



Közzététel: 2022. november 21.

A tanulmány címe:

A modern tudomány válsága

Szerző:

DUSEK TAMÁS

a Széchenyi István Egyetem egyetemi tanára, a Statisztikai Szemle főszerkesztője

E-mail: dusekt@sze.hu, Tamas.Dusek@ksh.hu

DOI: <https://doi.org/10.20311/stat2022.11.hu1081>

Az alábbi feltételek érvényesek minden, a Központi Statisztikai Hivatal (a továbbiakban: KSH) Statisztikai Szemle c. folyóiratában (a továbbiakban: Folyóirat) megjelenő tanulmányra. Felhasználó a tanulmány vagy annak részei felhasználásával egyidejűleg tudomásul veszi a jelen dokumentumban foglalt felhasználási feltételeket, és azokat magára nézve kötelezőnek fogadja el. Tudomásul veszi, hogy a jelen feltételek megszegéséből eredő valamennyi kárért felelősséggel tartozik.

1. A jogszabályi tartalom kivételével a tanulmányok a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. törvény (Szjt.) szerint szerzői műnek minősülnek. A szerzői jog jogosultja a KSH.
2. A KSH földrajzi és időbeli korlátozás nélküli, nem kizárólagos, nem átadható, térítésmentes felhasználási jogot biztosít a Felhasználó részére a tanulmány vonatkozásában.
3. A felhasználási jog keretében a Felhasználó jogosult a tanulmány:
 - a) oktatási és kutatási célú felhasználására (nyilvánosságra hozatalára és továbbítására a 4. pontban foglalt kivétellel) a Folyóirat és a szerző(k) feltüntetésével;
 - b) tartalmáról összefoglaló készítésére az írott és az elektronikus médiában a Folyóirat és a szerző(k) feltüntetésével;
 - c) részletének idézésére – az átvevő mű jellege és célja által indokolt terjedelemben és az eredetihez híven – a forrás, valamint az ott megjelölt szerző(k) megnevezésével.
4. A Felhasználó nem jogosult a tanulmány továbbértékesítésére, haszonszerzési célú felhasználására. Ez a korlátozás nem érinti a tanulmány felhasználásával előállított, de az Szjt. szerint önálló szerzői műnek minősülő mű ilyen célú felhasználását.
5. A tanulmány átdolgozása, újra publikálása tilos.
6. A 3. a)–c) pontban foglaltak alapján a Folyóiratot és a szerző(ke)t az alábbiak szerint kell feltüntetni:
„*Forrás: Statisztikai Szemle c. folyóirat 100. évfolyam 11. számában megjelent, Dusek Tamás által írt, A modern tudomány válsága című tanulmány (link csatolása)*”
7. A Folyóiratban megjelenő tanulmányok kutatói véleményeket tükröznek, amelyek nem feltétlenül esnek egybe a KSH vagy a szerzők által képviselt intézmények hivatalos álláspontjával.

Dusek Tamás

A modern tudomány válsága

Aubrey Clayton: Bernoulli's Fallacy. Statistical Illogic and the Crisis of Modern Science. Columbia University Press. New York, 2021

Dusek Tamás, a Széchenyi István Egyetem egyetemi tanára, a *Statisztikai Szemle* főszerkesztője
E-mail: dusekt@sze.hu, Tamas.Dusek@ksh.hu

Aubrey Clayton könyvének címe és tartalma stilisztikailag igazodik egymáshoz: ahogyan a cím is, a könyv is előszeretettel használ harsány, olykor agresszív jelzőket, kifejezéseket, hasonlatokat. A szerző az előszóban úgy fogalmaz, hogy tekintse az olvasó ezt a könyvet háborúspropaganda-darabnak, amelyet szórólapokra nyomtatnak és repülőgépekről dobnak le az ellenséges területek fölé, hogy megnyerjék azoknak a szívét és elméjét, akik még nem köteleződtek el egyik oldal mellett sem. A könyvvel a szerzőnek nem a békekötés a célja, hanem a háború megnyerése. A háború tartalmát egy mondatban nem lehet kifejtetni, az az ismertetés egészéből derül majd ki. Clayton a bevezetésben arról ír, hogy a modern statisztika nyelvezete és módszerei – amelyeket rutinszerűen tanítanak az egyetemeken és használnak a tudományos kutatásban – egy logikai hibán alapulnak. Nem kicsit rosszak, mint a newtoni fizika, hanem jóvátehetetlenül tévesek, ami súlyos következményekkel jár a tudományra és annak alkalmazására nézve, sőt egyes tudományágak összeomlásával fenyeget.

A könyv tartalma ezt a vészjósló helyzetértékelést számomra nem igazolta. Nem a tudomány egészéről van benne szó, hanem egyrészt olyan kísérleti tudományokról, ahol kísérleti és mintavételi eredményeket értékelnek ki, és ahol az elmúlt évtizedben „replikációs krízis” elnevezés alatt kezdték el tárgyalni azokat a korábbi évtizedekben is napirenden lévő dilemmákat, amelyek a mintaelemszámmal, a megismételhetőséggel és a statisztikai szignifikancia használatával kapcsolatosak. Másrészt a leírtak egyedi, történeti helyzetekre vonatkoznak, ami nem az elméletalkotó tudományok, hanem a leíró, történeti tudományok terepe, mint ahogy semmi nem igazolja, hogy logikai eredetűek lennének a sta-

tisztikai módszerekkel kapcsolatos problémák. Ha van probléma, akkor az vagy a helytelen alkalmazással függ össze, vagy a rendelkezésre álló információ figyelmen kívül hagyásával, esetleg eltérő ismeretelméleti alapállásokat, választásokat tükröz, illetve azon alapul, hogy a kutatók a valószínűsége egyetlen, minden körülmények között alkalmazható meghatározást kívánnak adni. Utóbbi hibába a szerző is beleesik, már az előszóban és a bevezetésben is erőteljesen kiállva a valószínűség szerinte egyedül elfogadható szubjektivista értelmezése mellett.

Clayton az előszóban az alapállás rögzítése mellett számos javaslatot, ajánlást megfogalmaz, mintegy megelőlegezve gondolatmenete következtetéseit. Ezek szerint nem gond, ha a hipotézist a kísérlet eredményeinek ismeretében, utólag állítják fel. Megengedhető továbbá az ugyanazokon az adatokon alapuló sokféle hipotézis egyszerre történő tesztelése. A kísérletező szabadon dönthet a kísérlet folytatásáról és befejezéséről, addig folytathatja a kísérletet, amíg a kívánatos eredményt el nem éri. Nincs szükség korrekciókra a becslések során a torzítatlanság biztosításához. Kategorikus hiba valamely esemény valószínűségéről beszélni, objektív valószínűség nem létezik, a valószínűség nem mérhető kísérletekkel. Az extrém kicsi valószínűségű események nem érdekesek, azokat nem kell figyelembe venni egy hipotézis értékelésekor. Azok a módszerek, amelyek bizonyos eloszlás feltételezésén alapulnak, teljesen érvényesek, függetlenül attól, hogy az adatok valóban a feltevésnek megfelelő eloszlásúak-e. Egy hipotézis elutasítása vagy elfogadása nem igazi feladata a statisztikának, és valójában nagyon megtévesztő ez a gondolkodásmód. A statisztikai következtetéseknek nem helyes válaszokat kell adniuk, hanem olyanokat, amiket az adatok és a háttérismeretek leginkább alátámasztanak. A szerző ezen javaslatainak egy része indoklás hiányában zavarba ejtő, másik része pedig eltekint a valószínűségszámítás több évszázada bizonyított, a gyakorlatban is sikeres alkalmazásaitól.

A statisztikai háborúk és viták nagy részét a következő három kategóriába sorolja Clayton az előszóban. Először is: honnan származik és mikor fogalmazódik meg egy hipotézis? Másodszor: mi az oka egy kísérlet (megfigyelés) kezdetének és végének? A harmadik kategóriába a kis elemszámú mintákkal összefüggő problémák tartoznak. Ami az első kérdést illeti, ha a hipotézis megfigyelések, adatok ismeretében, „utólag” születik meg, akkor a kutatót azzal vádolhatják, hogy csupán post hoc elméletalkotás zajlik, meghatározott terv és konkrét cél nélkül végez adatkeresést a hasznos információkba botlás reményében. Erre angolul nagyon sokféle pejoratív elnevezést találtak ki, amelyeket magyarul nagyjából így adhatunk vissza: „adatkotrás”, „adatmészárlás”, „halászexpedíció”, „p-érték-vadászat”, „a texasi mesterlövész tévedése”. Ezek valós lehetőségek, de nem szükségszerűek. („A texasi mesterlövész tévedése” elnevezés abból a viccből ered, amelyben a pajta oldalára lövöldöző texasi a lövések leadása után rajzolja fel a céltáblát oda, ahol a legsűrűbbek a lövésnyomok.) A kísérlet kezdeté-

nek és végének a kérdéséhez kapcsolódnak azok a megkérdőjelezhető eljárások, amikor addig folyik a megfigyelés, ameddig kedvező eredmény vagy egyáltalán valamilyen eredmény nem születik, az eredménytelen kutatások pedig publikálás nélkül irat- vagy szeméttárolóba kerülnek.

A fentieket nagyon jó helyzetértékelésnek tartom, de Clayton továbbmegy: szerinte a fenti nehézségek csak a hagyományos, standard, szokásos (nem bayes-i) statisztikai következtetéselmélet esetén jelentkeznek, míg a bayes-i statisztika természetes védelmet nyújt ellenük. A könyv egyik fő tétele szerint a valószínűség természetéről szóló két eltérő álláspont húzódik meg a viták mögött: a valószínűség vagy a megfigyelések külső, nem kontrollálható, véletlen zaja, vagy az emberen belüli bizonytalanság a világ állapotára vonatkozó elégtelen információ miatt. Az első álláspont a tapasztalati megfigyelt véletlen sorozatokra korlátozza a valószínűségszámítás alkalmazási lehetőségeit, a második álláspont viszont lehetővé teszi, hogy a valószínűség kifejezze egy hipotézisbe vetett bizalom mértékét, mind a megfigyelések előtt, mind azok után, az új megfigyelések tükrében. Nem értek egyet ezzel a vagylagos, kizárólagos szembeállítással és a két lehetőség közötti választási kényszerrel. A szerző szerint nincs mód semlegesnek lenni, csak a második álláspont a helyes.

A bevezetőből megtudhatjuk, hogy a könyv írójának a valószínűség természetével kapcsolatos gondolataira a legnagyobb hatást a Kaliforniai Egyetemen, Berkeleyben végzett doktori tanulmányai alatt Edwin Jaynes *Probability theory: the logic of science (Valószínűségelmélet: a tudomány logikája)* című könyve gyakorolta, amely választ adott azokra a kérdésekre, amelyek a valószínűséggel kapcsolatban foglalkoztatták és zavarták. Ez a munka alapjaiban változtatta meg Clayton statisztikáról szőtt gondolatait, sajátos kifejezéseit elkezdte használni a hétköznapi beszélgetésekben is, és úgy hatott rá, mintha a világ fekete-fehérről színessé változott volna.

Clayton könyvére erős történeti megközelítés jellemző, így az első fejezetre is, amely a valószínűséget próbálja meg definiálni, míg végül három választ elvet, a negyedik, szubjektív meghatározást tartva egyedül helyesnek. Négy választ mutat be: klasszikus, gyakorisági (frekventista), szubjektív és axiomatikus. A klasszikus meghatározásnak (a kedvező esetek számának és az összes eset számának a hányadosa) előnye, hogy intuitív, és jól működik a kockadobásoknál és a kártyajátékoknál, hátránya azonban, hogy sehol máshol nem alkalmazható. A gyakorisági meghatározás előnye – Clayton itt a nagy számoknak a Jakob Bernoullihoz fűződő törvényére hivatkozik –, hogy tapasztalatiilag tesztelhető, ezzel szemben hátránya, hogy nem működik a ritka, az egyedi és a múltbeli eseményeknél. A szubjektív értelmezés előnye – itt Clayton Thomas Bayes eljárását ismerteti, de röviden érinti de Finetti, Keynes, Ramsey és Jeffreys munkásságát is –, hogy rugalmas és mindenhol alkalmazható, hátránya viszont,

hogy rugalmas, és sehol nem alkalmazható (legalábbis így írja Clayton, aki szerint ugyanakkor mindenhol ezt kellene alkalmazni). Az axiomatikus meghatározás – aminek a fő hivatkozása Kolmogorov – előnye, hogy matematikailag szigorú, hátránya azonban, hogy nem ad választ arra a kérdésre, hogy mi a valószínűség és hogyan értelmezzük a való világban. Clayton elismeri annak lehetőségét, hogy az egyes meghatározások eltérő helyzetekben alkalmazhatók jól, vagyis, hogy nincsen egyetlen olyan meghatározása a valószínűségnek, amely minden helyzetben adekvát módon használható, de úgy látja, hogy ez a pluralista megközelítés a következő statisztikában zavart okoz és káros.

A címzetes tévedés című második fejezet a velencei dózseválasztás folyamatába 1268-ban beépített véletlen mechanizmusok ismertetésével kezdődik. A velenceiek számos bizottságot és albizottságot választottak és sorsoltak, míg eljutottak a dózsét választó bizottsághoz:

- a Nagytanács tagjai közül harminc tagot választottak ki sorshúzással (véletlen),
- a harmincak közül sorshúzással kiválasztottak kilencet (véletlen),
- a kilenc kiválasztott negyven választót jelölt ki,
- a negyven választó közül sorshúzással tizenkettő került be a következő körbe (véletlen),
- a kiválasztott tizenkét fő huszonöt embert jelölt ki a következő bizottságba,
- a huszonötök közül sorshúzással kilencet választottak ki (véletlen),
- a kilencek negyvenöt embert szavaztak meg,
- a negyvenötök közül sorshúzással tizenegy főt választottak ki (véletlen),
- a tizenegy kisorsolt személy egy negyvenegy fős bizottságot szavazott meg,
- a negyvenegy fős bizottság egyszerű többséggel megválasztotta a dózsét.

A sorshúzás úgy zajlott, hogy egy agyagurnából viaszgolyókat húzott ki egy fiú, aki maga is véletlenszerűen lett kiválasztva. Az ilyen példák sarkallhatták Jakob Bernoullit (1655–1705) az urnából való húzás valószínűségeivel kapcsolatos vizsgálódásokra. Claytonnak az a gondja Bernoulli eredményeivel kapcsolatban, hogy fekete dobozként tekint az urnára, nem veszi figyelembe az urna összetételére vonatkozó prior információkat. Indokolatlannak tartom ezt a kritikát. Bernoulli eredményei olyan helyzetekre vonatkoznak, amikor semmilyen előzetes külső, egyéb információ nem áll rendelkezésre az urnában lévő golyók színének arányára vonatkozóan. A fejezet ezt követően kitér az extrém kicsi valószínűségű eseményekre, amelyeknek egyből megváltozik az értékelésük, ha hasonlóan extrém kicsi valószínűségű eseményekhez viszonyítjuk azokat. A továbbiakban ismerteti az alapgyakoriság figyelmen kívül hagyásából eredő tévedést (*base rate fallacy*, *base rate neglect*), ami ismét egy ismert külső információ figyelmen kívül hagyásából eredő téves valószínűségi következtetés. Ez

után az ügyész tévedése (*prosecutor fallacy*) problémára tér rá, amely a bűnügyekben, jogi esetekben előforduló, a feltételes valószínűségeket, a nagyon kicsi valószínűségeket és az alternatív lehetőségeket figyelmen kívül hagyó és így helytelen valószínűségeket megadó következtetésre vonatkozik. Clayton mindkét tévedést ismert példákkal illusztrálja, majd összeköti ezeket a tévedéseket, oly módon, hogy mindkettőnek a „Bernoulli tévedése” nevet adja (103. o.). Ez kétszeresen is vitatható. Egyrészt a már említett ok miatt, vagyis Bernoulli urnáinak az összetételére vonatkozóan nincsenek külső információk. Másrészt a bővebb leírás, indoklás sem meggyőző. A „Bernoulli tévedésének” nevezett problémát a bevezetésben még máshogyan fogalmazza meg, Ott azt írja, hogy a következő két kijelentés között alapvető a különbség: „a mintaarány nagy valószínűséggel közel van egy adott urnaarányhoz” és „az urnaarány nagy valószínűséggel közel van egy adott mintaarányhoz”. Ezt a következő, meglehetősen furcsa szóhasználatával egészíti ki: a mintavételi valószínűségeknél a hipotézisből indulunk ki az adatok előrejelzéséhez, a következtető valószínűségeknél az adatokból következtetünk a hipotézisre. A „hipotézis” kifejezés használata itt megtévesztő, mert az első esetben nem hipotézisről, hanem ismert alapsokaságról van szó, amiből következtetünk a lehetséges minták (adatok) valószínűségére (és ez a valószínűségszámítás feladata), a második esetben pedig ismert mintából (adatokból) következtetünk az ismeretlen alapsokaságra (ez a következtető statisztika feladata). Bernoulli tévedése pedig az, hogy mintából akart az ismeretlen alapsokaságra következtetni (8–9. o.). Nem látom, mi lenne ebben a több száz éves és a gyakorlatban is bizonyítottan működő eljárásban a tévedés. Ami az alapgyakorlás figyelmen kívül hagyását és az ügyész tévedését illeti, ott egyedi eseteknél hagyták figyelmen kívül a helyzetre vonatkozó ismert külső információkat.

A szerző a következő fejezetet nagyrészt Adolphe Quetelet (1796–1874) munkásságának szenteli, akinek nagy szerepe volt a statisztikai módszerek társadalmi alkalmazásainak az elterjesztésében és emellett a normális eloszlás indokolatlanul gyakori használatában, olyannyira, hogy Edgeworth 1922-ben utóbbit quetelizmusnak nevezte el. A negyedik fejezet a tudománytalan hangzású *A frekventista dzsihad* címet viseli, és Francis Galton, Karl Pearson és Ronald Fisher hatásával foglalkozik, a 19. század végéig gyakran használt bayes-i statisztika háttérbe szorításával vádolva meg őket, ami együtt járt a gyakorisági megközelítés győzelmével. Hosszasan tárgyalva az eugenika hatásait, Clayton összeköti Galtont Hitlerrel, mivel szerinte Hitler szörnyű eugenikája direkt módon Galtontól származott (156. o.), a rasszizmust pedig a modern statisztika eredendő bűneként írja le (177. o.). Az ötödik fejezet folytatja a kritikai hangvételű történeti áttekintést, Fisherrel, Neymannal és Pearsonnal a középpontban.

A hatodik fejezet tér rá a replikációs válságra. Clayton megemlíti a szignifikanciatesztekkel kapcsolatos korai kritikákat, amelyek egyfolytában jelen voltak.

Ezek egyik állomása az American Journal of Public Health főszerkesztőjének 1986-tól két évig érvényben lévő, a p-értékeket tartalmazó tanulmányokra vonatkozó tilalma volt. Ahogyan a minták nagysága növekszik, egyre valószínűbbé válnak a jelentéktelen mértékű, de statisztikailag szignifikáns különbségek bármilyen csoportok között. Egy több mint 19 ezer megkérdezett választ feldolgozó 2013-as tanulmány megmutatta, hogy azok az emberek, akik online találkoznak házastársukkal, elégedettebbek a házasságukkal, mint akik személyesen találkoznak (0,1%-os p-érték mellett). Ez az eredmény meglepő vagy érdekes lehet mindaddig, amíg nem tesszük hozzá azt is, hogy egy 7 pontos Likert-skálán számítva 5,64-es átlag áll szemben egy 5,48-as átlaggal (251. o.). A hasonló példák száma végtelen, és nagyon könnyen elérhető a néhány kérdést tartalmazó kérdőíves vizsgálatoknál.

Clayton ugyancsak ebben a fejezetben ismertet egy érdekes példát a jó tudományos gyakorlatra. Nosek és Motyl kutatása azt az eredményt hozta, hogy a szélsőséges politikai nézeteket valló emberek kevésbé pontosan érzékelik a szürke szín árnyalatait, mint a mérsékelt nézeteket vallók. A vizsgálat csaknem 2000 résztvevővel zajlott és azt mutatta, hogy a szélsőséges politikai nézeteket valló emberek fekete-fehérben látják a világot. Ez egy jól publikálható és a bulvártudományos ismeretterjesztés számára is nagyon érdekes eredmény volt. A kutatók a vizsgálatot később megismételték egy 1300 fős mintával, ez azonban már nem mutatott ki ilyen hatást (267–268. o.). A szerzőpáros egy újabb, nagyobb szabású vizsgálatban 97 korábbi eredményből csak 35-öt tudott megismételni, és ezeknél az átlagos hatás csak fele volt az eredeti hatás nagyságának. Clayton több további, hasonlóan sikertelen ismétlésről számol be. Az Amerikai Statisztikai Társaság folyóirata, a *The American Statistician* 2019-ben különszámot szentelt a szignifikanciatesztek és p-értékek helytelen használatának. A szám címe *Statisztikai következtetés a 21. században: a világ a $p < 0,05$ -ön túl* volt. Ebben a szerkesztőségi cikkén kívül 43 tanulmány foglalkozott a szignifikanciatesztek helytelen használatával. A szerkesztőségi cikk azt írja, hogy „arra a következtetésre jutottunk a különszám tanulmányai és a tágabb szakirodalom alapján, hogy ideje megszüntetni a »statisztikailag szignifikáns« kifejezés használatát. Az olyan változatok, mint a »szignifikáns különbség«, a » $p < 0,05$ « és a »nem szignifikáns« sem maradhatnak fent, sem szavakban, sem a táblázatokban jelzett csillagokkal vagy más módon” (274. o.). Majd a cikk szerzői úgy folytatják, hogy „a p-érték nem tárhatja fel a hihetőségét, a jelenlétét, az igazságát vagy a fontosságát egy kapcsolatnak vagy hatásnak. A statisztikailag szignifikáns nem jelentheti vagy implikálhatja, hogy egy kapcsolat vagy hatás nagy valószínűségű, valódi, igazi és fontos” (274. o.).

A hetedik fejezet a válságból való kiutat vázolja fel. A valószínűség gyakorlati értelmezése helyett a bayes-i statisztikára van szükség. Meg kell változtatni

a szóhasználatot (ez angolul és magyarul a szaknyelvi különbségek miatt eltérő módon történne). Nincs értelme torzítatlanságról, konzisztenciáról és hatékonyságról beszélni a megfigyelések egyetlen halmazára vonatkoztatva. Elvethetjük az elégségesség koncepcióját is. Clayton egyetértőleg idézi Charles Lambdin 12 pontos felsorolását a p-értékekkel kapcsolatos szokásos félreértésekről, valamint az Amerikai Statisztikai Társaság 6 pontos állásfoglalását. Az utóbbi így szól:

1. A p-értékek jelezhetik, hogy az adatok mennyire összeegyeztethetetlenek egy meghatározott statisztikai modellel.
2. A p-értékek nem mérik annak valószínűségét, hogy a vizsgált hipotézis igaz, vagy annak a valószínűségét, hogy az adatokat kizárólag a véletlen hozta létre.
3. A tudományos következtetések és az üzleti vagy szakpolitikai döntések nem alapulhatnak csak azon, hogy a p-érték átlép-e egy bizonyos küszöbértéket.
4. A megfelelő következtetés teljes körű jelentéstételt és átláthatóságot igényel.
5. A p-érték vagy a statisztikai szignifikancia nem a hatás nagyságát vagy az eredmény fontosságát méri.
6. Önmagában a p-érték nem nyújt megfelelő bizonyítékot egy adott modellre vagy hipotézisre (291. o.).

Összefoglalva tehát, a könyv erényei közé tartozik a történeti háttérismeretek kitűnő, fejezetenkénti bemutatása és a statisztikai tesztekkel kapcsolatos rég ismert problémák összefoglalása, amelynek kapcsán egyébként nem is áll elő azzal, hogy bármilyen újdonságot tudna mondani. A standard statisztikai oktatásból valóban hiányzik a bayes-i statisztika ismertetése, aminek példákkel jól illusztrált ismertetését adja Clayton könyve. A tudomány egyes területein a tehetlenségi nyomatek nagyon nagy, az egyszer tankönyvekbe kerülő és kanonizálódó téveszmék makacsul tartják magukat, ezért a szignifikanciatesztek helytelen alkalmazásával kapcsolatos bírálatok mindaddig indokoltak, amíg fennmarad a rossz gyakorlat. A kötet olvasmányos, felesleges szakzsargonnal nem terhelt. Két gyengeségét emelném ki. Egyrészt a szerző a tudományfilozófusok szokásos szüklátókörűségével a tudományos kutatás szűk szeletére tekintve próbál meg általános kijelentéseket tenni „A Tudomány” egészéről. Másrészt nem fogadja el a tömegjelenségek megfigyelésén és a gyakorisági statisztika alkalmazásán alapuló több évszázados eredményeket. A bayes-i statisztika egészen más területeken alkalmazható, mint a gyakorisági statisztika. A Bayes-tétel valójában nem alkalmazható ott, ahol nincs semmilyen ismeretünk, és így nem lehet objektív (interszubjektív, bárki számára ellenőrizhető) előzetes valószínűséget megállapítani. A semmiből nem lehet valószínűséget megállapítani.