

Körtvélyessy Gyula

Eszmefuttatás a pontosságról, a nyelvről és mindezek élességéről

Dolgozni csak pontosan szépen, ahogy a csillag megy az égen, úgy érdemes. Mit is jelent itt az, hogy pontosan. Ezt a fogalmat két irányból lehet megközelíteni. A számok felől, és a nyelv, a beszéd felől.

A számok pontossága

Ha azt mondjuk két alma, mindenkinek világos, hogy hány almáról van szó. Pontosán tudjuk mennyi. Miért? Mert a kettő egész szám! Ha négy almát háromfelé osztok, a harmad alma-rész már veszekedést válthat ki irigy gyermekeim között. Tehát az egész számok kitüntetett helyen állnak a számok között. Nem véletlen a mondás: az egész számokat Isten teremtette, a többi az ember műve.

De az is az ember tulajdonsága, hogy hiába osztok három almát háromfelé, a gyerekeim nem rendelkeznek az önzetlenség erényével és keveslik a nekik jutott egyet: az övé nagyobb! Igazságot itt már csak a fizika tehet: meg kell mérni azokat az almákat. Mindnyájan érezzük, hogy a kiválasztott mérleg *pontosságának* és a gyermekeim *önzésének* kell valahogy egyensúlyba kerülnie ahhoz, hogy az almaosztási kérdés is megoldódjék. Ez rámutat arra az általános elvre, hogy minden kijelentésnek, tehát a pontosságnak is, csak akkor van értelme, ha megadjuk, vagy beleértjük – tudjuk, hogy mihez képest.

Milyen pontos tömegmérés kell ahhoz, hogy már ne reklamáljanak? Egy deka? Egy gramm? Egy milligramm? Persze három, teljesen egyforma tömegű alma – mit is jelent ez? – sem biztos, hogy kielégíti az ember mindig szebbre, jobbra vágyó szívét: színében, illatában, zamatában még mindig lehet a három, tömegére egyenlő alma között az emberi irigységet piszkáló eltérés.

Milyen szavaink vannak a pontosságra? Precíz, igaz, helyes, éles, időben. És a pontatlanságra? Eltér, bizonytalan, hamis, nem igaz, rossz, hibás, késik. De az életben élesen megkülönböztetjük azt a két helyzetet, amikor egy bonyolult számtanpéldának rossz az eredménye (hamis, nem igaz, hibás); vagy mikor a fürdőszobai mérleg csal 2 kg-ot, remélhetőleg lefelé (eltér, bizonytalan, pontatlan). Az első esetben a valódi, helyes érték *akárhol lehet* a mi eredményünkhöz képest, a második esetben az eltérés, a hiba biztosan nem több néhány kilónál. Nyelvünkben ezt úgy fejezzük

ki, hogy az első esetben a tanár nem mondja azt, hogy az eredmény pontatlan vagy bizonytalan, hanem hogy hibás vagy rossz. A fürdőszobai mérleg *mérési bizonytalanságát* pedig már meg is becsültük. A „tudományos” módszer úgy működik, hogy elég sokszor, mondjuk tízszer, ráállunk a mérlegünkre, egymás után. A tíz mérés számtani középértéke a tömegünk „legjobb” becslése. A legjobb itt azt jelenti, hogy a számtani átlagtól vett eltérések négyzetösszege minimális érték. Azt, hogy a többi, az iskolában tanult középérték (geometriai, harmonikus, négyzetes) mire jó a statisztikában, nem tudni, de egyéb felhasználásukat jól összefoglalja az alábbi cikk: http://www.sulinet.hu/matek/tremb_fel/mtcs1116.doc

A mérési bizonytalanságra a legjobb becslés a fenti négyzetösszeg kilenced-részből vont négyzetgyök (ez egy módosított harmonikus középérték). Ez a szám jellemzi, hogy az átlagérték körül milyen szélesen szóródhatnak a mérési adatok. A statisztika szerint – ha elég sok, pl. mint most, tíz mérésből becsültük a bizonytalanságot – akkor az mondhatjuk, hogy a mérések 90%-a a *kétszeres* bizonytalanság tartományba fog esni. Tehát a mérési eredményt, *minden* mérési eredményt, csak ilyen \pm tartománnyal adjunk meg, hiszen csak egy ilyen eredménynek van értelme. Így tudja a másik fél, hogy mennyit „ér” az adott eredmény, hogy mennyire pontos. A gyakorlatban ezzel – sajnos – ritkán találkozunk, ezt két módszer „helyettesíti”. Tudjuk, beleértjük, hogy mennyit ér az az adat, amit mondunk. Például a "ma 28 °C van", $\pm 1^\circ\text{C}$ pontosságot éreztet, ahogy a 39,2 °C-os láz $\pm 0,1^\circ\text{C}$ -t. De ha megmérjük az autónk sebességét úgy, hogy mennyi idő alatt tesz meg egy km-t és ez 53 s-nak adódik, akkor a „számított” sebesség $1\text{km} \cdot 3600\text{s/h} / 53\text{s} = 67,92 \text{ km/h}$. De nyilvánvalóan nem ez lesz a kijelentésünk, hanem 68 km/h. De ha meggondoljuk, hogy a távolságot a km-póznák között akár méter pontossággal érzékelhetjük, a fenti képletet helyesen $1000 \text{ m} \cdot 3600\text{s/h} / 53\text{s} \cdot 1000\text{m/km}$ formában kellene írunk, és ilyen alapon a távolságot négy értékes jegyre tudjuk, tehát megadhatjuk a sebességet is négy értékes jegyre. De – tovább gondolkodva – az időmérésünk csak két értékes jegyre szól, és azt is beláthatjuk, hogy nem tudjuk egy km-en keresztül csak jó néhány km/h ingadozással tartani a sebességet, tehát akár azt is mondhatjuk, hogy a mért átlagsebességünk $7 \cdot 10 \text{ km/h}$. Itt a 7 azt fejezi ki, hogy csak egy értékes jegyre vagyunk biztosak az eredményben, az lehet 65, vagy 75 km/h között akármi. Ugyanezt – talán hétköznapiabb példával – úgy is mondhatjuk, hogy 1000 m-t menni nem ugyanaz, mint 1 km-t. Érezzük, hogy az első kijelentésnél méter pontossággal mértük a lesétált

utat, a másodikonál km pontossággal. A számok un. tudományos alakja, az $1 \cdot 10^3$ pont ilyen pontossági finomságok érzékeltetésére igen alkalmas. Pontosság szempontjából nem ugyan az $1,000 \cdot 10^3 \text{m}$, az $1,00 \cdot 10^3 \text{m}$, az $1,0 \cdot 10^3 \text{m}$ és az $1 \cdot 10^3 \text{m}$.

Pontosság és precizitás az időmérésben

Ha randevúnkról tíz percet késünk nem mondhatjuk hogy az óránk nem képes a 4:00 órát a 4:10-től megkülönböztetni. Az óránk precizitása tíz percnél nyilvánvalóan jobb. Persze lehet hogy nem pontos, talán pont tíz percet késik. A mérési hibák e két alaptípusát elviekben jól meg tudjuk különböztetni. Egy nagyon precíz óra, amelyik 10 perces, de állandó késésre van beállítva, egészen jól használható, de az nem, amelyik összevissza jár. Ezt a méréstechnika nyelvén úgy fogalmazzuk, hogy egy precíz atomórával a mérés bizonytalansága ns nagyságrendű, egy homokórával meg akár percnyi is lehet. Az állandóan késő órának pedig un. rendszeres hibája van, amely ha ismert és állandó, a helyes időértéket könnyen megkaphatjuk, ha a leolvasott értékhez hozzáadjuk a rendszeres hibát (ami nyilvánvalóan előjeles értéke).

A precizitás, mint szó hiányzik a metrológiai értelmező szótárakból, említésével nem is volt szándékom visszacsempészni. De az órákkal kapcsolatos fejtegetésben csak így tudtam szemléletesen megmutatni, mi az elvi különbség a véletlen és a rendszeres hiba között.

Ezzel a rövid eszmefuttatással az volt a célom, hogy beszédünkben, írásainkban és majd az életben mindig gondoljunk arra, hogy a megadott számoknak mindig van pontossága, melyet a bemenő adataink pontossága határoz meg és melyet – ha részletes mérési bizonytalanságszámítást nem végeztünk – legalább a megadott értékes jegyek számával érzékeltetnünk kell. A részletes számításhoz olvasmányos útmutatót az alábbi helyeken lehet találni:

<http://www.muszeroldal.hu/index.php?type=INFOM&File=./news/gyarmati.html>

A mérőműszerek 2004-ben kiadott új EU irányelvről készült magyar összefoglaló:

<http://www.muszeroldal.hu/index.php?type=INFOM&File=./news/mid1resz.pdf>