

Töredékek a mértékegységek történetéből: a hosszúság és a méter

Fragments from the history of units of measurement: length and the metre

SABO Oszkár

E-mail: s011szkar@gmail.com

Abstract

In today's globalised world, after the information revolution, the ever faster developing fields of information technology allow us to have a rapid flow of knowledge. The question arises: is the Guttenberg Galaxy still necessary? We wrongly believe that the most of human knowledge is accessible with the internet, thus making books less needed. In the social and natural sciences we have a summarising goal, in addition to our exploratory and expressive activities. The aim of the following text is to introduce the development of the metric system - and within that, the meter itself - in an informative and interesting way.

Keywords: metric system, measurement, metre, length

Kivonat

Korunk globalizálódó világában, az információs forradalom után, a számítástechnika egyre gyorsabban fejlődő területei, lehetővé teszik számunkra az ismeretek gyors áramlását. Feltevődik a kérdés, hogy szükség van-e még a Guttenberg-Galaxisra? Tévesen gondoljuk azt, hogy az ismeretek jelentős hányada megtalálható az interneten, ezáltal a könyvek értéküket veszítik... Az embernek a mai napig, akár csak a társadalom- vagy természettudományok területén, a felfedező és kifejező tevékenységén túl, összegző feladata is van. Jelen írás a teljesség igénye nélkül próbálja meg, informatívan és érdekesen bemutatni a mértékegységek, ezen belül a méter kialakulásának történetét. Egy szintézis ez, ami egy sajátos nézőponton keresztül próbálja meg az olvasó elé tárni, érdekes, de túlzottan emberi mintákkal tarkított történetét a méterrendszernek.

Kulcsszavak: méterrendszer, mérés, méter, hosszúság

1. ÓSKOR

A mértékegységeket egyidősnek tekinthetjük az emberiség kialakulásával. Az alapvető szükségletek (evés, ivás, szaporodás stb.) megkövetelnek valamilyen kezdetleges mértékismeretet, ami nem volt feltétlenül tudatos. Az állatvilágban a hímek gyakran próbálnak meg, a nőstényért folytatott harcban, nagyobbak (ágaskodás, felfúvódás, szárnyak és tollazat szétterítése) –ezáltal erősebbnek –tűnni. Ha a párharcban a két fél arányait vesszük alapul, már meg is érkeztünk egy primitív hasonlítási mértékrendszer megalakulásához.

Az ősember, a vadászatai során használt eszközeit, valószínűleg újra elkészítette, ha azok elvesztek vagy eltörttek. A folyamat során megpróbálja az eredeti tulajdonságait (anyagát, nagyságát, tömegét) leutánozni.[2] Mivel az ember méretei különböznek, a vadászathoz használt eszközei is egyéniek lehettek. Ebből következhetett, egy emberi mérethez arányított eszközkészítő eljárás.

A táplálkozás is egyedi lehetett, mert életkortól és nemtől, fizikai igénybevételtől is változik az elfogyasztott mennyiség. A kevésbé termékeny hónapokban, be kellett osztani a felhalmozott élelmiszert, s ha ez kezdetben nem is volt tudatos tevékenység, a növekvő csoportlétszámok szükségessé tehettek egy napi adag meghatározását, amire saját tenyerüket használhatták mértékül.

Mindenképpen a mérték kialakulása egy minimális matematikai ismeretet feltételez. Maga a mérési folyamat egy egységhez való viszonyítás.[13] A mérés célja pedig annak a meghatározása, hogy a mérendő mennyiség hányszor tartalmazza saját mértékegységét.[11]

Noha az őskori mértékegységek kialakulásának körülményei csak hipotetikusak, létjogosultságuknak az ókorban talált régészeti leletek adhatnak alapot. Itt a mértékegységek az emberi testrészekre voltak szabva (hüvelyk, arasz, kéz, láb stb.).

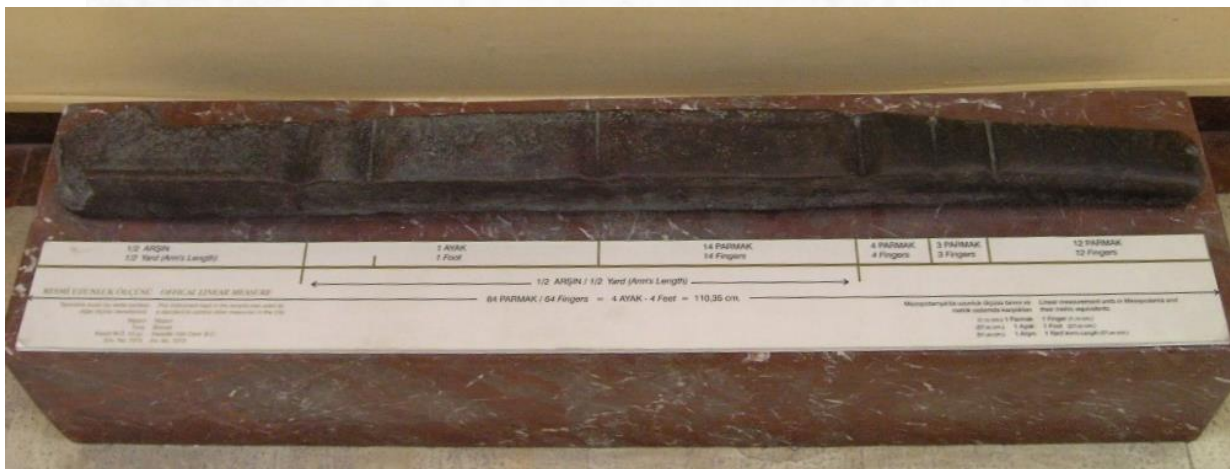
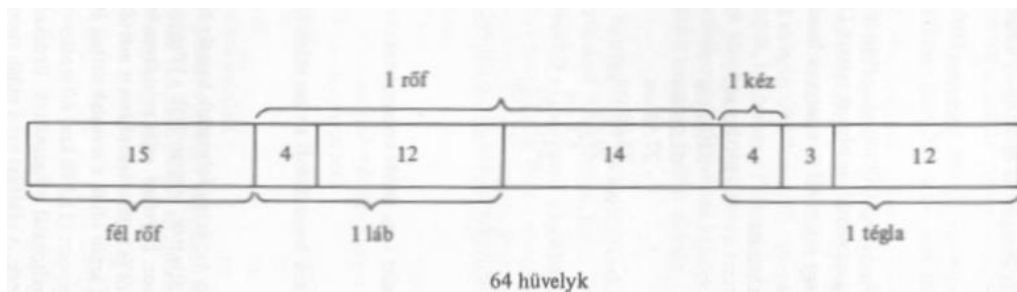
2. ÓKOR

Meg kell említeni, hogy a mértékegységek szempontjából, három civilizációt sorolhatunk fel az ókorból: a Nílus-völgyi, a Tigris- és Eufrátesz-völgyi, valamint az Indus-völgyi civilizációkat. Mindháromnál jelentős felfedezéseket tettek, de a jelen álláspont szerint a Tigris és Eufrátesz folyók mentén elterülő Mezopotámiát tekintik mérvadónak. Itt fedezték fel a legősibb írásformát (uruki archaikus szövegek), ezért elnyerte a „civilizáció bölcsője” elnevezést. Területét számos nép uralta, melyek közül most hármat említek meg: sumér, akkád, babiloni.[21] A sumér ékírások, gazdasági feljegyzéseket tartalmaztak. Ezzel követték nyomon a raktárak feltöltöttségét, az árúkézletet, a kereskedelmi számításokat. A sumérok a 10-es, 12-es és 60-as számrendszert is használták.[8][13]

Mezopotámia északi részén élő akkádok elfoglalták a déli sumérok lakta területeket, majd egyesítették a régiót, létrehozva az egységes mezopotámiai kultúrát. Az egyesített térséget, a nomád törzsek szétverték, aztán a szétesett mezopotámiai térség városállamok közti versengésbe fogott. Ekkor tűnt ki Babilon városa (isten kapuja).[21] Itt a 60-as számrendszert is használták (időmérés, kör).[13]

Legfontosabb hosszegységük a Nippur rőf (~ i. e. 2000), egy 41,5 kg-os rézrúd, hossza 1,1032 m. (1. ábra). Ezt tekinthetjük egy korai etalonnak, törtrészei testrészmértékegységek (pl. hüvelyk, kéz, láb).[4] Az etalon olyan mérőeszköz, amely a mennyiség, esetünkben a hosszúság, reprodukálására és fenntartására szolgál.[6] Babilon város terjeszkedése nagyobb területek egyesítésével folytatódott. A sumér-babiloni mértékegységek elterjednek az egész ókori Keleten.

Egyiptomban is megjelenik a rőf („királyi” vagy „nagy” rőf ~ 0,52 m, „kis” rőf ~ 0,45 m). A kisebb mértékhez, 1-es számlálóú törzstörteket használtak (pl. 1 nagy arasz = $\frac{1}{2}$ nagy rőf, 1 kis arasz = $\frac{1}{2}$ kis rőf).[4] Az egyiptomi mértékegységek akár származhattak a mezopotámiai térségből is. Amit biztosan tudunk, hogy Mezopotámiában hamarabb építettek „piramist” (zikkurat).



1. ábra. Nippur rőf [4][12]

A Perzsa Birodalom kialakulása biztosan serkentette a mértékegységek elterjedését. A hódítások utáni területek, magukba foglalták a babiloni és egyiptomi részeket is. Itt meg kell említeni a birodalom nyugati határát, mely Európában az akkori Makedónia és a görög törzsek területei.[25]

A mértékegységek európai térhódítása, III. Alexandrosz makedón király – akit ma Nagy Sándor néven ismerünk – a Perzsa Birodalom ellen folytatott hadjáratainak is köszönhető.[22] A görögök hatalmas területeken kereskedtek, eljutva Indiába, Babilonba, Egyiptomba. Eközben átvették és megtanulták más népek mértékegységeit. Egységes saját mértékrendszert nem dolgoztak ki.[2] Vegyesen használták az egyiptomiaktól és babilóniaktól átvett mértékeket a sajátjaikkal, egy kicsit továbbfejlesztve. Testmértékegységeik 1 ujj = 0,0193 m, 1 kézszélesség = 4 ujj, 1 arasz = 12 ujj, 1 láb = 16 ujj. Amit még érdemes megjegyezni, hogy az egyiptomi mérföldet átveszik (11,038 km) és 60 stadionra osztják.[4]

A görög világ számos érdekes információt és anekdotát hagyott az utókorra. A filozófusok és gondolkodók a mérés fogalmáról elmélkednek. Ismert Prótagorasz a szofista filozófus, *homo mensura* tétele, melynek részlete így szól: „minden dolog mértéke az ember”. [26] Egy másik görög Eratoszthenész, az alexandriai könyvtár őrzője, egy árnyékvető pálca (gnómon) segítségével meghatározza a Föld kerületét. Mérései alapján 250 000 stadionra (stádium) becsüli. Mivel a stadion hossza térségenként változott, nem tudjuk pontosan megmondani mennyire is tippelt méterben, de az intervallum 39 000 és 47 000 km közötti, ami a nagyjából 40 000 km-es valódi értékhez képest nem is rossz becslés.[13]

Nagy Sándor korai halála után az eddigi régiókat bekebelezi a Római Birodalom. I. e. 300-tól többször használni kezdték a görög mértékegységeket, de a magukét is megtartották. Törekedtek az állandósításra és a birodalomban való egységes használatra.[2] Itt is megjelenik az ujj (1 digitus = 0,0185 m) és a kéz (1 palmus = 0,0739 m). Ami érdekesebb a lépés (1 gradus = 40 digitus) és a dupla lépés (1 passus = 80 digitus), valamint a napi járás (1 iter pedestre = 28,725 km) használata.[4]

3. KÖZÉPKOR

A Római Birodalom kettévállása, valamint a húnok és germán törzsek támadásai, a Nyugatrómai Birodalom megszűnését vonta maga után.[23] A térséget a Karoling dinasztia és a Frank Birodalom vette át, mely I. (Nagy) Károly idejében élte fénykorát. Területei keleten szinte a Kárpát-medencéig tartottak (Pannóniai örgrófság).[24] Akárcsak a suméroké, a láb mint mértékegység itt is megtalálható. Egy karoling láb 0,34 m-nek felel meg.[14]

A honfoglalás előtti ősi magyar mérték az erdőöl, amely a testmagasságot felemelt kézzel tetézett 2,3 méternyi hosszúságot jelölte.[8] Bárcki Géza „A magyar szókinccs eredete” című egyetemi tankönyvében azt írja a finnugor ősről: „Mértékük az arasz és az öl lehetett.”. Elmondható, hogy az arasz és az öl már a finnugor korban is szolgált mértékjelölésre.[9] A középkorban Európa szerte a rőf terjedt el, melyet elsősorban szövetek mérésére használtak. Eredetileg a kinyújtott alsókar, illetve a kifeszített kar, mellkas közepétől a hüvelykujj végéig mért hosszúság egyezik meg egy rőffel. Mérete vidékenként változott 0,6-0,78 méter között.[8] A rőf magyar megfelelője a könyök, vagy kar.[1] Ugyancsak Bárcki Géza írja a Szófejtő Szótárban, hogy a könyök finnugor eredetű töből származhat.[9]

A honfoglalás után a régi mértékegységeket összekapcsolták a Nyugat-Európában használtakal.[8] Szent István a karoling hosszsmértékrendszert vezette be.[6] Bogdán István a Magyar Országos Levéltár levéltárosa, technikatörténész és könyvtáros, nagy gondossággal járt utána a régi magyar hosszsmértékeknek. Ennek alapján elmondhatjuk, hogy ezer esztendő mértékkészletét összesítve 30 hosszsmértéket használtak eleink az idők folyamán.[1][8] (pl. bála ~ 50-300 m, fertály ~ 0,15 m, hajtvány ~ 0,62-0,94 m, kerékfordulás ~ 3,38 m, sing ~ 0,62 m)[27] Voltak olyan hosszsméreteket, melyeket kizárólag a királyi Magyarország egyes régióiban használtak, és voltak olyanok, melyeket országszerte. A Magyar Királyság területén is próbálkoztak a mértékegységek egységesítésével. Luxemburgi Zsigmond, az egész ország területére a „budai mértékek” használatát rendeli el.[6] Mátyás király korában, a királyi araszt nyomtatott vonalként a törvénykönyvekbe tették közzé. A törvény-szöveg szerint, az arasz 16-szorosa a királyi öl. A királyi ölről, egy földbirtok felmérése nyomán íródott jelentés maradt hátra. Ennek alapján kijelenthetjük, hogy a királyi öl hossza 3,126 méter (királyi arasz = 19,6 cm)(1. Táblázat).[1] III. Ferdinánd rendelkezése ismételten törvénybe iktatja a „budai mérő” használatát, és ezzel azonosnak nyilvánítja a „pozsonyi mérőt” és előírja alkalmazását.[6] A pozsonyi öl vasból készült etalonját kihelyezték a pozsonyi Óvárosháza kapujának falára.(1 pozsonyi öl = 1,9 m) 1807-ben a pozsonyi mértéket megfeleltették a bécsi hosszsmértéknek.[1]

A méterrendszer előtt Magyarországon a bécsi öles hosszsmértékrendszer volt használatos. Miután az országot a császári csapatok szabadították fel az oszmán uralom alól, az új rendszer közigazgatása hamarosan

berendezkedett és hozta magával a saját mértékrendszerét. (1 bécsi öl = 1,89 m)[1] Az évszázadokon át megújított rendelkezés láncolata sem tudta megteremteni a mértékek hön óhajtott egységességét. A helyi kis-királyok birtokaihoz kapcsolt mértékeket sem a sorozatos központi intézkedés, sem a szórványos büntetés nem tudta egységbe kovácsolni. Más országokban is nehéz volt eligazodni a mértékegységek káoszában. Gyökeres változást jelentett az újkor hajnalán a méterrendszer megalkotása.[6]

1. táblázat. *A középkori magyar királyi hossz mértékegységek méterrendszerben jelenleg elfogadott értékei [1]*

középkori egység	metrikus egység
1 öl	3,126 méter
1 lépés	0,938 méter
1 rőf	62,5 centiméter
1 láb	31,26 centiméter
1 arasz	19,54 centiméter
1 tenyér	7,82 centiméter
1 hüvelyk	2,61 centiméter
1 ujj	1,95 centiméter

4. ÚJKOR

A humanizmus és a felvilágosodás, nagyban befolyásolták a Francia Forradalom kitörését. Petrarca szerint az ember az önálló döntés és a gondolkodás képességével rendelkező racionális és érző lény.[11] Nagy francia filozófusok, mint Voltaire vagy Jean-Jacques Rousseau a szabadság és tolerancia gondolatát fejlesztik tovább. A XVIII. századra a francia polgárság létszáma és politikai befolyása jelentős volt. A helytelen kormányzás és az értelmetlen háborúkba fektetett pénzek, hamar a csőd szélére jutatták az országot. A polgárság és parasztság szakítani akart a régi rendszerrel. („ancien régime”) A változást az 1789. július 14-én kitört forradalomtól várták. A zavargások meghátrálásra kényszerítették az akkor uralkodó XVI. Lajost.[20] A metrikus rendszer kialakulásának jót tett a forradalom ujtító szele.

Egy kis kitéréssel, hadd említsem meg Galilei nevét, aki elsőként tekint a mérésre, mint egy absztrakt folyamatra. Arra bátorítja tudóstársait, hogy „mérd meg amit meg tudsz, és tedd mérhetővé, amit nem”. [7][8] A mérés fontosságát, már nem csak a kereskedelemben ismerik, hanem a tudományban is. A mai napig a kísérletek mérése és ezek reprodukálhatósága adja, a tudományos fejlődés alapját. Lord Kelvin úgy vélekedett a mérésről, mint „mérni annyi, mint tudni”. [7] De Mengyelejev sem vélekedett kevésbé magasztosan a mérésről. Szerinte a tudomány ott kezdődik, amikor elkezdnek mérni. [5]

Visszatérve a Francia Forradalomhoz elmondhatjuk, hogy az elvárás, egy olyan mértékrendszer megalkotására, ami valamilyen természetből vett értéken alapul, nem újkeletű. Christiaan Huygens elsőként vetette föl, hogy a mértékegységeket ne emberi testmérétekből, hanem valamilyen természeti állandóból vezessék le. [17] Gabriel Mouton a Föld délkörének, tízes osztású hosszát javasolja, mint alapmértékegységet. De olyan is akad, aki az egyenlítő bizonyos törtrészét akarja mértéknek. Aztán Jean Picard a másodperc inga hosszát javasolja. Talleyrand az 1790-es Nemzetgyűlésen előterjeszt egy javaslatot a mérték és súlyok egységes rendszerének bevezetéséről. [2][15][18] Itt a másodperc inga elmélete ismét előtérbe kerül, de nem szeretnék használni, mivel annak hossza a különböző földrajzi magasságokon változik. Az egyenlítőn való hossz-mérést is elvetik, mert a mérés nehézkes. A végső döntés, egy a Párizson áthaladó, negyed délkör hosszának meghatározása a belga határ közelében fekvő Dunkerque-től a spanyolországi Barcelona mellett fekvő Montjouis-ig. [3] Akárcsak Eratoszthenész, a franciák is arányokat használtak. A fentemlített távolság a metrikus rendszerben 1000 km-nyi távolságot jelent. 1791-ben megalakul a méterbizottság (tagjai: J. C. Borda, M. de Condorcet, J. L. Lagrange, P. S. Laplace és G. Monge), akik felkérlik J. B. J. Delambret és P. Méchain, hogy mérjék meg ezt a meridiánívet. Úgy határoznak, hogy a meridiánív tízmilliomod része lesz a méter egysége. [3] Az akkori francia hossz mértékekről érdemes megjegyezni, hogy a legkisebb mérték a vonal volt (~ 2,25 mm) és a legnagyobb a toise (~ 1,94 m). [4] A mérés 6 éven át tartott (1792-1798), ami a forradalom utáni társadalmi és katonai helyzetet tekintve, valamint a terepviszonyokat és távolságot nézve, nem meglepő. A mérést a

theodolit elődjének tekinthető repetíciós gyűrűvel („cercle répétiteur”) végezték, háromszögeléssel, különböző távolságok és szögek ismeretével.[10][16][19] Fontos megemlíteni, hogy csillagászati tudásra is szükségük volt, a pontos tájoláshoz. Részeredményekből már 1795-ben készítettek egy méteretalont sárgarézből („mètre-provisoire”).[17] A mérések alapján az Északi-sark és az Egyenlítő közé eső ív hossza 5 130 740 toise lett. Ennek tízmilliomod része 443,296 párizsi vonal vagyis 1 méter. Az új mértékegységet J. C. Borda nevezte el méternek a görög metron (mérték) szó alapján.[3] 1799-ben Laplace mutatja be az X formájú platina méteretalont („Mètre des Archives”) (2. ábra).[4]



2. ábra. X alakú méteretalon [3]

A méternek nehéz időkkel kell átélnie. Napóleon uralkodása alatt újból engedélyezték a régi mértékegységeket.[8] Franciaországban mintegy negyven évig tartott, mire a méter alapú rendszer használata általánossá lett.[2] A méteretalon világméretű elterjedésében az 1867-es párizsi világkiállítás hozott áttörést. Az összegyűlt tudósok a Szentpétervári Tudományos Akadémia és a Nemzetközi Geodéziai Szövetség támogatásával pár évvel később, 1872-ben létrehozták a Nemzetközi Méterbizottságot.[8] Három évvel később, 1875-ben 17 állam képviselői írták alá a Nemzetközi Méteregyezményt, melyet az Osztrák–Magyar Monarchia képviselőiben Apponyi Rudolf párizsi nagykövet írt alá.[3] Itt meg kell említenünk egy magyar vonatkozást. Magyar földön a hivatalos egyezmény előtt, már 1844-ben volt méter-etalon. Ezt az etalont Nagy Károly csillagász saját pénzén vásárolta egy párizsi aranyművestől. Már 1839-ben rámutatott a középkori eredetű mértékrendszer nehézségeire. Francia kapcsolatai révén jól ismerte a mértékegységek tízes számrendszerét (decimális), és ennek hasznosságát is világosan látta.[8] A bicskei birtokán felépített csillagvizsgálóban helyezte el, majd felajánlotta a Magyar Tudományos Akadémiának. Ezt az etalont Kruspér István műegyetemi professzor és Szily Kálmán akadémikus 1870-ben Párizsban összehasonlította a levéltári méterrel. Jogi szempontból a méterrendszer bevezetése Magyarországon, egy évvel a Méteregyezmény aláírása előtt megtörtént. A törvény kimondta a méter kötelező használatát az ország egész területén.[1]

Az egyre fejlődő technikai vívmányok rámutattak a franciák mérési hibájára. Az etalon hossza és a délkör 40 milliommód része nem egyezik meg, ezért 1899-ben 1 méternek a Párizs melletti Sévresben őrzött ősetalon hosszát fogadták el.[4] De a tévedések itt nem értek véget. Az etalonba karcolt vonások az idővel elmozdulnak az atomok mozgásának köszönhetően. Nagy pontosságú méréseknél ez már zavarólag hat. Ezért 1960-ban úgy határoztak, hogy a métert fényhullámhosszban fejezik ki. A méter a 86-os tömegszámú kripton atom $2p_{10}$ és $5d_5$ energiaszintjei közötti átmenetnek megfelelő, vákuumban terjedő sugárzás hullámhosszúságának $1\,650\,763,73$ -szorososa.[4]

A Nemzetközi Súly- és Mértékügyi Hivatal (BIPM, „minden időkre – minden népnek”) 1889-ben tartott első konferenciájának feladata volt a méter-etalon ellenőrzött másolatainak kiosztása a méteregyezmény tagországainak. 1960-ban pedig létrehozta a mértékegységek nemzetközi rendszerét, az SI-t (Système International d’Unités).[3]

1965-ben Bay Zoltán egy még pontosabb méterdefiníciót vetett fel. John Whitetal végzett mérései igazolták, hogy a fénysebesség vákuumban független a fény rezgésszámától. Ezért a távolság jellemzésére az időt használhatjuk (2. táblázat). 1983-ban elfogadták a definíciót és ez a méter jelenleg is érvényes harmadik meghatározása. [3][4]

A méteregyezményhez 1875 óta még 40 ország csatlakozott, így a tagországok száma jelenleg 58, ezen kívül 41 ország társult tagsággal rendelkezik. Így a méterrendszert a világ legtöbb állama már bevezette és az SI rendszerhez csatlakozva a tudományos világ egységes hosszsmértéke lett.[3]

2. táblázat. A méter meghatározásai [3]

A méter különböző fogalmi meghatározásai (definíciói)				
S	elnevezés	érvényessége	fogalmi meghatározás	relatív pontossága
1	a Föld méretén és alakján alapuló méter a) „levéltári méter” vagy „ösméter” (platinából) b) „nemzetközi méter” (platina-íridium ötvözetből)	1799-1889 1889-1960	egy méter egyenlő a Föld meridián kvadránsának tízmilliomod részével	10^{-6}
2	az atomi sugárzás hullámhosszán alapuló méter („optikai méter”)	1960-1983	a méter a 86-os tömegszámú kripton atom 2p ₁₀ és 5 d ₅ energiaszintjei közötti átmenetnek megfelelő, vákuumban terjedő sugárzás hullámhosszúságának 1 650 763,73-szorosa	5×10^{-9}
3	a fénysebességen alapuló méter („fényreszabott méter”)	1983 óta	a méter a fény által a vákuumban a másodperc 1/299 792 458-ad része alatt megtett út hossza	10^{-15}

Irodalmi hivatkozások

- [1] Busics Gy., Tóth S. *A királyi öl hossza*, Magyarországi Kutató Intézet, Budapest, 2020.
- [2] Dr. Gazsó I. *A mérés és a mértékegységek története, tanítása*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1972.
- [3] Ádám J. *Az egységes mértékegységrendszer kialakítása, fenntartása és továbbfejlesztése*, Geodézia és kartográfia, 2019/3 (71. évf.), 4-15.
- [4] Lévai A. Cs., Pásztor L. *Hosszúságegységek kialakulása; Hosszúságmérési módszerek I.*, NME Közleményei, Miskolc, IV. Sorozat, Természettudományok, 26(1985) kötet, 201-216.
- [5] Lukács E., Tarján R. *Megmérjük a világot*, Gondolat, Budapest, 1978.
- [6] Babák Gy. *Méréstechnika*, Szent István Egyetem, 2011.
- [7] Csótó M. *Mérni annyi, mint tudni? Az elektronikus közigazgatás közösségi mérőszámairól*, Vezetéstudomány / Budapest Management Review, I. ÉVF. 2019. 2. Szám, 14-31.
- [8] Reszler G. *„Mindennek van mértéke” – a mérések és mértékrendszerek történetéből*, Számok a nyelvek világában, nyelvek a számok világában, Nyíregyházi egyetem, Nyíregyháza, 2020, 8-20.
- [9] Velcsov M., *Testrésznevekből alakult mértékneveink története. I. Arasz*, Néprajz és Nyelvtudomány II, 1958, 49-72.
- [10] Mr Pomiro, *Histoire du mètre*, http://ecole-college.com/img/Maths_et_culture/Histoire_du_metre.pdf (Utolsó letöltés: 2021. 06. 11).
- [11] Dr. Pataki P. *Mértékegységek és etalonok kultúrtörténete*, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 2020.
- [12] Wikipedia, *Cubit*, <https://en.wikipedia.org/wiki/Cubit> (Utolsó letöltés: 2021. 06. 11).
- [13] Havancsák K. *Fizikai mérési módszerek tankönyv*, 2013, https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0064_65_fizikai_meresi_modszerek_tankonyv/index.html (Utolsó letöltés: 2021. 06. 06).
- [14] Atestor – HT *Hányas lába volt Nagy Károlynak?*, https://muszermania.blog.hu/2011/02/26/hanyas_laba_volt_nagy_karolynak (Utolsó letöltés: 2021. 06. 09).
- [15] Wikipedia, *History of the metre*, https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_the_metre (Utolsó letöltés: 2021. 06. 11).
- [16] Wikipedia, *Jean-Charles de Borda*, https://en.wikipedia.org/wiki/Jean-Charles_de_Borda (Utolsó letöltés: 2021. 06. 10).
- [17] Mi micsoda?, *A méter és a méterrúd*, <http://www.mimicsoda.hu/cikk.php?id=1206> (Utolsó letöltés: 2021. 06. 05).
- [18] Wikipedia, *Méter*, <https://hu.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9ter> (Utolsó letöltés: 2021. 06. 10).
- [19] Wikipedia, *Repeating circle*, https://en.wikipedia.org/wiki/Repeating_circle (Utolsó letöltés: 2021. 06. 11).
- [20] Wikipedia, *Francia forradalom*, https://hu.wikipedia.org/wiki/Francia_forradalom (Utolsó letöltés: 2021. 06. 05).
- [21] Wikipedia, *Mezopotámia*, <https://hu.wikipedia.org/wiki/Mezopot%C3%A1mia> (Utolsó letöltés: 2021. 06. 07).
- [22] Wikipedia, *III. Alexandrosz makedón király*, https://hu.wikipedia.org/wiki/III._Alexandrosz_maked%C3%B3n_kir%C3%A1ly (Utolsó letöltés: 2021. 06. 07).
- [23] Wikipedia, *Római Birodalom*, https://hu.wikipedia.org/wiki/R%C3%B3mai_Birodalom (Utolsó letöltés: 2021. 06. 08).
- [24] Wikipedia, *Frank Birodalom*, https://hu.wikipedia.org/wiki/Frank_Birodalom (Utolsó letöltés: 2021. 06. 10).
- [25] Wikipedia, *Perzsa Birodalom*, https://hu.wikipedia.org/wiki/Perzsa_Birodalom (Utolsó letöltés: 2021. 06. 13).
- [26] Wikipedia, *Prótagorasz*, <https://hu.wikipedia.org/wiki/Pr%C3%B3tagorasz> (Utolsó letöltés: 2021. 06. 13).
- [27] *A leggyakoribb történelmi mértékegységek.*, <http://gyorkos.uw.hu/mertekegysegek.htm> (Utolsó letöltés: 2021. 06. 13).