

Virág Gábor

Kozmikus Geodéziai Obszervatórium, Penc

A geodéziai műszerek kalibrálásáról

**Szakmai továbbképzés az „Alapponthálózati tudástár bővítése” tárgyában
Budapest, 2025. 11. 27.**

Joghatással járó mérés

Joghatással járó mérést a mérési feladat elvégzésére alkalmas hiteles mérőeszközzel, vagy használati etalonnal ellenőrzött mérőeszközzel kell végezni.

Joghatással jár a mérés, ha annak eredménye az állampolgárok és/vagy jogi személyek jogát vagy jogi érdekeit érinti. (1991. évi XLV. törvény a mérésügyről)

Ha a mérési eredményt :

- mennyiség és/vagy minőség tanúsítására (pl. ingatlan-nyilvántartás)
- szolgáltatás és ellenszolgáltatás mértékének megállapítására (pl. fogyasztásmérők)
- hatósági ellenőrzésre és bizonyításra (pl. közúti járműsebesség-mérők)

használják fel.



Hitelesítés - Kalibrálás

a jog eszközei által szabályozott (hatósági) tevékenység	nem hatósági tevékenység
hitelesítést csak a mérésügyi hatóság végezhet	mérőeszközöket bárki kalibrálhat
hitelesíteni a jogszabály által meghatározott mérőeszközöket kell	kalibrálni bármely eszközt lehet, ha a visszavezetettséget igazolni szükséges
a hitelesítésnek jellemzően előfeltétele a mérőeszköztípusra vonatkozó hitelesítési engedély megléte	a kalibrálásnak nincs engedélyezési előfeltétele
a (sikeres) hitelesítést törvényes tanúsító jel (és/vagy hitelesítési bizonyítvány tanúsítja	a kalibrálás eredményeként kalibrálási bizonyítvány készül
a hitelesítési bizonyítvány hatósági dokumentum és meghatározott időtartamig érvényes	a kalibrálási bizonyítvány nem hatósági dokumentum és nincs érvénytartama
a hitelesítést jogszabályban előírt időközönként meg kell ismételni	a kalibrálás megújításáról a tulajdonos saját hatáskörében és saját felelősségére dönt



Geodéziai műszerek

Nem kötelező hitelesítésű mérőeszközök

Gyakori használat joghatással járó mérésre (pl. ingatlan-nyilvántartás)

Használati etalonnal kell rendszeresen ellenőrizni azoknak a joghatással járó mérés elvégzésére használt mérőeszközöknek a pontosságát, amelyeknek a hitelesítése nem kötelező (127/1991. (X. 9.) Korm. Rendelet a mérésügyről szóló törvény végrehajtásáról).

(1) Joghatással járó mérés végzésére használt minden mérőeszközt - közvetlenül vagy közvetett módon - országos etalonról kell leszármaztatni, illetve arra visszavezetni.

(2) Az etalon olyan mérőeszköz, amely a mennyiség mértékegységének reprodukálására és fenntartására szolgál, amelyről a mértékegység értéke átszármaztatható a használati etalonokra.

(3) A használati etalon olyan mérőeszköz, amely alkalmas a mennyiség egységének és/vagy helyes értékeinek előállítására és más mérőeszközökre való továbbszármaztatására.

(4) Mérésügyi szempontból mérőeszköznek a mérések elvégzésére alkalmas olyan technikai eszköz minősül, amelynek a mérési pontosságot és megbízhatóságot jellemző tulajdonságai ismertek és ellenőrizhetők.

A használati etalonnak pontosabbnak kell lennie a vele ellenőrzött mérőeszköznél.



Kalibrálás (Komparálás)

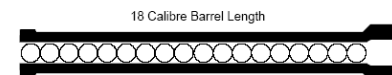
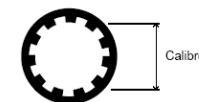
azoknak a műveleteknek az összessége, amelyekkel - meghatározott feltételek mellett - megállapítható az összefüggés a mérőműszer vagy mérőrendszer értékmutatása (a mért érték), illetve a mérték, a hiteles anyagminta által megtestesített vagy használati etalonnal megvalósított érték (a helyes érték) között.
(International Bureau of Weight and Measures).

A kalibrálás fő céljai:

- bebizonyítani, hogy a műszeren végzett leolvasások (vagy az abból levezetett mennyiségek) „bizonyos határon belül megegyeznek” a használati etalonok értékeivel,
- kimutatni a műszer mérésre való alkalmasságát.

Kalibrálás (etimológiailag) – kaliber (lövedék átmérője / lőfegyver csövének átmérője) Amerikai Polgárháború (1861-65)

Calibre as a measurement of barrel bore and length



Kalibrálási tevékenységek végzése - Kalibráló Laboratóriumok

MSZ EN ISO/IEC 17025:2018 Vizsgáló- és kalibrálólaboratóriumok
felkészültségének általános követelményei

NAR-18 Kalibrálási eljárások felépítése és tartalma

ILAC-G8 Útmutató a döntési szabályokhoz és a megfelelőségi
nyilatkozatokhoz

EA-4/02 M Mérési bizonytalanság meghatározása kalibrálásnál

....

Minőségirányítási Kézikönyv és kalibrálási eljárások

Nemzeti Akkreditáló Hatóság

Akkreditálási eljárás kérelemre indul

Akkreditált státusz 5 évre

5 év alatt 3 felügyeleti vizsgálat

NAH tanúsítja, hogy a labor működése megfelel a 17025 szabványnak!

5 év után újra akkreditálás



Etalonok

Az etalon olyan mérőeszköz, amely a mennyiség mértékegységének reprodukálására és fenntartására szolgál, amelyről a mértékegység értéke átszármaztatható a használati etalonokra vagy a mérőműszerekre.

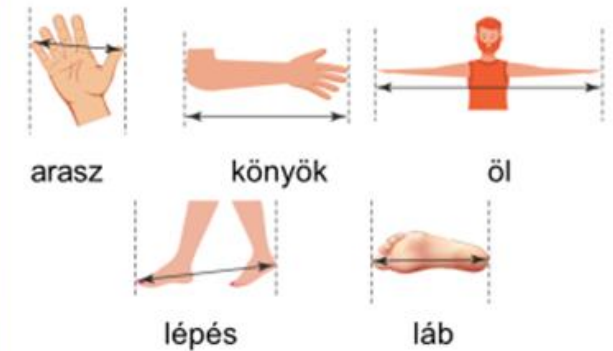
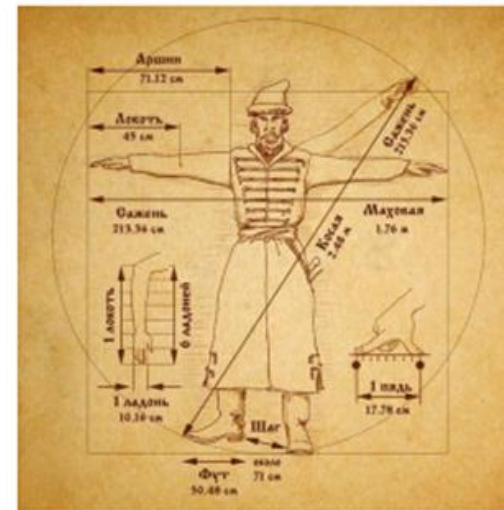
Kőből készült „könyökrúd”
Tutanhamon tisztviselőjének sírjából
i.e. XIV. század



„Ne kövessetek el jogtalanságot az ítékezésben, sem a hosszmértékek, súlymértékek és űrmértékek használatában. Hiteles mérleget, súlyokat, vékát és mérőedényt használjatok!”

Mózes III. könyve 19. 35-36. (i.e. VI. század)

Középkori hossz mértékegységek eredete



Etalonok



Magyarország
Királyi öl, királyi arasz ...
Busics György – Tóth Sándor



Pozsony régi városháza



Etalonok

Természetes mértékekhez (pl. Föld méretéhez) rögzített mértékegységek
Fokmérés a párizsi meridiánív mentén Dunkirk és Barcelona között
Platinarúdon rögzítették (levéltári mérleg), márványlapok Párizsban



Méter etalon a francia Igazságügyminisztérium épületén (wikipedia)



Kruspér István: „A párizsi Meter-Prototyp”

**Méteregyezmény 1875, Magyarországon hivatalos
Ingatlan-nyilvántartás 1972-től**



Etalonok

Újabb definíciók

1948: Atomi sugárzás alapján: *A méter a kripton-86 atom $2p_{10}$ és $5d_5$ energiaszintje közötti átmenetének megfelelő, váákumban terjedő sugárzás hullámhosszának $1\,650\,763,73$ -szorosa.* (8/1976. (IV. 27.) MT rendelet)

1983: *A méter a fény által a vákuumban a másodperc $1 / 299\,792\,458$ -ad része alatt megtett út hossza (Bay Zoltán).*



Komparáló alapvonalak

1910: Ludovika kertje: 240 m próbabázis

1938-40: Gödöllői alapvonal: 864 m

1940-ben a potsdami alapvonalból levezetve

Normálméter – invárdrótok (6 db)

további hálózati alapvonalak levezetésére

Jelenlegi vízszintes alapponthálózatunk mératarányát határozza meg.



K-GEO Kalibráló Laboratórium

Elektrooptikai távmérő műszerek kalibrálása

Gödöllő Országos Geodéziai Alapvonal (5 pillér)

Finn Geodéziai Intézet határozta meg Väisälä fényinterferométerrel
(pontossága 50 mikron 500 méteres távon)
nagy stabilitás miatt

Országos Geodéziai Hosszetalon

Penc Alapvonal (3 pillér) – Gödöllői Alapvonalra visszavezetve

GNSS vevőberendezések kalibrálása

GNSS Kalibráló Hálózat – KGO főépület tetején – Gödöllői Alapvonalra visszavezetve.



A Gödöllői Országos Geodéziai Alapvonal meghatározása



Finn Geodéziai Intézet



Gödöllő Országos Geodéziai Alapvonal hosszai

Väisälä fényinterferométer és Kern Mekometer 5000

1987

1999

Földalatti pontjelek távolságai:

0 - 24	24 017.06 ± 0.03 mm	24 017.00 ± 0.06 mm
0 - 216	216 018.76 ± 0.04 mm	216 018.66 ± 0.06 mm
0 - 432	432 018.40 ± 0.06 mm	432 018.35 ± 0.06 mm
0 - 864	864 032.16 ± 0.10 mm	864 032.12 ± 0.10 mm

Felhasználói pontjelek távolságai:

0 - 24	24 012.6 mm	24 012.6 ± 0.1 mm
0 - 216	216 025.7 mm	216 025.4 ± 0.1 mm
0 - 432	432 022.6 mm	432 022.2 ± 0.1 mm
0 - 864	864 042.2 mm	864 042.1 ± 0.1 mm

A pillérek nagy stabilitásúak - Országos Geodéziai Hosszetalon (OMH)



GNSS vevőberendezések kalibrálása



GNSS vevőberendezések kalibrálása

2001 – GPS kalibrálási eljárás kidolgozása

- 24 órás statikus mérés, 5-10 méteres vektorok
- 24 db 1 órás mérés
- kényszerközpontos pontraállítás
- PENC pont IGS, EPN állomás – folyamatos mérés és ellenőrzés a vevőberendezésre illetve a globális műholdas navigációs rendszerekre
- NAT akkreditáció

2007/2012 - GPS és GLONASS mérések (GNSS kalibrálás)

- 6 órás statikus mérés
- 12 db 30 perces mérés

2024 – GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU mérések

- új kalibráló hálózat



KALIBRÁLÁS EREDMÉNYE

Kalibrálási jegyzőkönyv és bizonyítvány kiállítása

Műszerek minősítése (általában gyári specifikáció szerint)

Kalibrálási bizonyítvány érvényessége – újra kalibrálási időköz ???

Bizonyítványon nem közölhető érvényességi idő!!!

Felhasználó dönti el (szakmai szabályzatok, megrendelők igényei szerint)



Validálás - Kalibrálás

Műszer validáció: területalapú támogatások ellenőrzésére használt kézi GNSS vevők területmérési pontosságának meghatározása

Európai Bizottság – Közös Kutatóközpont (EC – JRC) által kidolgozott módszeren alapul

Végeredmény:

- Validálási jelentés
- technikai tolerancia érték ≤ 1.0



Validálás

- 6 parcella mérése
- 3 észlelő
- 3 mérési periódus minden észlelőnek
- 1 periódus 4 körüljárás
- összesen 36 mérés parcellánként
- összesen kb. 200 km gyaloglás

Feldolgozás:

- kiugró értékek keresése
- variancia analízis
- technikai tolerancia számítása



Kalibrálás

12 mérés műszerenként (6 folyamatos és 6 vertex)

Mérési eredmények összehasonlítása az etalon területtel

Tűrőhatárok a technikai tolerancia és a referencia kerület függvényében –
Kizárt mérés (max. 3 db)

Kalibrálási jegyzőkönyv és bizonyítvány



Lechneren túl

Az MTA Geodéziai Műszerkalibrációs ad hoc albizottság

Dr. Benedek Judit (HUN-REN Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet)

Dr. Égető Csaba (BME, Építőmérnöki Kar)

Dr. Havasi István (Miskolci Egyetem, Földrajz- Geoinformatika Intézet)

Dr. Szücs László (Óbudai Egyetem, Ybl Miklós Építéstudományi Kar)

Dr. Tóth Zoltán (Óbudai Egyetem, Alba Regia Műszaki Kar)

Virág Gábor (Lechner Tudásközpont)

2023



Óbudai Egyetem, Alba Regia Műszaki Kar, Geoinformatikai Intézet fejlesztései (nem akkreditált)

Távmérő alapvonal

GNSS kalibrációs hálózat.

2021-es évtől az Intézet ad otthont egy akkreditált, **geodéziai műszer kalibráló laboratórium**nak.

2016 óta: **UAV tesztmérések** (ipari szereplőkkel együttműködésben)
Tesztmezők Csór és Bodajk közelében

Légifényképező kamerák kalibrációja (belső tájékozás, elrajzolás meghatározása)
több kalibrációs „labort”, eljárást alakítottak ki ipari együttműködés keretében

Szenzor külpontosságok meghatározására kutatások



HUN-REN Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet (nem akkreditált)

Magyar Optikai Művek: ott fejlesztett geodéziai műszerek független bevizsgálását egykori elődje, az MTA GGKI végezte.

1972: **Műszercsarnok** a főépületének alagsorában:

- kiváló lehetőséget nyújt szintező- és távmérő eszközök tesztelésére, mérési pontosságuk ellenőrzésére.

Automatikus interferometrikus szintezőléc kalibráló berendezés (Orbán et al. 2020):

- lécosztások egymáshoz viszonyított relatív helyzetének néhány mikrométer pontosságú ellenőrzését a léc vízszintesen fektetett helyzetében.
- lehetséges továbbfejlesztés: rendszerkalibrálás (digitális szintezőműszer és a léc együttes kalibrálását jelenti, a léc függőleges mozgatása közben).

Vízszintes és magassági szabályozó kollimátorral is rendelkezik, szögmérő műszerek szabatos vizsgálata, kalibrálása.

Az **extenzométerek** elektronikus érzékelő rendszere és a műszerek in-situ kalibrálása az FI-ben (egykori MTA GGKI-ban) került kifejlesztésre (Mentes 1995).



Kutatások és fejlesztések a gravimetria területén

Korszerű **gravimetriai eszközök** (a kvantum interferometrikus abszolút graviméter, az újrategelphető szupravezető relatív graviméter) metrológiai szempontból kielégítő, csak fizikai konstansoktól függő kalibrálása illetve tesztelése világviszonylatban sem megoldott.

ELGI:

1990-es évek: Mátyáshegyi Gravitációs Obszervatóriumban a mozgótömeges graviméter kalibráló berendezés: alkalmas LCR-G és Sinterx CG5 **relatív graviméterek kalibrálására** 1100 nm/s² árapályhatás tartományában.

A Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága (korábban Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, korábban MBFH)

- Kutatások a legkorszerűbb kriogén és kvantum-interferometrikus nehézségi gyorsulás mérő eszközök tesztelésére és kalibrálására
- nanoradián felbontóképességű kompakt dőlésmérők tesztelése



Néhány kalibrálást végző vállalkozás/szervezet/laboratórium

Általában értékesítést, szervizelést, javítást és karbantartást is végeznek

Geokomp Kft. – korábban akkreditált volt

- Mérnöki – szabatos – digitális szintező
- Teodolit
- Geodéziai mérőállomás
- Csőfektető lézerszintező
- Forgófejes lézerszintező
- Kézi lézertáv mérő
- Lézersugaras vízmérték
- Keresztsugaras lézerszintező
- Rátéttáv mérő



Néhány kalibrálást végző vállalkozás/szervezet/laboratórium

MűszerGuru: - nem akkreditált

- Teodolit
- Optikai szintezőműszerek
- Forgólézerek
- Pont és keresztlézerek
- Egyéb geodéziai és építőipari műszer tartozékok: Műszertalpak, állványok, szintezőlécek, prizmatok, prizmatartók, prizmák.

GEOSET Kft.: - nem akkreditált

- geodéziai és építőipari műszerek



Összefoglalás - Következtetések

Vállalkozások:

- Optikai szintezők
- Teodolitok
- Mérőállomások
- Lézerek

K-GEO:

- GNSS
- távmérő

Hiány: minden más

Akkreditált kalibráló labor fenntartása költséges, bürokratikus, üzleti alapon csak a leggyakrabban használt műszerek esetén lehet gazdaságos.

Ritkábban használt műszerek esetében csak egyetemi/kutatói/állami megoldás vagy külföldön végzett kalibrálás képzelhető el.



Javaslat: Nemzeti Kalibráló Laboratórium létrehozása (FI)

Köszönöm a figyelmet!

Lechner Tudásközpont Nonprofit Kft.

www.lechnerkozpont.hu

www.sgo-penc.hu

www.gnssnet.hu

Kozmikus Geodéziai Obszervatórium

2614 Penc

36 (27) 200 803

gabor.virag@lechnerkozpont.hu

