



Földi László

Szögmérések, külső- és belső kúpos felületek mérése

NSZFI
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI
ÉS FELNŐTTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:

Általános anyagvizsgálatok és geometriai mérések

A követelménymodul száma: 0225-06 A tartomelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-014-12

SZÖGMÉRÉSEK, KÜLSŐ- ÉS BELSŐ KÚPOS FELÜLETEK MÉRÉSE

ESETFELVETÉS–MUNKAHELYZET

A hosszúság jellegű méretek a munkadarabok geometriájának csak egy részét teszik ki. Sok olyan alkatrész létezik, amelyik nem csak egymásra merőleges, illetve egymással párhuzamos felületekkel rendelkezik. Az ilyen darabok szögbe hajló felületeinek ellenőrzésekor nem csak a hosszúság és a helyzet érdekes, hanem egy meghatározó – bázis jellegű – felülettel bezárt szög is.

A kúp, mint a szögbe hajló felületek speciális esete külön érdekességet képvisel. A forgástest alkotóinak hajlásszögét csak a tengelysík alkotói között lehet pontosan mérni, ezek az alkotók pedig nem határozott élek, amelyeknek neki lehet fektetni a mérőeszközt. Még izgalmasabb a kúpos furatok esete, hiszen a furatba nem lehet belátni, így nem lehet érzékelni azt sem, hogy hol fekszik fel a mérőeszköz.

A szögben hajló felületekkel rendelkező alkatrészpárok megfelelő illeszkedéséhez pontos szögméretre van szükség. Ha az összetartozó felületek nem megfelelő szögben érintkeznek, akkor a felfekvés nem felületen, hanem csak élen történik, és ez nem megfelelő működéshez vezet.

Főleg szerszámgépek beállításánál fontos a vízszintesség, illetve vízszintestől való eltérés megállapítása. A gépek helyes működésének elengedhetetlen feltétele, hogy vízszintbe legyenek állítva. Ez a munkahelyzet is a szögmérések témájába tartozik.

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

A SZÖGMÉRÉS ÉS ESZKÖZEI

A szöget a műszaki gyakorlatban két anyagi felület vagy két él testesíti meg, és ebbe a kategóriába tartozik még a lejtésmérés is. A szöget a gépészetben fokban mérjük. Egy fok a kör teljes körívéhez tartozó középponti szög 360-ad része, vagyis a teljes szög: 360° . Jellegzetes szögek:

- egyenes szög: 180° , a két szögszár egy egyenesbe esik,
- derékszög: 90° , a két szögszár merőleges egymásra,

- mellékszög: az a szög, amely a párját 180° -ra egészíti ki,
- pótszög: az a szög, amely a párját 90° -ra egészíti ki.

A szögek mérésére szolgáló eszközök fajtái:

- szögmértékek,
- mechanikus szögmérők,
- mechanikus szögmérők optikai nagyítással,
- közvetett eljárással mérő szögmérők,
- optikai elvű szögmérők,
- szintezők.

1. Szögmértékek

A szögmértékek egyetlen szögméretet megtestesítő mérőeszközök. Segítségükkel egy-egy konkrét szög ellenőrizhető le, illetve – a mérőhasábokhoz hasonlóan – egy meghatározott szög állítható össze. Fajtái:

- szögmérő testek
- szögmérő lapok

Szögmérő testek

A legegyszerűbb szögmérési módszer, hogy a "pontos" szöget megtestesítő szögmérő testtel hasonlítjuk össze a mérendő szöget. A gépészetben leggyakrabban előforduló szögértékekhez készítenek ilyen mérőeszközöket. Ezek:

- 0° , 30° , 45° , 60° , 90° , 120°

A felsoroltak közül is a derékszögeket használják a leggyakrabban. Különböző kivitelben készülnek, a következő ábrán ezek közül látható néhány darab.



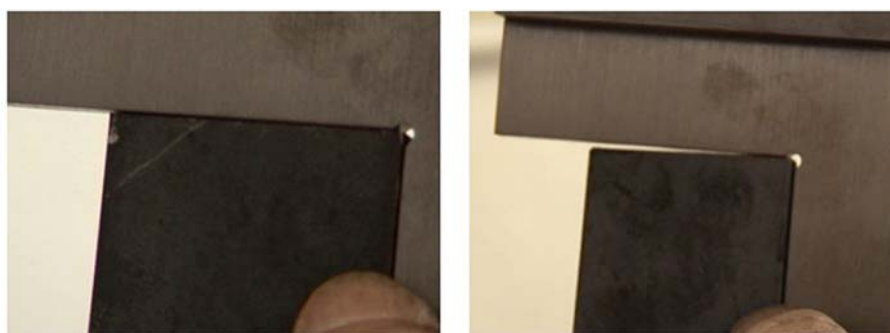
1. ábra. Lapos-, talpas- valamint él-derékszög¹

Alkalmazási terület:

A lapos derékszöget ütköztetés nélküli ellenőrzéseknél alkalmazzuk. A talpas derékszög talp kiképzése stabil ütköztetést, megvezetést biztosít, így előrajzolásnál merőleges felületek határoló vonalának kijelöléséhez a leggyakrabban alkalmazott eszköz. Az él-derékszög a finomra köszörült éleinek köszönhetően a merőlegesség ellenőrzése mellett egyenesség ellenőrzésére is alkalmas.

A derékszögek alkalmazása:

A derékszögek a felfektetés irányától függően egyaránt alkalmasak külső és belső szögek ellenőrzésére. A munkadarabot a derékszög szárai közé helyezve és fény felé fordítva vizsgáljuk. Amennyiben a darab és derékszög között növekvő fényrész látható, úgy a két felület nem merőleges egymásra. Ha a derékszög csúcsa felé nő a fényrész, akkor tompaszögű, ha a csúcs felől nő a fényrész, akkor hegyesszögű a darab.



2. ábra. Jó és rossz munkadarab látványa ellenőrzéskor²

¹ MITUTOYO H-14001 Mérőeszköz katalógus

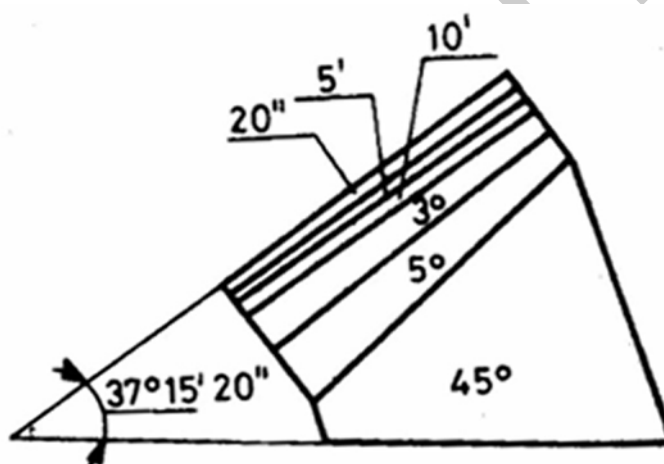
Szögmérő lapok

A szögmérő lapok a mérőhasábok szögmérésre alkalmas testvérei. Segítségükkel szögmérő-lap készletekből meghatározott pontossággal és tartományban minden szög összeállítható. Többféle készletben hozzák forgalomba. A 85 db-os készlettel 10° – 350° között 1'-es lépésközzel, a 14 db-os készlettel 0° – 90° között 10"-es lépésközzel állíthatók be szögek.

A 14 db-os készlet elemei:

- 20", 30"
- 1', 3', 5', 10', 25', 40'
- 1° , 3° , 5° , 15° , 30° , 45°

Használatakor ügyelni kell arra, hogy a szögmérő lapok kétféleképpen is összeilleszthetők. Egyik esetben növelik a szögértéket, ellenkezőleg fordítva pedig csökkentik azt. Példaként az ábrán a $37^{\circ}15'20''$ -es szög szögmérő lapokból történő összeállítása látható, a 14 db-os készlet segítségével.



3. ábra. A szögmérő lapok használata³

A szög kialakulása:

$$37^{\circ}15'20'' = 45^{\circ} - 5^{\circ} - 3^{\circ} + 10' + 5' + 20''$$

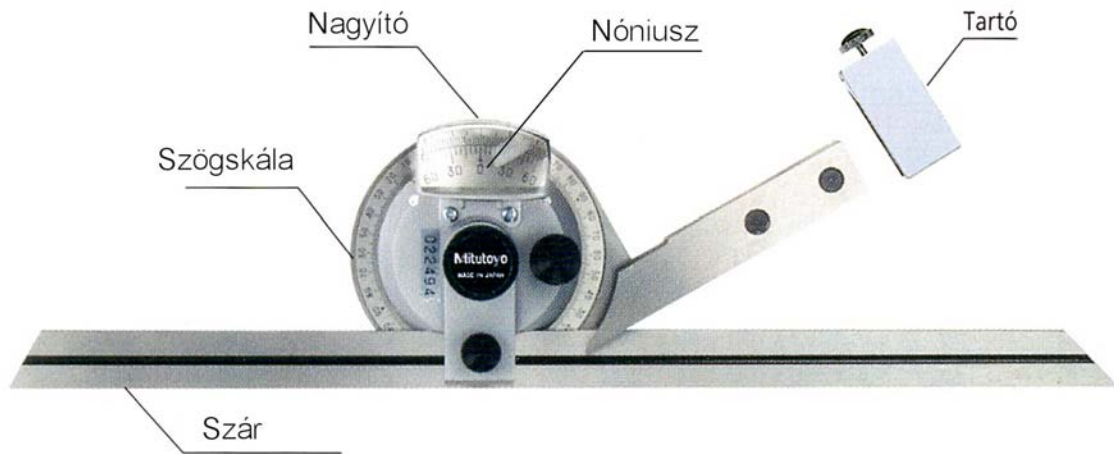
2. Mozgószáras szögmérők

A mozgószáras szögmérő többnyire sík felületek közötti szög mérésére alkalmas kézi mérőeszköz. Korlátozottan alkalmas külső kúpok kúpszögének mérésére is.

² <http://sdt.sulinet.hu/interaktiv/hegesztes/tananyag/page100854.html>

³ Dr Czinege Imréné – Kőrös Csaba – Vlasits Kálmán: Műszaki mérések ideiglenes tankönyv

A mozgószára szögmérő két szárának egymáshoz viszonyított elfordulását egy körtárcsa előtt elmozduló mutató jelzi. A tolómércehez hasonlóan a leolvasási pontosságot itt is nóniusz segítségével növelték meg. A szögmérő nóniuszán a nullától balra és jobbra $23^\circ - 23^\circ$ -ot osztanak 12 egyenlő részre. Így a két nóniusosztás közötti szögméret $23^\circ/12=1^\circ55'$. A leolvasási pontosság tehát: $5'$.



4. ábra. Mozgószáras szögmérő⁴

A leolvasás ugyanúgy történik, mint a tolómérce esetében. Meg kell keresni a nóniuszon az egész fokkal leginkább egybeeső osztást, és annak értékét hozzá kell adni az egész fokokhoz.

⁴ MITUTOYO H-14001 Mérészköz katalógus



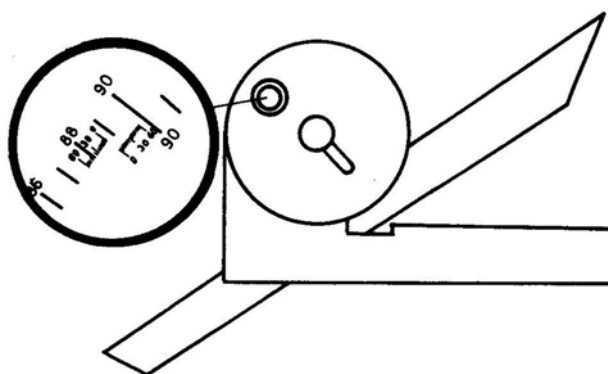
5. ábra. A mozgószáras szögmérő leolvasása⁵

Az 5. ábrán jól látható, hogy a nóniusz 0 osztása az 55° és az 56° között helyezkedik el, és a $45'$ -nek megfelelő nóniusz osztás esik egybe leginkább a felette lévővel. Így a leolvasható szögérték: $55^\circ 45'$.

Optikai leolvasású mozgószáras szögmérő

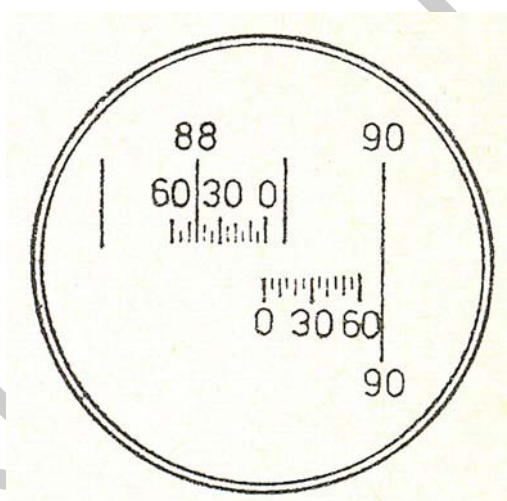
A nóniuszos szögmérő leolvasása nehézkes, mert az osztások túlságosan is sűrűn követik egymást. A fény felé fordított optikai leolvasású szögmérőn 16–40-szeres nagyítás mellett osztásokkal ellátott üveglemezt látunk. Az osztásvonalak vékonyabbak és ritkábban helyezkednek el ekkora nagyítás mellett.

⁵ <http://elmk.hu/uploads/educ/meres-gepeszeti.pdf>



6. ábra. Optikai leolvasású mozgószáras szögmérő⁶

A látómezőben két nóniuszt láthatunk jobbra és balra, melyek egymás alatt helyezkednek el. Ennek oka, hogy a főosztás $0^\circ - 90^\circ - 0^\circ - 90^\circ - 0^\circ$ -ig tart váltakozva, a látómező alsó és felső részében. Attól függően kell kiválasztani a leolvasandó nóniuszt, hogy melyik nóniusz osztás van a főskála magasságában.



7. ábra. Az optikai leolvasású mozgószáras szögmérő leolvasása⁷

A 7. ábrán kinagyított látómezőben a felső nóniusz osztás vannak a főosztás magasságában, ezért azt kell leolvasni. A nóniusz nullája elhagyta a 88° -ot, és a főosztással egybeeső nóniusz osztás a $45'$ -nek felel meg. A leolvasott szögérték: $88^\circ 45'$

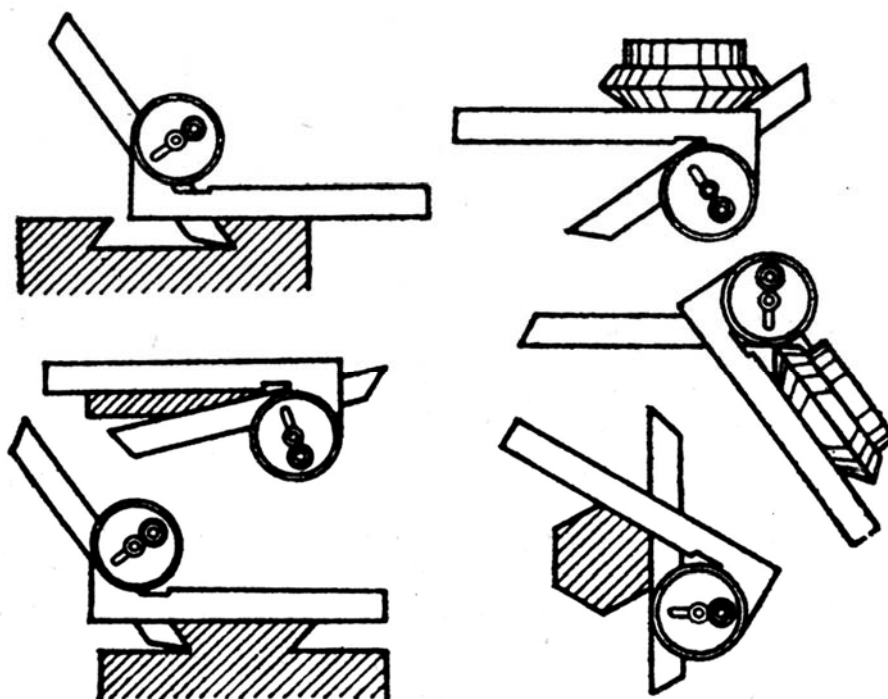
Mérés mozgószáras szögmérőkkel

⁶ Szilágyi László: Gépipari mérések

⁷ Fábíán Tibor – Tarcali László: Műszaki mérések I.

A mozgószáras szögmérők szerkezete független a leolvasás módjától, ezért egyformán kell használni a nóniuszos és az optikai leolvasású mérőeszközt is. A fix, szögsálával egybeépített szárat rá kell helyezni az egyik mérendő szögszárra, majd a mozgószárat addig kell fordítani, amíg egyenes mentén fel nem fekszik a másik alkotón. Ügyelni kell arra, hogy a felfekvés biztos legyen, egyenes mentén történjen, és ne legyen bővülő fényrés a mérőeszköz szárai és a mérendő felület között.

A következő ábrán néhány a mozgószáras szögmérő néhány alkalmazása látható. A bal oldalon hegyesszög, a jobb oldalon tompaszög mérésére látunk néhány példát.

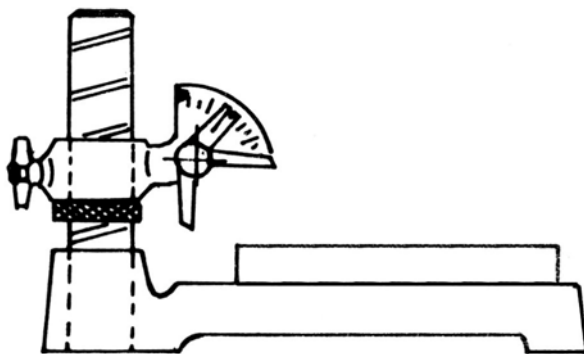


8. ábra. A mozgószáras szögmérő alkalmazása⁸

Késél szögmérő

A mozgatható szárú szögmérők egyik speciális fajtája a késél szögmérő. Amint a neve is mutatja szerszám-élszögek nagyságának meghatározásában van a forgácsoló szakember segítségére. Saját mérőlappal rendelkezik, ez a bázisfelület és egyben az egyik szögszár is. A mozgatható szár állítható magasságban egy szögtárcsa előtt helyezkedik el, és forgatható.

⁸ Fábíán Tibor – Tarcali László: Műszaki mérések I.



9. ábra. Késél szögmérő⁹

3. Szögmérés közvetett eljárással

Közvetett mérésről akkor beszélünk, amikor a mérés során kapott érték nem a mérendő mennyiség, hanem azzal függvénykapcsolatban van. Ilyenkor egy matematikai összefüggés segítségével át kell számolni a mért adatot. Egyik jellemző példája ennek az anyagvizsgálatok során alkalmazott keménységmérések mindegyike. A keménységre vagyunk kíváncsiak, de lenyomat mélységet, lenyomat átmérőt, vagy felületet mérünk.

A szögmérések során alkalmazott különbségmérési elvű eljárások:

- szögmérés szinuszvonalzóval
- tangens módszerű mérés

Szögmérés szinuszvonalzóval

Először ránézve – lásd 10. ábra – a szinuszvonalzóra nehéz elképzelni, hogy ezzel az eszközzel szöget lehet mérni. Inkább hasonlít kisautóra, mint szögmérőre. Nincs mozgó része, szinte az egész egy darabból van. Pedig igen gyakori szögmérő, ráadásul a vele végzett mérés pontossága is igen kedvező.

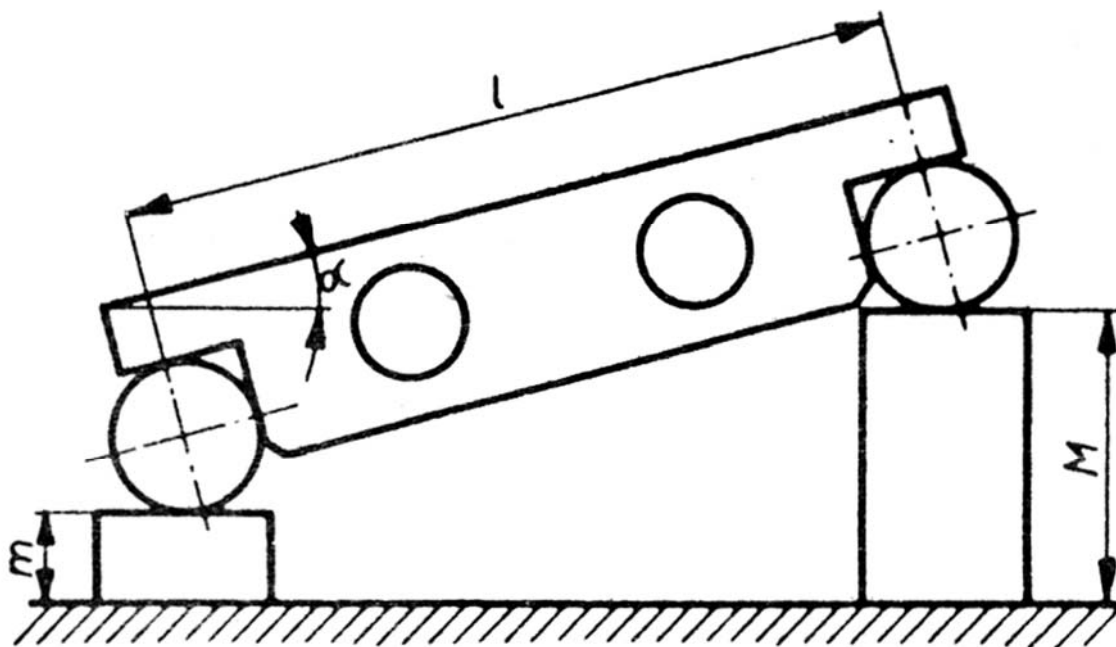


10. ábra. Szinuszvonalzó¹⁰

⁹ Dr Czinege Imréné – Kőrös Csaba – Vlasits Kálmán: Műszaki mérések ideiglenes tankönyv

¹⁰ http://grimas.hu/SiteCollectionImages/oldpicture/products/343_img01.jpg

A működése igen egyszerű. Az egyik "lába" alá addig kell válogatni a mérőhasábokat, amíg a vonalzó felső felülete egybe nem esik a mérendő szög másik szárával, vagy ha a darab a vonalzón fekszik, akkor annak mérendő alkotója párhuzamos nem lesz a bázisfelülettel. A működést a következő ábrák érthetőbbé teszik.



11. ábra. A szinuszvonalzó használatának elve

A 11. ábrán azt a változatot látjuk, amikor a vonalzót addig állítjuk, amíg a felső felülete egybe nem esik a darab mérendő felületével. Ez általában olyan síkokkal határolt daraboknál működhet, amelyeknél a szögbe hajló felület mellé közvetlenül illeszthető a vonalzó.

Mivel a darab ugyanazon a bázison fekszik, mint amire a vonalzó van állítva, és a vonalzó felső felülete egybeesik a darab másik szögcsúcsával, ezért az ábrán jelzett α szög egyben a munkadarab mérendő szöge (egyállású szögeket alkotnak).

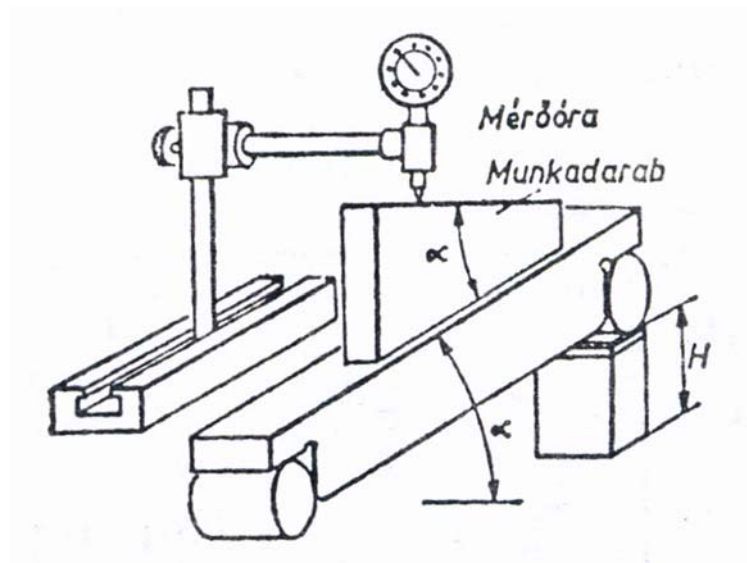
A vonalzó két "lába" alatt mérőhasábok vannak, amelyek magassága ismert (a mérést végző személy tette oda), "m" és "M".

A szinuszvonalzó l-lel jelölt hosszúsága ismert, etalon jelleggel 100 mm (ritkábban 200 mm). Ennek az adatnak az ismeretében a keresett szög szinusza számítható, amennyiben M és m azonos mértékegységgel szerepel az összefüggésben:

$$\sin \alpha = \frac{M - m}{100}$$

Függvénytáblázat, illetve számológép használatával $\sin \alpha$ ismeretében a kikereshető illetve számítható.

A következő ábrán a másik metódus látható, amikor is a mérendő darabot fektetjük fel a vonalzóra.



12. ábra. Szögmérés szinuszvonalzóval és mérőórával¹¹

A 12. ábrán látható módon a munkadarabot felfektetjük a vonalzó felső síkjára. A mérőeszköz alá mérőhasábokat téve addig emeljük azt, amíg a darab mérendő alkotója párhuzamos nem lesz a bázisfelülettel. Jelen esetben a bázisfelület a síklap, amelyen a mérést végezzük. A párhuzamosságot egyetemes állványba helyezett mérőórával lehet ellenőrizni a képen látható módon.

A mérést nem érdemes minden határon túl folytatni, mert már viszonylag "nagy" párhuzamosság eltérés esetén is igen pontos szögméretet kapunk.

Példa: a mérőóra által mutatott értékek között 0,02 mm eltérés látható. Az a hosszúság, amelyen a párhuzamosság ellenőrizve lett: 50 mm. Ilyen eltérés esetén a pontatlanság: 80", azaz nincs másfél szögperc. Emlékeztetésképpen: A mozgószáras szögmérők leolvasási pontossága 5' volt.

4. Szögmérés optikai úton

A hajlásszög mérésére az optikai nagyítású mérőeszközök is alkalmasak. Optikai úton – mivel csak a határoló kontúr látszik a látómezőben – nincs különbség a sík felületekkel határolt darabok és a forgástestek között. Ráadásul optikai úton olyan szög mérése is lehetséges, amelyhez nem tartozik határoló felület, tehát mérőeszközt felfektetni nem is lehetséges. Ilyen például két furat középpontjait összekötő szakasz hajlásszöge a bázishoz képest.

¹¹ Fábíán Tibor – Tarcali László: Műszaki mérések I.

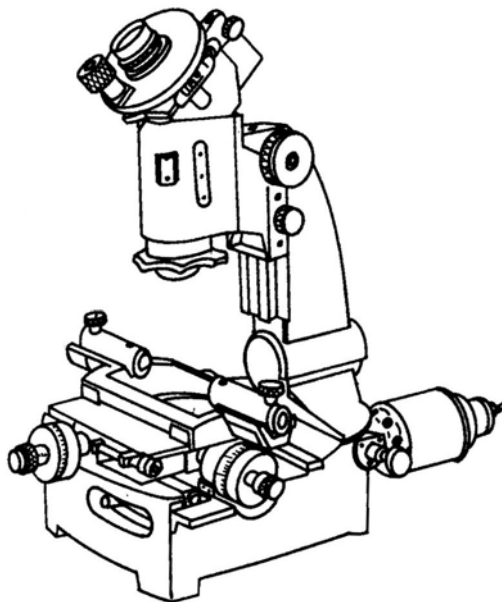
Az optikai méréshez felhasználható mérőeszközök:

- mikroszkóp
- projektor

A mérés alapja a fény-árnyék határvonalak közti relatív szálkereszt mozgás nagyságának meghatározása. Ez hosszmeréskor a tárgyasztal elmozdulásának mértéke, szögméréskor a tárgyasztal vagy a szálkereszt elfordulásának mértéke.

Szögmérés mikroszkópon

A mikroszkópon a darabról kialakult fény-árnyék képet az okulárban látjuk. Az okulárban van a szálkereszt, amelyhez képest a munkadarabot pozícionálni kell.



13. ábra. Műhelymikroszkóp¹²

A szögmérés lehetőségei mikroszkópon:

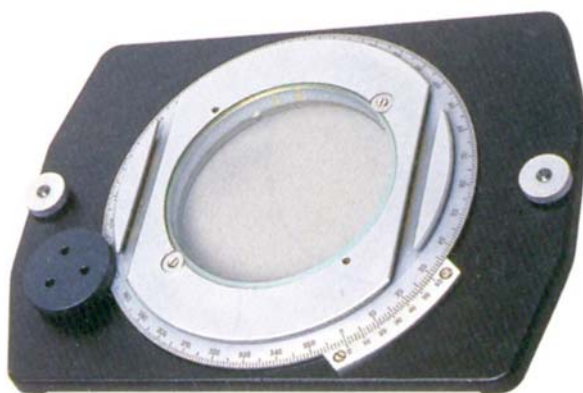
- körasztal segítségével
- szögmérő okulárral

Szögmérés körasztalon

¹² Szilágyi László: Gépipari mérések

Az asztalra felfogott munkadarabot úgy állítjuk be, hogy a szög egyik szára egybeessék a szátkereszt egyik vonalával. A körasztal szögállását fel kell jegyezni, majd a darabot a körasztal elforgatásával olyan helyzetbe hozzuk, hogy a másik szár essen egybe ugyanazzal (!) a szátkereszt-vonallal. Az új körasztal álláshoz tartozó, és a korábbi szögérték különbsége a mért szög. Praktikus szögméréskor darabot az első pozícióba úgy helyezni, hogy a mérendő szög csúcsa a körasztal és az okulár közepén legyen – már ha lehetséges –, mert az asztal forgatása közben a darab "kifordulhat" a látómezőből.

A körasztal szögosztása a mozgószáras szögmérőkhöz hasonlóan nóniuszos, a leolvasási pontosság általában 1–3'.



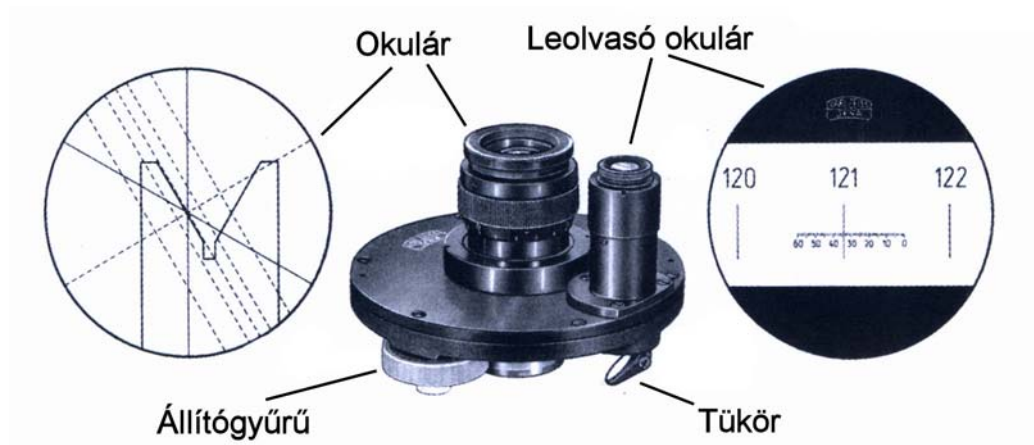
14. ábra. Körasztal mikroszkóphoz¹³

Szögmérés szögmérő okulárral

Szögmérő okulárral a mérés menete hasonló a körasztalos méréshez, azzal a különbséggel, hogy a leolvasást nem az asztalon, hanem magában az okulárban kell végezni.

A szögmérő okuláron két szemlencse van. A beállító okulárban a szátkereszt látható segédvonalakkal, a mikroszkóp sugármenetéből adódó megvilágítással. A leolvasó okulár a használatához szükséges fényt tükör segítségével kapja. A szögreállást úgy kell végezni, hogy az állítógyűrű forgatásával a mérendő oldalra állítjuk a szátkeresztet. A leolvasó okulárban az ott látható szögértéket kell leolvasni, majd a szátkereszttel át kell állni a másik szögszárra. A szögosztás ismételt leolvasása után a mérendő szög nagysága a két leolvasott érték különbségéből adódik. A szögmérő okulár leolvasási pontossága 1'.

¹³ MITUTOYO H-14001 Mérőeszköz katalógus



15. ábra. Szögmérő okulár¹⁴

Szögmérés projektorral

A projektor a mikroszkóptól a képalkotási eljárásában különbözik, mérési módszerét tekintve nem. A darabról kialakuló képet nem okulárban látjuk, hanem ernyőre kivetítve.

¹⁴ Ducsai János: Alapmérések



16. ábra. Mérőprojektor¹⁵

A szögmérés a mikroszkóphoz hasonlóan itt is körasztal segítségével, illetve a szálkereszt elfordításával történhet. A szálkereszt a látómezőként funkcionáló üveglemezen található, amelyet egy állítógyűrűvel lehet forgatni. A szálkereszt elfordulásához tartozó szögváltozást korszerű projektorokon digitális skálán lehet nyomon követni. A mérési folyamat megegyezik a mikroszkópnál leírtakkal. Ráállítás a szálkereszttel mindkét szögszárra, a szögosztás leolvasása mindkét esetben, a mért szög számítása a két leolvasott értékből.

Digitális skálával a mérés menete egyszerűsödik, mert az első szögszárra álláskor a számláló lenullázható, így a másik szögszárnál már a mért eredmény olvasható le.

¹⁵ MITUTOYO H-14001 Mérőeszköz katalógus

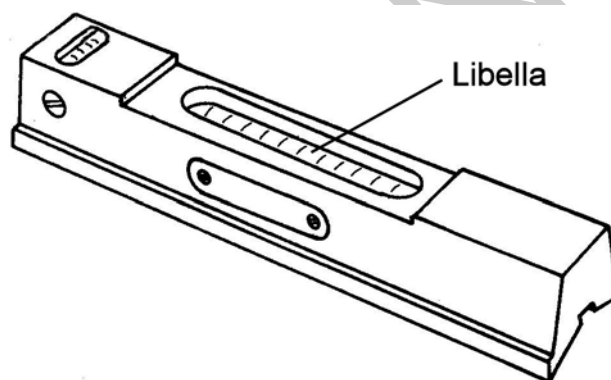
5. Szintezők

A szögmérés másik közvetett formája a vízszintestől való eltérés hajlásszögének megállapítása. Ez főleg kis szögeket jelent, viszont a pontosságigény is jelentős. Leggyakrabban szerszámgépek, mérőszobai síklapok beállításánál fontos a vízszintesesség. Általában nagy méretekről van szó (könnyen előfordulnak több méteres méretek), és példaként 10'-es eltérés a vízszintestől méterenként 3 mm-t jelent, ami durva pontatlanság a gépészetben.

A szintezők segítségével általában a hosszegységre vonatkoztatott lejtést lehet megállapítani, vagyis azt a mértéket, amellyel emelni vagy süllyeszteni kell az állítható oldalt.

Szintezők fajtái:

- egyszerű szintező
- keretes szintező
- koincindenciás szintező



17. ábra. Egyszerű szintező¹⁶

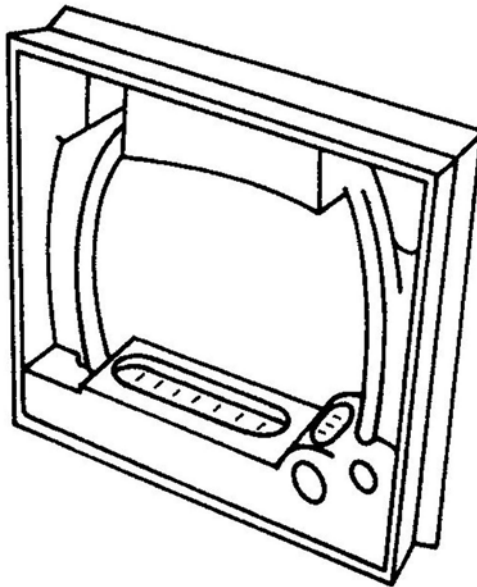
A szintezők leolvasó berendezése egy hajlított üvegcső, amelynek a legmagasabb pontja a közepén lévő főosztásnál van. Az üvegcsőben folyadék – általában alkohol – és egy légbuborék – libella – található. A buborék hosszúkás alakú, és vízszintes helyzetben szimmetrikusan helyezkedik el a műszer főosztására.

Az üvegcsővön található mérce egy osztásköze – vagyis a szintező műszer érzékenysége – az a magasság, amivel az 1 méter hosszú felület emelkedik vagy süllyed, amíg a libella egy osztásnyit elmozdul. Ez az érzékenység minden műszeren fel van tüntetve.

Példaként: a műszer érzékenysége: 0,3 mm/m. Ez azt jelenti, hogy ha a libella egy osztásnyit elmozdul, akkor az elmozdulás irányába 0,3 mm-t emelkedik a mérendő felület méterenként.

¹⁶ Szilágyi László: Gépipari mérések

A szintezőn keresztirányú üvegcső is található, a merőleges irányú vízszinteség megállapításához.

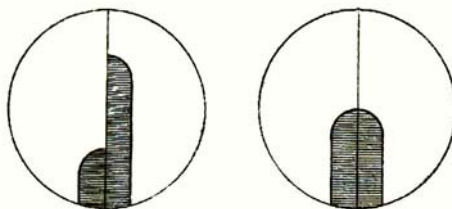


18. ábra. Keretes szintező¹⁷

A keretes szintező az előzőhöz képest a merőlegesség, illetve a függőlegesség ellenőrzésére is alkalmas, a bázisfelülethez képest.

A koincinciációs szintező a vízszint-beállítás különösen nagy pontosságú eszköze. Pontossága képessé teszi precíziós gépek gépágyainak, valamint mérőszobai mérőlapoknak a beállítására.

A libella mikrométer segítségével dönthető a talphoz viszonyítva, és a mikrométer leolvasásával határozható meg, hogy mekkora a lejtés mértéke és iránya. Érzékenysége 0,01 mm/m – ez 2"-es szögnek felel meg.



19. ábra. A libella állása a beállítás elején és a végén

¹⁷ Szilágyi László: Gépipari mérések

Méréskor az alapállapotba helyezett szintezőt a mérendő irányban a felületre helyezzük, és a mikrométerorsó forgatásával a libellát addig állítjuk, amíg a látómezőben elhelyezkedő két buborék-fél fedésbe – koincincienciába – nem kerül egymással. Ezután meghatározzuk az eltérés osztásainak számát az alapállapothoz képest, és felszorozzuk az érzékenységgel.

Példaként: a mikrométerorsón egy egész fordulatot és 67 osztásnyit kellett fordítani. A lejtés mértéke: $100 + 67 = 167$ osztás, $167 \times 0,01 \text{ mm/m} = 1,67 \text{ mm/m}$ az eltérés a vízszintestől.

KÚPSZÖGMÉRÉS

A szögmérés egy speciális esete a kúp nyílásszögének mérése. A kúp forgástest, ezért a palástfelületét egymással nem párhuzamos alkotók határozzák meg. A korábban ismertetett mechanikus szögmérési eljárásokkal bizonytalan a mérés eredménye, mert nehéz eldönteni, hogy a szögmérő pontosan a tengelysíkban lévő alkotókon fekszik-e fel. Sok esetben a szögmérővel hozzá sem lehet férni a mérendő kúphoz – pl. a kúp a tengely közbelső részén helyezkedik el. Az optikai mérés ezeken a problémákon segíthet, de a kúpos furat nyílásszögét még így sem lehet mérni. Más, általánosabb módszerre van szükség.

Sorozatgyártásban a kúpokat idomszerrel ellenőrzik, mert a következőkben említésre kerülő módszerek igen hosszadalmasak.

6. Külső kúp mérése

Érdemes a kúpszög mérést két csoportra bontani. A külső kúpok mérésének módszerét mutatja be a 20. ábra.

A külső kúpok méréséhez szükség van mérőhasábokra, két azonos átmérőjű mérőhengerre, valamint párhuzamos mérőfelületekkel rendelkező külső méret meghatározására alkalmas mérőeszközre – pl. tolómércére.

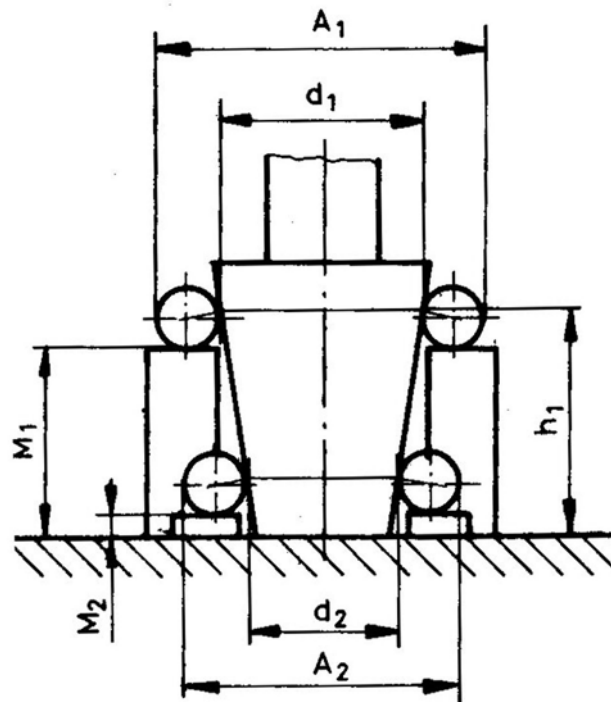
Az ismert átmérőjű mérőhengereket páronként azonos magasságú mérőhasábokra fektetjük két különböző, egymástól minél messzebb lévő magasságban. Megmérjük a mérőhengerek szélső pontjainak távolságát az arra alkalmas mérőeszközzel, pl. tolómércével. Az így rendelkezésünkre álló mérési információk:

- D: a mérőhengerek átmérője
- M_1 , és M_2 : a beállított mérőhasáb-magasság
- A_1 és A_2 : a hengerek szélső alkotóinak távolsága

A félkúpszög:

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{A_1 - A_2}{2 \cdot (M_1 - M_2)}$$

A félkúpszög tangensének ismeretében táblázatból vagy számológép segítségével α kikereshető illetve számítható.



20. ábra. Külső kúp mérése mérőhengerekkel¹⁸

Egyes esetekben fontos lehet, és a mért adatokból számítható értékek:

A mérőhengerek által a kúpon érintett körök átmérőit:

$$d_1 = A_1 - D \cdot \left(1 + \cos \frac{\alpha}{2}\right)$$

$$d_2 = A_2 - D \cdot \left(1 + \cos \frac{\alpha}{2}\right)$$

A mérőhengerek által a kúpon érintett körök magassági pozícióit:

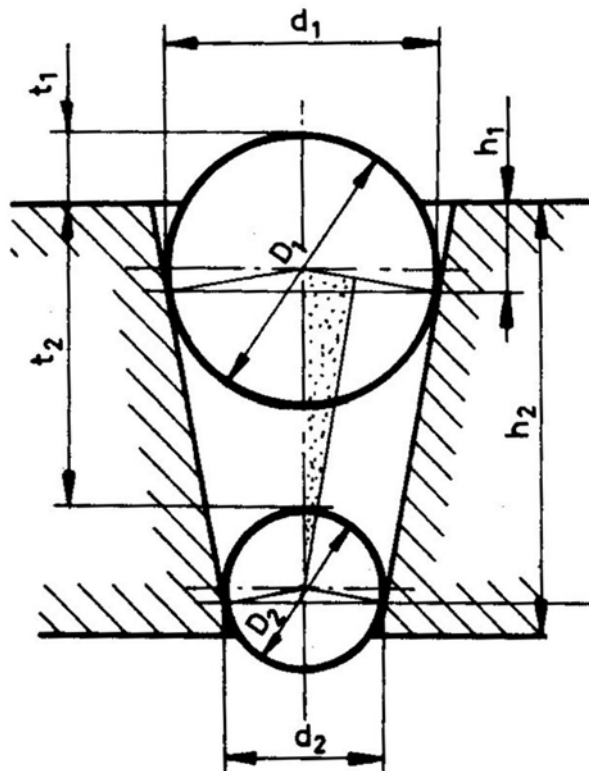
$$h_1 = M_1 + \frac{D}{2} \cdot \left(1 + \sin \frac{\alpha}{2}\right)$$

$$h_2 = M_2 + \frac{D}{2} \cdot \left(1 + \sin \frac{\alpha}{2}\right)$$

¹⁸ Szilágyi László: Gépipari mérések

7. Belső kúp mérése

A belső kúpok méréséhez szükség van két különböző átmérőjű mérőgolyóra, valamint saját bázisfelülettel rendelkező magassági méret meghatározására alkalmas mérőeszközre – pl. talpas tolómércére, vagy magasságmérő gépre.



21. ábra. Belső kúp kúpszögének mérése¹⁹

A mérőgolyót be kell helyezni a kúpos furatba úgy, hogy a golyó a kúpos felületen feküdjön fel. Ezután a golyó legmagasabb pontjának és a kúpos furat kezdeti síkjának távolságát kell megmérni az arra alkalmas mérőeszközzel. A mérést mindkét golyó esetében végre kell hajtani. Az így rendelkezésünkre álló mérési információk:

- D_1 és D_2 : a mérőgolyók átmérői
- t_1 , és t_2 : a golyók legmagasabb pontjainak és a kezdeti sík távolságai

A félkúpszög:

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{D_1 - D_2}{2 \cdot (t_1 + t_2) - (D_1 - D_2)}$$

¹⁹ Szilágyi László: Gépipari mérések

A félkúpszög szinuszának ismeretében táblázatból vagy számológép segítségével α kikereshető illetve számítható.

Egyes esetekben fontos lehet, és a mért adatokból számítható értékek:

A mérőgolyók által a kúpon érintett körök átmérői:

$$d_1 = D_1 \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$d_2 = D_2 \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

- Rajzoljon egyszerű ábrát, illetve nevezzen meg a mindennapi gépész gyakorlatból példát:
 - egyenesszögre
 - derékszögre
 - pótszögre
 - mellékszögre
- Sorolja fel a szögmérőeszközök fajtáit a mérési módszerük alapján!
- Csoportosítsa az intézmény mérőszobájában szögmérésre alkalmas mérőeszközöket mérési módszerük alapján!
- Írjon példát a mindennapi gyakorlatból egyszerű-, talpas-, valamint élderékszög alkalmazására!
- Ellenőrizze le a tanára által rendelkezésre bocsátott munkadarabokat, hogy azok derékszögűek-e! Az esetleges hibás darabokat különböztesse meg aszerint, hogy melyik hegyesszögű és melyik tompaszögű!
- Állítsa össze a következő szögeket az intézményben használatos szögmérő-lap készletből! Ellenőrizze le az összeállítás helyességét valamely szögmérési eljárással!
 - $36^\circ 15'$
 - $18^\circ 45'$
 - $79^\circ 55'$
- Írja le, hogyan lehet összeállítani a következő szögeket az első részben ismertetett 14 db-os szögmérő-lap készletből!
 - $48^\circ 18' 40''$
 - $74^\circ 56' 30''$
 - $19^\circ 34' 50''$

8. Keressen az interneten olyan mérőeszköz forgalmazót, amely szögmérő testeket forgalmaz! (kiindulási javaslat: meres.lap.hu)
9. Állapítsa meg a tanára által rendelkezésre bocsátott mozgószáras szögmérő típusát és leolvasási pontosságát!
10. Csoporttársával párban gyakorolják különböző mozgószáras szögmérők leolvasását úgy, hogy egymásnak állítanak be méreteket a mérőeszközön. Ellenőrizzék a leolvasás helyességét!
11. Mérje meg egy ék alakú alkatrész összes szögét mozgószáras mechanikus és optikai leolvasású szögmérővel, szögenként háromszor! Átlagolja a kapott eredményeket!
12. Tanára segítségével ellenőrizze le, a nullhelyzeten kívül három mérési ponton a mozgószáras szögmérő értékmutatását szögmérőtestek segítségével! Jegyezze fel az eltéréseket az intézménynél alkalmazott nyomtatványra!
13. Mérje meg egy csúszóvezeték prizmatikus felületének összes hegyesszögét mozgószáras mechanikus és optikai leolvasású szögmérővel, szögenként háromszor! Átlagolja a kapott eredményeket!
14. Egy szinuszvonalzóval történő szögmérés során a vonalzó alá rakott mérőhasábok nagyságának összege: 34,565 mm. Határozza meg a darab hajlásszögét, ha a vonalzó névleges hossza 100 mm!
15. Szinuszvonalzóval 45° -nál nagyobb szög mérése nehézségekbe ütközik, vagy nem is lehetséges. Miért?
16. Azt a feladatot kapta, hogy egy munkadarab szögét mérje meg szinuszvonalzóval. A mérendő szög 83° . Hogyan hajtaná végre a feladatot?
17. Mérje meg tanára segítségével egy ék alakú munkadarab kisebb hegyesszögét szinuszvonalzó segítségével!
18. Mérje meg tanára segítségével egy ék alakú munkadarab kisebb hegyesszögét szinuszvonalzó segítségével úgy, hogy a darab a vonalzón helyezkedjen el! A mérés helyességét mérőórával ellenőrizze mérőóra segítségével!
19. Derítse fel, hogy az intézmény mérőtermében milyen optikai mérőeszközökkel, és milyen eljárásokkal lehet szöget mérni! Jegyezze fel a megszerzett információkat!
20. Azonosítsa az intézmény mérőtermében, az optikai mérőeszközökön található körasztalok leolvasási pontosságát!
21. Mérje meg egy ék alakú alkatrész összes szögét mikroszkópon, körasztal segítségével szögenként háromszor! Átlagolja a kapott eredményeket!
22. Mérje meg egy ék alakú alkatrész összes szögét mikroszkópon, szögmérő okulár segítségével szögenként háromszor! Átlagolja a kapott eredményeket!
23. Mérje meg egy ék alakú alkatrész összes szögét projektoron, a rendelkezésre álló lehetőségek mindegyikével, szögenként háromszor! Átlagolja a kapott eredményeket!
24. Egy szintező adattábláján a következő információt látja: 0,1 mm/m. Mit jelent ez? Írja le a füzetébe!
25. Az esztergagép ágyvezetékének vízszintjének ellenőrzése során a libella eltérést mutat. A libella a főorsó felé mozdult el. Mi a teendő?
26. Az esztergagép ágyvezetékének vízszintjének ellenőrzése során eltérést tapasztaltunk. Ha az eltérést ki kell küszöbölni, ahhoz figyelembe kell-e venni az esztergagép hosszúságát? Ha igen, melyik mérete számít?

27. Az esztergagép ágyvezetékének vízszintjének ellenőrzése során kapott eltérés: 1,4 mm/m. Az esztergagép jellemző hossza: 1850 mm. Mennyit kell állítani a gép alátámasztásán?
28. A mérőasztal vízszintjének ellenőrzésekor a koincinciás szintező 56 osztás eltérést mért. Mennyit kell emelni vagy süllyeszteni a megfelelő oldalon, ha a műszer egy osztása 0,01 mm/m, és a mérőlap 800 mm hosszú?
29. Ellenőrizze le az intézmény egyik esztergagépének vízszintbe állítását egyszerű szintező segítségével az ágyvezetéken! Határozza meg, hogy mennyit és hol kell emelni (süllyeszteni) a gépen!
30. Ellenőrizze le az intézmény egyik esztergagépének vízszintbe állítását koincinciás szintező segítségével az ágyvezetéken! Határozza meg, hogy mennyit és hol kell emelni (süllyeszteni) a gépen!
31. Ellenőrizze le egy felület függőlegességét keretes szintező segítségével! Határozza meg az esetleges dőlés mértékét!
32. Mérje meg a tanára, valamint a rendelkezésre álló eszközök segítségével egy külső kúpos felülettel rendelkező alkatrész kúpszögét!
33. Mérje meg a tanára, valamint a rendelkezésre álló eszközök segítségével egy kúpos furat kúpszögét!

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. feladat

Írja le, mit nevezünk hegyesszögnek, derékszögnek, tompaszögnek!

Hegyeszög: _____

Derékszög: _____

Tompaszög: _____

2. feladat

Írja le, hogy milyen szögpárt nevezünk mellékszögnek és pótszögnek!

Mellékszög: _____

Pótszög: _____

3. feladat

Párosítsa össze a felsorolt mérőeszköz-csoportokat és a mérőeszközöket! Írja a vonalra a betűjelzéseket! Egy helyre több betűjel is kerülhet!

A, Projektor körasztallal

F, Mozgószáras szögmérő

B, Szinuszvonalzó

G, Talpas derékszög

C, Szögmérő-lap

H, Keretes vízszintmérő

D, Mikroszkóp szögmérő okulárral

I, Mozgószáras szögmérő optikai leolvasással

E, Koincincienciás vízszintmérő

J, Késélszögmérő

Szögmérték _____

Mechanikus szögmérő _____

Közvetett eljárással mérő szögmérő _____

Optikai elvű szögmérő _____

Szintező _____

4. feladat

Nevezze meg a szögmérő eszközök közül a derékszögek fajtáit! Írjon egy-egy példát alkalmazásukra!

1. _____

2. _____

3. _____

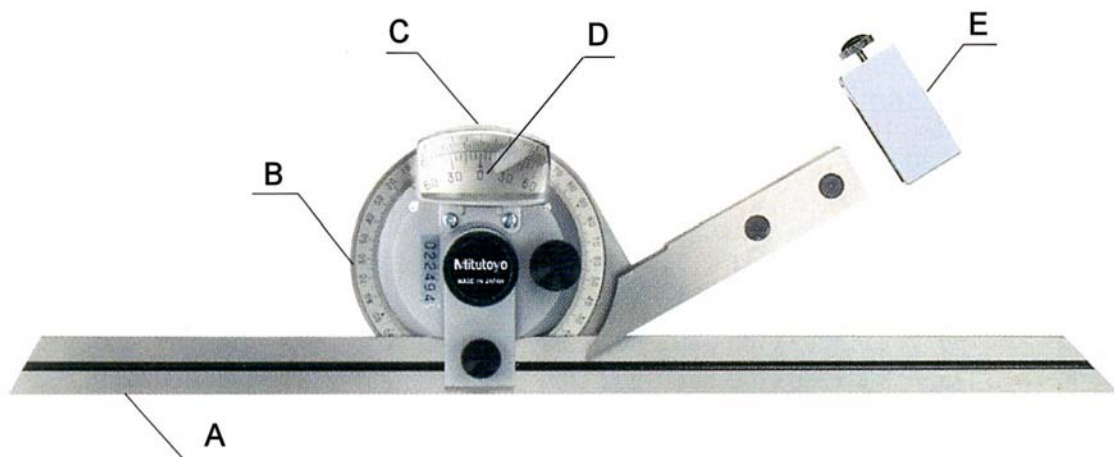
5. feladat

Állítsa össze a következő szöget a 14 db-os szögmérőlap-készletből! Írja le előjelhelyesen, hogy mely darabokra van szükség a megoldáshoz! (20", 30", 1', 3', 5', 10', 25', 40', 1°, 3°, 5°, 15°, 30°, 45°)

56° 42' 40" = _____

6. feladat

Nevezze meg a szögmérő betűvel jelzett részeit!

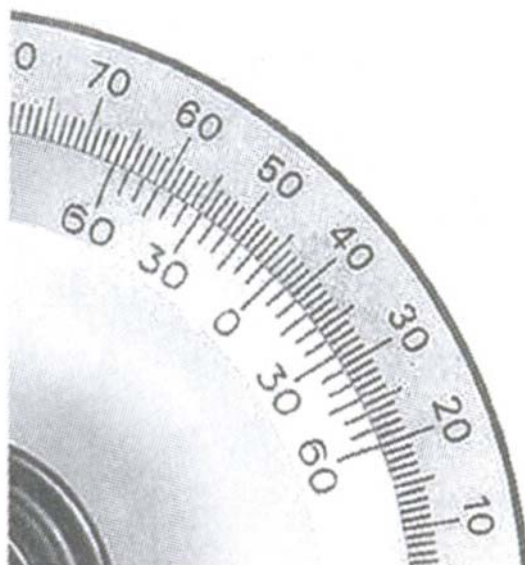


22. ábra.

A	
B	
C	
D	
E	

7. feladat

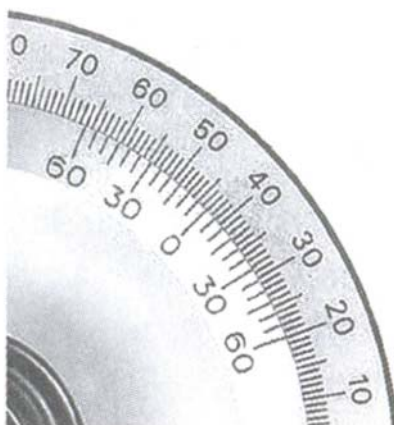
Olvassa le a képen látható szögmérő állását, és az eredményt írja a vonalra!

23. ábra.²⁰

A leolvasott szög: _____

7. feladat

Olvassa le a képen látható szögmérő állását, és az eredményt írja a vonalra!



24. ábra.

²⁰ Ducsai János: Alapmérések

A leolvasott szög: _____

8. feladat

A szinuszvonalzóval végzett szögmérés során a felhasznált mérőhasábok magassága: 25,845 mm. Mekkora mért szög? A megoldáshoz használjon táblázatot, vagy számológépet!

A mért szög: _____

9. feladat

Ismerőse a következőt állítja: szinuszvonalzóval mért szöget és 105 mm hosszú mérőhasábot kellett az egyik mérőfelület alá helyezni. Lehetséges ez? Indokolja meg a választ!

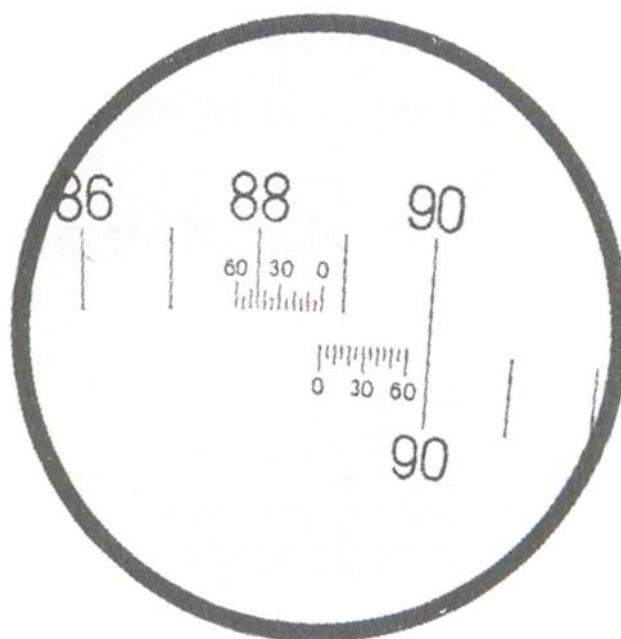
10. feladat

Mikroszkópon mért szöget körasztal felhasználásával. A szögszárakhoz tartozó leolvasott értékek: $28^{\circ} 36'$ és $42^{\circ} 18'$. Mekkora a mért szög?

A mért szög: _____

11. feladat

A következő ábrán betűvel lettek megjelölve azok az elemek, amelyek kúpszög mérésekor előfordulhatnak. Nevezze meg ezeket!



25. ábra.

- A _____
- B _____
- C _____
- D _____
- E _____
- F _____
- G _____

MEGOLDÁSOK

1. feladat

Hegyesszög: Olyan szög, amelynek nagysága 0° és 90° közé esik

Derékszög: A 90° -os szög

Tompaszög: Olyan szög, amelynek nagysága 90° és 180° közé esik

2. feladat

Mellékszög: Azok a szögek, amelyek egymást 180° -ra egészítik ki

Pótszög: Azok a szögek, amelyek egymást 90° -ra egészítik ki

3. feladat

Szögmérték C, G

Mechanikus szögmérő F, I, J

Közvetett eljárással mérő szögmérő B

Optikai elvű szögmérő A, D

Szintező E, H

4. feladat

1. Lapos derékszög: Külső-belső derékszögű felületek ellenőrzése

2. Talpas derékszög: Előrajzolás

3. Élderékszög: Derékszög-ellenőrzés mellett egyenesség, síklapúság ellenőrzésére is alkalmas

5. feladat

$$56^\circ 42' 40'' = 45^\circ + 15^\circ - 3'' - 20''$$

6. feladat

- A Szár
- B Szögskála
- C Nagyító
- D Nóniusz
- E Tartó

7. feladat

A leolvasott szög: $43^{\circ} 5'$

8. feladat

A leolvasott szög: $88^{\circ} 45'$

9. feladat

A mért szög: $14,98^{\circ} = 14^{\circ} 58' 41''$

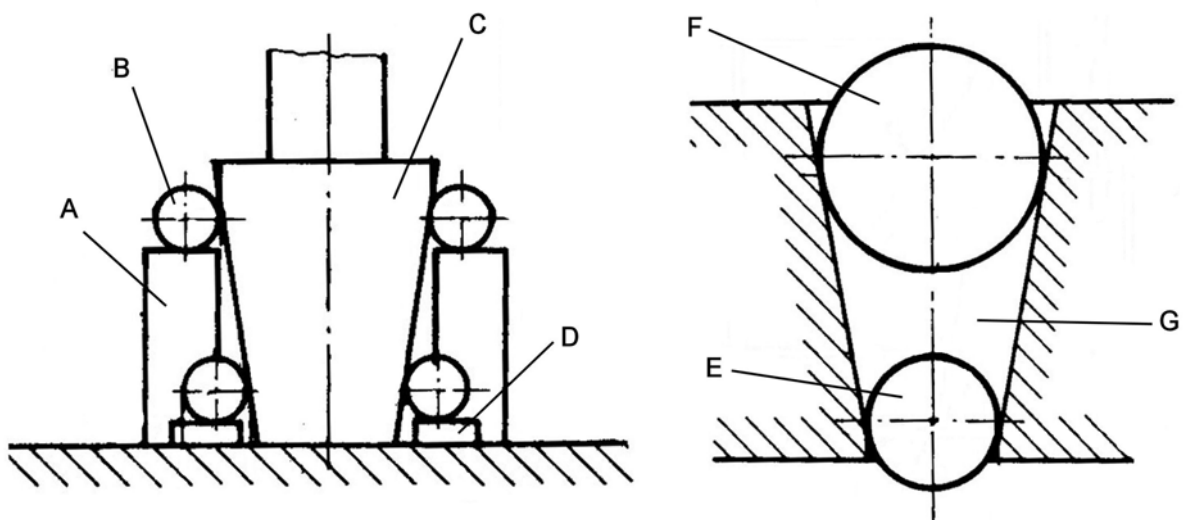
10. feladat

Igen. Vagy 200 mm hosszú vonalzóról van szó, vagy pedig a másik alátámasztási pont alá is kellett mérőhasábot tenni.

11. feladat

A mért szög: $42^{\circ} 18' - 28^{\circ} 36' = 13^{\circ} 42'$

12. feladat



26. ábra.

- A Mérőhasáb
- B Mérőhenger
- C Kúpos alkatrész
- D Mérőhasáb
- E Mérőgolyó
- F Mérőgolyó
- G Kúpos furat

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

Fábián Tibor – Tarcai László: Műszaki mérések I., Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1985

Szilágyi László: Gépipari mérések, BDMF jegyzet 1990.

Dr Czinege Imréné – Kőrös Csaba – Vlasits Kálmán: Műszaki mérések ideiglenes tankönyv, Ipari Minisztérium 1988

Ducsay János: Alapmérések – geometriai mérések, Nemzeti Tankönyvkiadó 2003

MITUTOYO H14001 Mérőeszköz katalógus

Internetes oldalak:

<http://www.mitutoyo.hu> 2010.08.15.

<http://sdt.sulinet.hu/interaktiv/hegesztes/tananyag/page100854.html> 2010.08.15.

<http://elmk.hu/uploads/educ/meres-gepeszeti.pdf> 2010.08.15.

http://grimas.hu/SiteCollectionImages/oldpicture/products/343_img01.jpg 2010.08.15.

<http://meres.lap.hu>

AJÁNLOTT IRODALOM

Ducsay János: Alapmérések – geometriai mérések, Nemzeti Tankönyvkiadó 2003

Internetes oldalak:

<http://meres.lap.hu>

<http://www.muszeroldal.hu>

A(z) 0225-06 modul 014-es szakmai tankönyvi tartalomeleme
felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
31 521 02 0000 00 00	CNC-forgácsoló
31 521 09 1000 00 00	Gépi forgácsoló
31 521 09 0100 31 01	Esztergályos
31 521 09 0100 31 02	Fogazó
31 521 09 0100 31 03	Fűrészipari szerszámélező
31 521 09 0100 31 04	Köszörűs
31 521 09 0100 31 05	Marós
33 521 08 0100 31 01	Szikraforgácsoló
33 521 08 0000 00 00	Szerszámkészítő

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:
30 óra

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv
TÁMOP 2.2.1 08/1–2008–0002 „A képzés minőségének és tartalmának
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210–1065, Fax: (1) 210–1063

Felelős kiadó:
Nagy László főigazgató