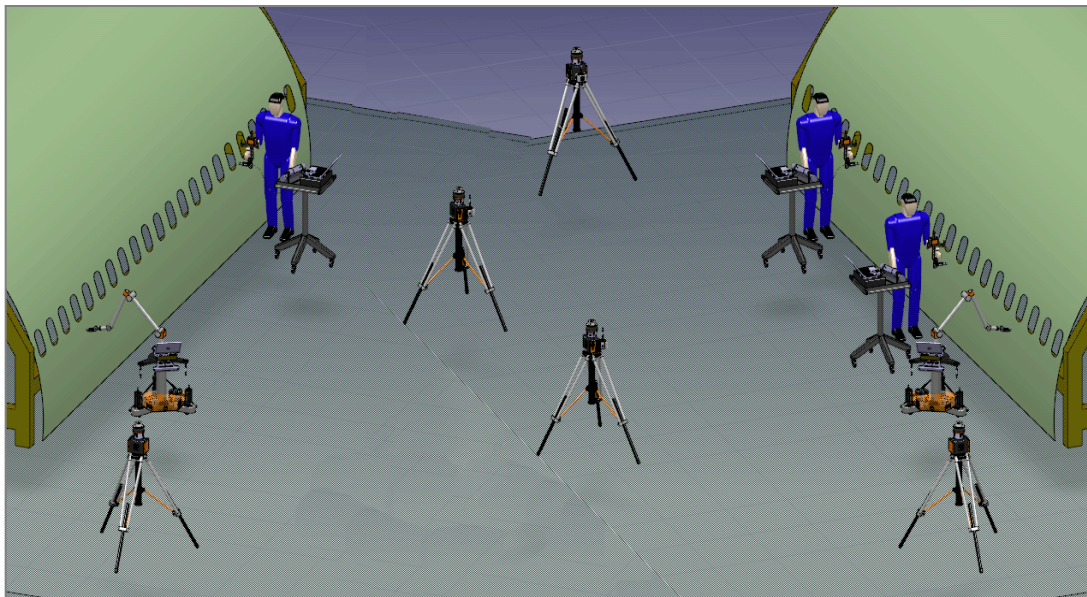
Ipari CT felhasználás



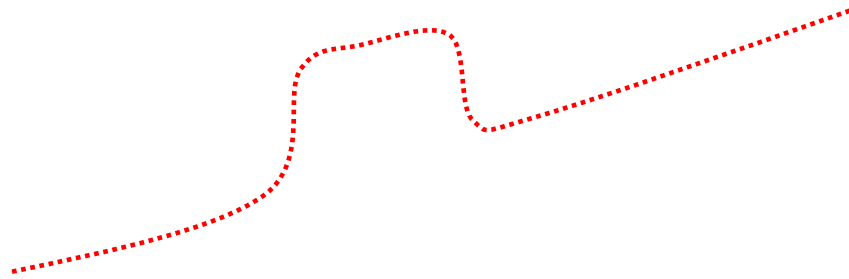
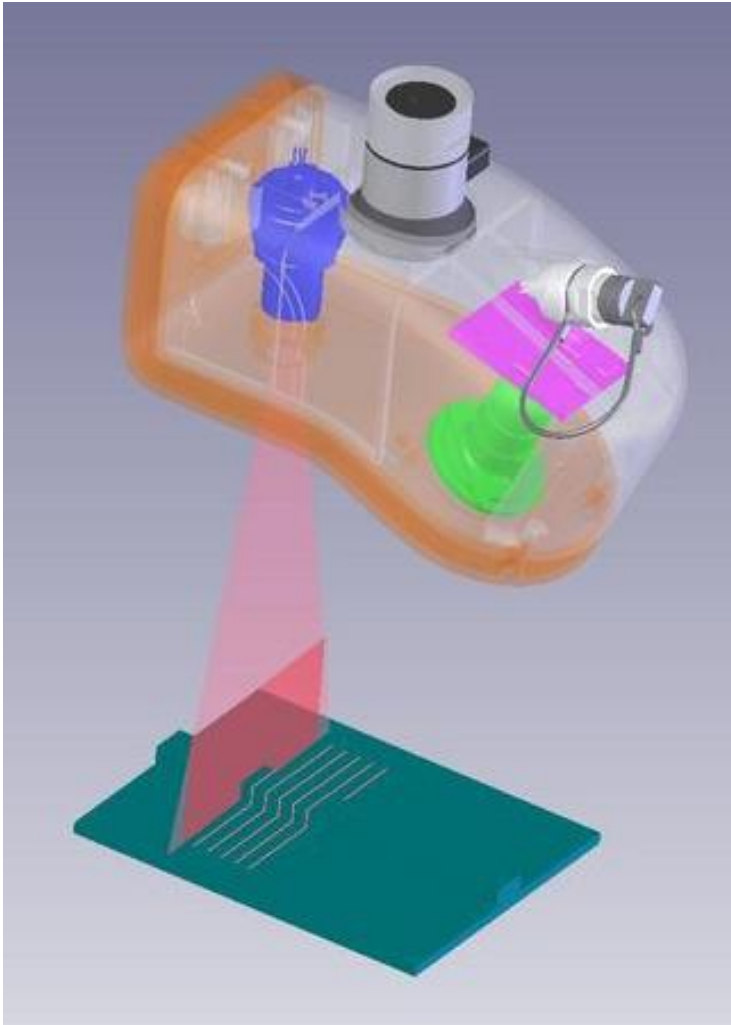
Laser radar – 70 méteren 0.1mm



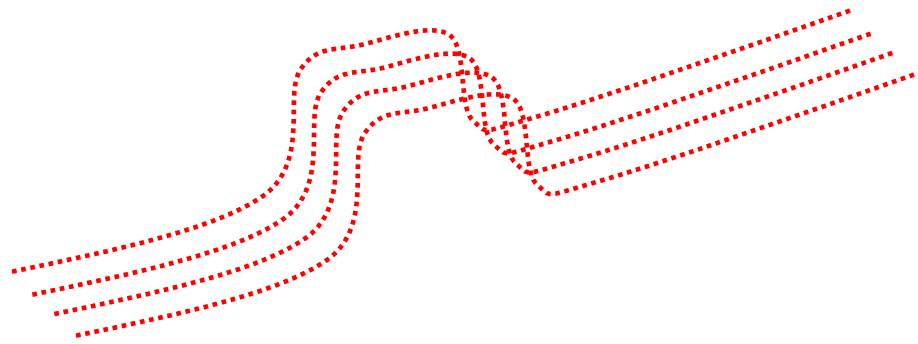
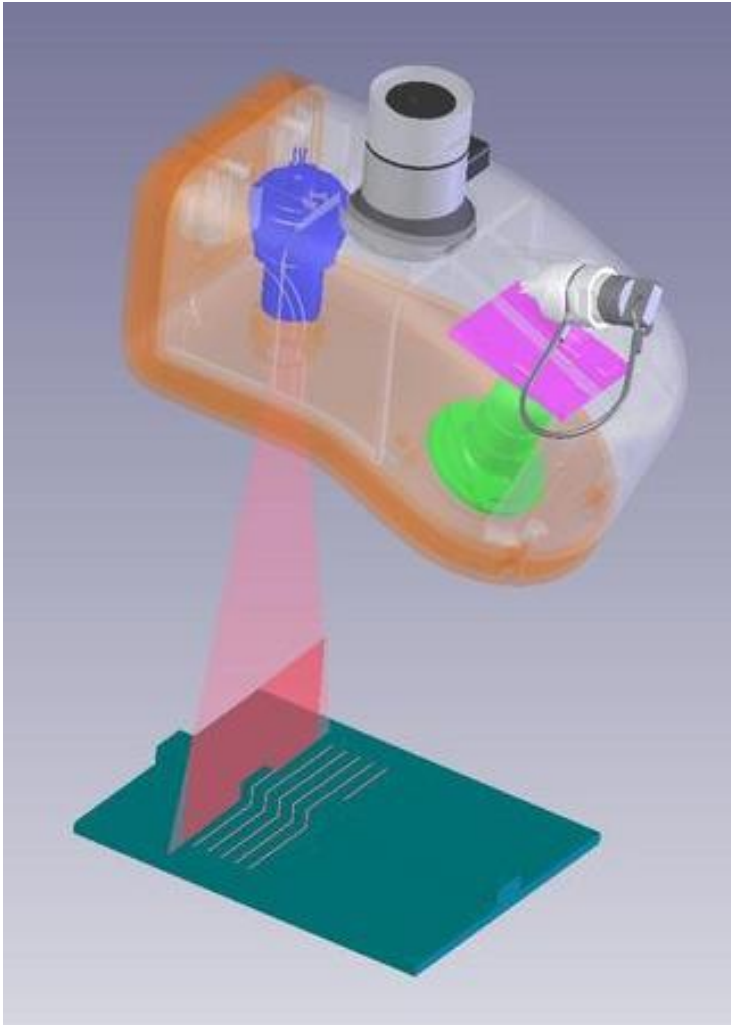
kompakt iGPS rendszer



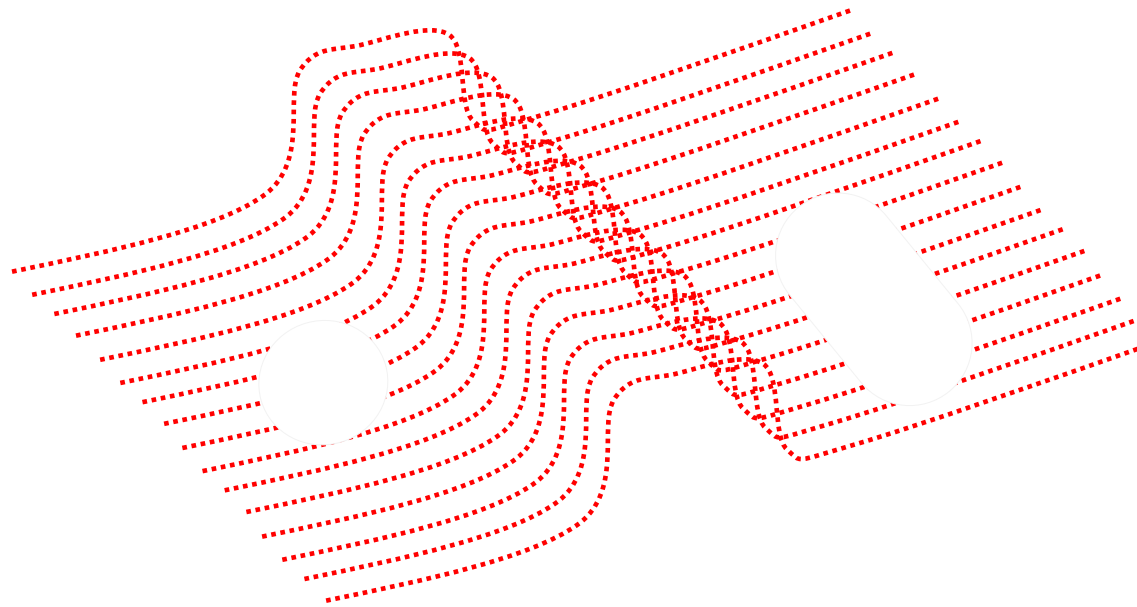
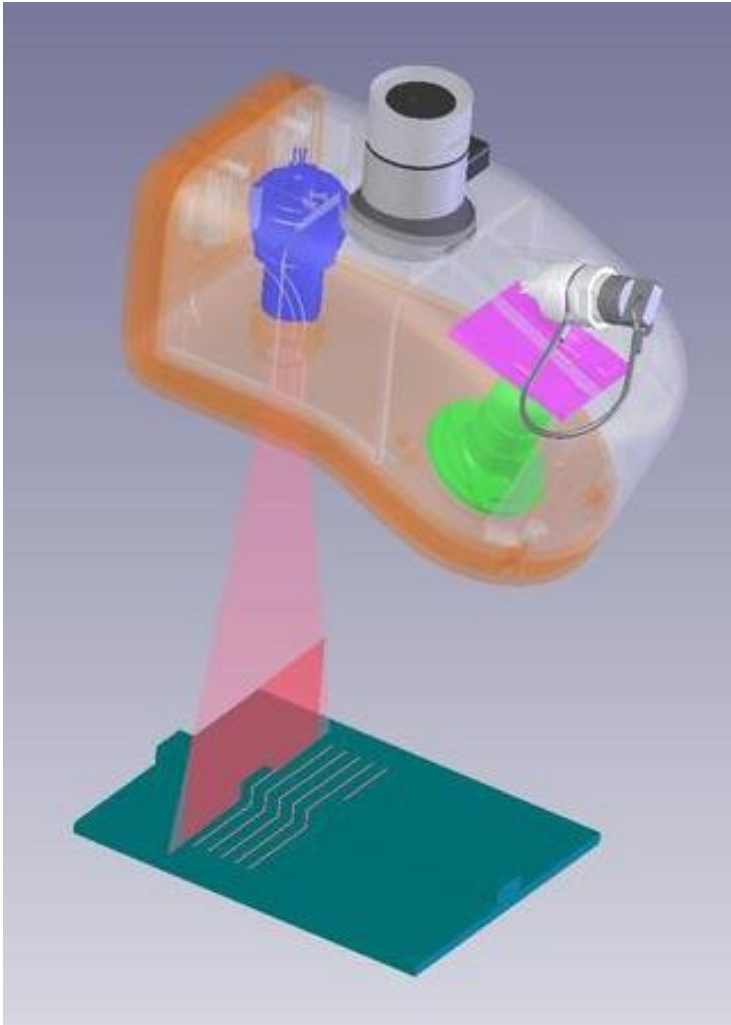
Vonallézer mérőfej



Vonallézer mérőfej



Vonallézer mérőfej



KMT

Koordináta mérőgépek
Tapintós mérőfejjel

A 3D mérőgép részei

A mérés szempontjából a mérőfej és a tapintó a mérőgép leglényegesebb eleme.

A kapcsolatukat tekintve két fő csoportjuk van:

- A rögzített tapintós megoldás, valamint
- A beváltható (csere-) tapintós rendszer.

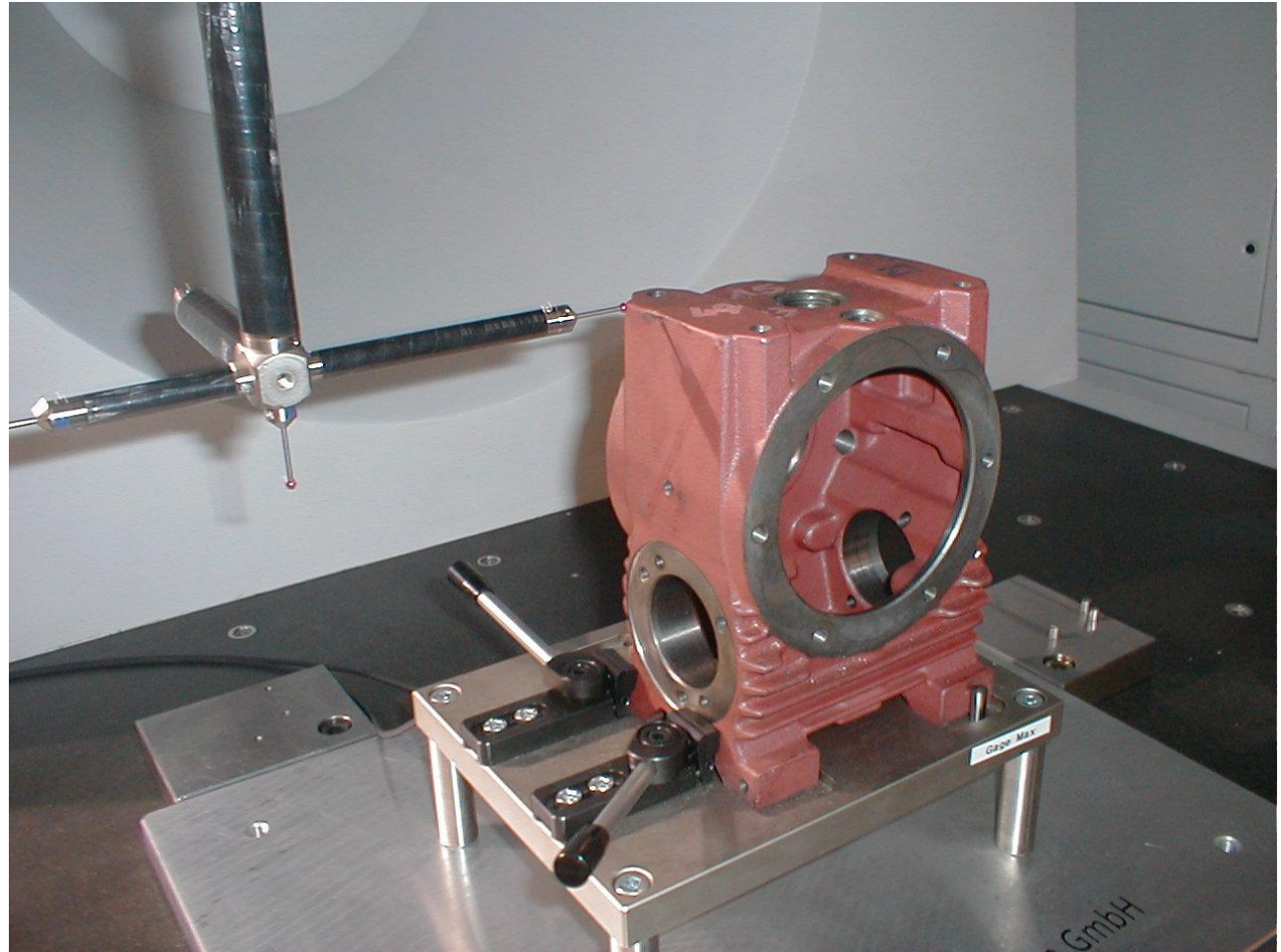
A képen ez utóbbi látható.

A tapintórendszer a csatoló-tányérral együtt leválasztható a mérőfejről és egy másikra – akár programmal vezérelve - kicserélhető.

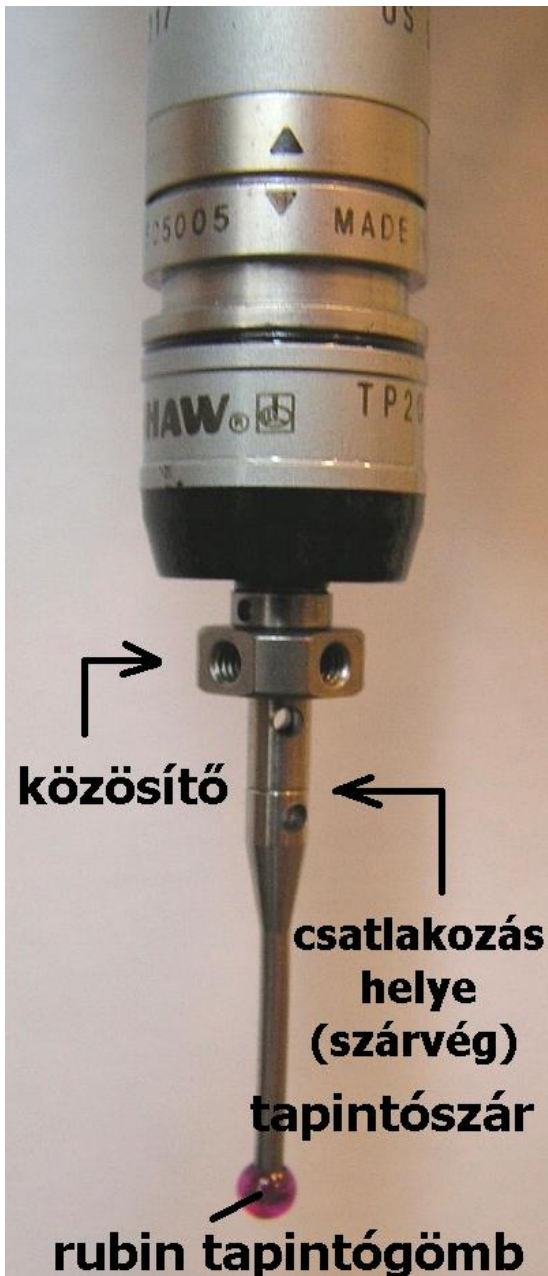


KMG – mérés csoporttapintóval

A csoporttapintóval való mérésnél különös gonddal kell ügyelni az ütközésveszélyre.



KMG – mérőfej és tapintó

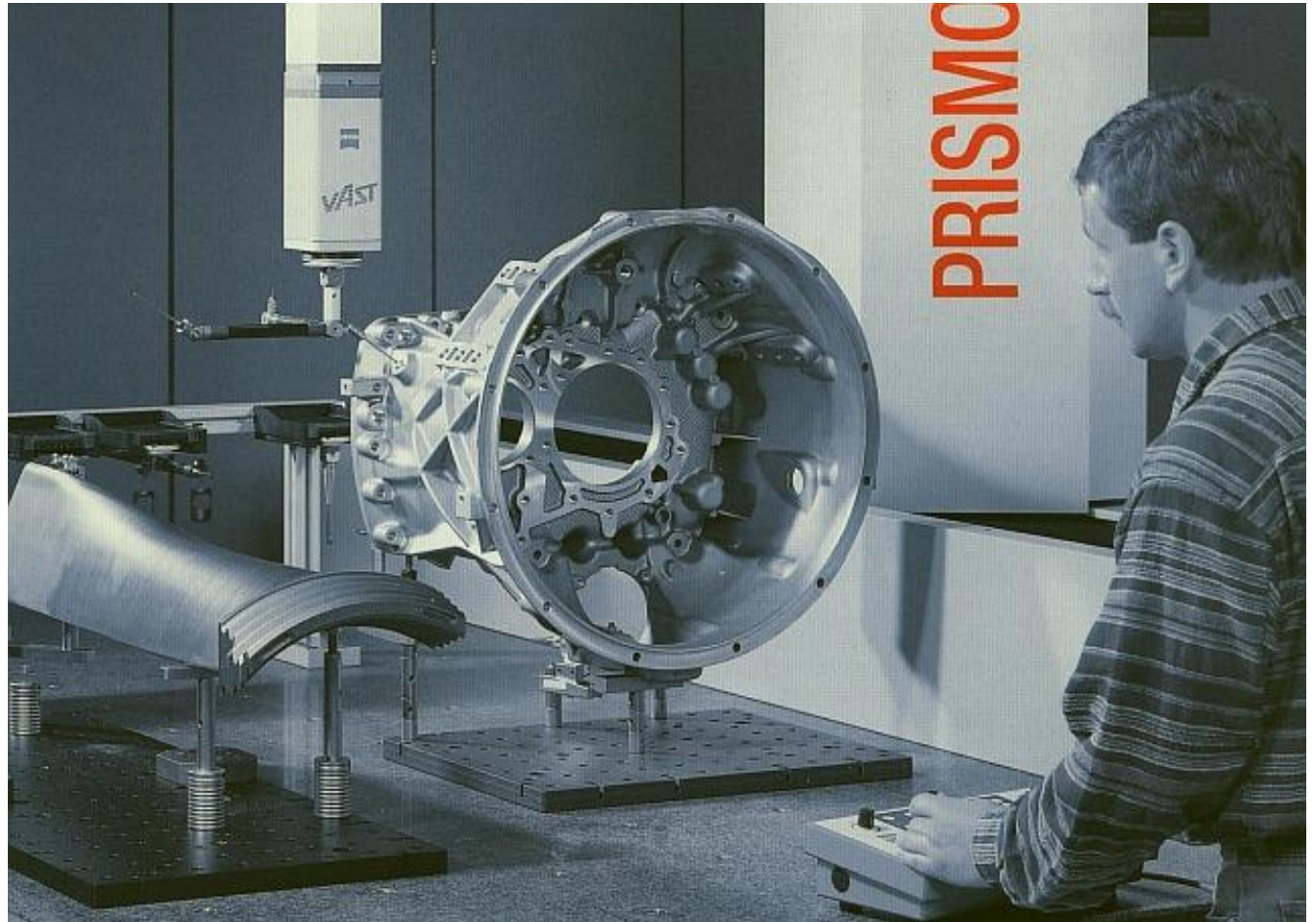


Mérőfej egy tapintószárral.

A feladattól függően több tapintógömb
átmérő szárhossz/átmérő közül
választhatunk. Ezeket a közösítő
csatlakozási helyén rögzíthetjük.

Horizontális elhelyezéshez négy
irányban csavarhatunk be
tapintószárakat.

a



A tapintási mód (a mérőfejek kialakítása) szerint

- Kapcsoló típusú tapintóval dolgozó
- „Scanning” típusú tapintóval dolgozó mérőgépek

KMG – Mérőfej és tapintó

Érintéses, kapcsoló típusú mérőfej több tapintóból álló tapintócsokorral felszerelve.



KMG – Mérőfej és tapintó

Érintéses mérőfej

CNC vezérelt, térben
beállító kivitel.

A mérőgép CNC vezér-
lése legalább 5 tengely
szimultán
vezérlésére alkalmas.

*(Függőleges tengely
körüli forgás, vízszintes
körüli elfordulás.)*



Mit mérünk kapcsoló típusú tapintóval?

Elemi geometriai elemeket

Dimenzió szerint:

Dimenzió nélküli elem: pont

Egydimenziós elem: egyenes

Kétdimenziós elem: kör, sík

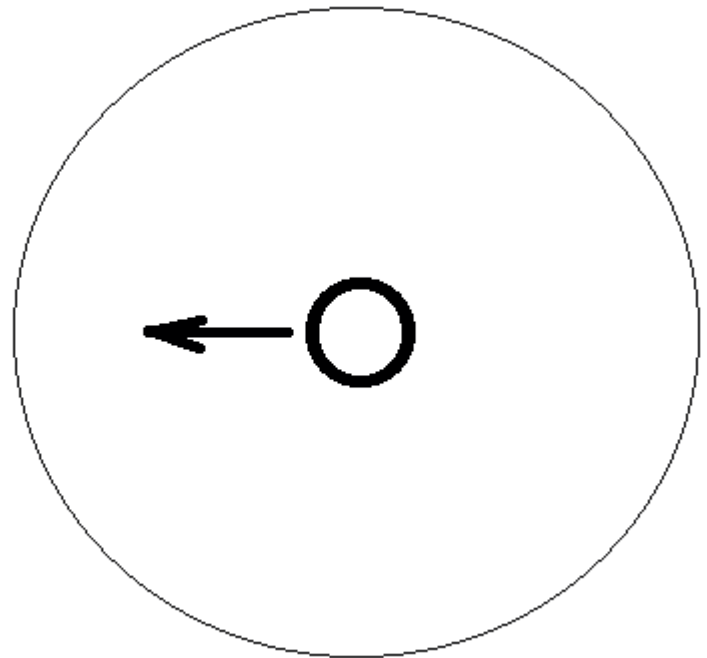
Háromdimenziós elemek: térfogattal rendelkező elemek: testek, térsík.

Ábrák

KMG – KAPCSOLÓ típusú tapintó

A MÉRÉS FOLYAMATA kapcsoló típusú tapintóval:

1. Pozicionálás
2. Ráfutás
3. Érintés (tapintás)
4. Az adat továbbítása a számítógépbe
5. Visszafutás
6. Pozicionálás a következő mérendő helyhez

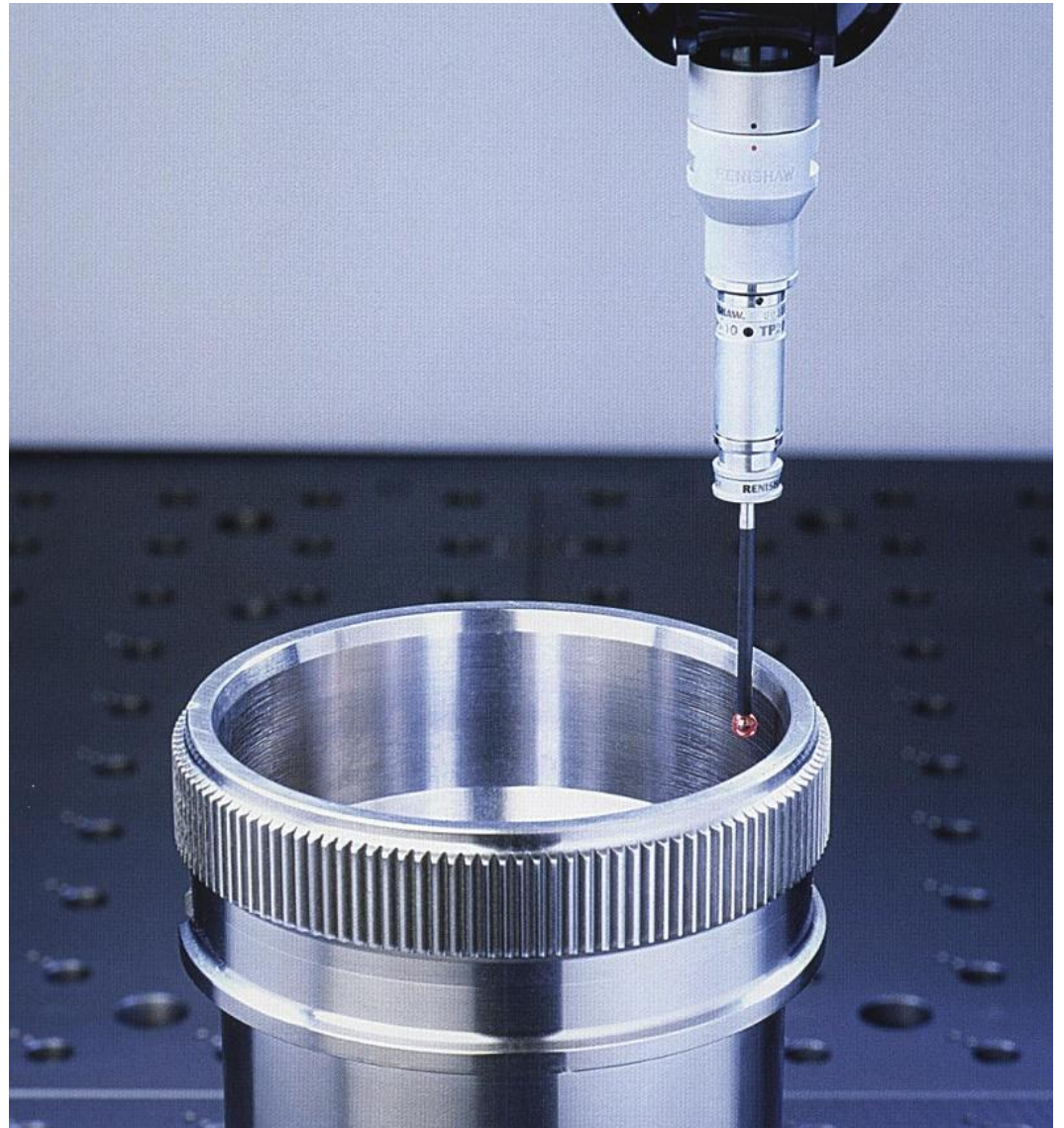



A MÉRÉS FOLYAMATA scanning típusú tapintóval:

1. Pozícionálás a kiindulópont közelébe (definiált pont)
2. Ráfutás (rámozgatás)
3. Scanning (csúszás a felületen) a definiált pontig
4. A tapintó elfutása a felülettől e definiált pontba.

Tipikus scanning
feladat:

Kör mérése, a
köralakhibák
megállapítása.



A blue 3D printed car model is shown on a desk. In the background, a computer monitor is visible. The text is overlaid on the car model.

**Mérés koordináta mérőgépen
KMG programozásának alapjai**

KMG programozásának alapjai – koordináta rendszerek

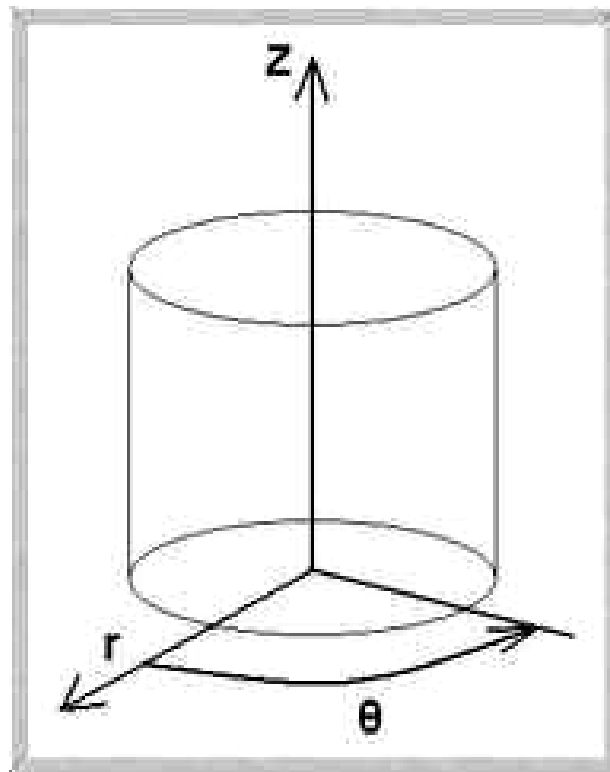
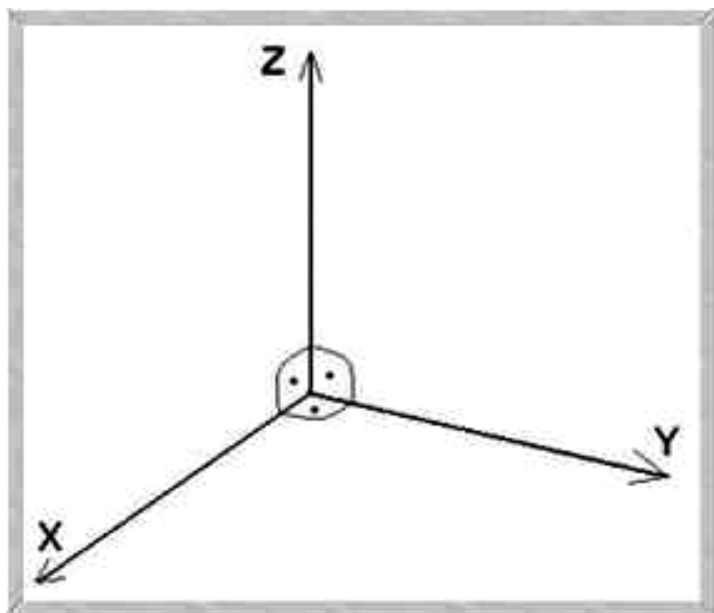
- KMT koordináta rendszerei
- Programozás 2D-ben
- Programozás 3D-ben
- Térfelületek mérése
- A mérés/programozás előkészítésének folyamata

- A koordináta rendszerek típusai:
 - Descartes-féle koordináta rendszer
 - henger koordináta rendszer
 - gömb koordináta rendszer

- A KMG koordináta rendszerei:
 - gépi koordináta rendszer
 - » a gép saját, a mérőrendszere által biztosított koordináta rendszere
 - munkadarab koordináta rendszer
 - » a mérőszemély által, a munkadarabról felvett koordináta rendszere
 - paletta koordináta rendszer
 - » a mdb. paletta hordozott koordináta rendszere



KMG programozásának alapjai – Koordináta rendszerek



A koordináta rendszerek összefüggései

- A koordináta rendszert v. rendszereket TRANSZFORMÁLHATJUK (eltolás, elforgatás).
- Új ALRENDSZEREKET hozhatunk létre. (Egy munkadarab több koordináta rendszert is hordozhat. Ezek típusa különböző is lehet.)

Az adatok az egyikből a másikba átszámoltathatók.

KMG programozásának alapjai

Mérés síkban

Geometriai elemek definiálása és mérése

Síkbeli geometriai elemek:

- pont
- egyenes
- kör
- (sík)

KMG programozásának alapjai

Pont:

- legalapvetőbb geometriai elem,
- térbeli kiterjedése nincs,
- bármilyen koordináta rendszerben egy vektorral egyértelműen leírható.

KMG programozásának alapjai

Egyenes:

- Két, nem egybeeső ponttal egyértelműen definiálható.
- Két ponttal csak ELMÉLETI egyenest adunk meg !
- Az egyenes megadható egy ponttal és a koordináta tengellyel (tengelyekkel) bezárt szöggel is.

KMG programozásának alapjai

Kör

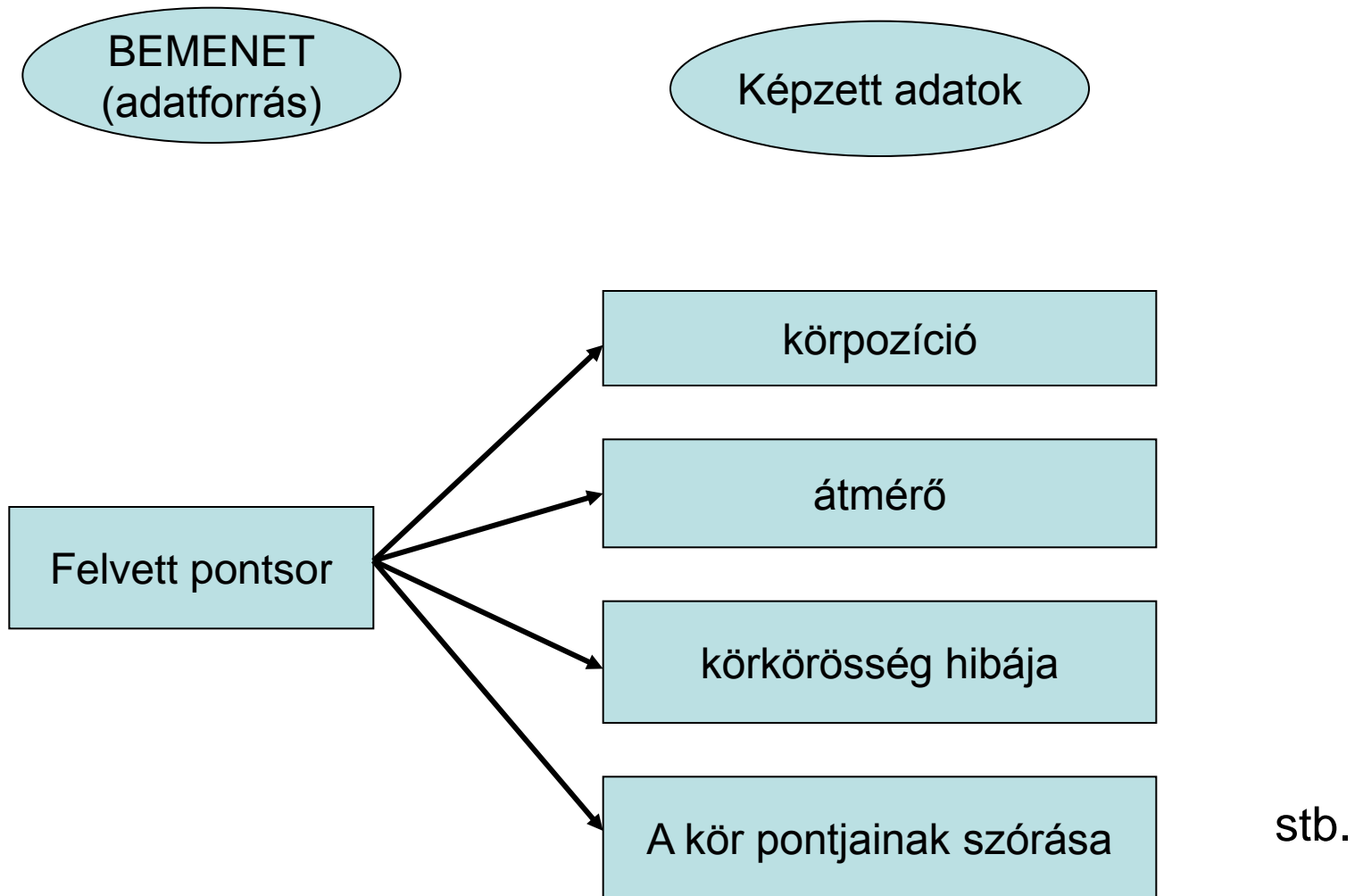
A kör a sík adott pontjától egyenlő távolságra lévő pontok mértani helye.

Definiálásához legalább 3 (nem egybeeső) pont szükséges.

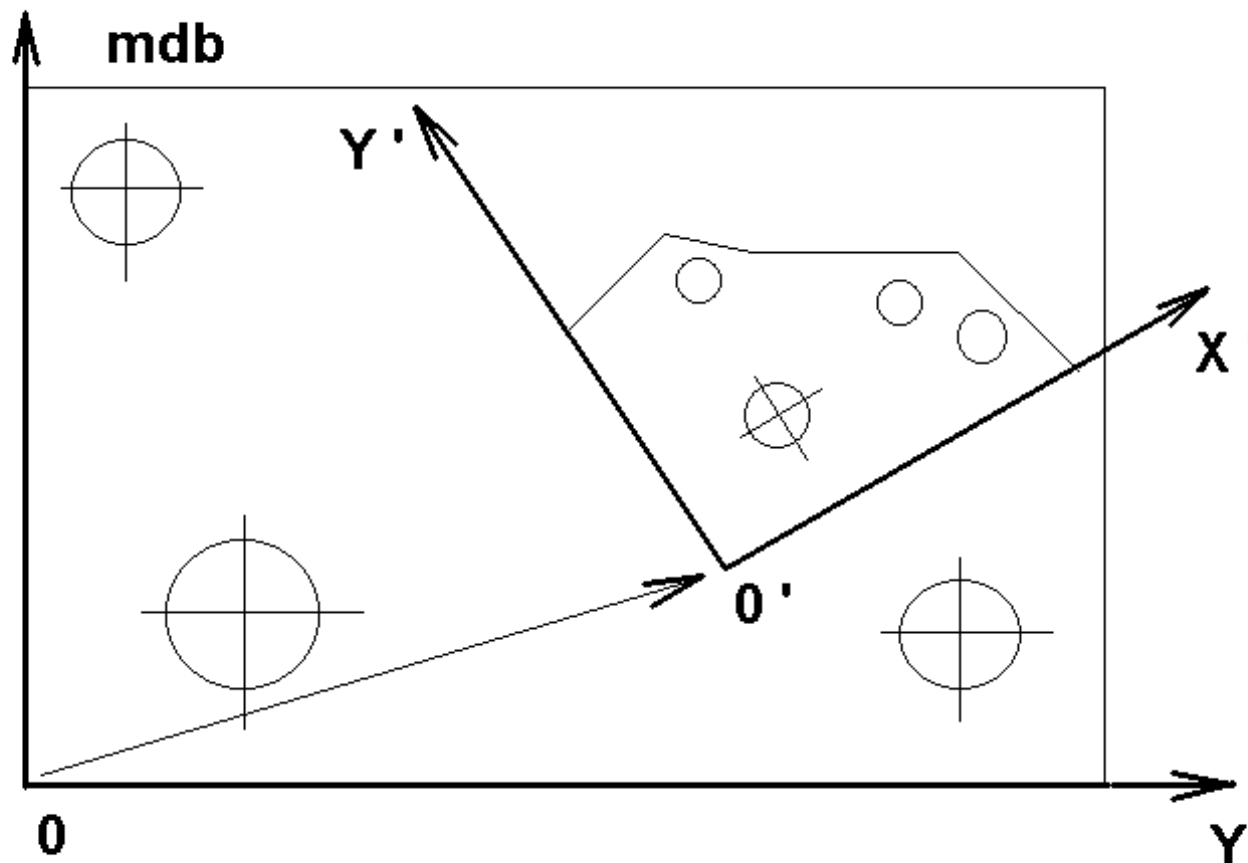
A kör önmagában is síkalkotó elem, mert ez a 3 pont meghatároz egy síkot is.

3 pont egy elméleti kört határoz meg, méréshez ennél nagyobb pontszám szükséges !

Információlogisztika – adatképzés (kör mérése)



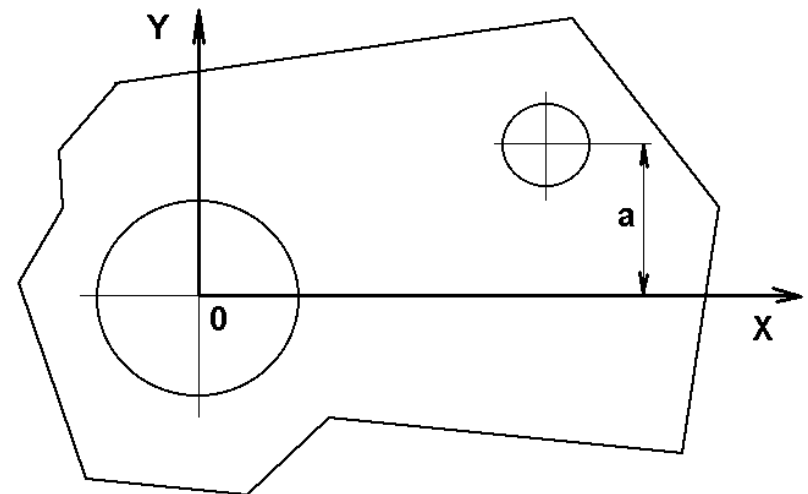
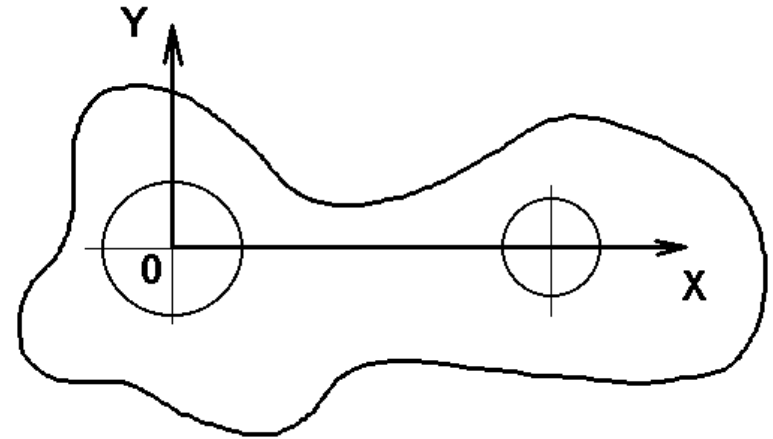
A koordináta rendszer felvétele
tégla síkidomnál:



KMG programozása - Koordináta rendszerek

Néhány koordináta rendszer felvételi példa:

- két kör középpontja szerint
- két kör eltolással
- pont és horony szerint



Helyzetviszonyok, metszési feladatok

- tengelyek metszése
- szimmetriapontok, szimmetriatengely
- kör és egyenes metszése

Mérés térben (3D-s mérés)

Elemi geometriai testek definiálása és mérése

Henger

Gömb

Kúp

Henger

A henger (palástfelület) azon egyenesek (pontok) mértani helye, amelyek egy egyenestől a térben egyenlő távolságban vannak.

A hengert legalább 5 - a paláston lévő – ponttal definiálunk.

Gömb

A gömb(felület) a tér azon pontjainak a mértani helye, amelyek egy ponttól azonos távolságban vannak.

A gömb mérés technikai definiálásához legalább 4 pont szükséges.

Kúp

Ha egy egyenes rögzített pontja körül, az ezen ponton átmenő, egy szöget bezáró egyenest megforgatunk, kúpfelületet kapunk.

A kúppalást mérés technikai meghatározásához legalább 6 pont szükséges.

KMG programozása

Néhány koordináta rendszer felvételi példa:

- téglatest sarokpont
- henger talppontja
- két gömb középpontja
- síkbeli elemek egy adott síkon (szimmetriatengelyek, virtuális pontok stb.)

Helyzetviszonyok, metszési feladatok

2D-s és 3D-s elemek metszése (DÖFÉSPONTOK):

- egyenes/henger, egyenes/gömb, egyenes/kúp

Térbeli távolságok:

két térbeli egyenes, két térbeli pont, két térbeli gömb.

SÍKOK metszése, áthatási egyenes szerkesztése

A mérés/szerkesztés kapcsolt (szolgáltatott) információi

Pozícióadatok adott koordináta rendszerben (Átszámítás az egyikből a másikba).

TŰRÉSTECHNIKAI vizsgálat és adatmegadás

Alakhiba számítások (Körkörösség, síklapúság, hengeresség)

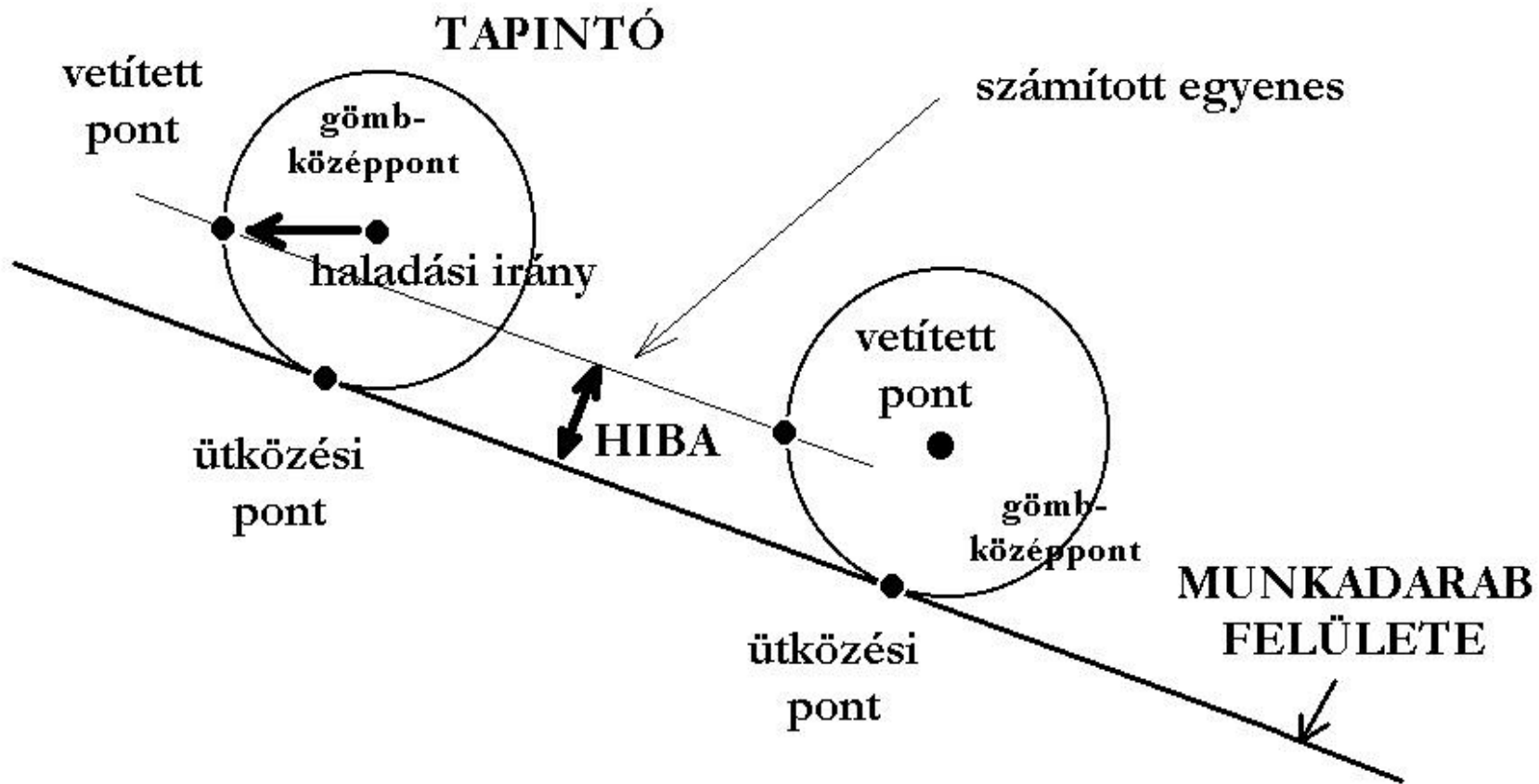
Statisztikai alapadatok (átlag, SZÓRÁS, max/min érték és helye)

IRÁNYVEKTOR adatok a CAD feldolgozáshoz.

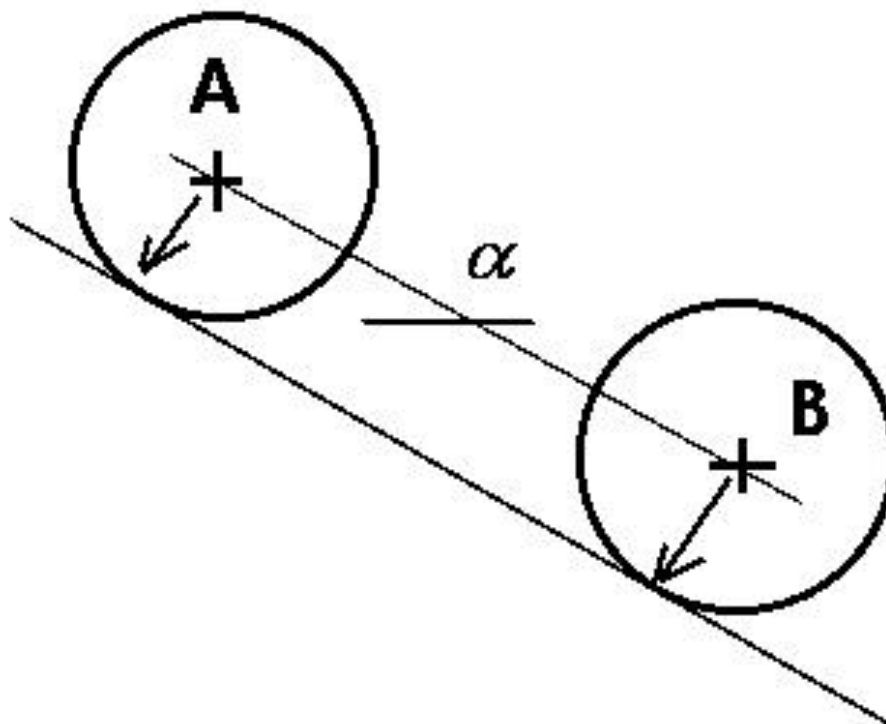
Néhány mérés technikai probléma

1. Ferde egyenes mérésének problémája
2. Kör mérése kis pontszámmal
3. Ferde felület mérése

Ferde egyenes mérés technikai problémája – egyedi pontok esetén



Ferde egyenes – egyenes definiálással

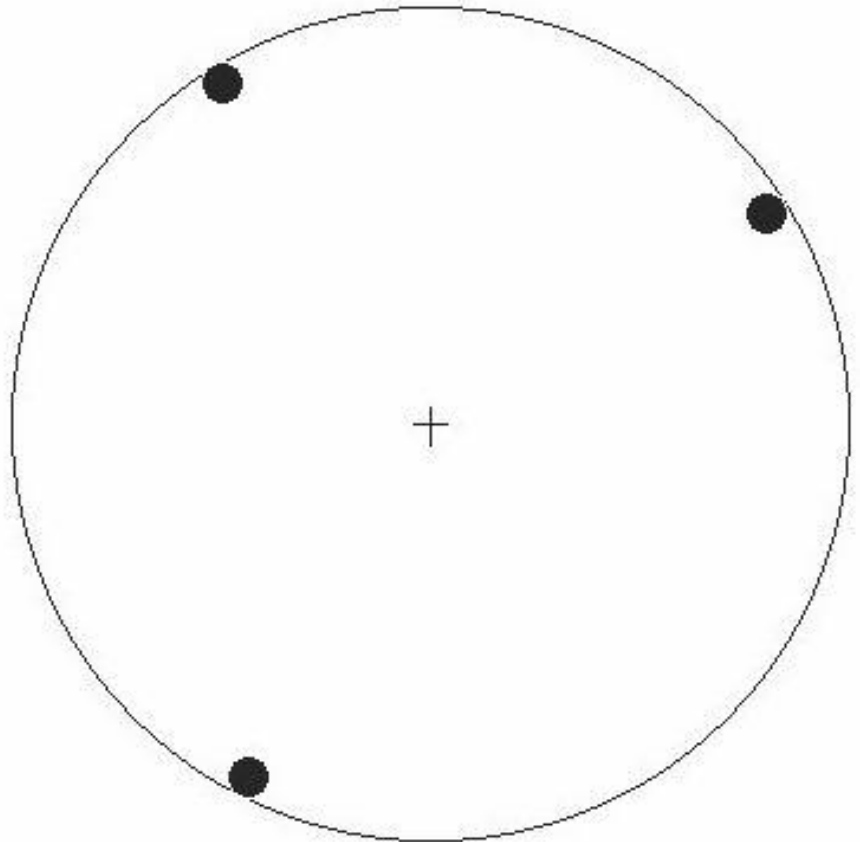


KMT2 – Méréstechnikai problémák

Körmérés

Körmérés kis pontszámmal:

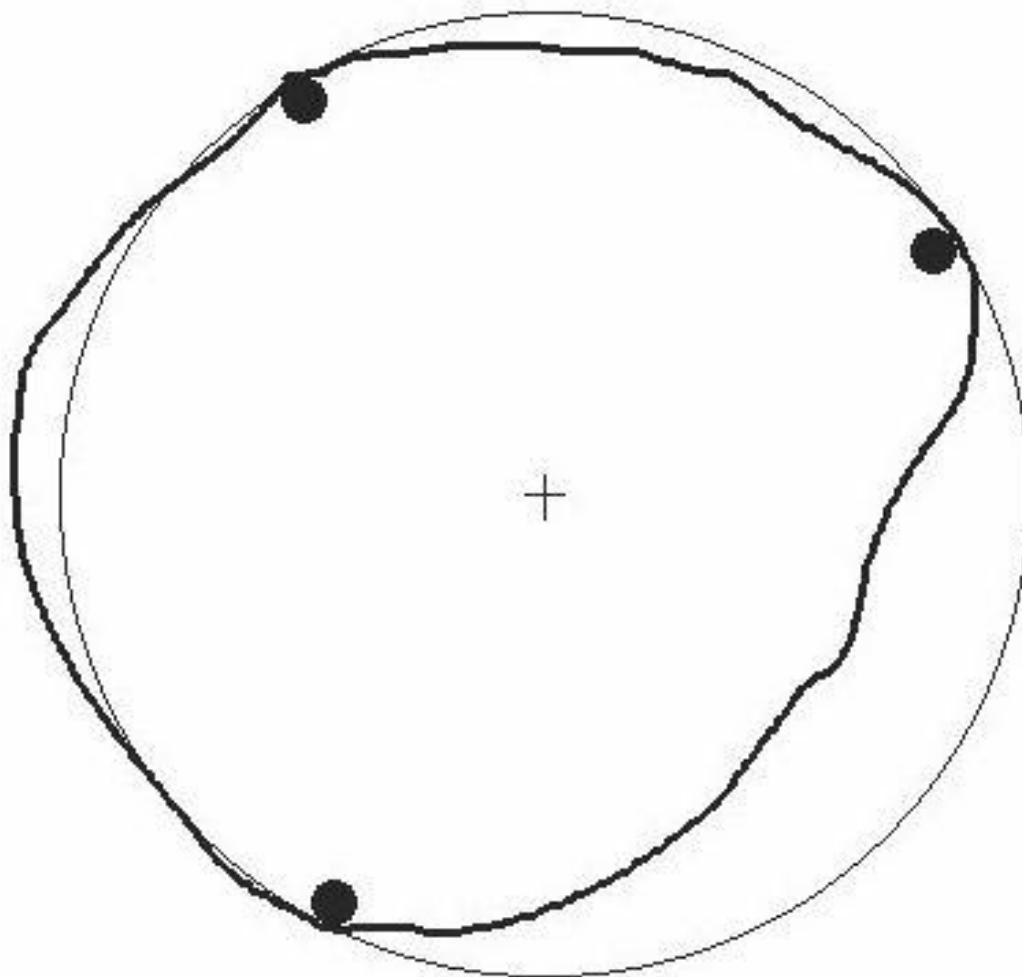
Az ideális kör „definíciója”:



KMT2 – Méréstechnikai problémák

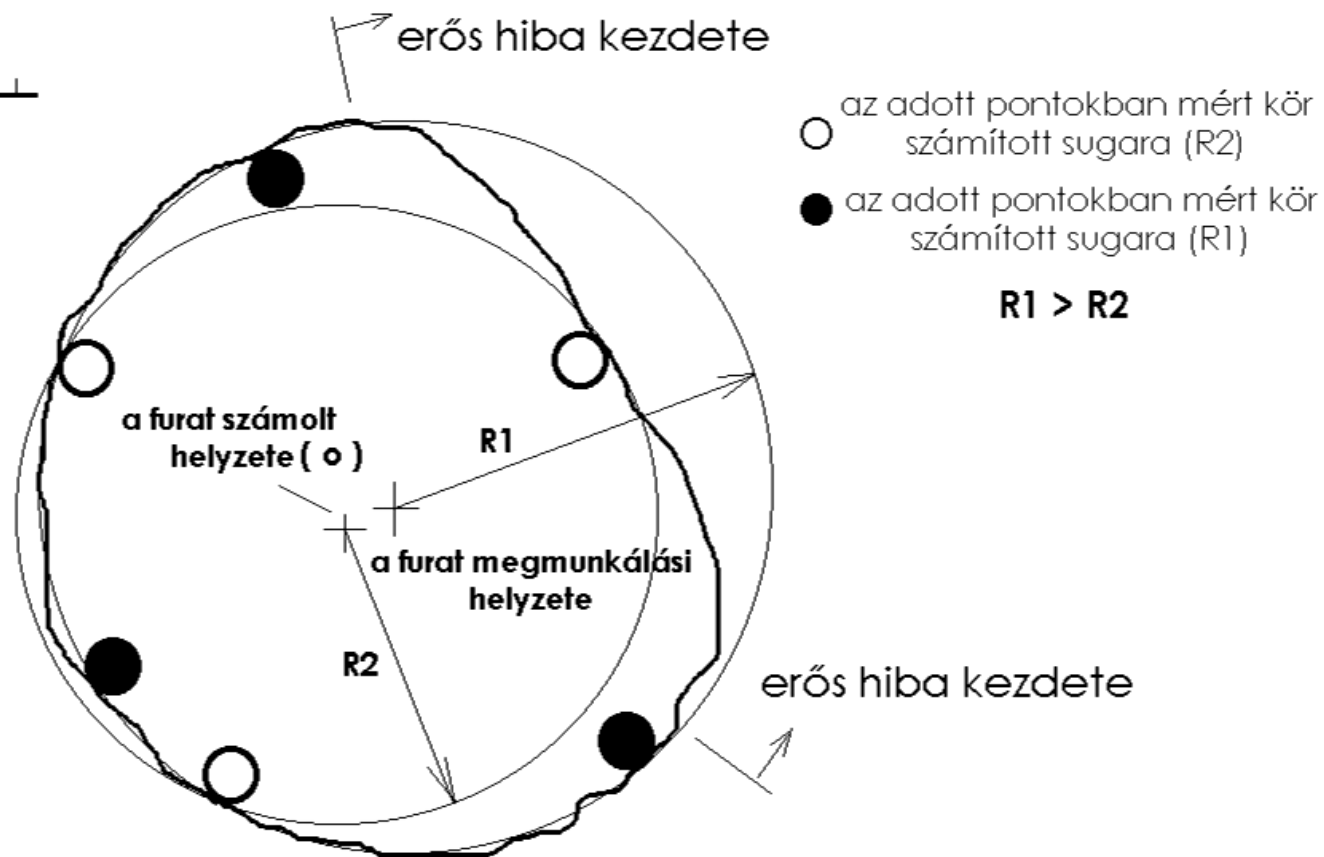
Körmérés

A valóságos kör:



KMT2 - Körmérés kis pontszámmal

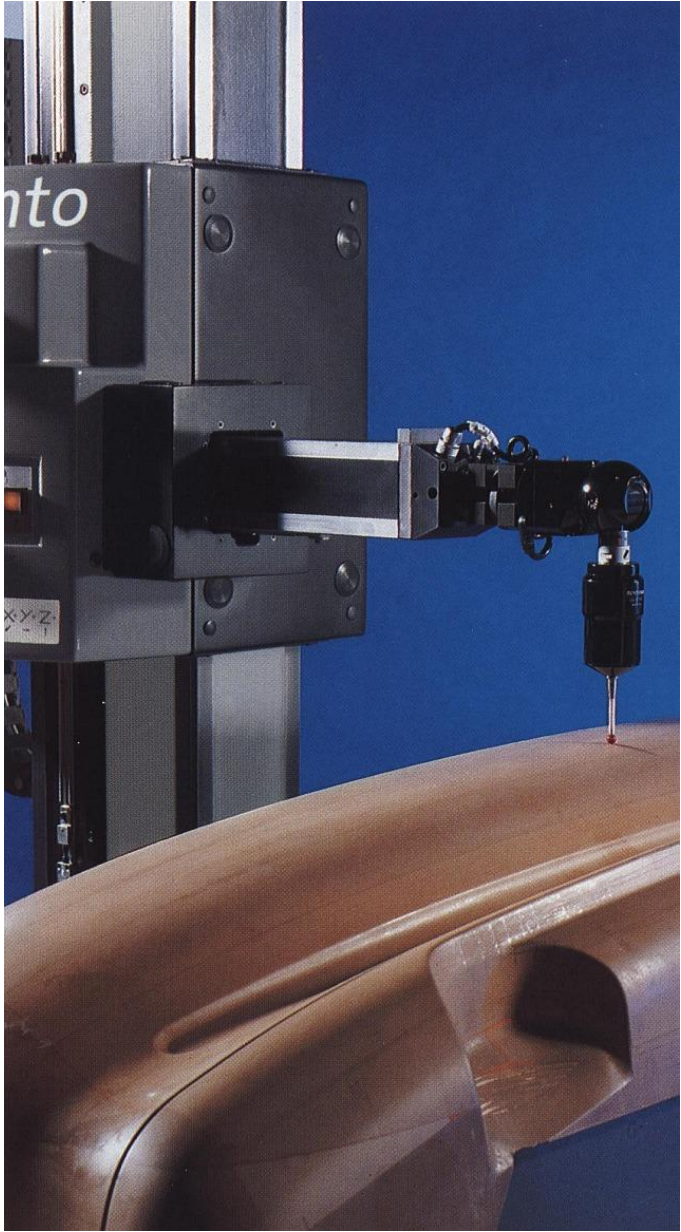
0,01



Szabaddfelületek mérése

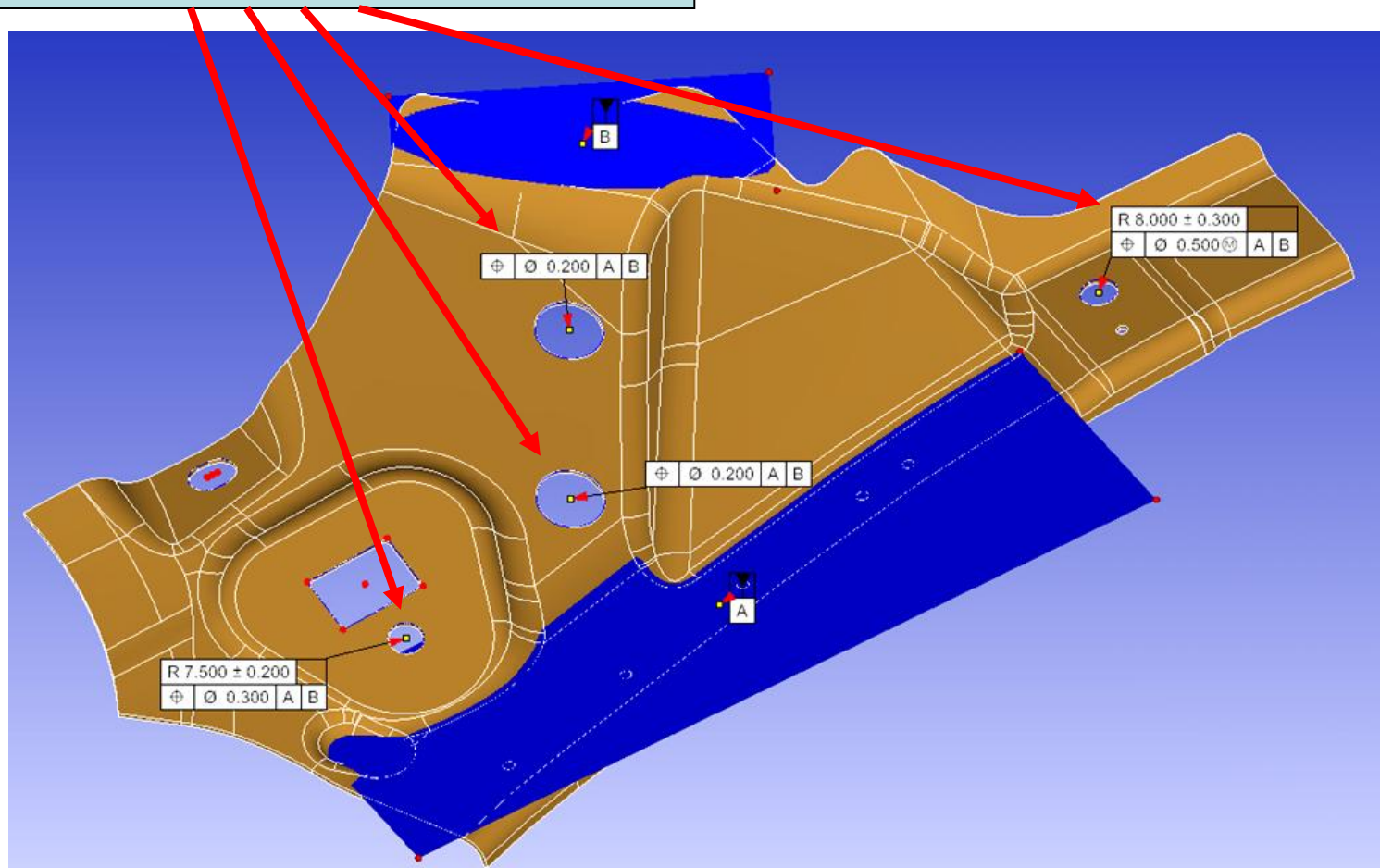
Stratégiák

- Pontfelhős – érintés nélküli mérőfejjel
- Felületfoltos (Bezier-felület)
- „Szeletelős” módszer (párhuzamos görbékkel)



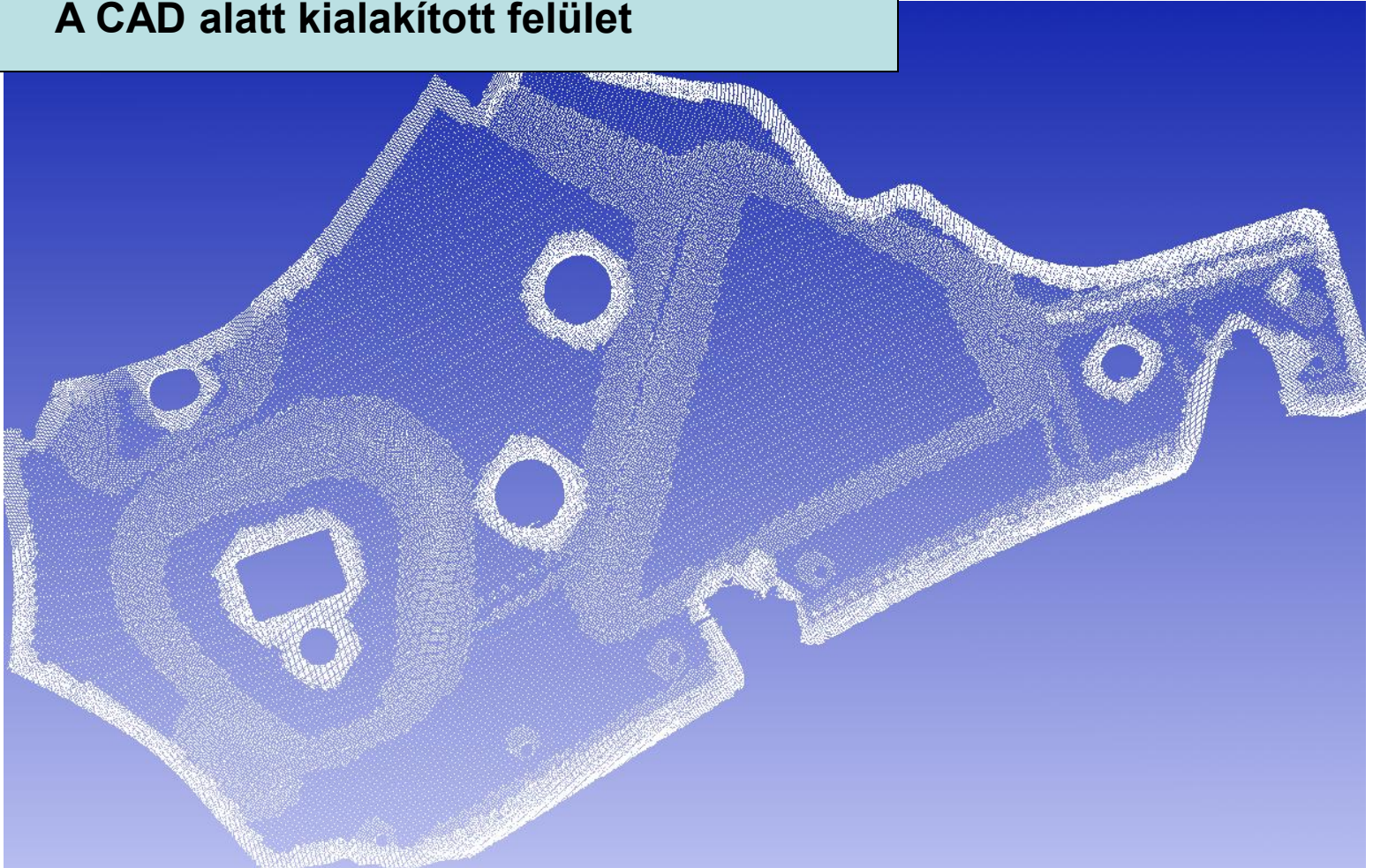
Lemez mérés folyamata

Mérésre külön kijelölt geometriai elemek
tűréstechnikai jellemzőkkel



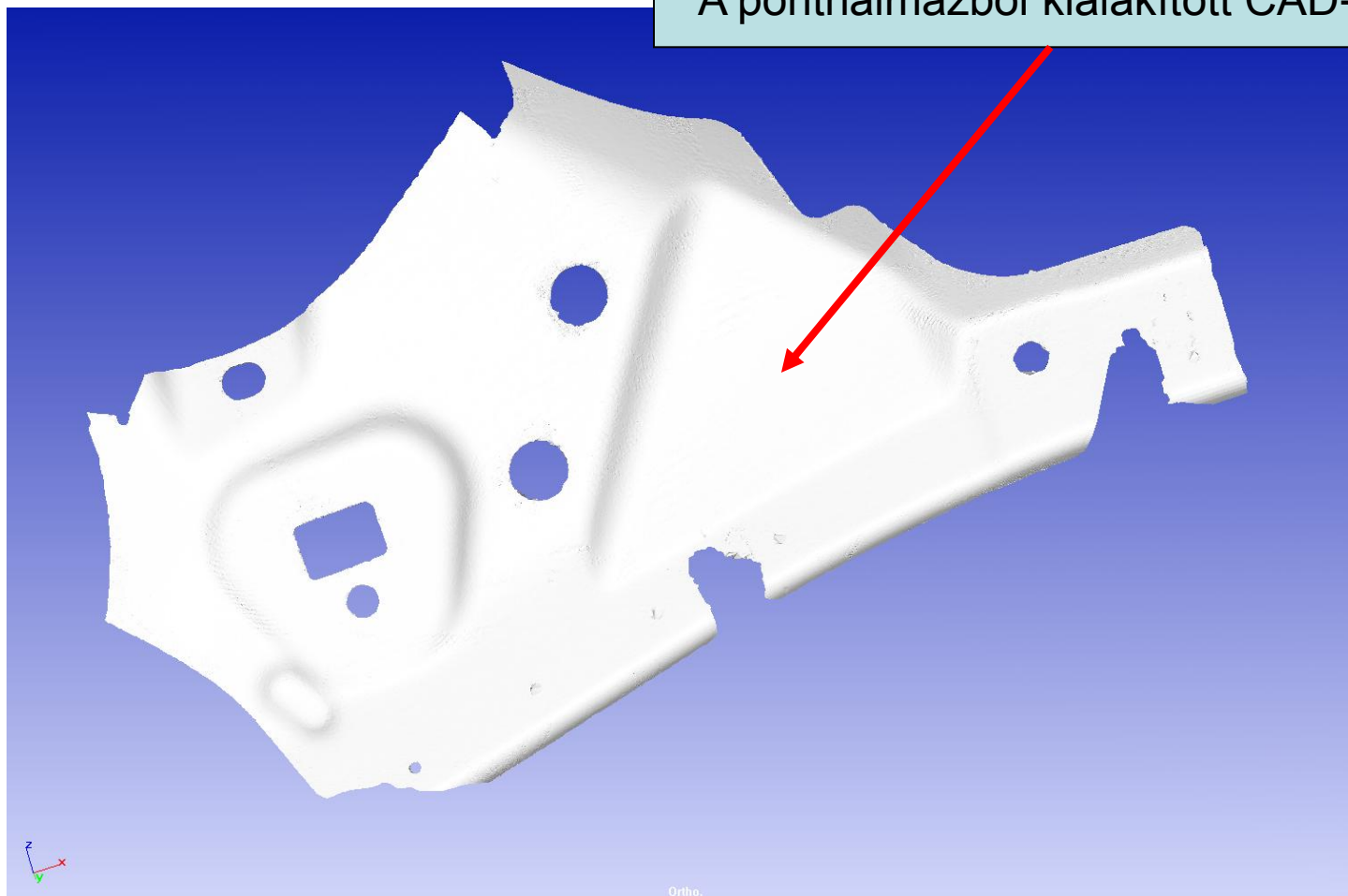
Lemez mérés folyamata

**A mérés (felvett görbék, pontthalmazok) adathalmazából
A CAD alatt kialakított felület**



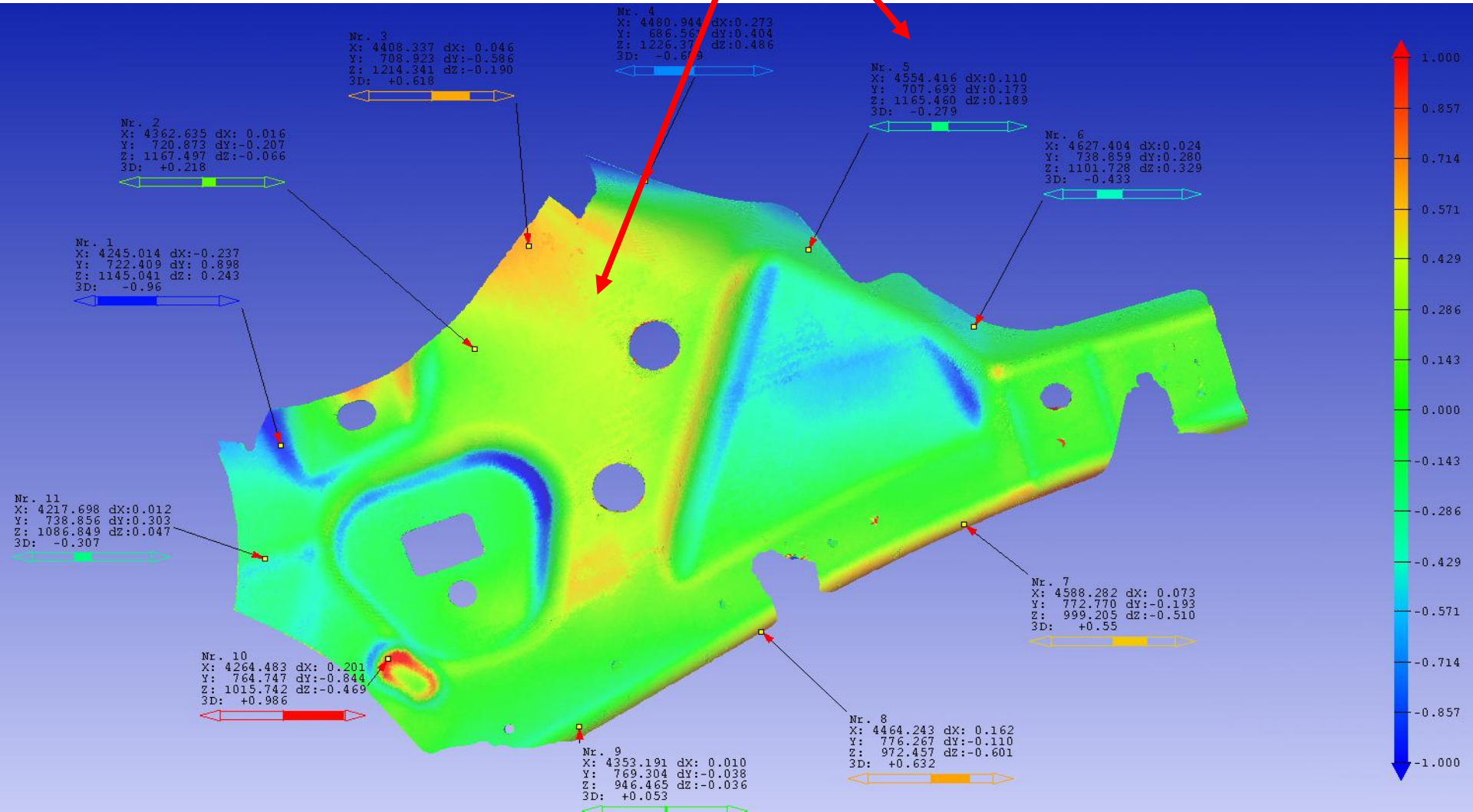
A lemezmérés folyamata

A ponthalmazból kialakított CAD-felület

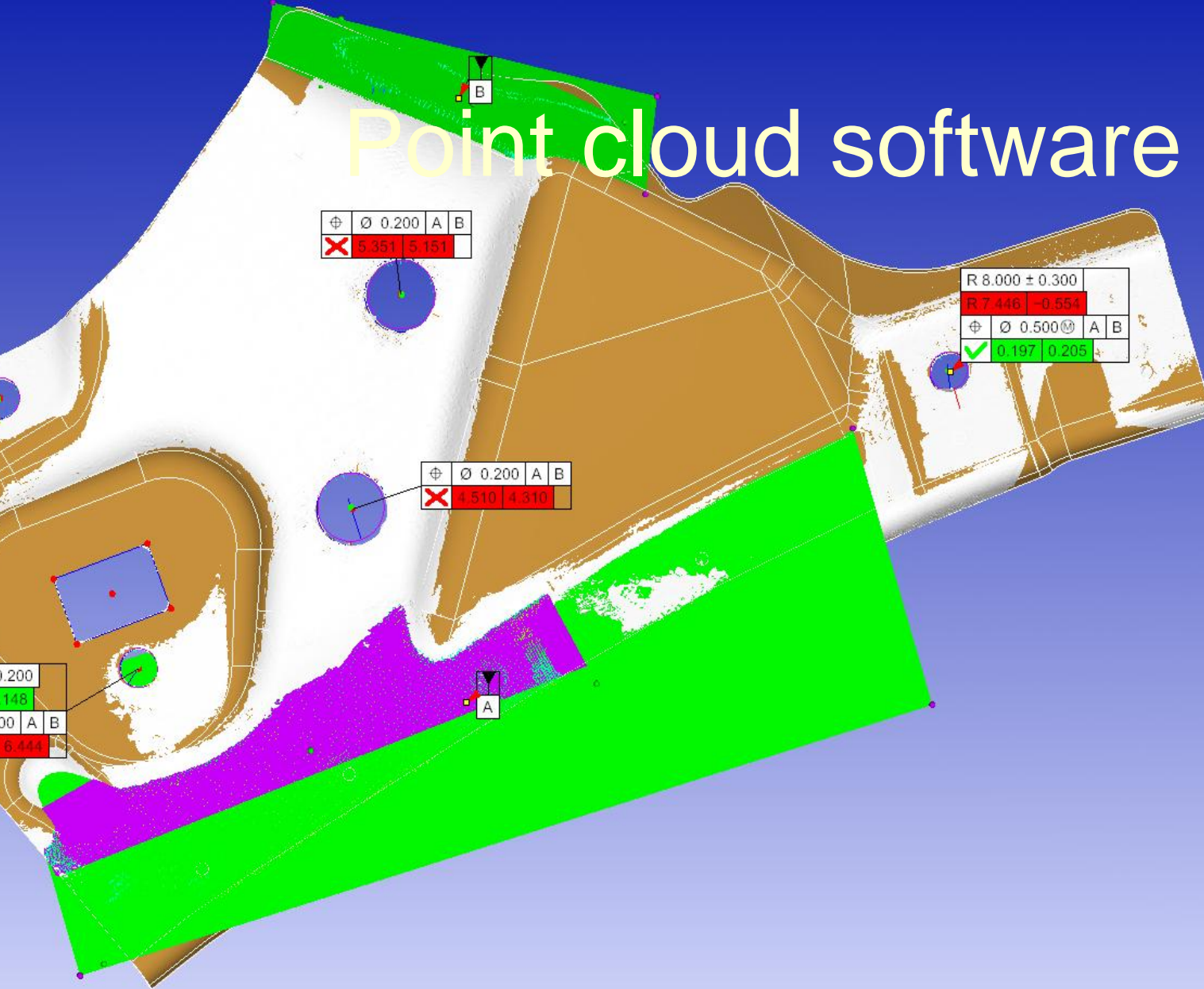


A lemezmérés folyamata

- ## Eltérés-jelentés:
- Grafikusan az egész felületre
 - eltérés egy adott pontban számszerű értékkel



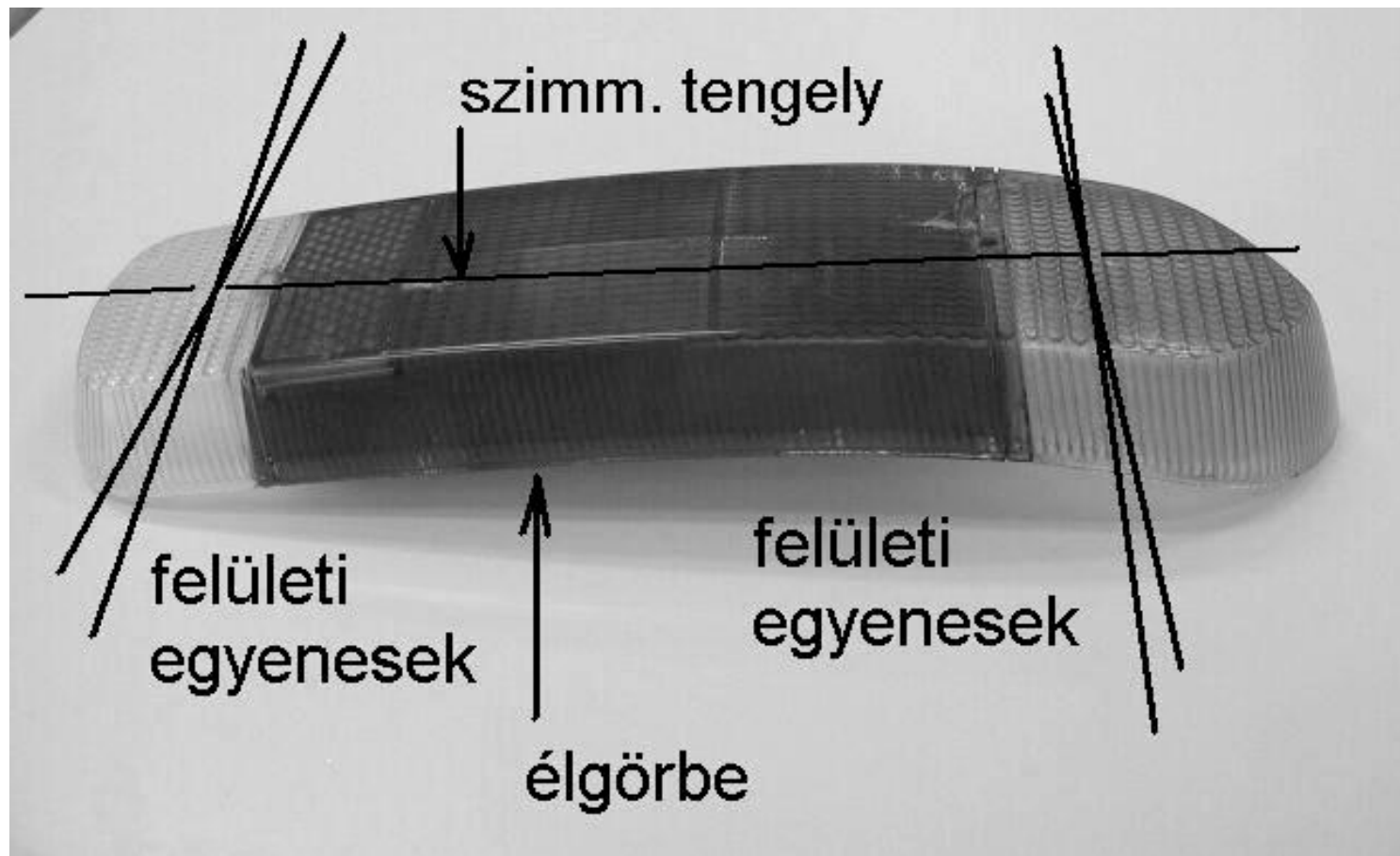
Point cloud software



Ortho.

KMT2 – Felületmérési stratégiák

Egyszerű módszer: felületmérés egyszerű geometriai elemek alkalmazásával:



Mérés koordináta mérőgépen
A mérés, mint folyamat

A mérés folyamata

Előkészítés

Mérés

Kiértékelés

A mérés, mint folyamat



A MÉRÉS ELŐKÉSZÍTÉSE

Koordináta rendszer megállapítása

Felfogási- és készülékterv

Tapintók összeállítása

(A tapintók összekalibrálása)

Ütközésellenőrzés

A DARAB MÉRÉSE

A lépések megtervezése

A programíráshoz

Kézi mérés v. tanulóprogramozás

Lefutásszimuláció

Programfuttatás

A MÉRÉSI EREDMÉNYEK FELDOLGOZÁSA

Sorrendi lista, archiválás, belső továbbítás (CAD, folyamatfelügyelet, minőségbiztosítás),

Vevői formátumok, jegyzőkönyvek, bizonylatok



A mérés előkészítése

- A feladat elemzése
- A dokumentáció tanulmányozása
(koordináta rendszer megállapítása, a felfogási terv elkészítése, a tapintóigény megállapítása, az elemek mérési sorrendjének a megállapítása)
- A szükséges tapintók összeállítása
- A felfogókészülékkel kapcsolatos teendők
- A TAPINTÓK ÖSSZEKALIBRÁLÁSA

A mérés

A munkadarab elhelyezése
A koordinátarendszer felvétele
A mérőprogram elkészítése:
pl. tanulóprogramozás
vagy kézi mérés
Programfuttatás

Kiértékelés

A mért adatok nyomtatott listája

Arhiválás

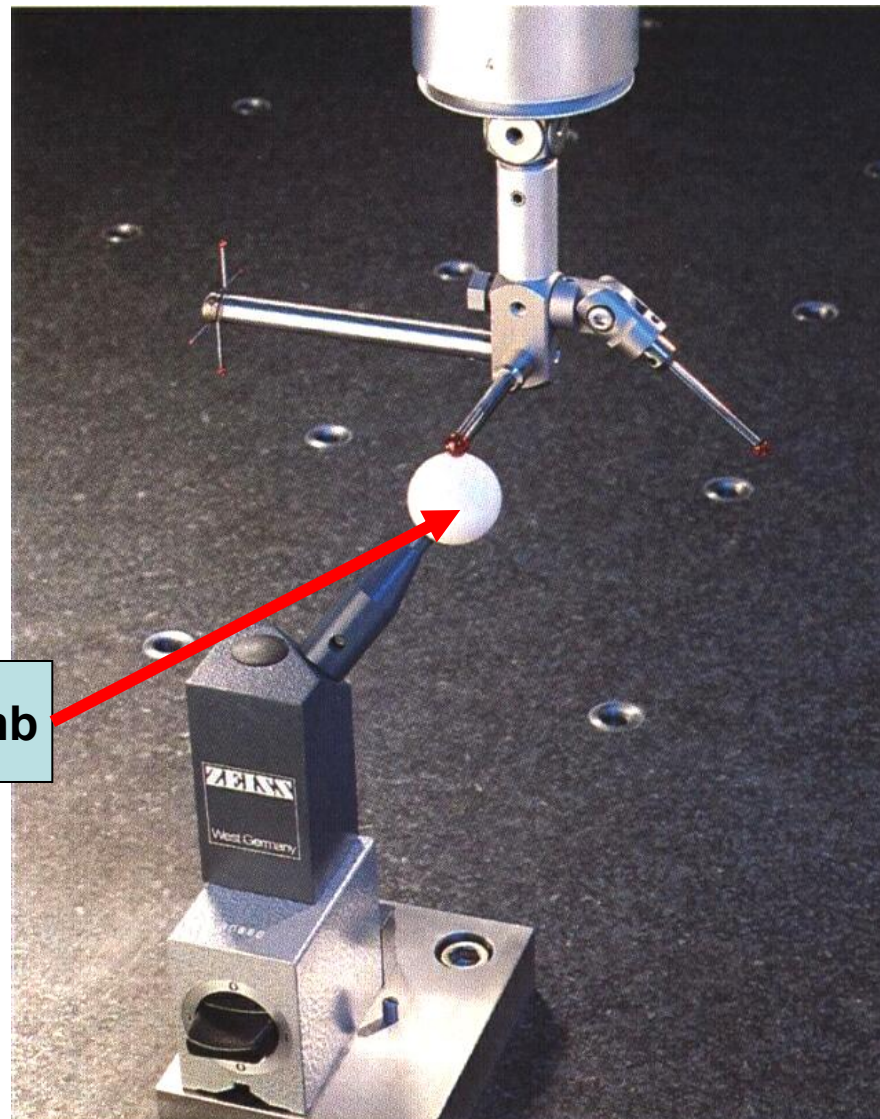
Az adatok grafikus és statisztikai feldolgozása

Adatkonvertálás a MEGRENDELŐ formátumban

Az adatok konvertálása, továbbítása a vállalat munkafolyamat-kapcsolati rendszerében (CAD tervezők, CNC programozók, CAQ)

A tapintók
összekalibrálása,
a referenciatapintó

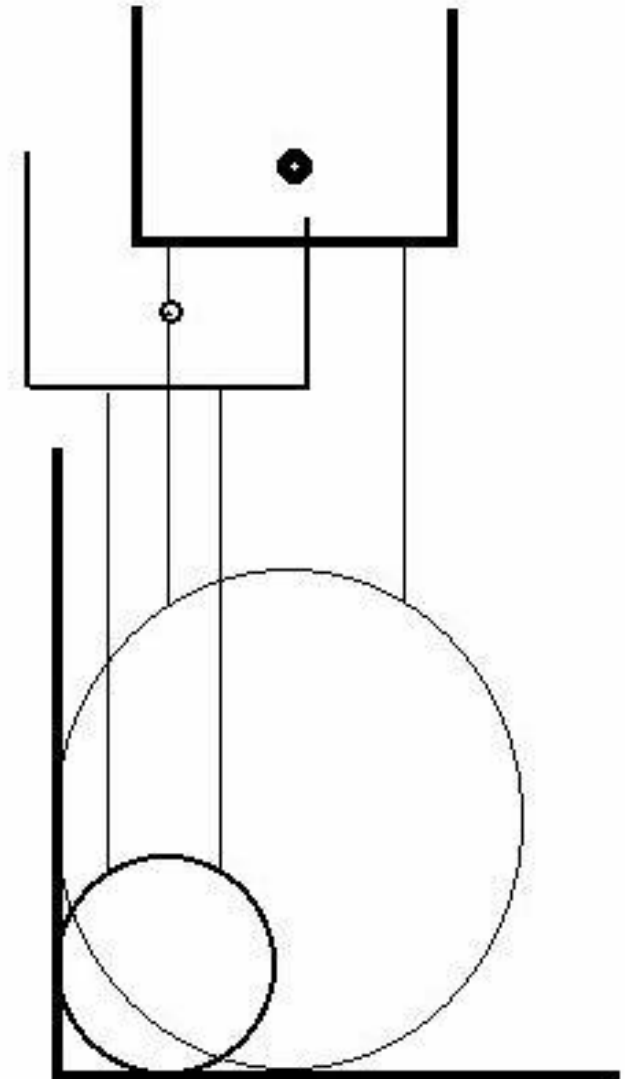
Nagy pontosságú kalibráló gömb



KMT2 - Tapintómanagement

A különböző méretű,
összekalibrált tapintók
ugyanazt a méretet
adják:

*A mérőfej pozíciója a
kétféle -
összekalibrált
tapintónál más és
más.*



A munkadarab koordináta rendszer FELVÉTELE

- felvétel a darabról (*az esetek döntő többségében*)
- a készülék be van állítva (referenciapontokat tartalmaz)
- a készüléket a mérőgépen állítják be

A koordináta mérőgép programrendszerei

A programozható mérőgépek programozása a következőképp történhet:

- a „klasszikus”, a CNC szerszámgépeknél ismert módszerrel
- ún. tanulóprogramozással.

A **klasszikus programozást** akkor használnak, amikor a programozás a CAD modell virtuális terében történik. Ehhez rendelkezésre kell állnia a CAD modellnek és a tapintó adatoknak.

A **tanulóprogramozás** a fizikálisan létező darab olyan mérése, amikor a számítógép a mérés egyes lépéseit megjegyzi és programmá fűzi össze. A program a következő ugyanilyen darabnál már futtatható.

KMT programozása

A mérőprogramokat a következő csoportokba sorolhatjuk:

Egyszerű, rutinhívó programok

Ezen nem csak kézi mozgatású mérőgépek kiszolgálására alkalmasak, hanem pl. mérőprojektorokhoz, magasságmérőkhöz, mikroszkópokhoz is használhatják.

Modellkezelésre alkalmas mérőprogramok

Tanulóprogramozásra alkalmas mérőprogramok

A klasszikus programozást (CAD mérőprogram) nem minden mérőprogram biztosítja, viszont a tanulóprogramozás minden mérőprogram része.

KMG programozása

A programok felépítése modul rendszerű.

A modulrendszer részei:

A munkadarabokhoz készült/készítendő mérőprogramok file-managementje.

A tapintó management (tapintódefiniálás, arhiválás, tapintóbemérés kezelői felületei).

A koordináta-rendszer management kezelői felületei.

Dokumentálás management kezelői felületei (jegyzőkönyv és adatkimenet formátumok kezelése, definiálása).

Mérőmodulok (alapprogram és opciók) kezelői felületei.

Egy mérőprogram legalább egy alap mérőprogramból áll, mely tovább opciókkal (modulokkal) bővíthető. További opciók: Szabadformájú felületek mérése, digitalizáló modul fogaskerékmérő modul, statisztikai feldolgozó modul stb. Az alap mérőprogram – a legtöbb esetben – csak egyszerű geometriai elemekből felépülő testek mérésére alkalmas.

A koordináta mérőgép készülékezése

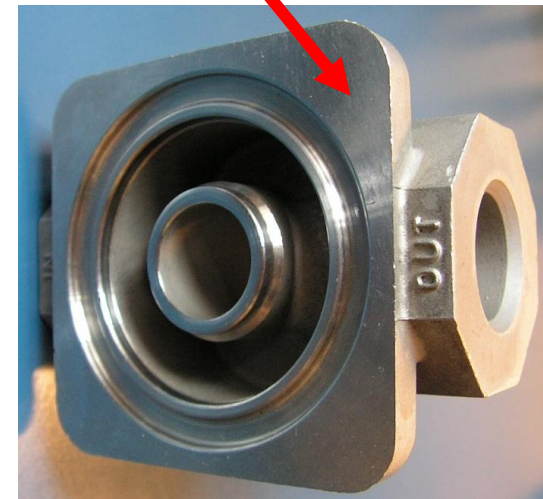
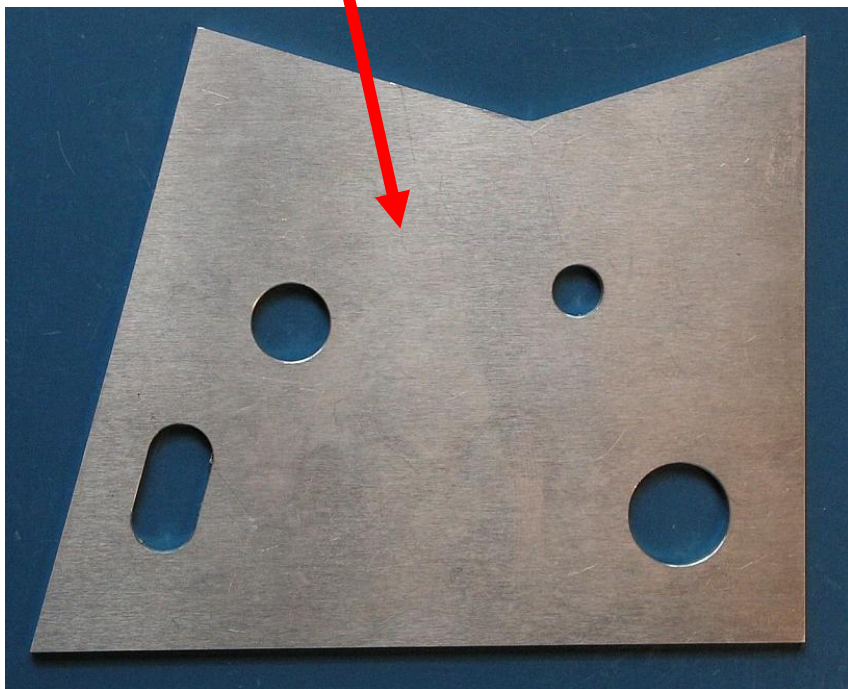
A munkadarabok – kialakításuk szerint – lehetnek

- kvázi síkidomok
- geometriai elem alapú test (elemi testek kombinációja)
- szabad felület határolta testek
- az utóbbi kettő kombinációja

KMG készülékezése

**Kétdimenziós alkatrész
(a vastagságot nem mérjük)**

**Egyszerű geometriai elemekből
álló munkadarab**



**Szabaddfelületet tartalmazó
munkadarab**



A készülékek kialakításuk szerint lehetnek:

1. Az adott feladathoz specializált (tervezett és legyártott) készülék.
2. Egyetemesen összeállítható (modul) készülékrendszer.

Sík felülettel is rendelkező, nagyobb méretű/súlyú munkadarabokhoz sok esetben nem is kell készülék

A készülékkel szemben támasztott követelmények:

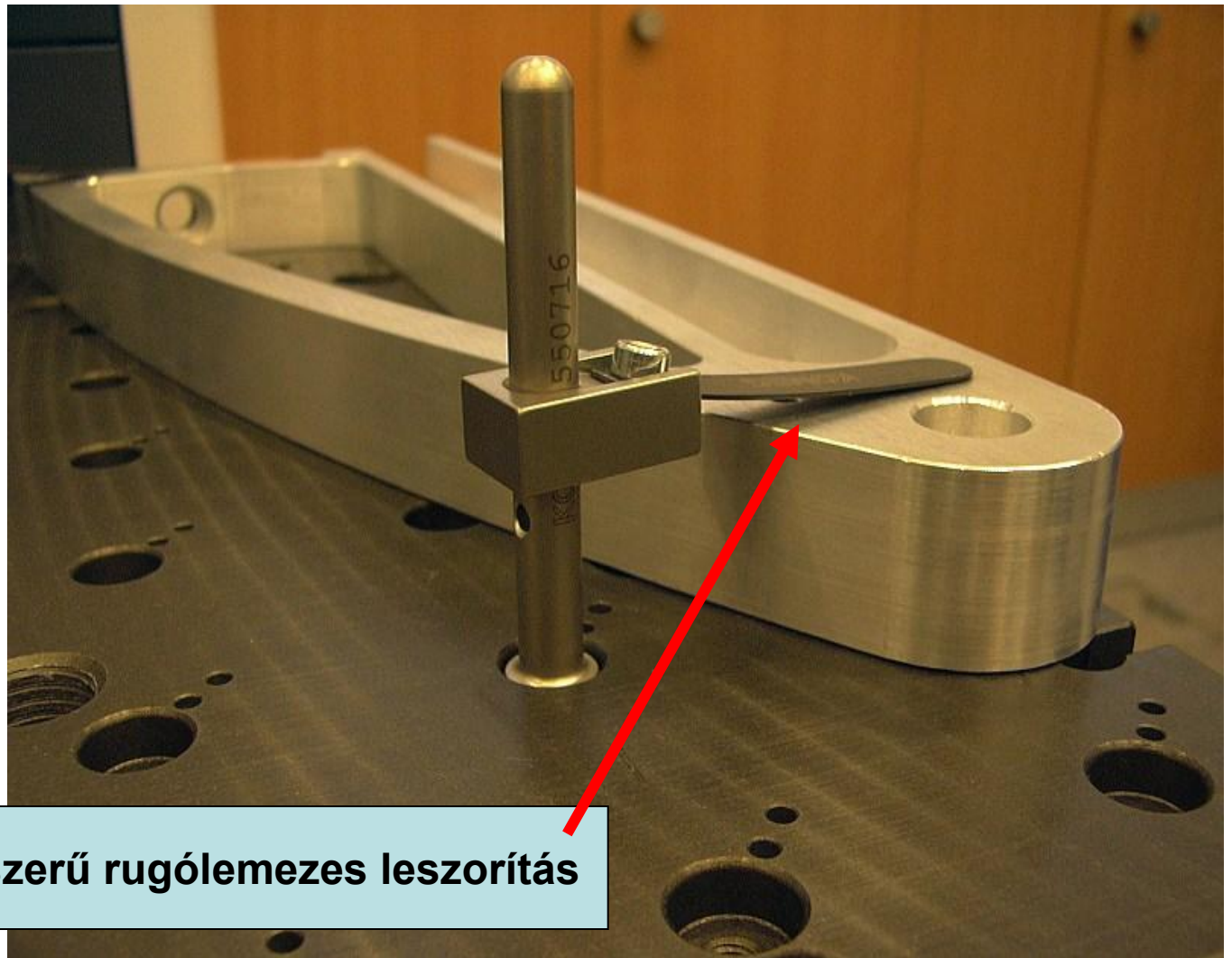
- Teljesítse a mérendő felületekhez a tapintóval való **hozzáférhetőséget**.
- Elégítse ki a **hatpontszabály** követelményeit.
- Teljesítse a mérés egyéb kritériumait.

FONTOS:

A készülékek lényegesen karcsúbbak lehetnek a forgácsoláshoz használt készülékeknél.

A mérőgép készülékezése

Példa egy
mérendő
alkatrész
rögzítésére:

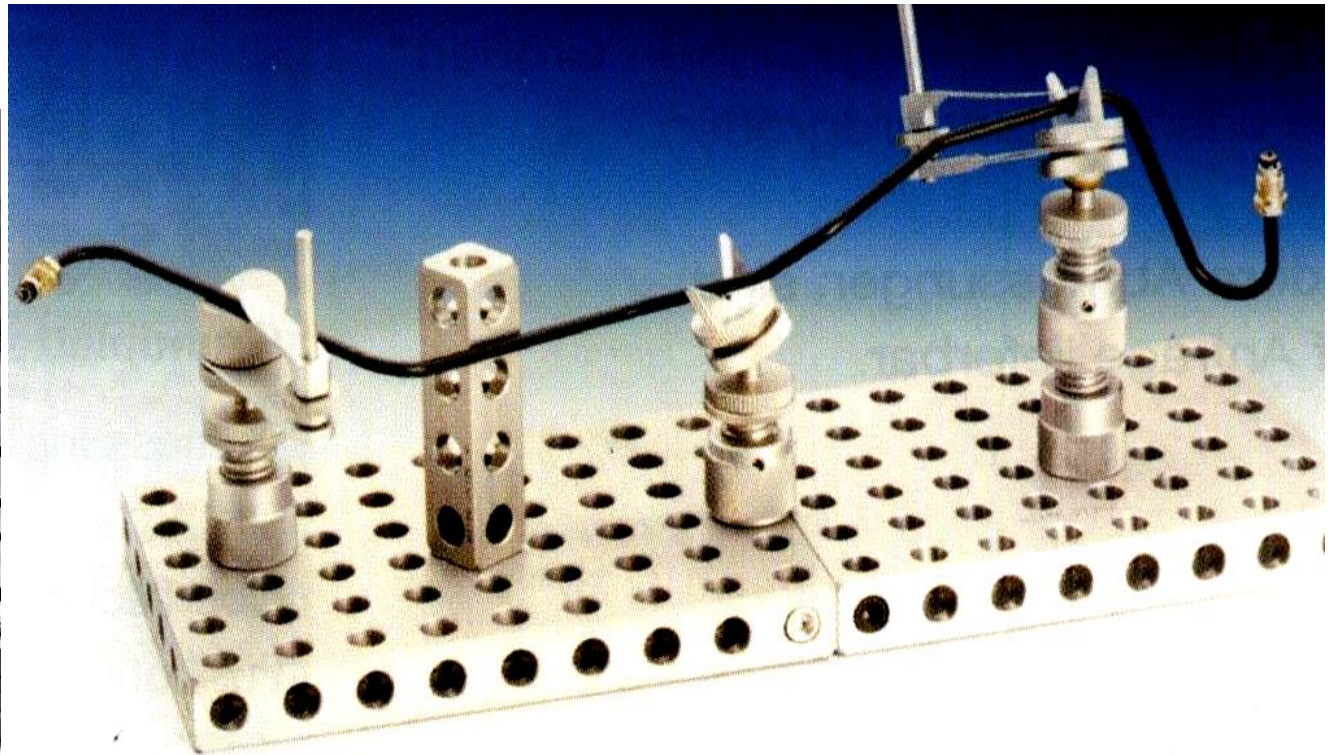
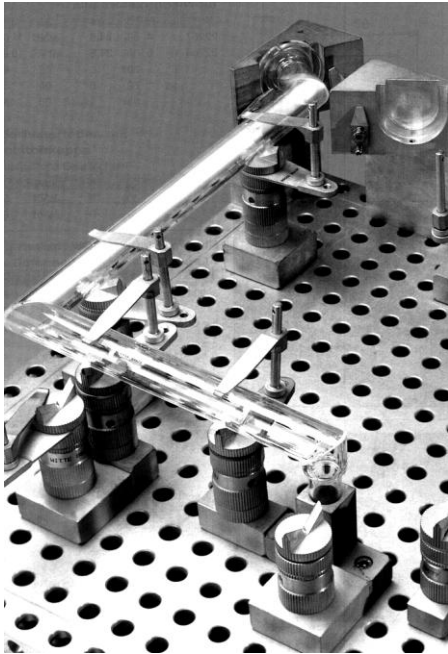


Egyszerű rugólemezes leszorítás

KMG készülékezése

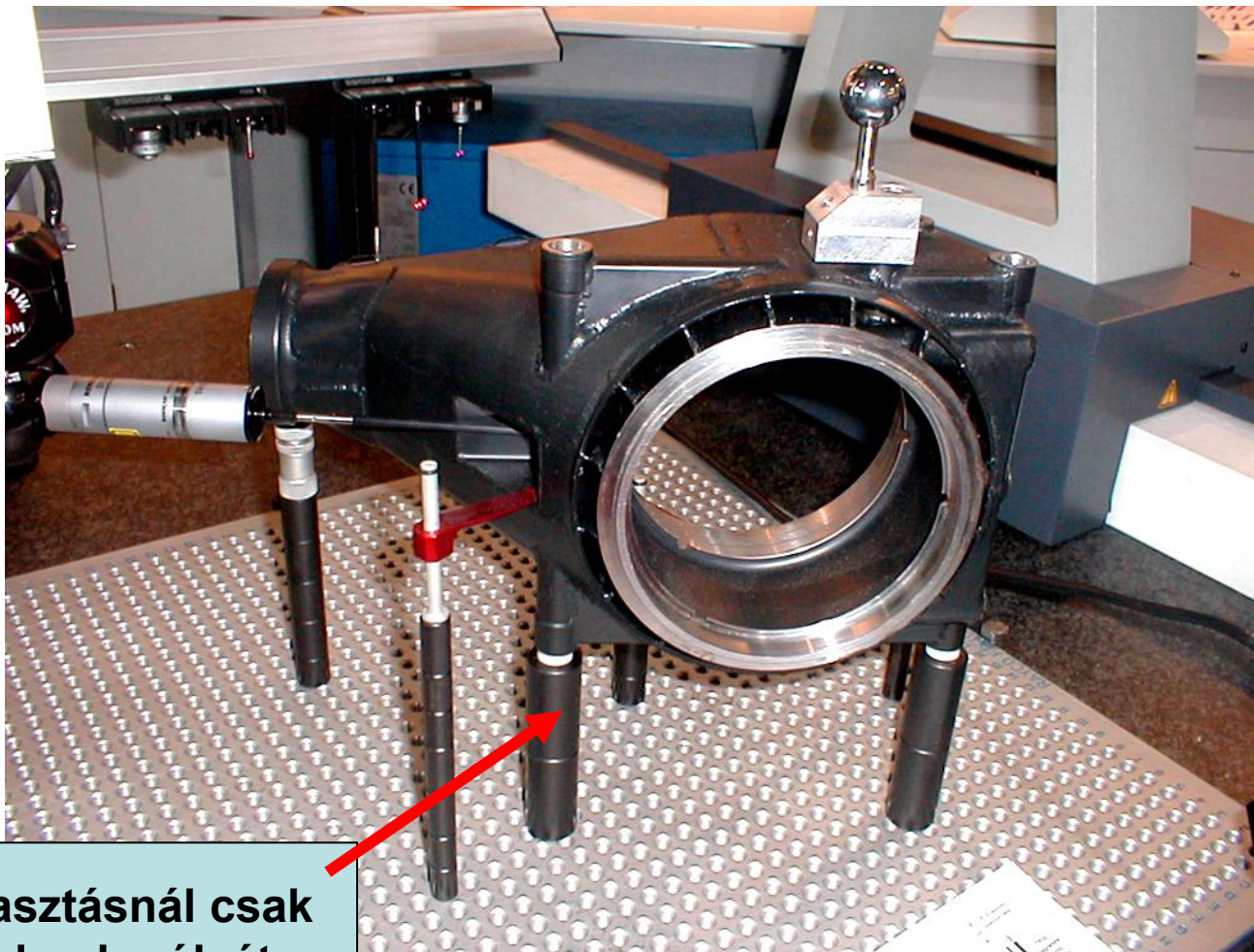
Többszörösen hajlított csőjellegű
alkatrészek mérése modul készülék-
rendszerben

KMG
készülékezése



KMG készülékezése

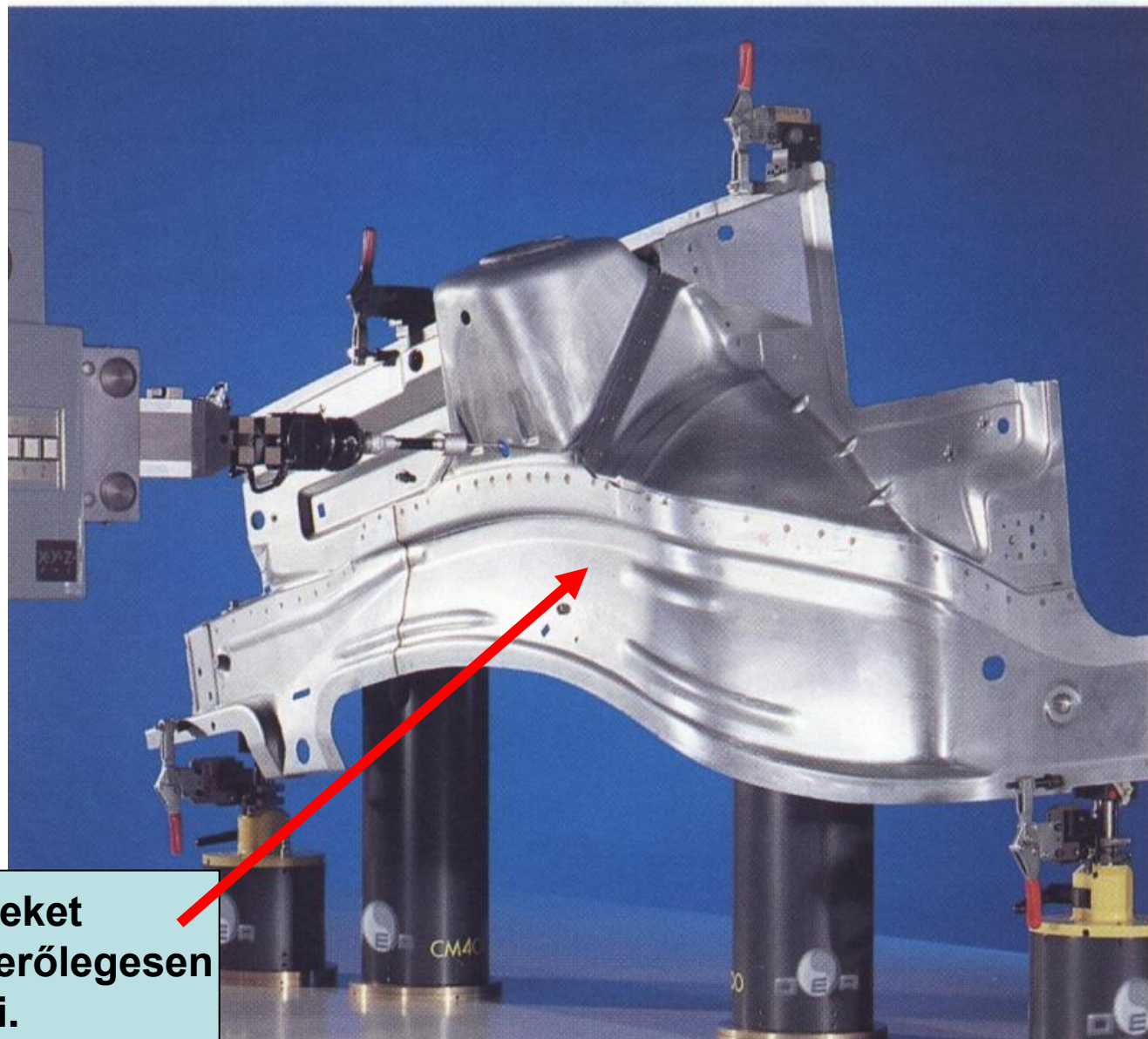
A hozzáférhetőséget jól kielégítő készülék



Az alátámasztásnál csak a munkadarab súlyát kell figyelembe venni.

KMG készülékezése

Szabálytalan alakú lemez készülékezése és mérése.

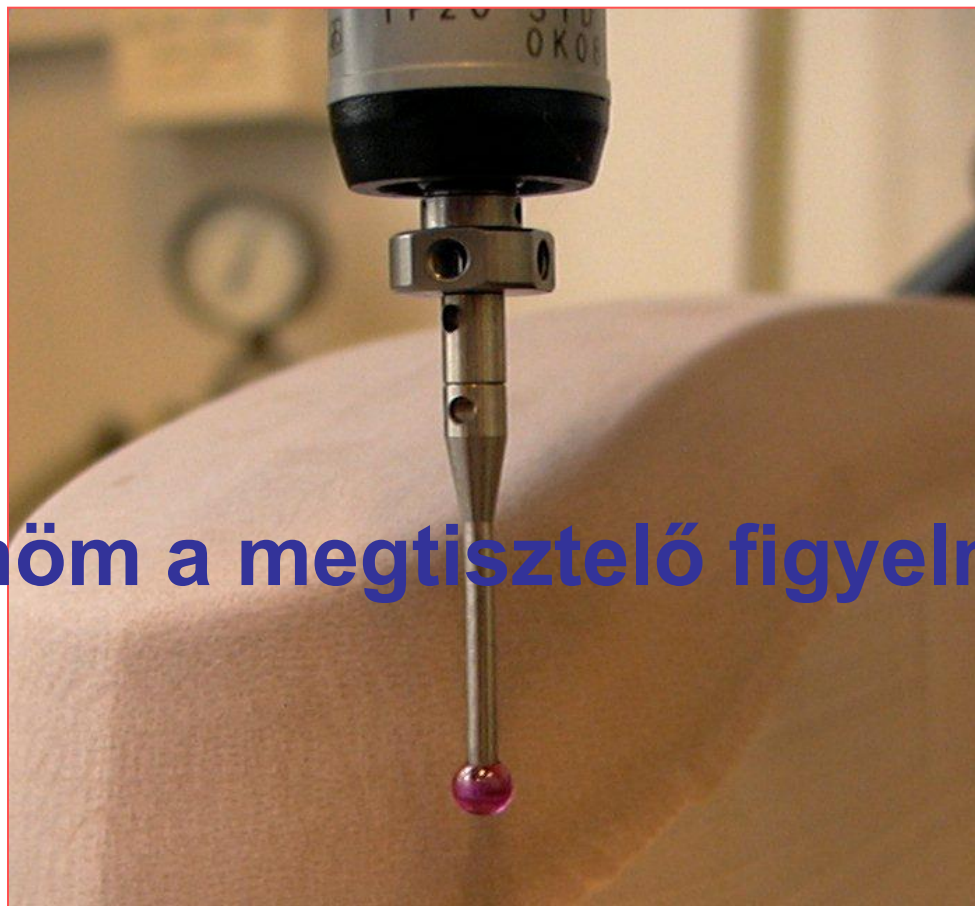


A lemezalkatrészeket a tapintószár-irányra merőlegesen kell elhelyezni.

KMG készülékezés

A hozzáférhetőség miatt az esetlegesen szükséges dőlésszöget a modulrendszer jól ki tudja elégíteni.





Köszönöm a megtisztelő figyelmüket !