

## A MÉRÉSI SKÁLÁK KLASSZIKUS ELMÉLETÉHEZ

### ON THE CLASSICAL THEORY OF SCALES OF MEASUREMENT

FATALIN László

(ORCID: 0000-0002-7117-8573)

[Fatalin.Laszlo@uni-nke](mailto:Fatalin.Laszlo@uni-nke)

#### **Absztrakt**

70 éve javasolta Stevens a mérési skálátípusok kibővítését, aminek hatására bevezetésre kerültek a nominális, az ordinális, az intervallum és az arány skálátípusok. Érdeemes néhány pillantást vetni ezen egyszerű és vitathatatlanul nagyhatású elképzelés érvényesülésére és korlátaira. Ez a cikk az eszmetörténetiség felidézése mellett elsősorban a metrológia alapfogalmának modellelméleti szempontból hiányos megalapozottságára mutat rá.

**Kulcsszavak:** méréselmélet, mérési skálák, anonim skálák, modellelmélet, fogalomanalízis

#### **Abstract**

70 years ago Stevens suggested the expansion of scale type of measurement, a result of which was introduced in the nominal, ordinal, interval and ratio scales. It is worth taking a look at the implementation and limitations of this simple and undeniably influential idea. This article recalls the history of ideas and points out the incompleteness of the metrological basic concepts from model-theoretic aspect.

**Keywords:** theory of measurement, scales of measurement, anonymous scales, model theory, formal concept analysis (FCA)

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2017.03.29.  
A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2017.05.24.

## A MÉRÉSI SKÁLÁK ESZMETÖRTÉNETÉHEZ

„Megismerésünk minden lépése több kérdést vet fel,  
mint amit megválaszol.”

Niels Bohr

A Science 1946. június 7-i számában *On the theory of scales of measurement* címen egy négyoldalas cikk jelent meg a Harvard Egyetem pszichoakusztikus laboratóriumának vezetőjétől, *Stanley Smith Stevenstől*. [1] E 4 oldalas cikk hatását mutatja, hogy idézettsége alapján az 50. helyet foglalja el a 20. századi pszichológiai szakirodalomban, és olyan méréselméleti vitát váltott ki, ami még napjainkban is folyik. E viták többsége a mérés fogalmának eltérő felfogására vezethető vissza.

A mérés multidiszciplináris fogalmára különböző definíciók találhatóak a szakirodalomban. A klasszikus felfogást tükrözi *Joel Michell* kifinomult megfogalmazása: [2]  
„... a mérés egy számszerű értékelése és kifejezése egy tényező egy másikhoz való viszonyának.”

Az SI alapmennyiségei, így például az idő, a távolság, a tömeg, a hőmérséklet, ... rendre kielégítik a „mérhetőnek lenni” Michell-féle fogalmi követelményét. Már itt érdemes kiemelni, hogy a klasszikus meghatározások mindig két mennyiség közvetlen összehasonlítását, azaz elsődlegesen az ún. relatív mérhetőséget ragadják meg.

Stevens meghatározása viszont egy sokkal általánosabb felfogást tükröz: [3]

„a mérés nem más, mint számértékek hozzárendelése különböző objektumokhoz vagy eseményekhez, ...”

E definíciónak az *IQ-érték*, avagy a *népszerűségi indexek* csakúgy megfelelnek mint a *személyi szám* vagy a tárgyakra ragasztott *leltári számok*, azaz ebben az értelmezésben matematikailag a mérés egy olyan függvény, ami egy-egy számmal látja el a vizsgált objektumokat, illetve eseményeket. Fontos gyakorlati kérdés persze az, hogy e meglehetősen általános felfogás mikor-milyen információnyereséget szolgáltathat.

## A KLASSZIKUS MÉRÉSI SKÁLÁK

*Michell* az általa adott, egyébként a fizikai mennyiségeken alapuló klasszikus definícióját *Arisztotelésztől* és *Euklidésztől* származtatja. E felfogás leggyakoribb mai interpretációja szerint a mérés annak a megállapítása, hogy az egység hányszor szerepel egy adott mennyiségben, amit a következő definíciós formulával szokás kifejezni:

$mért\ érték := mérőszám \cdot (mérték)egység.$ <sup>1</sup>

Ez a leírás pontosan tükrözi az egység és oszthatatlanság elvét, ami *Püthagorasztól Démokritoszon* át *Euklidészig* uralta a görög tudományt. [4] E definíciós formula definienséhez, a „*mérőszám-szorzás-egység*” triumvirátusához érdemes néhány észrevételt tenni.

A mérőszám fogalmilag a mennyiségi kapcsolat arányossági tényezője, így az elsődlegesen relatív összehasonlítások eredményeként kapott számok mérési skálába rendeződésére csak azután kerülhet sor, ha már rögzítésre kerül egy (mérték)egység, következésképpen a klasszikus felfogásban a mérési skála megjelenése csak másodlagos. A mérőszámmal kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy a görög számfogalom a püthagoraszi egység ideájához ragaszkodva mindvégig a természetes számokra szorítkozott, bár zseniálisan bántak az arányokkal, sőt az irracionális viszonyokat is felfedezték, de a felvetődött logikai problémák

<sup>1</sup> E formai leírást sokan *J. C. Maxwelltől* eredeztetik.

megoldása évezredes fejlődést igényelt.<sup>2</sup> A fokozatosan kialakuló és bővülő számfogalom birtokában jelenhettek csak meg a tulajdonképpeni mérési skálák, melyekhez egyre bővebb számhalmazokat alkalmaztak. Ezt példázza a negatív számok „mérési skálákba” való beépülése is. *René Descartes* [5] koordináta-rendszere 1637-ben eredetileg csak az első síknegyedre szorítkozott, sőt a 18. században még tudós körökben is igyekeztek elkerülni a negatív számok használatát, aminek eklatáns példája a hőmérsékleti skálák kifejlődése. (Az első használható hőmérőket<sup>3</sup> megvalósító *Daniel Gabriel Fahrenheit (1708)* is a reprodukálható leghidegebb referenciapontot választotta skálája kezdőpontjaként, míg *Anders Celsius (1742)* több kortársához hasonlóan eredetileg visszafelé irányította skáláját, így a víz forráspontja 0°C, a jég olvadáspontja pedig 100°C volt nála!<sup>4</sup>)

A (mérték)egységek történelme ősidőkbe nyúlik vissza, napjainkban már külön tudomány, a nemzetközi intézményrendszerrel megerősített metrológia foglalkozik rendszerbe szedésükkel és etalonjaik realizálásával. Ezek vázolója messze túlmutat e cikk célján és meghaladja kereteit, amit jól érzékeltetnek a *Mértékegységek Nemzetközi Rendszerét (SI)*<sup>5</sup> érintő utóbbi két évtizedben bekövetkezett főbb változások, melyek a következők:

- 1998-ban elkészült a mérések fogalomrendszerének meghatározására és körülhatárolására a *Nemzetközi Metrológiai Értelmező Szótár* 3. kiadása (VIM-3); [7]
- 2003. novemberében elfogadták az *Útmutató a Mérési Bizonytalanság Kifejezéséhez* (GUM) című dokumentumot;<sup>6</sup> [8]
- 2011. októberében a XXIV. Általános Súly- és Mértékügyi Konferencia (CGPM) döntött arról, hogy a mértékegységeket hét általános fizikai állandó segítségével definiálják.

A mérőszám és az egység közti szorzást többnyire formálisnak tekintik abban az értelemben, hogy nem elvégzendő műveletet jelöl, inkább csak jelzés értéke van a mérőszám értelmezéséhez. Logikailag pontosabb interpretáció lenne, ha néven nevezve szerepelne, hogy a fizikai mennyiségek klasszikus modellje az egydimenziós vektortér, melynek aktuális bázisa a választott egység, a mérőszám pedig a konkrét mennyiség koordinátája ebben a bázisban, így magától értetődően a szokásos bázistranszformáció írja le a másik egységre, azaz bázisra való áttérést. (A valós számok  $\mathbf{R}$  halmaza és az  $\mathbf{R}^1$  egydimenziós valós vektortér fogalmi különbözőségének belátáshoz elegendő a számokkal illetve a vektorokkal végezhető műveletsoportra gondolni.) *Matolcsi Tamás* hasonló megállapításra jutott logikai elemzése nyomán: [9] „... egy fizikai mennyiség értékeit egy dimenziós irányított vektortér – úgynevezett mértékegyes– modellezi.”

<sup>2</sup> A gyakorlatban a görögök is alkalmaztak törteket, melyek írásmódja a mai törtekéhez hasonlatos volt, csak a nevező felül, a számláló alul volt, valamint nem használtak törtvonalat, ám matematikai értelemben ezek nem számok voltak, hanem mindvégig arányokat fejeztek ki.

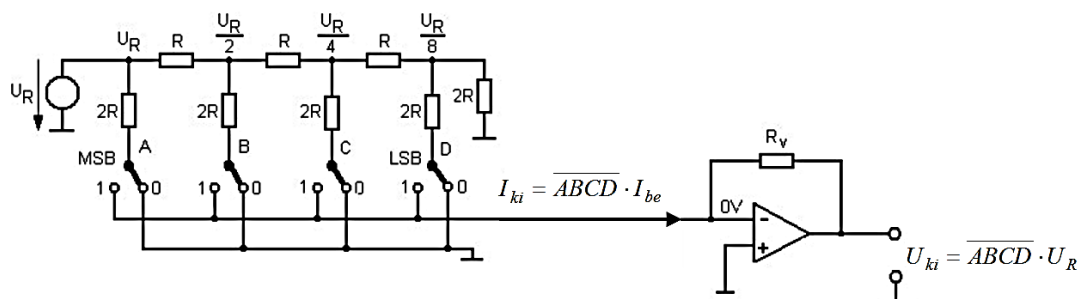
<sup>3</sup> 1702-ben *Amontons* már publikálta gázhőmérőjét, ami körülményes használata miatt nem terjedt el. [6]

<sup>4</sup> A *Delisle-féle* hőmérsékleti skála (Oroszország, 1732) mai értelemben szintén fordított irányítású volt. Csak *Celsius* halála után, 1748-tól fordították meg a Celsius-skála irányítását *Martin Strömer* javaslatára.

<sup>5</sup> Az SI-rendszer (*Système International d'Unités*) és etalonjainak nemzetközi fenntartását és fejlesztését a Nemzetközi Súly- és Mértékügyi Hivatal (BIPM), az Általános Súly- és Mértékügyi Konferencia (CGPM), valamint a Nemzetközi Súly- és Mértékügyi Bizottság (CIPM) végzi a méteregyezmény nyomán.

<sup>6</sup> Széleskörű nemzetközi konszenzus kísérte e dokumentumokat. Jelentősebb aktív támogatói: BIPM (Nemzetközi Súly- és Mértékügyi Hivatal); OIML (Nemzetközi Mérésügyi Szervezet); ISO (Nemzetközi Szabványosítási Szervezet); IEC (Nemzetközi Elektrotechnikai Bizottság); IUPAP (Nemzetközi Elméleti és Alkalmazott Fizikai Unió); IUPAC (Nemzetközi Elméleti és Alkalmazott Kémiai Szövetség); IFCC (Nemzetközi Klinikai Kémiai Szövetség).

A szorzás formalitása ellen szól az az érv is, hogy a gyakorlatban sokszor ténylegesen elő kell állítani az adott értékű fizikai mennyiséget. Az általánosan elterjedt digitálistechnika az egységnek megfelelő referenciajel tényleges szorzásával végzi el a vizsgáló, illetve beavatkozó jelek előállítását, aminek általános eszköze a D/A-átalakító. Ennek egy gyakori típusát vázolja az 1. ábra, melyen nyomon követhető a digitálisan adott  $\overline{ABCD}$  (4-bites) számmal történő szorzás realizálása.



1. ábra Létrahálózatos áramösszegzős D/A átalakító felépítése (a szerző szerkesztése [10] alapján)

A szakirodalom elsősorban a mértékegységek rendszerezésére koncentrálna több látns félreértés nyomán kerül e modell nevesítését. A fizikai mennyiségek halmazának rendszerezésekor az alap- és származtatott mennyiségek elkülönítése, valamint a mérési bizonytalanságok kezelése kap prioritást. A VIM-3 például a *(mérhető) mennyiség* fogalmi meghatározását követően azonnal a mennyiségrendszer, az alap- és a származtatott mennyiség és a dimenzió fogalmát definiálja: [7]

„1.2 *mennyiségrendszer*: Egymással meghatározott összefüggésben lévő, általános értelemben vett mennyiségek összessége.

1.3 *alapszámított mennyiség*: Egy mennyiségrendszer olyan mennyiségeinek egyike, amelyeket megállapodásszerűen egymástól függetlennek tekintenek.

1.4 *származtatott mennyiség*: Egy mennyiségrendszerben a rendszer alapszámított mennyiségeinek függvényeként definiált mennyiség.

1.5 *mennyiség dimenziója*: Kifejezés, amely egy mennyiségrendszer valamely mennyiségét a rendszer alapszámított mennyiségeit reprezentáló tényezők hatványainak szorzataként adja meg.”

Mélyebb elemzés nélkül is látszik, hogy központi kérdés a függetlennek tekintett mennyiségek kiválasztása. Egy újabb ún. származtatott mennyiséget eredményez például a fizikai mennyiségek szorzata, miközben a dimenzióik is szorzódnak, ám az így származtatott dimenzió nem egyértelműen utal a kapott fizikai mennyiségre. Az erő és távolság szorzata például munkát vagy forgatónyomatéket is jelenthet, amely mértékegysége a  $J$ , illetve a  $Nm$ , miközben dimenziójuk ugyanaz! Az egység ily módon logikailag némileg eltérő jelentést kap mértékegységként és dimenzióként. A fizikai mennyiségek ezen függetlenségi és dimenzió fogalmi nem kompatibilisek a vektortér hasonló nevű fogalmaival! A dimenzióanalízis használhatósága nem vitatható, ám logikailag precízebb, a fentebbi kettősséget nélkülöző megalapozást igényelne.<sup>7</sup>

<sup>7</sup> A származtatott mennyiségek dimenzióját Matolcsi [9, 167-170. o.] tenzorszorzással és –osztással értelmezi, ami logikailag precízebb megalapozást ad, ám a fentebbi kettősséget nem szünteti meg.

## A STEVENS-FÉLE MÉRÉSI SKÁLÁK

Stevens felfogásában a mérés számok hozzárendelésére redukálódik, azaz az objektumok illetve események számszerűsítését jelenti, aminek főbb lépései a következő pontokban foglalhatók össze:

- a számértékek hozzárendelési szabályainak rögzítése;
- az eredményként előálló skála matematikai tulajdonságainak áttekintése;
- az adott mérési skálára alkalmazható statisztikai műveletek, eljárások meghatározása.

Stevens általánosabb definíciója lényegesen kisebb követelményt támaszt a mérés klasszikus fogalmához képest, így többféle skálatípus is elképzelhető, melyeket a 2. ábra tüntet fel Stevens eredeti ábrája alapján.

Skála	Alapvető művelet	Matematikai csoport tulajdonsága	Megengedhető statisztikai műveletek
Nominális	Egyenlőség meghatározása	Permutációcsoport $x' = f(x)$ , ahol $f$ tetszőleges, kölcsönösen egyértelmű leképezés	Esetek száma <u>Módusz</u>
<u>Ordinális</u>	Sorrendiség meghatározása	<u>Izotonikus</u> csoport $x' = f(x)$ , ahol $f$ tetszőleges, monoton növekvő függvény	Medián <u>Percentilisek</u>
Intervallum	Intervallumok/különbségek vizsgálata	Általános lineáris csoport $x' = ax + b, a > 0$	Számtani átlag Szórás Rangkorreláció Szorzat momentum korreláció
Arány	Hányadosok egyezőségének vizsgálata	Hasonlósági csoport $x' = ax, a > 0$	Mértani átlag Harmonikus átlag

2. ábra A mérési skálák típusai és tulajdonságai (a szerző szerkesztése [1] alapján)

A skálatípusok felsorolása mellett Stevens alapvető fontosságúnak tartotta kiemelni az ekvivalens skálát eredményező transzformációk megadását, valamint azokat a statisztikai műveleteket, melyek segítségével információ nyerhető. Kehl Dániel 2011-es összefoglaló tanulmánya [11] részletes képet fest mind a paraméteres, mind a nemparaméteres statisztikai módszerek használhatóságáról, és a körülöttük kialakult vitákról is, valamint irodalomjegyzéke is példamutató.

Az elmúlt évtizedekben több olyan tanulmány is napvilágot látott, melyek a mérési skálatípusok kibővítését célozták meg,<sup>8</sup> de ezek részben nem terjedtek el, részben inkább csak a skálatípusok árnyalását szolgálnák, így lényegében érvényesnek tekinthető Kehl Dániel megfogalmazása a nominális-ordinális-intervallum-arány skálatípusok további bővíthetőségéről, azaz a Stevens-féle taxonómia teljességéről: [11, 1060. o.]

„Az elképzelhető skálatípusok matematikai meghatározásával a modern méréselmélet foglalkozik, alapvető megállapításuk, hogy Stevens besorolása többé-kevésbé teljes, más jelentős struktúrák bizonyíthatóan nem léteznek.”

<sup>8</sup> 1977-ben a statisztikai adatfeldolgozáshoz kötődően a Mosteller-Tukey-féle tipológia [12], majd 1998-ban a földrajzi fogalmakhoz kötődően Chrisman tipológiája [13] látott napvilágot.

## A FOGALMI ÖSSZEHAJONLÍTÁS MATEMATIKAI ALAPJAI

A felidézett két felfogás fogalmi összehasonlításakor a továbbiakban a pusztá definíciók helyett a trichotomikus fogalomleírás követelményeit tekintjük mérvadónak, ami azzal az előnnyel is kecsegtet, hogy a deskriptív szövegelemzés helyett a formális foglomanalízis egzakt matematikai eszközei is használhatóak.<sup>9</sup>

A fogalomleírás trichotomikus modellje abból indul ki, hogy minden fogalom rendelkezik a következő három komponenssel: [16]

- egy tudományos fogalomnak van nem üres extenziója<sup>10</sup>, azaz körülhatárolhatóak azon objektumok, amelyek a fogalom terjedelmébe tatoznak;
- a fogalomnak van intenziója, azaz a fogalomhoz tartozó összes objektumra érvényes tulajdonságok, attribútumok halmaza;
- a fogalomnak van neve.

A definíciók csak többé-kevésbé használják a fogalom e három komponensét, ui. a *definiendum* := *definiens*

formulában a fogalom extenziójának explicit megadása helyett többnyire egy bővebb halmaz (*genus proximum*) szerepel, míg a teljes intenzió helyett csak néhány kiválasztott attribútum, az ún. releváns tulajdonságok (*differetia specifica*) kerülnek nevesítésre, melyek segítségével a bővebb halmazból egyértelműen elkülöníthetőek a fogalomba tartozó objektumok.<sup>11</sup>

A formális foglomanalízis figyelmen kívül hagyja a „fogalomnak van neve” követelményt, ezért a szükséges és elégséges feltételekkel operáló formális foglomanalízissel csak az ún. potenciális fogalmak alapozhatóak meg, melyek közül azonban csak azok kapnak nevet (nem pillanatnyi elnevezést!), melyeknél a gyakorlati jelentőségük és gyakori előfordulásuk ezt indokolja. A névadásnál elsődleges törekvés ugyan, hogy az egyes fogalmak egyedi megnevezést kapjanak, ám ez többnyire nem sikerül, hiszen különböző általánosítások eredményeként egy fogalom sokszor jelentős változásokon megy át, miközben a neve megmarad. A mérés fogalmával is hasonló a helyzet, hiszen az itt tárgyalt két felfogás is nyilvánvalóan különböző fogalmakat takar, ezért az azonos terminus használata sok félreértés forrása.

A formális foglomanalízis alkalmazásakor először a tárgyalási kontextust, azaz a vizsgált objektumok és attribútumok körét kell rögzíteni azon feltétel mellett, hogy minden objektum és attribútum viszonylatában egyértelműen el kell tudni dönteni, hogy az objektum rendelkezik-e az adott tulajdonsággal vagy sem. E feltétel teljesülése esetén a tárgyalási kontextus egyértelműen leírható egy ún. cross-táblával, melynél az egyes sorok az objektumokat, míg az oszlopok az egyes attribútumokat képviselik. (Az *i*-edik sor *j*-edik oszlopában egy  $\times$ -jel szerepel, ha az *i*-edik objektum rendelkezik a *j*-edik tulajdonsággal.) Különleges jelentőségük van a cross-tábla azon négyszögrészeinek, melyek teljesek, azaz minden kereszteződésükben szerepel az  $\times$ -jel, és maximálisak abban az értelemben, hogy sem további sorral, sem további oszloppal nem bővíthetőek a teljességi feltétel megtartása mellett. Ezen objektum-halmaz és attribútum-halmaz kettősök alkotják a potenciális fogalmakat,

---

<sup>9</sup> Garrett Birkhoff 1940-es cikke [14] nyomán alakult ki a formális foglomanalízis (németül FBA – Die Formale Begriffsanalyse; angolul FCA – Formal Concept Analysis), melynek alapjait Rudolf Wille és Bernhard Ganter foglalta össze két évtizede megjelent *Formale Begriffsanalyse* című könyvükben. [15]

<sup>10</sup> Az üres fogalmak esetében bármilyen állítás és az ellenkezője is igaz abban az értelemben, hogy ellenpéldával egyik sem cáfolható, azaz befogadásuk ellentmondásos rendszerhez vezetne.

<sup>11</sup> *Arisztotelész*től ered a „*genus proximum* + *differetia specifica*” elve, amit Carl Linné is átvett biológiai nevezéktanához.

melyeket gráfelméletileg klikkeknek nevezünk. A potenciális fogalmak e leírási módja explicite tartalmazza mind a fogalomba tartozó objektumok, mind a fogalomra jellemző attribútumok körét.

A potenciális fogalmak között természetes módon adódik egy (részben)rendezés, miszerint az egyik fogalom tartalmazza a másikat, ha objektumainak köre tartalmazza a másik fogalom objektumait. Ekkor a bővebb fogalom általánosításként tekinthető szűkebb attribútumokkal! A potenciális fogalmak e rendezett halmaza szemléltethető gráffal, amit a szakirodalom Galois-gráfnak nevez. A formális foglomanalízis célja e gráf előállítás, ami pontosan tükrözi a (potenciális) fogalmak közti viszonyt. A mérés különböző fogalmi felfogásainak viszonyát a továbbiakban e módszer segítségével vizsgáljuk.

### A MÉRÉS FOGALMI VIZSGÁLATÁNAK EGY TÁRGYALÁSI KONTEXTUSA

A mérés fogalmának vizsgálatához itt egy erősen szűkített tárgyalási kontextus szerepel, így objektumként csak a következő „mennyiségek” kerülnek a vizsgálatba: *idő, távolság, tömeg; pH; személyi szám; leltári szám, népszerűségi index, IQ; komplex impedancia; szín*. A vizsgált attribútumok köréhez itt a logikai pozitivizmus talaján álló *Ernst Mach* és *Rudolf Carnap*, valamint *Stevens* és követőinek pszichológiai indíttatású gondolatai kapnak prioritást. [17]

*Carnap* fő kritériumként a rendezhetőség (az egyenlőség és a kisebb-nagyobb vonatkozás értelmezése) és a metrika (egység-nullapont-skála) meglétét emeli ki,<sup>12</sup> míg *Stevens*nél az egyenlőség és sorrendiség mellett az additív és arányossági tulajdonságok kapnak központi szerepet. Ezek alapján a továbbiakban a következő tulajdonságokat emeljük ki: *egyenlőség (kódja: A); rendezés (kódja: B); matematikai műveletek (kódja: C)*.<sup>13</sup> A 3. ábrán látható a mérés eszerint egyszerűsített kontextustáblázata.

<i>attribútum és kódja</i>		<i>egyenlőség</i>	<i>rendezhetőség</i>	<i>műveletek (+;-;*/:)</i>
<i>objektum és kódja</i>		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
személyi szám, leltári szám	<i>1</i>	×		
IQ, népszerűségi index	<i>2</i>	×	×	
idő, távolság, tömeg, pH	<i>3</i>	×	×	×
komplex impedancia, szín	<i>4</i>	×		×

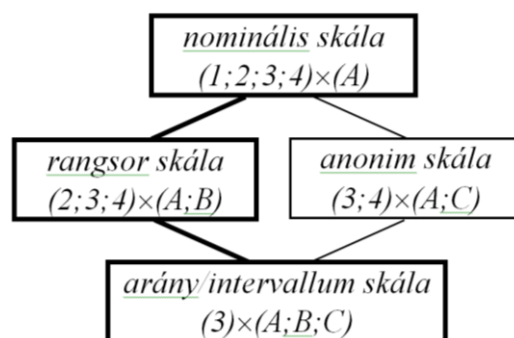
3. ábra A mérés fogalmának egy egyszerűsített kontextusa [saját szerkesztés]

E tárgyalási kontextusban a következő négy klikk, azaz potenciális fogalom fedezhető fel:

- $(1;2;3;4) \times (A)$  klikk, ami a nominális skála megnevezést kapta;
- $(2;3) \times (A;B)$  klikk: ami az ordinális/rangsor skála nevet kapta;
- $(3) \times (A;B;C)$  klikk, ami az intervallum illetve arány skála nevet viseli attól függően, hogy csak az additív művelet, illetve a skalárral való szorzás is értelmezve van;
- $(3;4) \times (A;C)$  klikk, ami jelenleg csak egy név nélküli potenciális fogalom.

<sup>12</sup> *Fényes Imre* (1971) hat pontban részletesen fejt ki egy *Carnap*-féle mérési skála megalkotásának lépéseit. [18]

<sup>13</sup> Ezen egyszerűsítés hatására az összeadás/kivonás illetve a szorzás/osztás műveletének elvégezhetősége itt egy kategóriába esik, ami kritizálható ugyan, de a kapott konklúzió szempontjából itt irreleváns.



4. ábra Galois-gráf a mérés fogalmához [saját szerkesztés]

A modern méréselmélet szerint az összes létező (nominális; ordinális; intervallum; arány) skálatípus mellett a mérés itt tárgyalt, erősen egyszerűsített kontextusának Galois-gráfiájában feltűnt egy *anonim skálának* nevezett, ám „bizonyíthatóan nem létező” potenciális fogalom, ami egy új lényegesen eltérő skálatípus létezésének egzakt bizonyítéka. Érdeemes elgondolkodni azon, hogy milyen látens hipotézisek miatt nem kap helyet a modern méréselméletben ez a skálatípus.

## A MÉRÉS FOGALMÁNAK MODELLELMÉLETI ASPEKTUSAIRÓL

*Galilei* kísérleti fizikája soha nem látott diadalt aratott, így kiadott jelszava, a „számítsd ki ami számítható, mérd meg ami mérhető, és tedd mérhetővé, ami még nem mérhető” [19, 32.o.] mottó sikerútja azóta is töretlen. Ma már magától értetődő és vitathatatlan, hogy egy vizsgált jelenségkörben mérni kell, amihez egy metamatematikai illúzió is tapad.<sup>14</sup> Nevezetesen közvetlen céllá vált a számszerűsítés bevezetése és alkalmazása, amit az ún. nominális skálák bevezetése is pregnánsan mutat. Modellelméleti szempontból ez úgy jellemezhető, hogy a vizsgált jelenségköröknél modellterként konszenzusos alapon rögzítésre került a (valós) számok (rész)halmaza. [20] A mai méréselméleti iskolák, mind a klasszikus, mind a reprezentációs, mind az operacionalista elmélet hívei egyaránt elkötelezték magukat e felfogás mellett.<sup>15</sup>

*Stevens* általánosítása szűkebb tartalmi specifikáció árán kiszélesítette a mérés fogalmi terjedelmét. A mérhető mennyiségek körének e sikeres (társadalomtudományi) bővítéseként számos tényező (pl. IQ [21], *impaktfaktor*) nyert teret magának a metrológia tudományában.<sup>16</sup> A (lineáris) rendezés meglétét követelő ordinális/rangsor skálákon túli bővítésről meg kell említeni, hogy a numerikus kódolások mérési (nominális) skálaként történő interpretációja nem aratott osztatlan sikert, hiszen a leltári számok felragasztása inkább a nevesítés, mintsem a mérés témaköréhez tartozik, ugyanakkor e némileg túlzó bővítés ellenére is több, meglehetősen fejlett mérés technikával rendelkező fogalom (pl. impedancia, szín) továbbra sem fér bele a mérhető mennyiségek körébe. Az ilyen ellentmondások feloldásához szükség lenne a mérés kiemelt attribútumainak, így az egyenlőség, a lineáris rendezés és a matematikai alapműveletek meglétére vonatkozó követelményekhez tapadó (sok esetben

<sup>14</sup> *Strathern* megfogalmazásában „Püthagorasz ... volt az első, aki azt állította, hogy a világ viselkedése matematikai formulákat kell, hogy kövessen, ... kijelentésének igazában mind a mai napig hiszünk.” [4,22. o.]

<sup>15</sup> A reprezentációs elmélet a skálafeltételeket helyezi előtérbe, míg az operacionalista elmélet az információtartalmat preferálja.

<sup>16</sup> A VIM-3 már alkalmazza az ún. egyezményes/referenciaérték-skála fogalmát is, ami „azonos fajtájú konkrét mennyiségek akár folytonos, akár diszkrét értékeinek olyan rendezett készlete, amelyet megállapodással vonatkoztatási alapként definiálnak az adott fajtájú mennyiség értékeinek nagyság szerinti elrendezéséhez.” [7, 18. o.]



hamis) látens hipotézisek tételes áttekintésére. A gráfban problémát okozó potenciális fogalom váratlan felbukkanását itt például azon hamis hipotézis okozza, miszerint a (matematikai) műveletvégzés lehetőségét mindig megelőzi a (lineáris) rendezhetőség teljesülése, miközben ez sem a komplex számok, sem a többdimenziós vektorok esetében nem igaz.

Modelltérként mindig, –így a mérés esetében is– olyan jól ismert struktúrát célszerű választani, ami adekvát módon illeszkedik a vizsgált jelenségkörhöz. Ilyen modellter lehet a valós számok, avagy ismertsége esetén a komplex számok és a vektorterek struktúrája is. Legtöbbször a valós számok (valamely részhalmaza) kerül alkalmazásra, ugyanakkor gyakorta csak a valós számok között végezhető néhány műveletnek van tényleges értelme a vizsgált jelenségkörben. A szorzás művelete még a klasszikus fizikai mennyiségek esetében sem tartozik ebbe a körbe, ui. bármely fizikai mennyiség önmagával vett szorzata már a dimenzió szempontjából is kilép ezen mennyiség köréből! A klasszikus mérések esetében a szorzás valójában a skalárral való szorzás műveletét jelenti, azaz ezeknél is vektortér szerepel modellterként! (Ugyanez a helyzet a színek esetében is, melynél a színek különböző arányú összekeverését jól modellezi a színvektorok lineáris kombinációja, azaz a vektortér itt is jól alkalmazható modellterként.)

## A RENDSZEREZÉS EGY LEHETŐSÉGÉRŐL

A mérési skálák fontos alapeleme a mértékegység, így a mérési skálák rendszerezése kapcsolódik a mértékegységek rendszerezéséhez is. Már ósidóktól törekednek az emberek a különböző (mért) mennyiségek összekapcsolására, melynek egyik eklatáns példája az ókori *talentum* mértékegység, ami részben tömeg, részben pénzegység volt.<sup>17</sup>

A mai decimális, méterrendszerű mértékegységrendszer alap gondolatát *Huygens* már 1644-ben felvetette, melyben új hosszegységnek az ún. másodpercinga hosszát javasolta, de igazi áttörést csak az 1791-es francia nemzetgyűlés határozata hozott, ami *Talleyrand* ajánlására, *Borda*, *Condorcet*, *Lagrange*, *Laplace* és *Monge* szakmai tervezése alapján, a fokméréshez kötődően 1799-ben elvezetett az ösméter realizálásához. *Gauss* 1832-ben kidolgozta koherens CGS mértékegységrendszerét, ami 50 évet várt legalizálására.<sup>18</sup> E folyamat során alakult ki napjainkra a *Mértékegységek Nemzetközi Rendszere* (*Système International d'Unités, SI*), ami megkülönbözteti az alap- és származtatott mennyiségeket, de szerepet kapnak benne a *dimenzió nélküli mennyiségek*,<sup>19</sup> valamint az ún. *kiegészítő egységek* (*radián, szteradián*) is.

A problémák száma közben megszorodott, hiszen a dimenzió és a mértékegység fogalma közti viszony logikailag nem kellően tisztázott,<sup>20</sup> a kiegészítő egységek rendszerbe történő

---

<sup>17</sup> A talentum egység Mezopotámiában (i.e. 3000) alakult ki, amit a görög, a zsidó és a római kultúra is átvett és használt, így helyenként és időszakonként változott a mennyisége, általában 25-50 kg körüli tömeget, és ilyen tömegű ezüstben értendő pénzürtéket jelentett. Etimológiailag a *talentum* kifejezést a görög *talanton* (*mérleg, súlyegység*) szóra vezetik.

<sup>18</sup> Az USA Bell aktív támogatása ellenére mindezt elvetette, így a NASA is csak 2007-ben, egy csúfos űrszonda-megsemmisülést követően jelentette be, hogy most már áttér a metrikus rendszerre!

<sup>19</sup> Használatos a *dimenziótlan*, illetve az *egy dimenziójú mennyiség* (*quantity of dimension one*) terminológia is, melybe többen besorolják a kiegészítő egységeket is. (A dimenziótlan mennyiségre gyakorlati példa a súrlódási tényező, a Mach-szám, az optikai törésmutató, a tekercs menetszáma, a molekulaszám, az erősítés.)

<sup>20</sup> Az erősítés például dimenzió nélküli, és mértékegysége a *dB*. (A *dB* 2011-től vált az SI elismert egységévé, amit eredetileg a *Bell Telephone Laboratory* mérnökei alkalmaztak a telefonkábelek csillapítási tényezőjéhez *transmission unit* (*TU*) néven, és ezt nevezték át 1923-ban *Bell* tiszteletére *dB*-nek.)

elhelyezése eklektikussá vált, miközben a VIM-3 már bizonyos ordinális skálákat<sup>21</sup> is befogadott a *referenciérték-skála* fogalmán keresztül, ami abba az irányba mutat, hogy bizonyos szakmai grémium által konszenzussal elfogadott *egyezményes skálák* is használhatóak. Ezek a nyitott kérdések<sup>22</sup> is arra utalnak, hogy modelleméleti szempontból a metrológia alapfogalmának értelmezése úgy bővül, hogy közben logikai megalapozása erősen kifogásolható. E hiányosságok tetten érhetőek akkor is, amikor a gyakorlati igények éppen átírják a hivatalos testületek által kiadott állásfoglalásokat, előírásokat.<sup>23</sup>

A mérés logikailag is elfogadható (multidiszciplináris) fogalmi megalapozása még várat magára. Ehhez az elvi útmutatók, szótárak, előírások és irányelvek helyett konkrét és hatékonyabb segítséget jelentene a „mérhető mennyiségek” gyűjteményes áttekintése, valamint jellemzésükre egy adekvát szempontrendszer kialakítása és explicit megfogalmazása. A vizsgálati aspektusok ismerete nem pusztán egységes keretrendszert biztosíthatna a különböző mérések jellemzéséhez, hanem a modern fogalomanalízis eszköztárával a mérések tipizálása, és ezek rendszerezése is előállna. [16] A méréstechnika lendületes fejlődése persze nem vár erre, hanem töretlenül megy a maga útján, mert a gyakorlati szakemberek pragmatikus nézőpontja egyszerű és hatékony: *Mérés az, amit mérünk, azaz maga a mérés definiálja a mennyiséget.*

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] STEVENS, S. S.: *On the theory of scales of measurement*. *Science*, 103, 1946. pp. 677-80. [http://psychology.okstate.edu/faculty/jgrice/psyc3214/Stevens\\_FourScales\\_1946.pdf](http://psychology.okstate.edu/faculty/jgrice/psyc3214/Stevens_FourScales_1946.pdf)
- [2] MICHELL, J.: *Measurement in Psychology*. Cambridge University Press. 1999. [http://www.langtoninfo.co.uk/web\\_content/9780521021517\\_frontmatter.pdf](http://www.langtoninfo.co.uk/web_content/9780521021517_frontmatter.pdf)
- [3] STEVENS, S. S.: *Handbook of Experimental Psychology*. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1951.
- [4] STRATHERN, P.: *Arkhimédész*. Elektra Kiadóház, Szeged, 2000.
- [5] DESCARTES, R.: *Discours de la méthode pour bien conduire sa raison et chercher la vérité dans sciences*. Leiden, 1637. De l’Imprimerie de Ian Maire. [https://books.google.hu/books?hl=hu&lr=&id=gv5HAAAAMAAJ&oi=fnd&pg=PA2&dq=3.%09Descartes,+Ren%C3%A9+\(1637\):+Discours+de+la+m%C3%A9thode+pour+bien+conduire+sa+raison+et+chercher+la+vérit%C3%A9+dans+sciences&ots=kLpM15PgzV&sig=FJfGu0pEgc99OyET8DuxDxsDZBM&redir\\_esc=y#v=onepage&q=3.%09Descartes%20Ren%C3%A9%20\(1637\)%3A%20Discours%20de%20la%20m%C3%A9thode%20pour%20bien%20conduire%20sa%20raison%20et%20chercher%20la%20vérit%C3%A9%20dans%20sciences&f=false](https://books.google.hu/books?hl=hu&lr=&id=gv5HAAAAMAAJ&oi=fnd&pg=PA2&dq=3.%09Descartes,+Ren%C3%A9+(1637):+Discours+de+la+m%C3%A9thode+pour+bien+conduire+sa+raison+et+chercher+la+vérit%C3%A9+dans+sciences&ots=kLpM15PgzV&sig=FJfGu0pEgc99OyET8DuxDxsDZBM&redir_esc=y#v=onepage&q=3.%09Descartes%20Ren%C3%A9%20(1637)%3A%20Discours%20de%20la%20m%C3%A9thode%20pour%20bien%20conduire%20sa%20raison%20et%20chercher%20la%20vérit%C3%A9%20dans%20sciences&f=false)
- [6] AMONTONS, G.: *Discours sur Quelques propriétés de l’Air, et le moyen d’en connaître temperature dans tous les climats de la Terre*. Memoires de l’Academie Royale des Sciences, 1702. pp. 161-80. Paris.

---

<sup>21</sup> Ilyen például a 10-fokozatú Mohs féle keménységi skála, a kémiai pH (*potentia hydrogeni, hidrogénion-kitevő*) skála, vagy a benzinek oktánszám-skálája.

<sup>22</sup> Itt nem szerepelt, de ide sorolandó az ún. imponderabiliák és kezelési módszereinek a problémaköre is. [22]

<sup>23</sup> A gyakorlati szakemberek sajátos megállapodásuk alapján zavartalanul használják például a *dBm*, a *dBi*, ... egységeket is, bár a BIPM jelenlegi előírásai szerint egy fizikai mennyiség nevében lehet, de mértékegységében tilos utalni arra, hogy mire vonatkozik.

- [7] OMH - MTA-MMSZ (1998): *Nemzetközi metrológiai értelmezőszótár* (VIM-3). <http://www.muszeroldal.hu/metrology/vim.pdf>
- [8] EA Laboratory Commitee: *Útmutató a Mérési Bizonytalanság Kifejezéséhez* (GUM), 2003. <http://www.nat.hu/dokumentumok/nar-ea-4-16.pdf>
- [9] MATOLCSI, T.: *Téridőmodellek*. Egyesület a Tudomány és Technológia Egységéért, 2012. Budapest. <http://szofi.elte.hu/~szaboa/MatolcsiKonyvek/pdf/jegyzet/terido.pdf>
- [10] JANCSKÁRNÉ, A. I.: *Számítógépvezérelt irányítások*. PTE Műszaki és Informatikai Kar, 2004. <http://docplayer.hu/173631-Szamitogepvezereelt-iranyitasok.html>
- [11] KEHL D.: *Skálák és statisztikák: a méréselméletről és történetéről*. Statisztikai Szemle, 89/10—11., 2011. 1057-1080. o. [http://www.ksh.hu/statszemle\\_archive/2011/2011\\_10-11/2011\\_10-11\\_1057.pdf](http://www.ksh.hu/statszemle_archive/2011/2011_10-11/2011_10-11_1057.pdf)
- [12] MOSTELLER, F.. *Data analysis and regression: a second course in statistics*. Reading, Mass: Addison-Wesley Pub. Co. 1977.
- [13] CHRISMAN, N. R.: *Rethinking Levels of Measurement for Cartography*. Cartography and Geographic Information Science, 25/4, 1995. pp. 231–242.
- [14] BIRKHOFF, G: *Lattice Theory*. Providence, Rhode Island, 1940. [https://books.google.hu/books?hl=hu&lr=&id=ePqVAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR9&dq=Birkhoff,+Garrett+\(1940\):+Lattice+Theory&ots=5HXSrCI\\_f1&sig=8kqyDo3TwoaAziZMr\\_KW4oBQC-U&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Birkhoff%2C%20Garrett%20\(1940\)%3A%20Lattice%20Theory&f=false](https://books.google.hu/books?hl=hu&lr=&id=ePqVAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR9&dq=Birkhoff,+Garrett+(1940):+Lattice+Theory&ots=5HXSrCI_f1&sig=8kqyDo3TwoaAziZMr_KW4oBQC-U&redir_esc=y#v=onepage&q=Birkhoff%2C%20Garrett%20(1940)%3A%20Lattice%20Theory&f=false)
- [15] GANTER, B. –WILLE, R.: *Formale Begriffsanalyse*. Springer, 1996.
- [16] FATALIN, L.: *Hierarchikus fogalmi struktúrák vizsgálata gráfokkal*. Debreceni Egyetem, 2008. [https://dea.lib.unideb.hu/dea/bitstream/handle/2437/85019/ertekezes\\_magyar.pdf?sequence=4](https://dea.lib.unideb.hu/dea/bitstream/handle/2437/85019/ertekezes_magyar.pdf?sequence=4)
- [17] WARTOFSKY, M. W.: *A tudományos gondolkodás fogalmi alapjai*. Gondolat, 1977. Budapest.
- [18] FÉNYES, I.: *A fizika eredete (Az egzakt fogalmi gondolkodás kialakulása. Történeti-logikai-ismeretelméleti elemzés.)* Kossuth Könyvkiadó, 1980. Budapest.
- [19] GALILEI, G.: *Discorsi e Dimostrazioni Matematiche Intorno a Due Nuove Scienze*. Elzeviri, Leiden, 1628. <http://search.proquest.com/openview/ecc17d968a17a27a15b1b14772596319/1?pq-origsite=gscholar>
- [20] FATALIN, L. – VARSICS, Z.: *A tudományos modellalkotás alapjai I-II*. Calibra-Keraban Könyvkiadó, 1993-95. Budapest.
- [21] HORVÁTH, GY.: *Az értelem mérése*. Tankönyvkiadó, 1991. Budapest.
- [22] FATALIN, L.: *Mérünk vagy értékelünk?* Iskolakultúra 1994/5: 25-31. o., Budapest.